

**Reconstitution historique du dynamisme
du paysage forestier de l'UAF 64-51
au cours du 20^{ème} siècle**

**Rapport technique
préparé par**

**Frédéric Doyon, ing.f., Ph.D.
Daniel Bouffard, M.Sc.**



**INSTITUT QUÉBÉCOIS D'AMÉNAGEMENT
DE LA FORÊT FEUILLUE**

pour

Pascal Gauthier, ing.f.

**Responsable Recherche et Innovation
Coopérative forestière des Hautes-Laurentides**



Août 2009

Équipe de réalisation de l'IQAFF

Coordonnateur scientifique :

Frédéric Doyon, ing.f., Ph.D.

Équipe de rédaction :

Frédéric Doyon, ing.f., Ph.D.
Daniel Bouffard, M.Sc.

Équipe technique :

Régis Pouliot
Julie Poirier
Benoît Audet

IQAFF : Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue
58 Principale, Ripon, Québec, J0V 1V0.
Tél : 819-983-6589 ; Fax : 819-983-6588.
Courriel : iqaff@iqaff.qc.ca
Site internet : www.iqaff.qc.ca

Suggestion pour citation :

Doyon, F. et D. Bouffard. 2009. Reconstitution historique du dynamisme du paysage forestier de l'UAF 64-51 au cours du 20^{ème} siècle. Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue, Ripon, Québec. Rapport technique, 84 p. + 9 Annexes

Remerciements

Ce projet de reconstitution historique du dynamisme du paysage forestier de certaines portions du territoire de l'unité d'aménagement forestier 64-51 a été réalisé grâce au financement provenant du Programme de Mise en Valeur du Milieu Forestier (Volet I) ainsi que de l'Association des intervenants forestiers des Hautes-Laurentides. Les auteurs tiennent à remercier particulièrement la Bibliothèque des Archives nationales du Québec en Outaouais pour l'accès au Fonds Forestier McLaren. Nous tenons également à souligner l'appui technique et professionnel apporté en cours de projet par Pascal Gauthier et Natacha Lamarche de la Coopérative forestière des Hautes-Laurentides (CFHL). Nous ne pouvons également passer sous silence la contribution plus que significative de Régis Pouliot et de Julie Poirier (IQAFF) pour le montage des couches numériques d'informations à partir de photographies aériennes. Enfin, la portée des conclusions de cette recherche auraient pu être de moindre envergure n'eût été de la très grande qualité du travail de photointerprétation réalisé par de Benoît Audet.

Résumé

Reconstitution historique du dynamisme du paysage forestier de l'UAF 64-51 au cours du 20^{ème} siècle (Version 1.0)

Frédéric Doyon^{1,2}, Daniel Bouffard¹

¹IQAFF, 58 Principale, Ripon, Québec, J0V 1V0

²Université du Québec en Outaouais, 283 boulevard Alexandre-Taché, Gatineau, Québec, J9A1L8

Cette étude dresse un bilan de l'évolution du paysage forestier de quatre secteurs de 100 km² situés dans l'UAF 64-51. Ces secteurs ont été répartis le long d'un gradient latitudinal afin de bien saisir les différences entre les 3 domaines bioclimatiques qui couvrent cette UAF, soit l'érablière à bouleau jaune, la sapinière à bouleau jaune et la sapinière à bouleau blanc. Le premier objectif visait à caractériser les changements en composition du paysage en peuplements selon leur composition, leur âge et leur densité du couvert. Le deuxième objectif visait à identifier les facteurs qui ont influencé cette évolution. Pour atteindre ces objectifs, les perturbations ayant affecté ces secteurs furent répertoriées et le portrait de la végétation a été établi à trois reprises (1928-30, 1961-62 et 2000). La composition forestière a été abordée selon trois niveaux hiérarchiques : types de composition, sous-types de composition et essences. L'âge et la densité ont, quant à eux, servi à définir la structure de la forêt.

Le dynamisme du paysage forestier de l'UAF 64-51 a été évalué à l'aide des sept approches suivantes : - a) transitions et bilans de transitions des sous-types de composition pour les périodes de 1930 à 1960 et de 1960 à 2000 ; - b) étude de la stabilité des sous-types de composition ; - c) examen de la fréquence des différents types de perturbations affectant les sous-types de composition, - d) transitions et bilans de transitions conditionnelles aux perturbations des sous-types de composition pour les périodes de 1930 à 1960 et de 1960 à 2000 ; - e) estimation de l'influence des types de perturbations totales sur la composition des jeunes peuplements à venir ; et - f) transitions conditionnelles aux perturbations des différentes essences forestières pour les périodes de 1930 à 1960 et de 1960 à 2000.

Les résultats montrent que le paysage de l'UAF 64-51 a été fortement modifié par l'homme depuis les tous débuts de l'industrialisation. La forme de coupe la plus répandue a été la coupe partielle, et cela à toute les période. Conséquemment, le paysage a fortement changé en composition de puis 1930. En effet, en 1930, l'UAF était dominée par les peuplements mixtes et la présence de jeunes peuplements, dont beaucoup étaient issus des feux de

1922-23. Au cours des 30 années subséquentes, un enfeuillement massif s'est produit, avec un gain en peuplements de feuillus tolérants au détriment des peuplements mixtes, particulièrement à partir des peuplements mélangés à dominance de feuillus tolérants. Cette migration en composition s'est produite essentiellement par la voie de la succession naturelle et des coupes partielles. Durant la deuxième période, soit de 1960 à 2000, nos résultats montrent que ce premier type d'enfeuillement s'est poursuivi, voir accentué. Il s'est alors accompagné d'un deuxième type d'enfeuillement, caractérisé par une augmentation des peuplements de feuillus intolérants, majoritairement des bétulaies blanches, et des peuplements mixtes à feuillus intolérants. Cette augmentation a été causée par le vieillissement des jeunes peuplements et la transformation des sapinières suite aux perturbations partielles naturelles des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Ainsi, on note une baisse très importante de l'importance du sapin baumier dans le paysage, durant la dernière période, passant de 20% à 1.2 % de présence dans l'appellation cartographique en essence. Cette transformation s'est faite au profit de l'épinette.

Les épidémies de 1940 et de 1970 de la tordeuse des bourgeons de l'épinette ont aussi contribué à réduire la densité moyenne des peuplements. Cependant, comme la quantité de perturbations naturelles et anthropiques durant la dernière période a réduit de près de la moitié de ce qu'elle était aux périodes précédentes, un effet de boisement a contre-balançé la diminution de la densité à la dernière période.

À l'exception du secteur le plus au sud (Bloc A), cette réduction des perturbations à la dernière période a permis aux paysages forestiers de vieillir considérablement. Ce vieillissement a été causé par l'augmentation de l'âge des peuplements feuillus et le passage des jeunes peuplements à des stades plus matures. La proportion des peuplements de structure d'âge irrégulière est demeurée marginale tout au long de l'horizon d'évaluation de cette étude.

Malgré des différences latitudinales associées à la composition des paysages, plusieurs des changements observés se reproduisent similairement dans le temps. Cette constatation laisse supposer que les mêmes forces de changements ont eu cours dans tous ces paysages. Du point de vue des pratiques forestières, cela veut dire que l'application des méthodes de récolte ont suivi les mêmes changements de directives et ont été associées aux mêmes innovations technologiques dans les approches opérationnelles. Cela est fortement

envisageable puisque le territoire étudié était couvert par des concessions qui impliquent en grande majorité une seule industrie forestière.

La quantification de l'évolution de la végétation forestière induits par l'exploitation de la forêt dans l'UAF 64-51 et l'identification des facteurs responsables de ces changements donnent aux aménagistes des connaissances utiles pour la réalisation d'un aménagement écosystémique de ce territoire. Sur la base des constats effectués, des objectifs de restauration écologique pourront être établis dans le cadre des orientations d'aménagement écosystémique. Ceux-ci viseront à redresser la composition et la structure des écosystèmes forestiers tout en permettant d'utiliser ses ressources de façon durable.

Table des matières

REMERCIEMENTS	II
RESUME	III
TABLE DES MATIERES	VI
LISTE DES TABLEAUX	VII
LISTE DES FIGURES	IX
LISTE DES FIGURES	IX
INTRODUCTION	1
1. METHODOLOGIE	3
1.1. DESCRIPTION BIOPHYSIQUE DE L'UNITE D'AMENAGEMENT FORESTIER 64-51	3
1.2. SELECTION DES SECTEURS D'ETUDE	5
1.2.1. <i>Caractérisation de l'UAF 64-51 en fonction du cadre de référence écologique du MRNF</i>	5
1.2.2. <i>Disponibilité, caractéristiques, qualité et coûts d'acquisition des couvertures photographiques aériennes anciennes existantes</i>	11
1.2.3. <i>Sélection des secteurs d'étude</i>	16
1.2.4. <i>Description des secteurs d'étude</i>	16
1.2.5. <i>Construction de la base de données géoréférencées</i>	20
1.2.6. <i>Portrait détaillé du couvert forestier</i>	21
1.2.7. <i>Portrait du dynamisme du paysage forestier</i>	23
2. PORTRAIT DE LA VEGETATION EN 1928-30, 1961-62 ET 2000 POUR LES QUATRE SECTEURS D'ETUDE	25
2.1 <i>Types de composition</i>	25
2.2 <i>Sous-types de composition</i>	28
2.3 <i>Essences</i>	31
2.4 <i>Densité des peuplements</i>	35
2.5 <i>Âge</i>	41
2.6 PORTRAIT DES PERTURBATIONS EN 1928-30, 1961-62 ET 2000.....	49
3. DYNAMISME DU PAYSAGE	54
3.1 PORTRAIT GENERAL PAR PERIODE (DE 1928-30 A 1961-62 ET DE 1961-62 A 2000)	54
3.2 PORTRAIT PAR PAYSAGE PAR PERIODE (DE 1928-30 A 1961-62 ET DE 1961-62 A 2000)	57
3.3 SYNTHÈSE DES TRANSITIONS OBSERVEES PAR PERIODE (DE 1928-30 A 1961-62 A 2000).....	65
3.3 RÔLE JOUÉ PAR LES PERTURBATIONS DANS LES TRANSITIONS OBSERVEES PAR PERIODE (DE 1928-30 A 1961-62 ET DE 1961-62 A 2000)	68
4. DISCUSSION DES RESULTATS	76
4.1 LE DOUBLE ENFEUILLEMENT DU PAYSAGE	76
4.2 UN RÉGIME DE PERTURBATION CONSTAMMENT EN CHANGEMENT.....	78
4. CONCLUSIONS	80
5. REFERENCES CITEES	83
ANNEXES	85

Liste des tableaux

Tableau 1.	Représentation de certains niveaux hiérarchiques du cadre de référence écologique du MRNF dans l'UAF 64-51.	6
Tableau 2.	Caractéristiques des différentes couvertures photographiques aériennes répertoriées pour l'UAF 64-51.	13
Tableau 3.	Superficies occupées par les peuplements feuillus, mélangés et résineux en 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.	26
Tableau 4.	Superficies occupées par les sous-types de composition d'essences en 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.	29
Tableau 5.	Pourcentage d'occupation en essences dominantes de l'appellation cartographique selon les périodes 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.	32
Tableau 6.	Densité moyenne (%) pondérée par la superficie pour les types et les sous-types de composition en 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.	36
Tableau 7.	Âge moyen (année) pondéré par la superficie pour les types et les sous-types de composition en 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.	45
Tableau 8.	Superficies occupées par les perturbations anthropiques et naturelles avant 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.	50
Tableau 9.	Sommaire de l'historique des perturbations attribué à chaque polygone forestier issu de la superposition des couches photo-interprétées de 1928-30, 1961-62 et 2000.	53
Tableau 10.	Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 1961-62 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1928-30 (lignes) pour l'ensemble des paysages. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 1961-62 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.	55
Tableau 11.	Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 2000 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1961-62 (lignes) pour l'ensemble des paysages. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 2000 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.	56
Tableau 12.	Pourcentage des superficies des sous-types de composition demeurant inchangée par période.	57
Tableau 13.	Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 1961-62 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1928-30 (lignes) pour le Bloc A. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 1961-62 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.	58
Tableau 14.	Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 2000 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1961-62 (lignes) pour le Bloc A. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 2000 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.	59

-
- Tableau 15. *Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 1961-62 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1928-30 (lignes) pour le Bloc B. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 1961-62 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.* 60
- Tableau 16. *Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 2000 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1961-62 (lignes) pour le Bloc B. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 2000 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.* 61
- Tableau 17. *Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 1961-62 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1928-30 (lignes) pour le Bloc C. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 1961-62 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.* 62
- Tableau 18. *Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 2000 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1961-62 (lignes) pour le Bloc C. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 2000 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.* 63
- Tableau 19. *Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 1961-62 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1928-30 (lignes) pour le Bloc D. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 1961-62 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.* 64
- Tableau 20. *Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 2000 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1961-62 (lignes) pour le Bloc D. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 2000 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.* 65
- Tableau 21. *Pourcentage des superficies ayant transitées d'un sous-type à un autre entre 1930 et 1960 en fonction des types de perturbations. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.* 71
- Tableau 22. *Pourcentage des superficies ayant transitées d'un sous-type à un autre entre 1960 et 2000 en fonction des types de perturbations. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.* 72
- Tableau 23. *Pourcentage des superficies ayant transitées d'une essence dominante de l'appellation cartographique à un autre entre 1930 et 1960 après perturbations partielles et succession naturelle. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.* 73
- Tableau 24. *Pourcentage des superficies ayant transitées d'une essence dominante de l'appellation cartographique à un autre entre 1960 et 2000 après perturbations partielles et succession naturelle. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.* 74
-

- Tableau 25. *Pourcentage des superficies ayant transitées d'une essence dominante de l'appellation cartographique à un autre entre 1930 et 2000 après perturbations totales ayant eu cours durant la période 1930-1960. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.* 75
- Tableau 26. *Pourcentage des superficies ayant transitées d'une essence dominante de l'appellation cartographique à un autre entre 1930 et 2000 lorsque aucune perturbation n'a eu cours. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.....* 76

Liste des figures

- Figure 1. *Localisation de l'unité d'aménagement forestier (UAF) 64-51.....* 3
- Figure 2. *Localisation des cantons dans l'UAF 64-51.* 4
- Figure 3. *Domaines bioclimatiques de l'UAF 64-51. Érablière à bouleau jaune :3, Sapinière à bouleau jaune :4 ; Sapinière à bouleau blanc : 5.* 7
- Figure 4. *Sous-domaines bioclimatiques de l'UAF 64-51.* 8
- Figure 5. *Régions écologiques de l'UAF 64-51.* 9
- Figure 6. *Sous-régions écologiques de l'UAF 64-51.* 10
- Figure 7. *Unités de paysage régional de l'UAF 64-51.....* 12
- Figure 8. *Positionnement des secteurs d'étude dans l'UAF 64-51.* 17
- Figure 9. *Distribution de la densité des peuplements en hectare, par période pour le secteur A.* 38
- Figure 10. *Distribution de la densité des peuplements en hectare, par période pour le secteur B.* 38
- Figure 11. *Distribution de la densité des peuplements en hectare, par période pour le secteur C.* 39
- Figure 12. *Distribution de la densité des peuplements en hectare, par période pour le secteur D.* 39
- Figure 13. *Distribution de la densité des peuplements FT en pourcentage d'occupation du territoire entre 1928-30 et 2000 pour chaque secteur.* 42
- Figure 14. *Distribution de la densité des peuplements MFI en pourcentage d'occupation du territoire entre 1928-30 et 2000 pour chaque secteur.* 42
- Figure 15. *Distribution de la densité des peuplements MR en pourcentage d'occupation du territoire entre 1928-30 et 2000 pour chaque secteur.* 43
- Figure 16. *Distribution de la densité des peuplements RP en pourcentage d'occupation du territoire entre 1928-30 et 2000 pour chaque secteur.* 43
- Figure 17. *Distribution de la superficie par classe d'âges et par période pour le secteur A.....* 47
- Figure 18. *Distribution de la superficie par classe d'âges et par période pour le secteur B.....* 47

Figure 19.	Distribution de la superficie par classe d'âges et par période pour le secteur C.....	48
Figure 20.	Distribution de la superficie par classe d'âges et par période pour le secteur D. ...	48
Figure 21.	Variance expliquée par les différents axes de l'analyse en composantes principales.	66
Figure 22.	Ordination des blocs par période sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales. Les flèches de couleurs représentent les changements de composition entre les 3 périodes.	67
Figure 23.	Proportion des superficies en chaque sous-type en fonction des perturbations ayant eu cours précédemment à la période 1930.	68
Figure 24.	Proportion des superficies en chaque sous-type en fonction des perturbations ayant eu cours précédemment à la période 1961-62.	69
Figure 25.	Proportion des superficies en chaque sous-type en fonction des perturbations ayant eu cours précédemment à la période 2000.	69

Introduction

La gestion écosystémique exige une planification des activités forestières dans le respect des processus écologiques naturellement actifs, tant à l'échelle du peuplement que du paysage, afin de pouvoir maintenir la biodiversité. À l'échelle du paysage, cela se traduit par un régime de récolte qui imite les perturbations naturelles en termes de type, de fréquence et d'intensité de perturbation et un patron de la végétation qui reste à l'intérieur de la fourchette de variation naturellement observée. Bien que théoriquement intéressant, ce concept est difficilement applicable lorsque les informations sur le régime de perturbations et sur les patrons de végétation passés ne sont pas bien connues.

De nombreuses études menées dans le nord-est américain permettent de décrire la nature des perturbations naturelles pré-coloniales et les peuplements qui en résultent (Lorimer 1977, Bormann et Likens 1979, Whitney 1986, Frelich et Lorimer 1991, Radeloff *et al.* 1999, Zhang *et al.* 1999, Schulte *et al.* 2002). Des études similaires ont également été menées au Canada dans le centre de la Saskatchewan (Weir et Johnson 1998) ainsi que dans le nord-ouest de l'Ontario (Jackson *et al.* 2000). Bien que ces études aient été effectuées sur un long intervalle de temps (100 à 150 ans), les résultats habituellement présentés ne tiennent compte que de l'échéance de la période considérée, négligeant ainsi des informations précieuses sur les étapes ou processus menant au portrait final.

Au Québec, le nombre d'études sur le sujet ne cesse de grandir depuis une vingtaine d'années et ce, tant en forêt feuillue que mixte ou boréale (Bouchard *et al.* 1989, Simard et Bouchard 1996, Nolet *et al.* 2001, Boucher 2002, Bouffard *et al.* 2003, Boucher *et al.* 2006, Barette et Bélanger 2007, Boucher *et al.* 2009). Plus près du présent territoire, deux études de l'IQAFF respectivement dans la portion sud du bassin hydrographique de la rivière du Lièvre (Nolet *et al.* 2001) ainsi que dans la réserve faunique Rouge-Matawin (Bouffard *et al.* 2003) ont permis d'acquérir des informations sur les points suivants : a) le paysage forestier à l'aube du 20^{ème} siècle, b) les régimes de perturbations qui ont sévi par la suite, et c) les divers processus impliqués dans la dynamique d'évolution du paysage de ces régions. Ces différents travaux de recherche ont déjà servi de barème pour définir des enjeux de biodiversité dans la génération de plans d'aménagement forestier.

Selon Zhang *et al.* (1999), chaque région nécessite une attention particulière puisqu'elle est caractérisée par un régime de perturbations qui lui est propre tant sur le plan spatial, que temporel. Ainsi, la réalisation de cette étude qui présente la reconstitution historique du

paysage forestier de quatre secteurs d'environ 100 km² que l'on croit représentatifs de l'unité d'aménagement forestier 64-51, dans un contexte d'aménagement écosystémique, s'avère fort à propos et aura un apport considérable dans l'orientation des choix d'aménagement en matière de biodiversité lors de la réalisation du projet « Le Bourdon » du Programme des collectivités forestières. Après une brève description des territoires d'étude, les résultats de nos travaux tentent de caractériser les changements de végétation forestière ayant eu cours dans l'UAF 64-51 à partir du début du 20^{ème} siècle, de quantifier ces changements en terme de transitions et d'identifier les facteurs dynamiques (successions et perturbations) responsables des changements observés.

1. Méthodologie

1.1. Description biophysique de l'unité d'aménagement forestier 64-51

L'unité d'aménagement forestier 64-51 est située au nord-ouest de la région administrative des Laurentides (06) (Figure 1). Ce vaste territoire qui touche de nombreux comtés administratifs, au climat continentale humide (Larivière 2005), englobe la moitié nord du bassin hydrographique de la rivière du Lièvre ainsi que la portion nord-est du bassin de la rivière Gatineau tel qu'illustré à la figure 2. Il est opportun de mentionner que les secteurs identifiés respectivement en gris et gris hachuré sur les figures 2 à 7 correspondent à des zones où la dynamique de la végétation forestière a déjà été analysée lors de projets antérieurs (Réserve Rouge-Matawin et bassin hydrographique de la rivière Du Lièvre). Le changement de climat du sud vers le nord influence la composition végétale qui passe du domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune à celui de la sapinière à bouleau blanc.

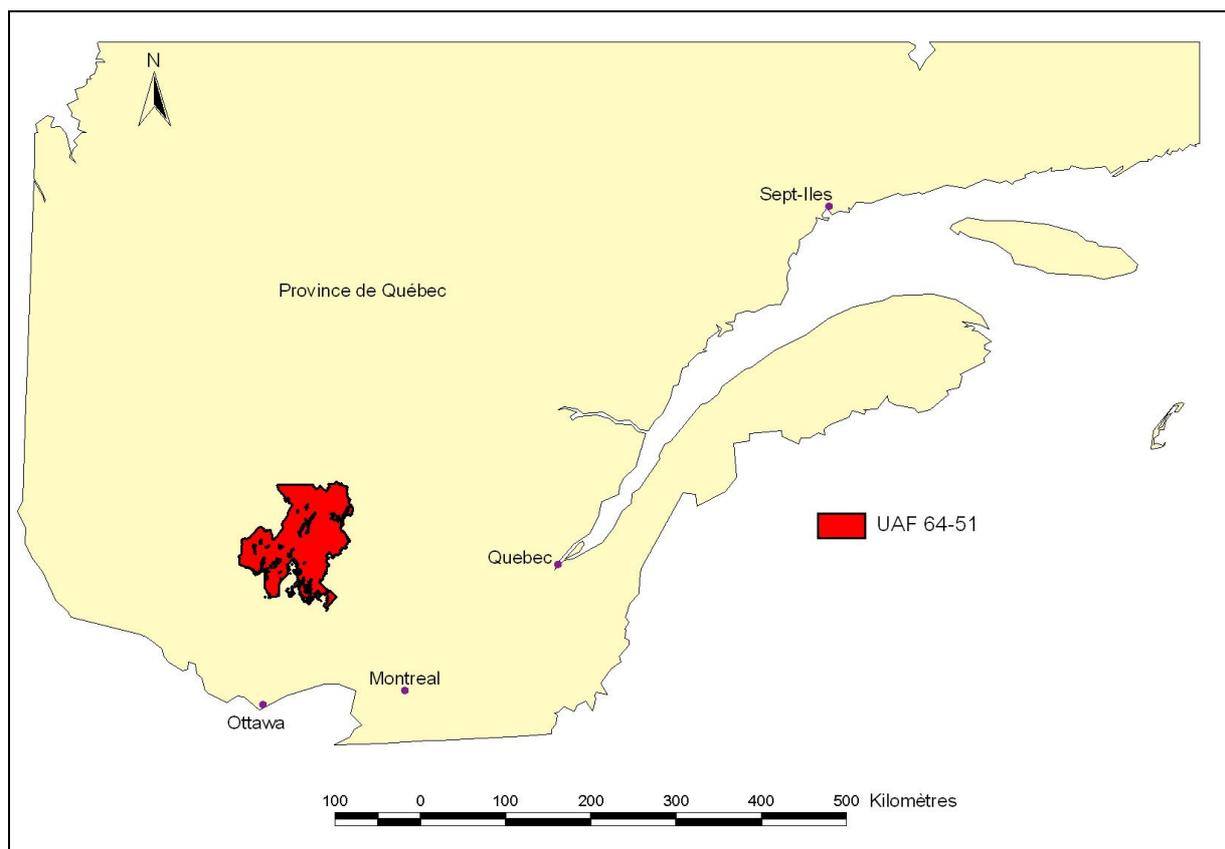


Figure 1. Localisation de l'unité d'aménagement forestier (UAF) 64-51.

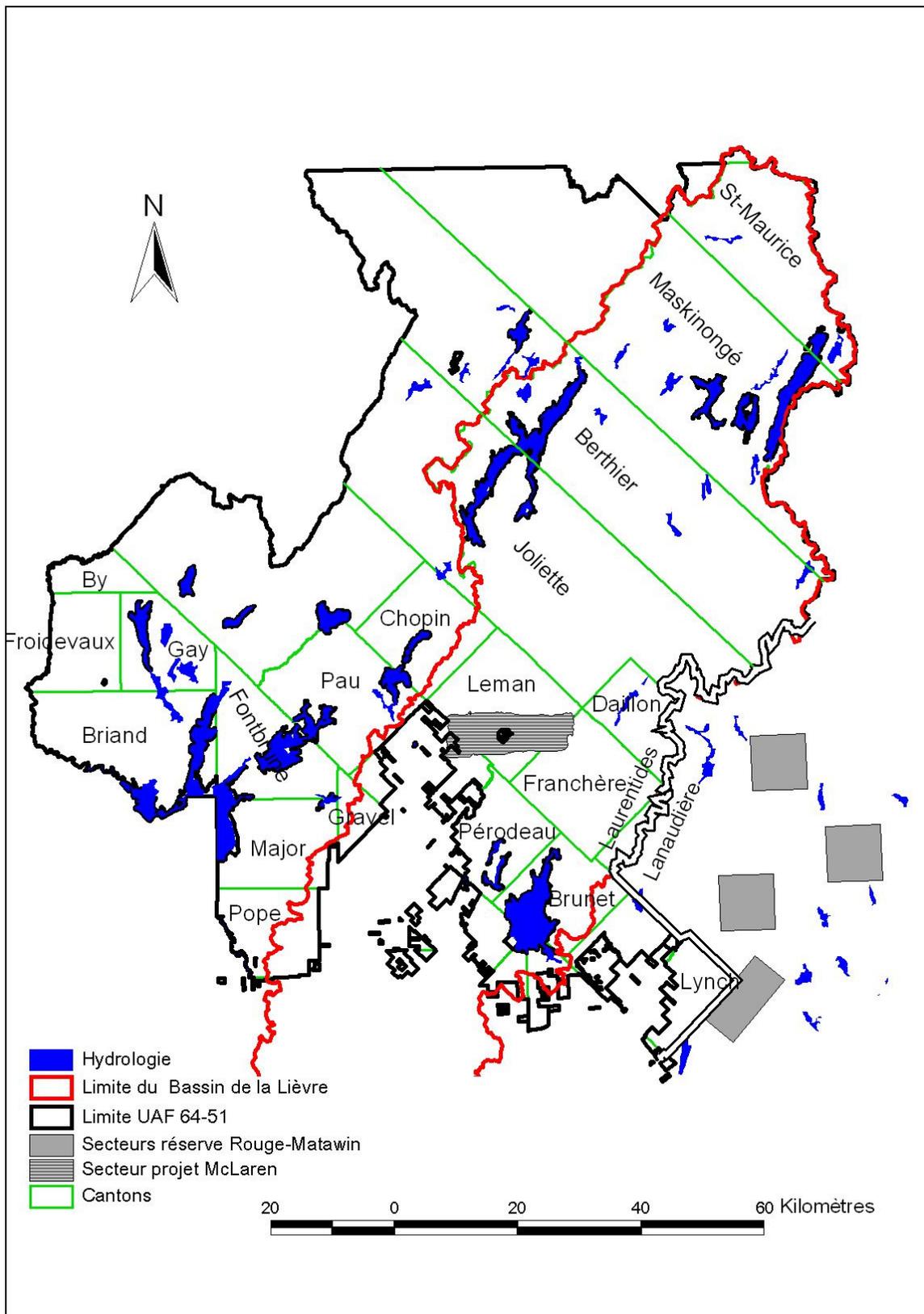


Figure 2. Localisation des cantons dans l'UAF 64-51.

En terme de géologie, le territoire de l'UAF 64-51 est localisé dans la province naturelle dénommée «Les Laurentides méridionales», lequel couvre la partie sud-ouest du bouclier canadien du Québec (Larivière 2005). Le relief est caractérisé par un mélange de collines, de plateaux, de dépressions et de quelques massifs un peu plus élevés. L'assise rocheuse est quant à elle constituée de roches intrusives métamorphisées (gneiss) sur laquelle reposent divers types de dépôts de surface dont particulièrement ceux d'origine glaciaire. Les tills épais occupent les dépressions où les secteurs à pente faible, alors que les tills minces occupent les coteaux et les collines (Robitaille et Saucier 1998). Quant aux affleurements rocheux, ils sont parfois abondants et situés sur les hauts sommets ou encore dans les secteurs caractérisés par un relief très accidenté. Enfin, on retrouve dans les larges vallées des dépôts fluvio-glaciaires parfois très épais, et en moindre importance du matériel glacio-lacustre. La température et les précipitations annuelles moyennes sont comprises respectivement entre 0 et 5.0 °C et entre 900 et 1100 mm (avec 30 % sous forme de neige), alors que la longueur de la saison de croissance se situe entre 160 et 180 jours.

1.2. Sélection des secteurs d'étude

1.2.1. Caractérisation de l'UAF 64-51 en fonction du cadre de référence écologique du MRNF

L'unité d'aménagement forestier 64-51 est localisée dans trois domaines bioclimatiques, soit l'érablière à bouleau jaune (3) avec 18.5% du territoire, la sapinière à bouleau jaune (4) (66.0%) et la sapinière à bouleau blanc (5) (15.5%) (Tableau 1 et figure 3). Aux domaines bioclimatiques on ajoute l'appellation de «l'ouest» avec les mêmes superficies pour les sous-domaines bioclimatiques, à l'exception de l'érablière à bouleau jaune qui se subdivise en deux secteurs, un dénommé est (4 est) et l'autre ouest (4 ouest), et dont la portion occidentale n'occupe qu'une portion marginale du territoire avec seulement 0.5% (Tableau 1 et figure 4). À une échelle plus grande, le territoire étudié touche six régions écologiques dont deux occupent chacune plus de 30% de la superficie (Collines du Moyen-Saint-Maurice (4c) et Coteaux du réservoir Cabonga (4b)), et deux autres des portions négligeables (Hautes collines du Bas-Saint-Maurice (3c) et Coteaux du réservoir Gouin (5b)) (Tableau 1 et figure 5). À l'exception de la région écologique des Coteaux du réservoir Gouin qui se subdivise en deux sous-régions (Collines du Lac Notawissi (4bM) et Coteaux du réservoir Dozois (4bT)), les superficies occupées par les sous-régions écologiques sont identiques à celles des régions écologiques (Tableau 1 et figure 6).

Tableau 1. Représentation de certains niveaux hiérarchiques du cadre de référence écologique du MRNF dans l'UAF 64-51.

Domaine bioclimatique		Sous-domaine bioclimatique		Région écologique		Sous-région écologique		Unité de paysage régional	
Appellation	Superficie (ha)	Appellation	Superficie (ha)	Appellation	Superficie (ha)	Appellation	Superficie (ha)	Appellation	Superficie (ha)
3	197 230 (18.5%)	3 ouest	192 378 (18.0%)	3b	192 378 (18.0%)	3bT	192 378 (18.0%)	21	154 984 (14.5%)
4	705 127 (66.0%)	3 est	4 851 (0.5%)	3c	4 851 (0.5%)	3cT	4 851 (0.5%)	24	37 394 (3.5%)
5	165 397 (15.5%)	4 ouest	705 127 (66.0%)	4b	333 348 (31.2%)	4bM	296 749 (27.8%)	28	4 851 (0.5%)
				5 ouest	165 397 (15.5%)	4c	371 778 (34.8%)	4bT	36 600 (3.4%)
		5b	1 043 (0.1%)			4cT	371 778 (34.8%)	46	296 749 (27.8%)
		5c	164 354 (15.4%)			5bT	1 043 (0.1%)	47	36 473 (34.2%)
				5cT	164 354 (15.4%)	48	356 089 (33.3%)		
								49	7 552 (0.7%)
								51	8 136 (0.8%)
								83	1 043 (0.1%)
								84	57 934 (5.4%)
								85	106 420 (10.0%)

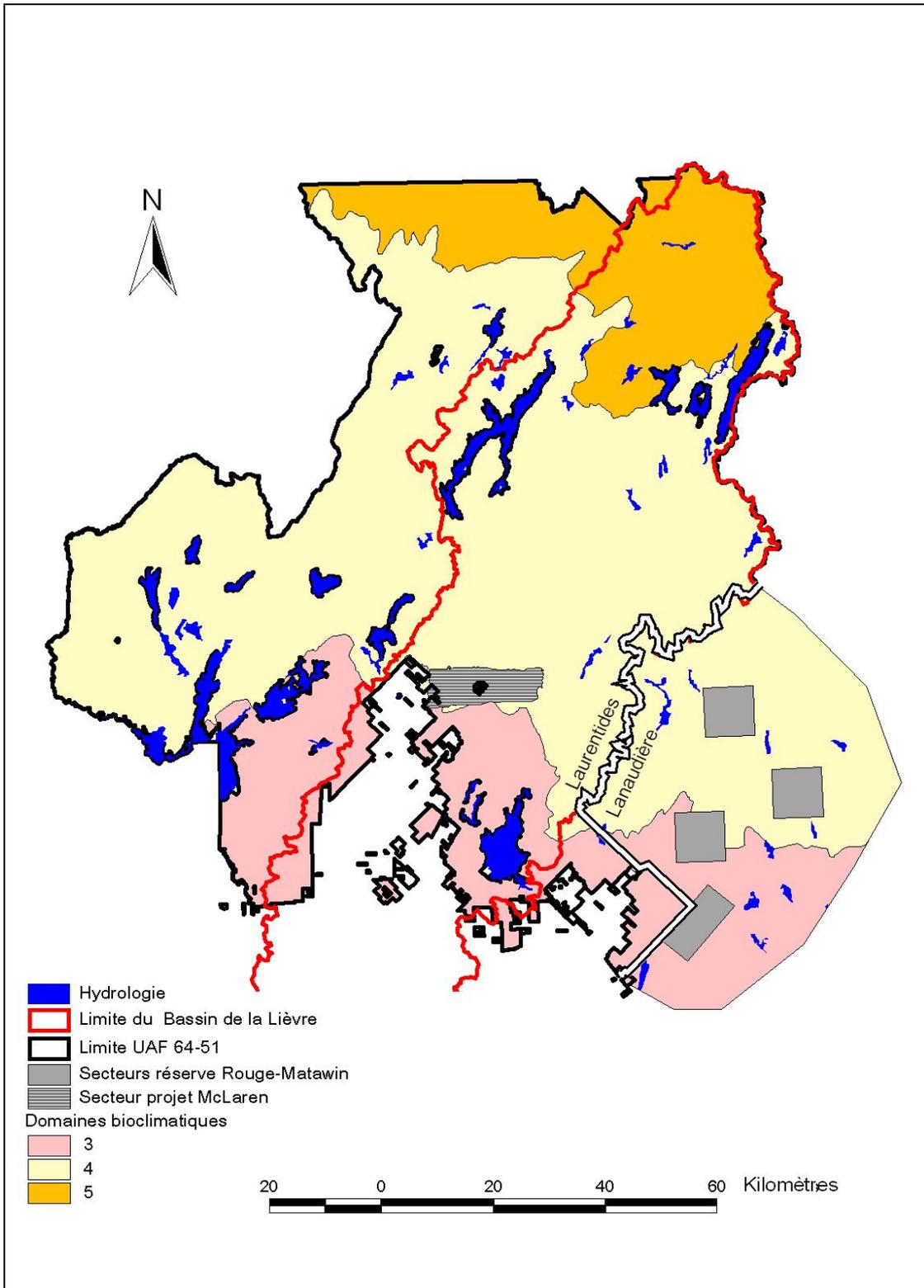


Figure 3. Domaines bioclimatiques de l'UAF 64-51. Érablière à bouleau jaune :3, Sapinière à bouleau jaune :4 ; Sapinière à bouleau blanc : 5.

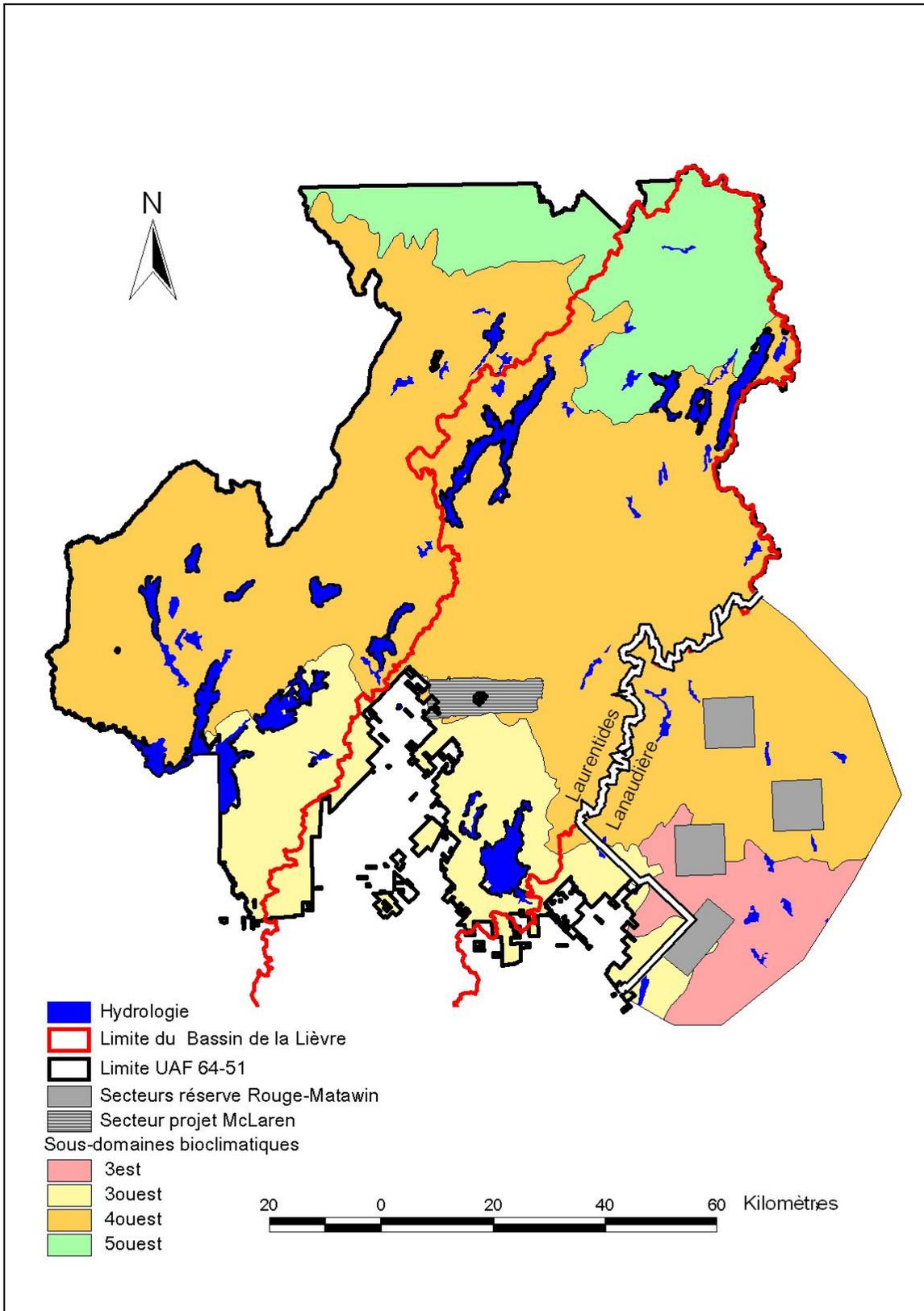


Figure 4. Sous-domaines bioclimatiques de l'UAF 64-51.

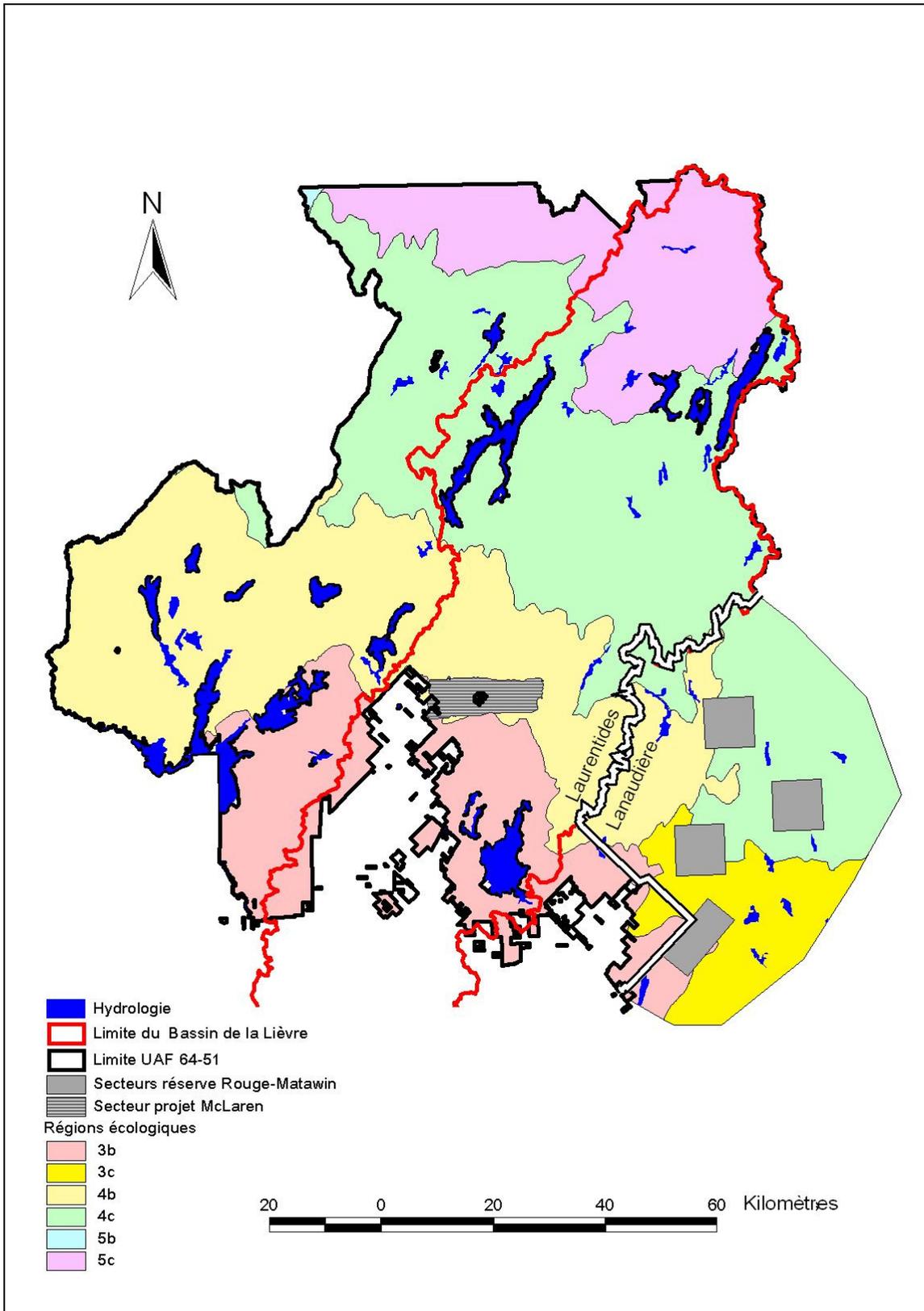


Figure 5. Régions écologiques de l'UAF 64-51.

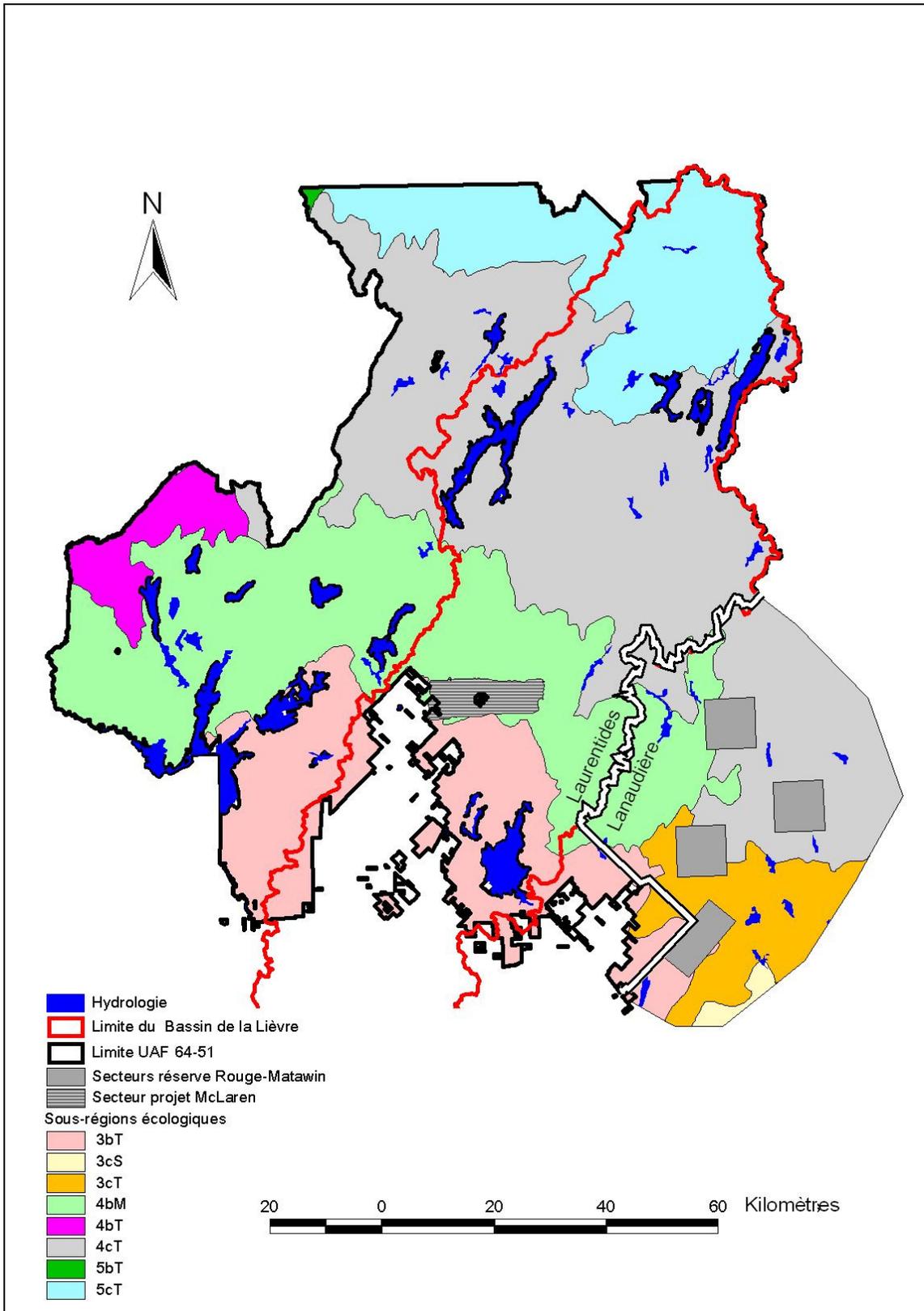


Figure 6. Sous-régions écologiques de l'UAF 64-51.

Enfin, cette unité d'aménagement forestier englobe 12 unités de paysage régional parmi lesquelles Mont-Laurier (21), Lac Notawassi (46), Réservoir Mitchinamecus (48) et Lac Lenôtre (47) occupent entre 14.5% et 34.2% de la superficie de la zone étudiée (Figure 7 et tableau 1).

1.2.2. Disponibilité, caractéristiques, qualité et coûts d'acquisition des couvertures photographiques aériennes anciennes existantes

La reconstitution d'un paysage forestier à une période donnée ainsi que l'étude de son dynamisme dans le temps, en présence ou non d'altérations attribuables à des perturbations naturelles (feux, épidémies, chablis, etc.) ou anthropiques (coupes), sont généralement facilitées par l'utilisation de photographies aériennes prises à des intervalles réguliers et raisonnables de temps (environ 20-30 ans). De telles sources d'information sont à la fois relativement rares au Québec, difficiles à localiser et la plupart du temps éparpillées en différents endroits (compagnies forestières, bureaux du MRNF, universités, lieux spécialisés en archivage de documents anciens, etc.). Heureusement, il existe pour une portion importante du territoire d'étude, le bassin hydrographique de la rivière Du Lièvre, un fonds d'archives localisé à la Bibliothèque des Archives du Québec en Outaouais (BANQ). Ce fonds, dénommé P117, contient une variété étonnante d'information parmi lesquelles on retrouve 25 caisses de photographies aériennes anciennes provenant de la compagnie forestière McLaren. Il existe également à la Photothèque nationale de l'Air du Canada (PNAC), et ce pour l'ensemble du territoire de l'UAF 64-51, de nombreuses couvertures photographiques anciennes qui remontent jusqu'à 1928. Par ailleurs, l'Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue est également dépositaire d'un certain nombre de couvertures photographiques aériennes provenant aussi de la compagnie McLaren. Enfin, des couvertures photographiques aériennes plus récentes (1960 et plus) sont également disponibles à la Géomathèque du Québec. Ainsi donc, la totalité des couvertures photographiques aériennes disponibles entre 1928 et 1971 a été examinée dans les différents organismes cités ci-dessus pour déterminer des emplacements potentiels de secteurs d'étude afin d'évaluer le dynamisme du couvert végétal dans l'UAF 64-51 depuis l'ère préindustrielle jusqu'à nos jours. Les informations recueillies sur ces couvertures telles que l'année et la période de prise des photos, l'échelle, le territoire survolé, la localisation, la disponibilité et la qualité des photos ainsi que les coûts d'acquisition de celles-ci sont consignés au tableau 2. Une représentation visuelle du territoire touché par les différentes couvertures existantes pour l'UAF 64-51 sont présentées dans Bouffard et Doyon (2008).

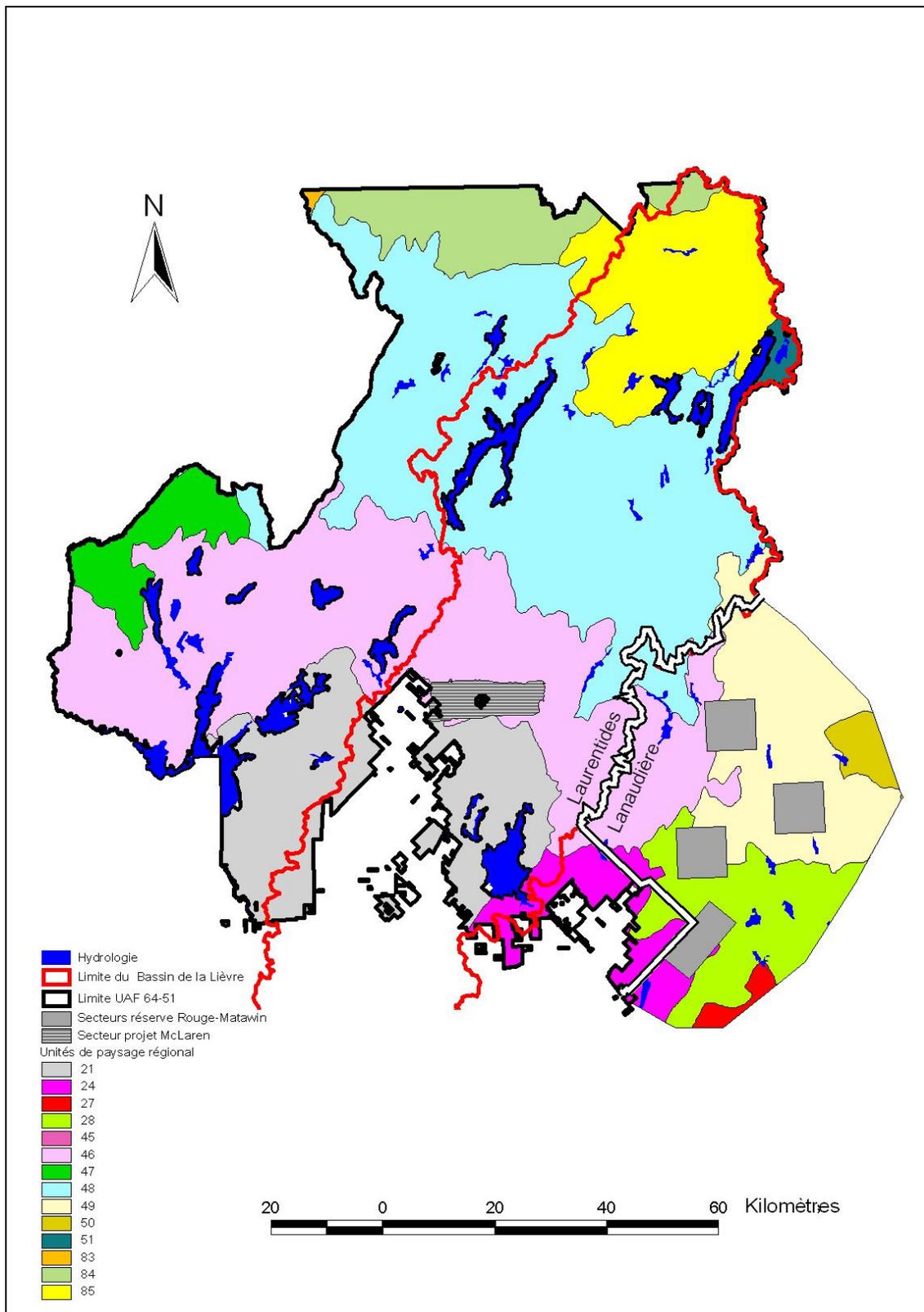


Figure 7. Unités de paysage régional de l'UAF 64-51.

Tableau 2. Caractéristiques des différentes couvertures photographiques aériennes répertoriées pour l'UAF 64-51.

Années	Période	Échelle	Territoire	Disponibilité	Coût d'acquisition	Qualité
1928-1930	Variable (printemps, été et automne)	Variable 1:12000-1:22500 1:15000	Bassin de la rivière du Lièvre 31-J-10, 11, 12, 14, 15 31-O-1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10	BANQ IQAFF	À négocier 0\$	Variable selon les lignes de vol
1928-1930	Variable (printemps, été et automne)	Variable 1:12000-1:22500 1:15000	Bassin de la rivière Gatineau 31-J-12, 13 31-O-3, 4, 6, 10, 11	PNAC	37.25\$ 29.99\$/num.	Variable selon les lignes de vol
1944	3 Juin	1:15000	Nord du réservoir Baskatong	PNAC	12-15\$	Moyenne à bonne
1944	23 Juin	1:14650	Ouest du réservoir Mitchinamecus, lac Lesieur	PNAC	12-15\$	Moyenne à bonne
1947	2-3 Avril	1:24200	Extrême nord-est 31-O-9, 10	PNAC	12-15\$	Bonne
1947	2 Avril	1:17200	Extrême nord-est 31-O-10	PNAC	12-15\$	Bonne
1947	31 Octobre	1:9600	Est du lac Beaugard et région du lac Sproule	BANQ	À négocier	Bonne
1947	1 Novembre	1:31680	Extrême nord, au niveau du lac Peabody	BANQ IQAFF	À négocier 0\$	Bonne
1948	5-6 Octobre	1:31680 1:9600	Au niveau des Lacs Nemikachi-Adonis et à l'est du lac Mazana	BANQ	À négocier	Bonne

Années	Période	Échelle	Territoire	Disponibilité	Coût d'acquisition	Qualité
1949	20-21 Mai	1:31680	Lac Mitchinamecus-Lac Sproule	IQAFF	0\$	Bonne
1949-1950	6-15 Octobre/49 9 Mai/50 26 Juillet/50	1:38000-40000	Nemikachi-Est, Beaugard-Sud, Mitchinamecus-Ouest	IQAFF	0\$	Bonne à moyenne
1949-1950	Printemps, été et automne	1:16000-40000 1:38000-40000	Sud des feuilletts 31-O-9, 10, 11 en allant vers le sud	PNAC	12-15\$	Variable selon les lignes de vol
1954	3-9 Juin	1:17140 1:34280	Plusieurs endroits Nord du comté de Montcalm	BANQ	À négocier	Bonne
1961	4-6 Mai	1:15840	Bassin de la rivière du Lièvre, comté de Montcalm vers le sud	BANQ IQAFF	0\$	Bonne
1962	10-12 Mai	1:15840	Bassin de la rivière du Lièvre, comté de Joliette vers le nord	BANQ IQAFF	0\$	Bonne
1965	21 Mai + autres journées ?	1:15840	Lac Polonais vers le sud	Géomathèqu e	11.25\$	Bonne
1966	25 Mai + autres journées ?	1:15840	Lac Chopin vers le nord	Géomathèqu e	11.25\$	Bonne
1969-1971	Printemps et automne	1:15840	UAF 64-51	Géomathèqu e IQAFF	11.25 0\$	Bonne

Il est opportun de mentionner que les qualités des photographies aériennes des couches 1928-1930 (Planches 1 et 2 dans Bouffard et Doyon 2008) et 1949-1950 (Planche 12 dans Bouffard et Doyon 2008) étaient très variables d'une ligne de vol à une autre, ainsi qu'à l'intérieur même d'une ligne de vol. Les informations concernant ce paramètre ont donc été classifiées à l'aide de traits de différentes couleurs sur des cartes en papier (non jointes au présent document car trop nombreuses). Il est aussi important d'indiquer que l'évaluation de la qualité des photos a été effectuée de façon sommaire mais tout de même avec rigueur étant donné le grand nombre de clichés examinés (> 15 000).

Les résultats concernant la recherche de photographies aériennes anciennes présentés au tableau 2 montrent l'existence de plusieurs couvertures avec des caractéristiques parfois très différentes les unes des autres. La couverture de 1928-1930 est très importante puisqu'elle est à la fois la plus ancienne, utilise une échelle similaire à celle d'aujourd'hui et couvre tout le territoire de l'UAF 64-51. Bien que les photos aient été prises majoritairement durant la période estivale, la qualité n'en demeure pas moins très variable, et rares sont les grandes superficies présentant une bonne qualité. Par la suite, on retrouve une autre couverture de grande étendue (sauf l'extrême nord), prise cette fois-ci à petite échelle et souvent tard à l'automne ou encore tôt au printemps (Tableau 2). Entre 1944 et 1954, on retrouve également de nombreuses couvertures de bonne qualité prises à des périodes et des échelles propices, mais malheureusement correspondant la plupart du temps qu'à de petits secteurs ou à des lignes de vol disséminées sur le territoire. Enfin, il existe quelques couvertures printanières complètes de l'UAF 64-51 après 1960 avec une bonne qualité des photos et une échelle très intéressante (1:15840).

Les paramètres évalués au tableau 2 ont influencé de diverses façons la sélection des secteurs d'étude. À titre d'exemple, certaines années de prises de photos ont été éliminées même si celles-ci étaient de bonne qualité et ce, suite à un écart de temps inapproprié entre deux couvertures successives. En fait, un écart trop rapproché entre les couvertures a pour conséquence d'augmenter les coûts du projet (plus grand nombre de photos à acquérir, à interpréter et à analyser), et ce sans gain réel d'information. Un écart trop grand engendre quant à lui une perte d'information et de précision au niveau du repérage et de la caractérisation des vieilles perturbations (> 20 ans). Pour ce qui est de la période de prise des photos, elle influence la précision obtenue au niveau de la caractérisation du couvert végétal, tant sur le plan de la composition que de la présence de perturbations. À titre d'exemple, des photos d'hiver, tard en automne ou tôt au printemps, où les feuilles sont absentes des arbres, rendent plus difficiles l'identification de certaines essences feuillues, et

tout aussi important, le repérage et la caractérisation des perturbations partielles naturelles et anthropiques. Des problématiques similaires peuvent survenir pour des photos prises à trop petite échelle ou encore en présence d'une qualité déficiente des reproductions.

1.2.3. Sélection des secteurs d'étude

En tenant compte de la localisation de l'UAF 64-51 et de la division de celle-ci en fonction de différents niveaux hiérarchiques du cadre de référence écologique du MRNF, nous avons décidé de travailler avec les régions écologiques pour positionner des secteurs d'étude dotés de couvertures photographiques aériennes anciennes adéquates. Ce choix découle du fait que les sous-régions écologiques, à l'exception des composantes 3cT, 4bT et 5bT trop petites pour recevoir un secteur de 80 à 100 km², occupent les mêmes emplacements que les régions écologiques (Figures 5 et 6). Suite à un examen approfondit des différentes couches de photographies aériennes anciennes disponibles et des contraintes d'utilisation rattachées à chacune de celles-ci, ainsi que de l'enveloppe budgétaire existante pour la réalisation de ce projet, quatre secteurs d'étude d'environ 100 km² ont été choisis (Figure 8). On retrouve au moins un secteur par domaine bioclimatique présent sur le territoire (érablière à bouleau jaune (1), sapinière à bouleau jaune (2) et sapinière à bouleau à papier (1)). La présence de deux secteurs dans le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune s'explique par la représentativité de celui-ci dans l'UAF 64-51. Enfin, l'absence d'au moins un secteur d'étude dans la région écologique des Coteaux du réservoir Cabonga, bien que celle-ci occupe une portion importante du territoire de l'UAF 64-51, est imputable au fait qu'une étude similaire a déjà été menée dans cette zone par Nolet *et al.* en 2001 à partir des archives de la compagnie MacLaren. Les autres régions écologiques touchées par cette étude sont donc respectivement du sud au nord : les Collines du lac Nominique (3b) avec un secteur d'étude, les Collines du moyen Saint-Maurice (4c) avec deux secteurs d'étude et les Collines du haut Saint-Maurice (5c) avec un secteur d'étude.

1.2.4. Description des secteurs d'étude

Les secteurs d'étude au nombre de quatre ont une superficie individuelle d'environ 100 km². Ces derniers ont été distribués de façon à tenir compte de la grande diversité des conditions biotiques et abiotiques qui caractérisent le territoire de l'UAF 64-51, de la qualité et de la disponibilité des photographies aériennes anciennes, de l'enveloppe budgétaire existante et ce, tout en limitant la présence de grands plans d'eau à l'intérieur de ceux-ci.

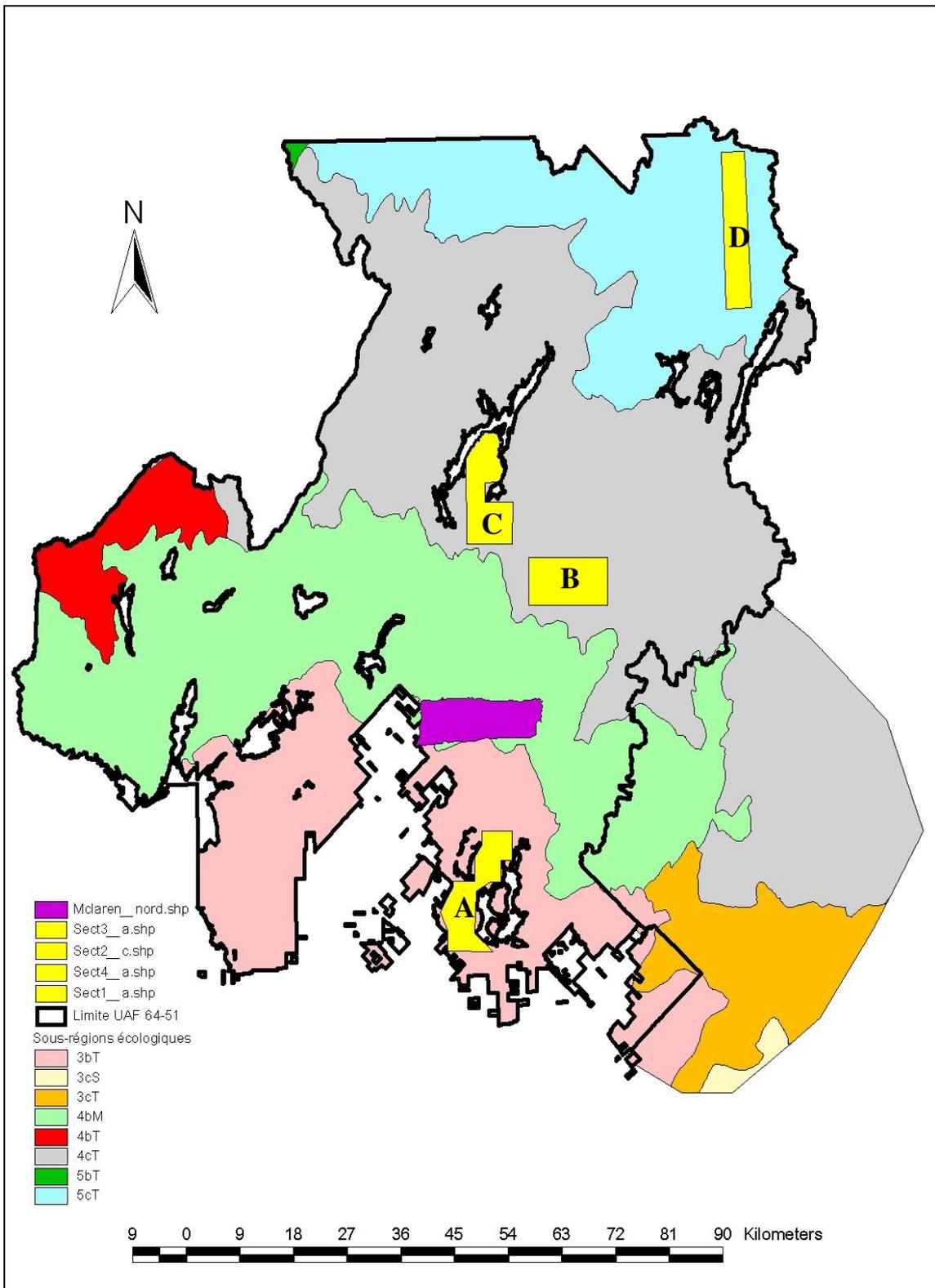


Figure 8. Positionnement des secteurs d'étude dans l'UAF 64-51.

1.2.4.1. Secteur A

Le secteur A englobe la portion du territoire forestier située à l'ouest du réservoir Kiamika dans les cantons de Pérodeau, Brubet, Rochon et Turgeon (Figures 2 et 8). La forêt sur ce territoire appartient au domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune et se situe dans l'unité de paysage régional "Mont-Laurier" (Robitaille et Saucier 1998). Le secteur A, caractérisé par un climat de type subpolaire subhumide et continental (Litynski 1984), montre un relief peu accidenté constitué de coteaux et de collines aux sommets très arrondies et aux versants en pente généralement douce. L'altitude moyenne est de 288 m alors que le substrat rocheux est de nature cristalline où prédominent les roches métamorphiques (Robitaille et Saucier 1998). Sur ce substrat, le till indifférencié occupe plus de la moitié de la superficie. Le till mince est localisé sur les coteaux et les collines, tandis que le till épais se rencontre dans les dépressions et dans les secteurs en pente très faible. Selon Robitaille et Saucier (1998), les affleurements rocheux sont abondants. La température moyenne annuelle, le nombre de degrés-jours de croissance, la longueur de la saison de croissance et les précipitations annuelles moyennes sont respectivement de 2,5 à 5,0 °C, de 2 400 à 2 800 °C, de 170 à 180 jours et de 900 à 1 000 mm. La végétation potentielle des sites mésiques est l'érablière à bouleau jaune à mi-pente avec encore quelques poches d'érablière à tilleul sur les sols calcaires (Robitaille et Saucier 1998). Quant aux sites xériques tels que les hauts de pente, ils sont colonisés par l'érablière à ostryer et parfois par l'érablière à tilleul et hêtre. Enfin, la sapinière à érable rouge et la bétulaie jaune à sapin occupent les bas de pente à drainage moyen alors que les sols organiques sont couverts par la cédrière tourbeuse.

1.2.4.2. Secteur B et C

Les secteurs B et C, appartenant tous les deux au domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune, sont localisés au nord du secteur A dans le canton de Joliette et englobent respectivement une portion des parties centre-sud et sud-est de l'unité de paysage du Réservoir Mitchinamecus (Figure 8) (Robitaille et Saucier (1998). Ces derniers sont également situés plus près, comparativement au secteur A, de la tête des bassins versants des rivières Gatineau et du Lièvre, toutes deux s'écoulant vers le sud en direction de la rivière des Outaouais. Le secteur B est parcouru par de nombreux cours d'eau telles que les rivières Du Lièvre, Beauregard et Mazana. Quant au secteur C, il est singulier par le fait que ses parties centre et nord sont entièrement délimitées par le réservoir Mitchinamecus. Ces deux territoires appartenant à la région écologique des Collines du moyen Saint-Maurice ont

un relief peu accidenté et constitué de coteaux et de collines aux versants en pente généralement faible (Robitaille et Saucier 1998). Le substrat rocheux, composé de roches cristallines métamorphiques, est recouvert sur près de 40% de la superficie par du till indifférencié épais localisé principalement dans les vallées et les versant en pente faible. Quant au till mince, on le retrouve sur les versants en pente modérée et sur les sommets. Pour les dépôts fluvioglaciaux, ils apparaissent en quantités importantes dans les principales vallées. L'altitude moyenne de ces secteurs est d'environ 420 m et le climat est du même type que celui rencontré dans le secteur A (Litynski 1984). La température moyenne annuelle, le nombre de degrés-jours de croissance, la longueur de la saison de croissance et les précipitations annuelles moyennes sont respectivement de 2,5 °C, de 2 200 à 2 400 °C, de 160 à 170 jours et de 1 000 à 1 100 mm (Robitaille et Saucier 1998). La végétation potentielle des sites mésiques est la bétulaie jaune à sapin et parfois, sur sommets à exposition favorable, l'érablière à bouleau jaune. Selon Robitaille et Saucier (1998), les sites bien drainés peuvent supporter la sapinière à bouleau blanc, alors que les sites xériques sont colonisés par la pessière noire à mousse. Sur les sites humides, on retrouve la sapinière à bouleau blanc et aulne rugueux ainsi que la pessière noir à aulne rugueux. Enfin, les dépôts organiques sont colonisés par la pessière noire à sphaignes et la sapinière à épinette noire et aulne rugueux.

1.2.4.3. Secteur D

Le secteur D, appartenant au canton de Saint-Maurice, est localisé à la tête du bassin versant de la rivière Du Lièvre dans l'unité de paysage du Lac Bazinet (Figures 2 et 8) (Robitaille et Saucier 1998). Ce secteur situé au sud du réservoir Gouin a un relief plutôt accidenté et formé de collines de forte amplitude altitudinale aux versants de pente modérée à forte. L'altitude moyenne dépasse les 500 m et le substrat rocheux, composé essentiellement de roches cristallines, est recouvert majoritairement par du till mince indifférencié. Les dépôts de surface sont fortement associés au relief et les affleurements rocheux plus importants au sud qu'au nord (Robitaille et Saucier 1998). Cette zone, au climat de type identique aux autres secteurs (Litynski 1984), appartient au domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc. La température moyenne annuelle qui gravite autour de 0 °C est plus basse que celle observée dans les autres secteurs. Il en est de même pour le nombre de degrés-jours de croissance (2 000 – 2 200 °C) et la durée de la saison de croissance (160 jours). La végétation potentielle des sites mésiques est principalement sapinière à bouleau blanc et érable à épis (Robitaille et Saucier 1998). Les sites bien drainés sont colonisés par la sapinière à épinette noire, alors que l'on retrouve sur

les endroits à exposition favorable la sapinière à bouleau jaune et la sapinière à érable rouge.

1.2.5. Construction de la base de données géoréférencées

Une base de données géoréférencées a été créée à partir de trois couches d'information relatives aux années suivantes : 1928-30, 1961-62 et 2000. Les couches d'information des années 1928-30 et 1961-62 ont été obtenues à partir de la photo-interprétation de photographies anciennes en provenance respectivement de la Bibliothèque des Archives nationales du Québec (BANQ) et de l'Institut québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue (IQAFF). Afin de rendre l'information cohérente, la photo-interprétation des couches de 1928-30 et 1961-62 a été réalisée à partir des normes de cartographie du 3^{ème} programme de la connaissance de la ressource forestière du Québec (MRN 2000) en omettant les composantes écologiques. Quant à la couche la plus récente (2000), les données numérisées provenaient directement de la carte calcul régionale qui est une version mise à jour du 3^{ème} programme de la connaissance de la ressource forestière. Dans un souci de mieux répondre aux besoins spécifiques de la présente étude, l'aire minimale d'interprétation a été de 4 ha et les appellations pour la composition des peuplements ont été regroupées en un nombre plus restreint de possibilités (Annexe 1).

À la suite de la photo-interprétation des photos de 1928-30 et 1961-1962, les étapes de calage et d'ortho-rectification des images et de la numérisation des polygones ont été réalisés à l'aide du logiciel Arc Gis (version 9.2), menant à la production des bases de données propres à chaque période. Les couches numériques de chaque période ont été par la suite superposées, pour chaque secteur, afin de créer une base unique de données permettant d'associer à chaque polygone les informations relatives aux trois périodes étudiées simultanément. Enfin, il a fallu procéder à un nettoyage minutieux de ces bases de données avant de passer aux analyses du paysage et de son évolution. Cette étape consistait à supprimer les lignes de données pour lesquelles il y avait un manque ou une incohérence au niveau de l'information entre les périodes. Ainsi, les polygones dont la superficie était égale à zéro ou encore ceux contenant des invraisemblances en termes d'âge, de densité ou de code terrain ont été éliminés. L'ensemble des aberrations qui ont été détectées avait pour origine les causes suivantes : - a) les différentes échelles, la qualité et le moment de prise des photos utilisées pour la création des couches numériques; - b) l'effet de bordure (transition) présent lors de la phase de délimitation des polygones; et enfin -

c) le phénomène d'évolution des taux de mortalité ou de survie des arbres appelé réaction post-photo-interprétation.

1.2.6. Portrait détaillé du couvert forestier

Les analyses relatives à l'état de la végétation à différents moments ont été réalisées en termes de compositions forestières, de structures et de perturbations. En ce qui concerne la composition forestière, l'information a été traitée suivant les niveaux hiérarchiques suivants : - a) types de composition, - b) sous-types de composition et - c) certaines essences. Les résultats sont présentés sous une forme descriptive, par secteur, en terme d'évolution (%) entre les périodes 1928-30, 1961-62 et 2000.

La première analyse au niveau du couvert végétal a été réalisée en comparant l'évolution de la représentativité (%) des types de composition (Feuillus (**F**), Résineux (**R**) et Mélangés (**M**)). Par la suite, ces trois grands groupes ont été subdivisés en six sous-types de composition : feuillus tolérants (**FT**), feuillus intolérants (**FI**), mélangés à dominance de feuillus tolérants (**MFT**), mélangés à dominance de feuillus intolérants (**MFI**), mélangés à dominance de résineux (**MR**) et résineux purs (**RP**). La liste des groupements d'essences inclus dans chacun des sous-types de composition se retrouve à l'annexe 2. À cette étape, les peuplements trop jeunes pour être classés en sous-types de composition ont également été examinés sous les rubriques suivantes : jeunes feuillus (**JF**), jeunes résineux (**JR**) et jeunes mixtes (**JM**). Le maintien de ces classes exprime résulte de l'incapacité du photo-interprète à pouvoir subdiviser les types de composition en sous-types de composition chez les peuplements très jeunes. Ce phénomène est associé à la présence abondante de perturbations majeures ayant eu lieu à différentes périodes, particulièrement le feu (Secteurs C et surtout D) et la coupe totale (Secteurs A, B et C).

Enfin, l'examen de l'évolution de la représentativité spécifique en essences a été réalisé lorsque ces dernières constituaient la composante principale (1^{er} code) de l'appellation cartographique des peuplements. Les essences suivies ont été : bouleau blanc, peupliers, bouleau jaune, groupe des feuillus tolérants, pin blanc, pin gris, mélèze, pruche, sapin, épinettes et thuya. La liste des groupements d'essences associés à chaque espèce en composante principale se retrouve à l'annexe 3.

Afin d'acquérir de l'information sur l'évolution de la structure des peuplements, un portrait de la densité et de l'âge ont été réalisés. La densité des peuplements a été calculée en utilisant la valeur médiane de chacune des classes de densité : - a) 90% pour la classe de

densité A; - b) 70% pour la classe B; - c) 50% pour la classe C; et - d) 32% pour la classe D. Les moyennes ont été pondérées en fonction de la superficie de chacun des peuplements forestiers et calculées en regroupant les peuplements par types et sous-types de composition. Ces calculs ont été réalisés pour les quatre secteurs en 1928-30, 1961-62 et 2000, ainsi que sur l'ensemble du territoire pour voir s'il existe des différences entre les périodes.

L'âge moyen de l'ensemble des peuplements d'un secteur a été estimé en utilisant les valeurs des classes d'âge suivantes : 20 ans pour les jeunes peuplements équiennes (10 et 30 ans), 60 ans pour les peuplements équiennes intermédiaires (50 et 70 ans), 105 ans pour les vieux peuplements équiennes (90 et 120 ans), 60 ans pour les jeunes peuplements irréguliers (bi-étagés), 90 ans pour les vieux peuplements irréguliers, 70 ans pour les jeunes peuplements inéquiennes et 120 ans pour les vieux peuplements inéquiennes. Encore une fois, la moyenne a été pondérée en fonction de la superficie de chacun des peuplements forestiers.

La nature des perturbations et l'étendue de celles-ci constituent les derniers aspects analysés dans cette section. Pour ce faire, les perturbations ont été classées en deux types : - a) naturelles pour les épidémies, chablis et incendies; et - b) anthropiques pour les coupes forestières, le regarnie et les plantations. L'intensité des perturbations a été divisée en deux catégories selon quelle était partielle ou totale. Les perturbations partielles comprennent les épidémies légères, les brûlis partiels, les chablis partiels, le regarnie et les coupes autres que la coupe à blanc et la coupe avec protection de la régénération. Les brûlis, les chablis et les épidémies sévères, les plantations et les coupes à blanc avec ou sans protection de la régénération représentent les perturbations totales. Les superficies perturbées ont été compilées pour tous les types de perturbations, et ce, dans les quatre secteurs pour les années 1928-30, 1961-62 et 2000 et un bilan évolutif a été tracé. Par ailleurs, une analyse des chronologies d'apparition des perturbations a été réalisée à l'aide du logiciel Arc GIS (version 9.2). Pour ce faire, différentes combinaisons possibles de perturbations ont été déterminées à partir des trois périodes suivantes : - a) avant 1928-30; - b) entre 1928-30 et 1961-62; et - c) entre 1961-62 et 2000. Une fois les combinaisons potentielles identifiées, les superficies représentées par chacune d'elle ont été déterminées.

1.2.7. Portrait du dynamisme du paysage forestier

Les analyses réalisées dans cette section visent à comprendre le dynamisme de la végétation dans chacun des 4 secteurs à l'étude et à déterminer quel rôle a joué chaque type de perturbation dans l'obtention du paysage forestier actuel.

Dans un premier temps, nous avons regardé les changements au niveau de la composition végétale pour les deux périodes suivantes : 1930 à 1960 et 1960 à 2000. Pour ce faire, l'évolution des peuplements a été analysée en compilant les superficies par sous-types de composition et en calculant les transitions et les bilans de transitions. Pour calculer les bilans de transitions, on calcule la superficie en A qui a évolué en B au temps suivant, et celle qui était en B et qui a évolué en A et on soustrait la deuxième valeur de la première. Ainsi, un bilan négatif indique un gain de A au détriment de B durant la période évaluée alors qu'une valeur positive indique le contraire.

Des bilans de transitions conditionnelles aux perturbations (ou à l'absence de perturbation, donc à la succession naturelle) ayant eu cours durant la période précédente ont aussi été effectués pour chaque sous-type ainsi que pour les essences principales (bouleau jaune, du bouleau à papier, de l'érable à sucre, des peupliers, des épinettes et du sapin baumier) des appellations cartographiques des peuplements. Pour ce faire, nous avons sélectionnées seulement les superficies ayant été impliquées dans un type de perturbations.

Pour comparer la stabilité des paysages, la superficie des sous-types de composition ayant demeurée inchangée entre le début et la fin des périodes a été compilée. Par la suite, un pourcentage a été calculé sur la superficie totale du paysage. De plus, la stabilité d'un sous-type de composition a été aussi analysée en faisant le ratio des superficies demeurant inchangée sur les superficies occupées par le sous-type en début de période.

Afin de faire une synthèse de l'évolution de chacun et de l'ensemble des paysages, nous avons procédé à une analyse en composantes principales (ACP) en utilisant la proportion en chacun des sous-types comme descripteurs des paysages à chaque période. L'ACP a été réalisé à l'aide de R (Version 2.9.1) en utilisant le module Rcmdr (1.4-10) et sa fonction d'analyse en composantes principales.

Afin d'identifier des relations potentielles entre les perturbations d'origine et le type de composition chez les jeunes peuplements (feuillu, mélangé et résineux), la proportion de

chaque type de composition pour les jeunes tiges a été calculée en fonction du type de perturbation pour chacune des trois périodes indépendamment.

2. Portrait de la végétation en 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les quatre secteurs d'étude

2.1 Types de composition

Si l'on fait la moyenne de tous les secteurs étudiés, on constate un enfeuillage important de l'unité d'aménagement forestier 64-51 ainsi qu'une baisse significative des peuplements mixtes, et dans une moindre mesure des peuplements résineux (Tableau 3). L'enfeuillage s'est produit dans tous les secteurs mais de façon plus importante au sud. Le pourcentage d'occupation par les peuplements feuillus sur l'ensemble du territoire sous étude est passé de 11.5% à 40.9% entre 1930 et 2000, et ce principalement alors que les peuplements mixtes qui ont vu leur représentativité chutée de 56.3% à 40.2%, soit une baisse d'environ 29% (Tableau 3). En fait, la représentativité des peuplements feuillus a augmenté dans tous les secteurs selon un ordre de grandeur variant entre 3 et 4.5. Dans les secteurs A, B et C, cet enfeuillage s'est fait au détriment des peuplements mixtes bien que les peuplements résineux aient également été touchés dans le secteur C. Pour le secteur D, l'augmentation des peuplements feuillus et mixtes est attribuable à la colonisation de la zone de feu d'avant 1930, territoire non classée en types de composition pour cette période étant donné le jeune âge de la perturbation (Tableau 4). L'examen de la représentativité des peuplements mixtes a montré une chute d'un ordre de grandeur de 1.5 à 2.5 dans les secteurs A à C alors qu'une hausse de 1.5 caractérisait le secteur D. Quant aux peuplements résineux, ils sont restés stables à l'échelle de la zone d'étude ne subissant qu'une perte de représentativité de l'ordre de 3.5%. Les peuplements résineux ont diminué dans tous les secteurs sauf dans celui localisé dans la sapinière à bouleau blanc, lequel montre une légère hausse. Les baisses de représentativité des peuplements résineux dans les secteurs A et C sont particulièrement importantes, ces zones étant mieux pourvues en essences feuillues (Tableau 3).

Tableau 3. Superficies occupées par les peuplements feuillus, mélangés et résineux en 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.

Types de composition	Secteur A			Secteur B			Secteur C			Secteur D			Tous les secteurs		
	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	($\mu - \sigma^2$)	($\mu - \sigma^2$)	($\mu - \sigma^2$)
F	21.1	38.2	68.2	11.1	14.1	33.9	10.9	22.6	48.6	2.9	17.1	12.9	11.5 ±4.5	23.0 ±10.7	40.9 ±23.4
M	65.6	42.5	27.3	62.3	63.8	42.3	65.1	56.3	44.0	31.8	35.5	47.0	56.3 ±16.4	49.5 ±12.9	40.2 ±8.8
R	9.2	17.9	4.4	21.5	18.8	17.7	14.6	19.5	6.6	37.3	40.4	39.5	20.6 ±12.1	24.2 ±10.9	17.1 ±16.1
Non classé	3.4	0.8	0.1	3.3	2.4	6.1	8.5	0.5	0.6	25.8	5.5	0.6	10.3 ±10.6	2.3 ±2.3	1.9 ±2.8
Non forestier	0.7	0.6	0	1.8	0.9	0	0.9	1.2	0	2.2	1.5	0	1.4 ±0.7	1.1 ±0.4	0 0
Total	9 602			9 224			9 224			9 122			-		

En 1930, le secteur A était composé à 21% de peuplements feuillus, à 66% de peuplements mélangés et à 9% de peuplements résineux (Tableau 3; Annexe 4 – Planche 1). Pour la période 1961-62, l'enfeuillement du paysage forestier avait commencé au détriment des peuplements mixtes et une augmentation significative des peuplements résineux est à noter (9% à 18%) bien que cette dernière se soit complètement éclipsée lors de la dernière période. En terme de bilan évolutif, des changements importants se sont produits entre 1928-30 et 2000 alors que les peuplements mélangés ont perdu 58% de leur superficie, au profit des peuplements feuillus (Tableau 4).

Le territoire du secteur B était dominé en 1928-30 par les peuplements mélangés (62%) et résineux (22%). Quant aux peuplements feuillus, ils occupaient uniquement 11% de la superficie (Tableau 3; Annexe 4 – Planche 2). Le paysage forestier en 1961-62 se distingue très peu de celui de 1928-30. Les changements apparaissent entre 1960 et 2000 avec un bilan évolutif finale (jusqu'à 2000) similaire à celui du secteur A, c'est-à-dire qu'on y observe une hausse importante de la représentativité des peuplements feuillus (+23%) au détriment des peuplements mélangées (-22%). Quant aux peuplements résineux, le bilan final est négatif avec une légère chute de l'occupation du territoire de 22 à 18% (Tableau 4).

Pour le secteur C en 1928-30, les peuplements mélangés dominaient le paysage avec 65% de la superficie du territoire étudié, alors que les essences feuillues et les essences résineuses occupaient une proportion similaire avec respectivement 11% et 15% (Tableau 3; Annexe 4 – Planche 3). La seconde période est marquée par une diminution significative de la représentativité des peuplements mélangés (-9%), une hausse de celle des peuplements feuillus (+12%) ainsi que des peuplements résineux (+5%). Ainsi, au bilan final, le secteur C est caractérisé par un enfeuillement important où la représentativité des peuplements feuillus passe de 11 à 49% et ce, au détriment des peuplements mixtes (65% à 44%) et résineux (15% à 7%) (Tableau 3).

Le paysage du secteur D était dominé en 1928-30 par les peuplements résineux avec 37% du territoire suivi des peuplements mixtes avec 32% et des peuplements feuillus avec 3% (Tableau 3; Annexe 4 – Planche 4). La superficie occupée par les peuplements résineux est restée passablement stable dans le temps, alors que la représentativité des peuplements mixtes et feuillus sont passées respectivement de 32% à 47% et de 3% à 13%. Dans ce secteur, l'expansion des peuplements feuillus et mixtes semble être attribuable à la colonisation des zones de feux identifiées avant 1928-30.

2.2 Sous-types de composition

Les analyses suivantes détaillent les résultats précédents de la composition forestière selon les 6 sous-types. Le calcul de la représentativité moyenne pour tous les secteurs par période fait ressortir une hausse importante de la représentativité des groupements FI, FT, MFI, et dans une moindre mesure des peuplements résineux (Tableau 4). Par ailleurs, une baisse importante est notée dans le groupement MFT. En fait, on observe pour les peuplements FI, FT et MFI des gains respectifs de représentativité de 9%, 19% et 10% entre les périodes 1928-30 et 2000 (Tableau 4). Une forte tendance à la baisse marque cependant le bilan évolutif chez les peuplements mixtes à dominance de feuillus tolérants, lesquels ont vu leur représentativité passée de 27% à 9%.

Tableau 4. Superficies occupées par les sous-types de composition d'essences en 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.

Sous-types de composition	Secteur A			Secteur B			Secteur C			Secteur D			Tous les secteurs		
	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	($\mu - \sigma^2$)	($\mu - \sigma^2$)	($\mu - \sigma^2$)
FI	0	0.2	0.8	1.8	0.4	14.1	0.7	1.7	14.0	0.6	10.7	11.6	0.8 ± 0.8	3.3 ± 5.0	10.1 ± 6.3
FT	21.1	38.0	63.8	9.3	13.2	19.8	10.2	16.2	34.7	2.3	5.1	0	10.7 ± 7.8	18.6 ± 15.0	29.6 ± 26.9
MFI	0.5	0	1.1	15.3	3.0	23.5	6.6	1.4	22.7	13.6	7.3	30.2	9.0 ± 6.8	2.9 ± 3.2	19.4 ± 12.6
MFT	50.1	21.0	12.6	20.4	18.2	11.0	35.7	26.0	12.6	0	4.2	0.4	26.6 ± 21.5	17.4 ± 9.3	9.2 ± 5.9
MR	13.2	21.2	2.2	10.7	17.2	7.8	10.7	13.0	8.5	15.1	10.5	14.5	12.4 ± 2.1	15.5 ± 4.7	8.3 ± 5.0
RP	6.9	17.8	2.8	14.6	15.3	16.8	7.7	17.7	6.6	23.9	36.5	39.1	13.3 ± 7.8	21.9 ± 9.9	16.3 ± 16.3
FJ	0	0	4.0	0	0.5	0	0	4.7	0	0.1	1.3	1.2	0 0	1.6 ± 2.1	1.3 ± 1.9
MJ	1.6	0.2	11.0	16.0	25.4	0	12.1	15.9	0.3	3.0	13.5	1.9	8.2 ± 7.0	13.8 ± 10.4	3.3 ± 5.2
RJ	2.3	0.2	1.6	6.8	3.5	0.9	6.9	1.7	0	13.4	3.9	0.3	7.4 ± 4.6	2.3 ± 1.7	0.7 ± 0.7
Non classé	3.4	0.8	0.1	3.3	2.4	6.1	8.5	0.5	0.6	25.8	5.5	0.6	10.3 ± 10.6	2.3 ± 2.3	1.9 ± 2.8
Non forestier	0.7	0.6	0	1.8	0.9	0	0.9	1.2	0	2.2	1.5	0	1.4 ± 0.7	1.1 ± 0.4	0 0
Total	9 602			9 221			9 224			9 122			-		

Il en est de même avec les peuplements mixtes à dominance de résineux (MR) où l'on observe toutefois une baisse moins importante passant de 12% à 8%. Au final, une faible variation à la hausse caractérise les peuplements résineux purs avec toutefois une présence plus abondante en milieu de siècle (période 1961-62). Ainsi, l'ordre d'abondance des sous-types de composition au cours des trois périodes étudiées montre une similarité pour les périodes 1928-30 et 1962-62 et un portrait fort différent en 2000. Enfin, la représentativité des jeunes peuplements feuillus sur l'ensemble du territoire est toujours faible d'une période à l'autre, alors que bilan évolutif des jeunes peuplements résineux et mixtes montrent des chutes respectives de 7% à 1% et de 8% à 3% (Tableau 4).

En 1928-30, le paysage du secteur A était dominé par les sous-types MFT, FT et MR qui occupaient respectivement 50%, 21% et 13% du territoire (Tableau 4; Annexe 5 - Planche 1). Pour l'année 1961-62, le paysage forestier a changé suite à une augmentation de la représentativité des groupes FT, MR et RP et à une baisse des peuplements mixtes à dominance de feuillus tolérants. Au cours de la dernière période, l'envahissement du territoire par les peuplements feuillus tolérants s'est poursuivi pour atteindre une représentativité de 64% (Tableau 4)! Par contre, après une hausse en période médiane, la représentativité des peuplements résineux et mixtes à dominance de résineux ont chuté fortement pour atteindre respectivement 3% et 2%. Enfin, la diminution des peuplements mixtes à dominance de feuillus tolérants s'est accélérée pour atteindre la valeur de 13% en 2000. En ce qui concerne les jeunes peuplements non différenciés, la représentativité des essences feuillues ou résineuses est restée faible alors que celle des essences mélangées est passée de 2% à 11% (Tableau 4).

Le territoire du secteur B était dominé en 1928-30 par les peuplements MFT (20%), MFI (15%) et RP (14%) suivi des peuplements MR (11%) et FT (9%) (Tableau 4; Annexe 5 - Planche 2). Le paysage forestier en 1961-62 se distingue de celui de 1928-30 uniquement par une hausse significative des peuplements MR (11% à 17%), et dans une moindre importance des peuplements FT (9% à 13%) et ce, et une baisse drastique des peuplements MFI (15% à 3%). Le bilan évolutif du paysage forestier en terme de sous-composition au cours de la période étudiée se résume à des gains respectifs de représentativité de 9% à 12% pour les peuplements FI, FT, MFI et MFT, alors que peu de changements ont été notés pour les groupes MR et RP (Tableau 4). En ce qui concerne les jeunes peuplements non différenciés en sous-types de composition, ils sont pratiquement absents en 2000 alors que les essences résineuses et mixtes très jeunes occupaient respectivement 7% et 16% en 1928-30.

Le territoire du secteur C était dominé en 1928-30 par les peuplements MFT (38%) suivi dans l'ordre par les peuplements MR (11%), FT (10%), RP (8%) et MFI (7%) (Tableau 4; Annexe 5 – Planche 3). L'évolution vers la seconde période est similaire au secteur B avec toutefois une chute plus marquée de la représentativité des peuplements MFT (36% à 26%), une hausse moins importante des peuplements MR (11% à 13%) et plus importante des peuplements RP (8% à 18%). En terme de bilan évolutif, les tendances observées dans le secteur C sont comparables à celles notées pour le secteur B avec toutefois des fluctuations plus fortes. En fait, on observe une hausse de la représentativité des peuplements FI (+13%), FT (+25%) et MFI (+23%) et une baisse des peuplements MFT (-23%). La conclusion en ce qui concerne les jeunes peuplements non différenciés en sous-types de composition est identique à celle observée dans le bloc B (Tableau 4).

Le paysage du secteur D est dominé en 1928-30 par des zones non classées (26%) issues d'un feu récent, suivi des peuplements RP (24%), des peuplements MR et MFI avec respectivement 15% et 14% et des peuplements RJ (13%) (Tableau 4; Annexe 5 – Planche 4). La période 1961-62 est marquée par l'augmentation de la représentativité des peuplements FI (1% à 11%) et résineux purs (24% à 37%) et d'une baisse des peuplements mixtes à dominance de feuillus intolérants (14% à 7%) et des très jeunes peuplements résineux (13% à 4%). Le bilan évolutif du paysage à l'an 2000 se résume par une augmentation significative des peuplements MFI (14% à 30%), RP (24% à 39%) et FI (1% à 11%), ainsi qu'à une disparition des peuplements FT et une stabilité des peuplements MFT et MR (Tableau 4). Dans ce secteur, l'expansion des peuplements résineux a donc eu lieu à partir du recrutement des très jeunes peuplements résineux, le même phénomène se répétant pour les peuplements MFI à partir des très jeunes peuplements mixtes non différenciés en 1961-62.

2.3 Essences

L'examen de l'évolution au fil du temps de certaines essences forestières représente seulement un portrait sommaire puisque seuls les peuplements dont l'appellation comportait une espèce identifiée pour la composante principale (1^{er} code) ont été considérés dans l'analyse. Ainsi, les essences identifiées en composante secondaire ou tertiaire non pas été retenus. Cette perte d'information découle du regroupement en groupe d'essence afin d'accélérer le processus de photo-interprétation des périodes 1928-30 et 1961-62. Il est à noter qu'un groupe composé d'espèces feuillues tolérantes a été utilisé au tableau 5, parmi lequel se retrouve en forte proportion l'érable à sucre.

Tableau 5. Pourcentage d'occupation en essences dominantes de l'appellation cartographique selon les périodes 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.

Essences	Secteur A			Secteur B			Secteur C			Secteur D			Tous les secteurs		
	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	($\mu - \sigma^2$)	($\mu - \sigma^2$)	($\mu - \sigma^2$)
Bouleau jaune	33.1	28.9 (52) ¹	15.8	20.0	12.6 7.5	21.5	33.5	20.7 0.3	33.6	0	0	0.1	21.2 ±15.7	15.6 ±12.3	17.8 ±13.9
Bouleau à papier	0.2	0 -	1	15.0	2.1 143	36.4	6.9	2.6 417	35.7	14.0	12.5	41.2	9.0 ±6.9	4.3 ±5.6	28.6 ±18.5
Peupliers	0	0 -	0.9	0	0.8 -	1.3	0	0 -	0.5	0	0	0.9	0 0	0 0	0.9 ±0.3
Feuillus tolérants	38.3	30.1 57	60.2	9.7	12.1 (7)	9.0	12.4	21.6 (10)	13.7	2.3	9.3	0	15.7 ±15.7	18.3 ±9.5	20.7 ±26.9
Pruche	0.2	1 -	0	0	0 0	0	0	0 -	0	0	0	0	0.1 ±0.1	0.3 ±0.5	0 0
Épinettes	0.3	0.5 433	1.6	0.5	7.7 3000	15.5	0	0.8 5400	5.4	1	0.2	38.0	0.5 ±0.4	2.3 ±3.6	15.1 ±16.3
Sapin	6.5	15.5 (95)	0.3	14.2	14.0 (92)	1.2	7.7	16.9 (84)	1.2	21.9	36.1	1.9	12.6 ±7.1	20.6 ±10.4	1.2 ±0.7
Thuya	0	0.8 -	0.6	0	0.1 0	0	0	0.1 0	0	0	0	0	0 0	0.3 ±0.4	0.2 ±0.4
Pin gris	0	0 -	0.3	0	0 0	0	0	0 0	0	0.8	0.3	0.8	0.2 0.4	0.1 ±0.2	0.3 ±0.4
Mélèze	0	0 -	0.1	0	0 0	0	0	0 0	0	0	0	0	0 0	0 0	0 0

¹Les parenthèses et le symbole (-) signifient respectivement que le bilan est négatif pour la période étudiée ou encore négligeable (entre 1928-30 et 2000).

Si l'on examine l'ensemble du territoire, les essences dominantes de l'appellation cartographique en 1928-30 étaient par ordre d'importance le bouleau jaune, les feuillus tolérants, le sapin baumier et le bouleau à papier (Tableau 5). Quant aux autres essences, elles étaient soit peu présentes ou encore même absentes. Ce scénario change quelque peu pour la période de 1961-62 alors que le sapin baumier prend la première place, suivi de près par les feuillus tolérants et dans une moindre mesure du bouleau jaune. Ce patron change radicalement entre 1960 et 2000. Il en résulte, en terme de bilan évolutif, un gain de représentativité sur l'ensemble du territoire pour le bouleau à papier (+20%) suivi des épinettes (+15%) et dans une moindre mesure des feuillus tolérants (+5%). La baisse de représentativité la plus importante est observée chez le sapin (-12%) alors que l'on constate une faible diminution pour le bouleau jaune (-3%). En ce qui concerne les peupliers, la pruche, le thuya, le pin gris et le mélèze, la représentativité fluctue entre 0 et 1% pour ces essences (Tableau 5).

Si l'on examine les secteurs un à un, on constate d'abord que le bouleau jaune occupe une place importante dans les trois secteurs les plus au sud (12% à 33.6%), alors qu'il est pratiquement absent du secteur D localisé dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc (Tableau 5). À l'exception de la période 1928-30 pour les secteurs B et C où le bouleau jaune domine, cette espèce occupe toujours le deuxième rang en terme d'abondance dans les secteurs A, B et C. Par ailleurs, le bilan évolutif de la présence du bouleau jaune en essence dominante de l'appellation cartographique dans les peuplements une baisse par plus de la moitié dans le secteur A (domaine de l'érablière à bouleau jaune), bien qu'il se maintienne dans les autres secteurs du domaine de la sapinière à bouleau jaune.

Le bilan évolutif de la présence des feuillus tolérants en essences dominantes de l'appellation cartographique entre 1928-30 et 2000 est fortement positif pour le secteur A (38% à 60%), stable pour les secteurs B et C et négatif pour le secteur D (2% à 0%) (Tableau 5). Il est important de noter que le secteur C, localisé plus au nord que le secteur B, a une plus forte représentativité en essences feuillues tolérantes suite probablement à l'effet tampon exercé sur le climat par le grand réservoir Mitchinamecus (Figure 8).

La représentativité du bouleau à papier comme essence dominante de l'appellation cartographique des peuplements est négligeable dans le secteur A et ce, peu importe la période examinée (Tableau 5). Pour les autres secteurs situés plus au nord, la représentativité de cette espèce augmente de façon très importante avec le temps suite à l'envahissement par les essences feuillues pionnières des grandes zones sévèrement

perturbées avant 1961-62 (voir tableau 8). Ainsi, le pourcentage d'occupation du territoire par cette espèce lorsqu'elle est dominante dans le peuplement au niveau de l'appellation passe respectivement de 15% à 36%, de 7% à 36% et de 14 à 42% dans les secteurs B, C et D (Tableau 5).

À l'exception du secteur B en 1961-62, la représentativité des épinettes est plutôt faible dans le paysage forestier lors des périodes 1928-30 et 1961-62 (Tableau 5). On observe néanmoins des augmentations importantes dans les 3 secteurs nord entre les périodes 1961-62 et 2000. Ainsi, la représentativité de cette espèce en essence dominante de l'appellation cartographique est passée respectivement de 1% à 38%, de 8% à 16% et de 1% à 5% dans les secteurs D, B et C (Tableau 5). Cette progression de la représentativité des épinettes, particulièrement entre la deuxième et la troisième période, pourrait s'expliquer par l'importance des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) (*Choristoneura fumiferana* Clemens) qui ont frappées ces régions (voir tableau 8). L'examen du tableau 5 indique bien que l'accroissement de la présence des épinettes dans le paysage forestier pour ces secteurs s'est faite au dépend du sapin baumier qui est de loin l'essence préférée de la TBE.

En effet, le sapin baumier arrive généralement en troisième position en terme de représentativité pendant les deux premières périodes pour toutes les régions à l'exception du secteur D, localisé dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc où cette espèce domine le paysage forestier (Tableau 5). On observe lors de la deuxième période des valeurs de représentativité voisines de 15% dans les secteurs A, B et C et de 36% dans le secteur D. Enfin, lors de la dernière période, le sapin baumier est quasiment absent en tant qu'essence dominante de l'appellation cartographique (Tableau 5). On observe même des chutes aussi drastiques que de 36% à 2% et de 17% à 1% entre la deuxième et la troisième période respectivement chez les secteurs D et C.

En ce qui concerne les autres espèces telles que les peupliers, la pruche, le thuya, le pin gris et le mélèze, elles occupent une place négligeable dans le paysage forestier - toujours en deçà de 1% - en tant qu'essences dominantes de l'appellation cartographique des peuplements (Tableau 5). Malheureusement, la manière dont les informations ont été colligées lors des travaux de photo-interprétation ne permet pas de tracer un bilan évolutif complet pour ces essences bien qu'il soit évident que celles-ci puissent être beaucoup plus présentes sur le territoire en tant qu'essences secondaires ou tertiaires.

2.4 Densité des peuplements

Pour l'ensemble de tous les secteurs, la densité moyenne par types de composition (pondérée par la superficie des peuplements) est toujours plus élevée chez les peuplements feuillus et ce, d'une période à l'autre (Tableau 6). À l'exception de la période de 1961-62, la densité moyenne progresse plus fortement chez les peuplements mixtes et résineux (Tableau 6). Toutefois en terme de bilan évolutif, la densité moyenne pondérée progresse plus fortement entre 1928-30 et 2000 chez les peuplements mixtes et résineux en comparaison avec les essences feuillues. En fait, le bilan évolutif pour cette variable donne une augmentation de la densité de l'ordre de 6% chez les peuplements mixtes (57% à 63%) et résineux (56% à 62%), alors que l'on note le maintien de la densité chez les peuplements feuillus (66% à 68%).

Par ailleurs, on remarque une plus grande variabilité au niveau des tendances en ce qui concerne les sous-types de composition (Tableau 6). L'étude de la densité moyenne des peuplements révèle des écarts importants en terme de bilan évolutif soient à la hausse pour les peuplements MFI (+9%) ou encore à la baisse chez les peuplements FI (-7%).

Tableau 6. Densité moyenne (%) pondérée par la superficie pour les types et les sous-types de composition en 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.

Types et sous-types de composition	Secteur A			Secteur B			Secteur C			Secteur D			Tous les secteurs		
	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	($\mu - \sigma^2$)	($\mu - \sigma^2$)	($\mu - \sigma^2$)
F	65	65	68	66	54	66	66	64	65	58	71	75	66 ±4	64 ±7	68 ±5
M	56	50	62	58	49	64	55	51	61	59	51	64	57 ±2	50 ±1	63 ±2
R	52	64	62	59	54	57	54	53	47	60	55	63	56 ±4	55 ±7	62 ±4
Moyenne	58	60	64	61	53	62	58	56	58	59	59	67	59 ±1	57 ±3	63 ±4
FFI	-	50	66	75	65	68	90	72	70	66	79	75	77 ±12	66 ±12	70 ±4
FFT	65	65	68	64	54	65	64	62	62	56	54	-	62 ±4	59 ±6	65 ±3
MFI	58	-	71	58	50	65	58	49	66	59	56	65	58 ±1	50 ±6	67 ±3
MFT	58	50	57	54	50	66	55	51	59	-	49	32	56 ±2	50 ±1	54 ±15
MR	52	50	53	52	49	56	51	50	49	58	49	65	53 ±3	49 ±1	56 ±7
RP	52	64	62	59	55	57	50	53	47	58	55	63	55 ±4	57 ±5	57 ±7

Pour les autres sous-types de composition, ils sont caractérisés par une relative stabilité de la densité moyenne avec des écarts négatifs ou positifs ne dépassant pas les 3% (Tableau 6). À l'exception des peuplements résineux, la densité moyenne est toujours plus faible lors de la période intermédiaire (1961-62). Cela semble être associé à la grande importance des perturbations totales ayant marqué le territoire de l'UAF 64-51 avant le milieu du 20^{ème} siècle. De façon générale, toutes périodes confondues, la densité moyenne est plus faible chez les peuplements composés entièrement d'essences résineuses ou encore lorsque celles-ci dominent dans la composition (Tableau 6). Cette situation s'explique de deux façons : a) la présence de grandes perturbations (feux, TBE et coupes à blanc) avant 1961-62 sur une portion importante du territoire et par b) la longévité plus courte de certaines espèces composant ces peuplements. Pour les essences feuillues, la densité moyenne est plus élevée chez les peuplements composés d'essences intolérantes (FI) et ce, peu importe la période étudiée (Tableau 6). Par ailleurs, ce sous-type de composition arbore la densité la plus élevée avec 77% pour l'ensemble du territoire en 1928-30, alors que les densités les plus faibles observées en 1961-62 caractérisent les peuplements mixtes à dominance de résineux (MFI, MFT et RP) avec des valeurs se situant autour de 50%. Un examen des secteurs révèle des chutes importantes de MFT dans les secteurs C et D et ce, entre les périodes 1928-30 et 2000 et 1961-62 et 2000 (Tableau 6). Plusieurs hausses de plus de 12% sont également notées dans le secteur A entre différentes périodes pour les sous-types de composition FI, MFI et RP.

Si on ne considère pas les types ou les sous-types de composition, et à l'exception de l'année 2000 dans le secteur A, on observe que les peuplements de densité A et D sont toujours les moins présents dans les quatre secteurs (Figures 9 à 12; Annexe 6 - Planches 1 à 4). En fait, ces classes de densité ne dépassent jamais 1000 ha et ce, à deux exceptions près. Par ailleurs, les peuplements de densité C sont généralement les plus abondants dans les quatre zones étudiées, bien qu'ils ne soient pas dominants à certaines périodes (en 2000 pour les secteurs A et B et en 1975 pour le secteur D) (Figures 9, 10 et 12; Annexe 6 - Planches 1, 2 et 4). Les superficies touchées par cette classe de densité sont toujours supérieures à 1 900 ha et atteignent plus de 4 000 ha à cinq reprises (Secteur A en 1928-30 et 1961-62 ; Secteur B en 1928-30 et 2000 ; Secteur D en 1961-62).

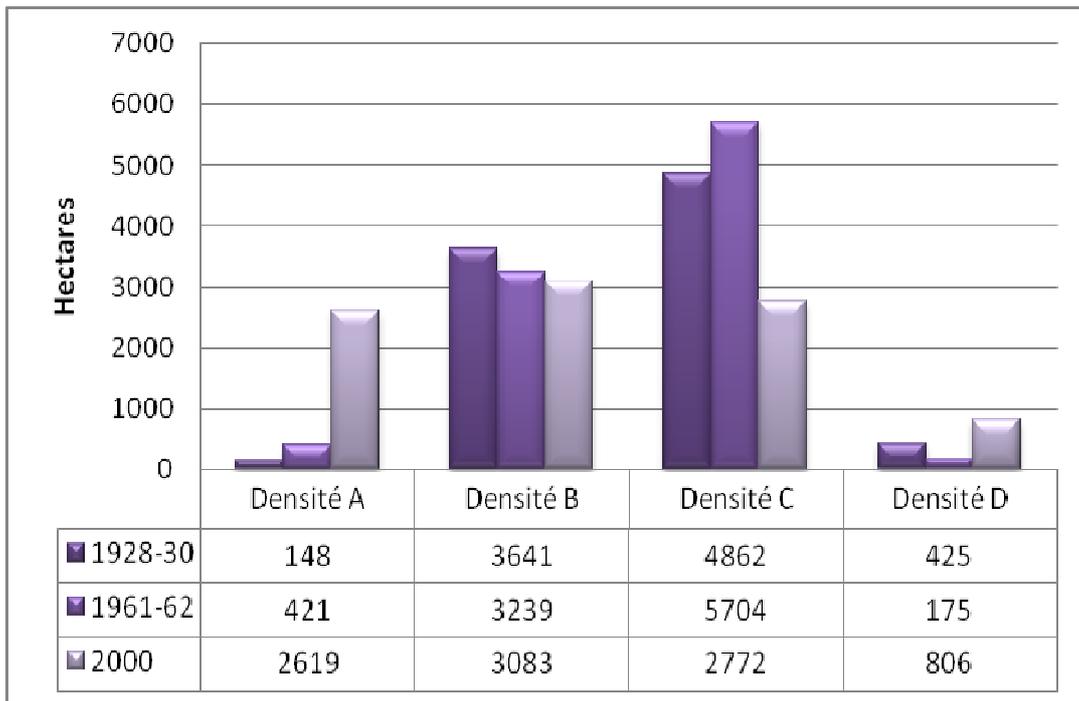


Figure 9. Distribution de la densité des peuplements en hectare, par période pour le secteur A.

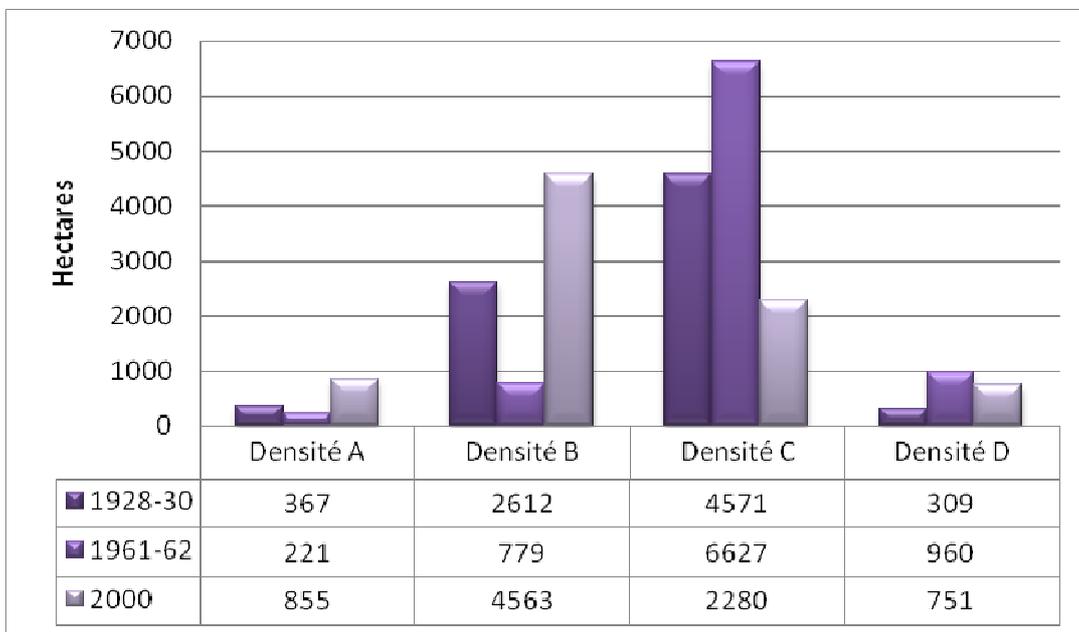


Figure 10. Distribution de la densité des peuplements en hectare, par période pour le secteur B.

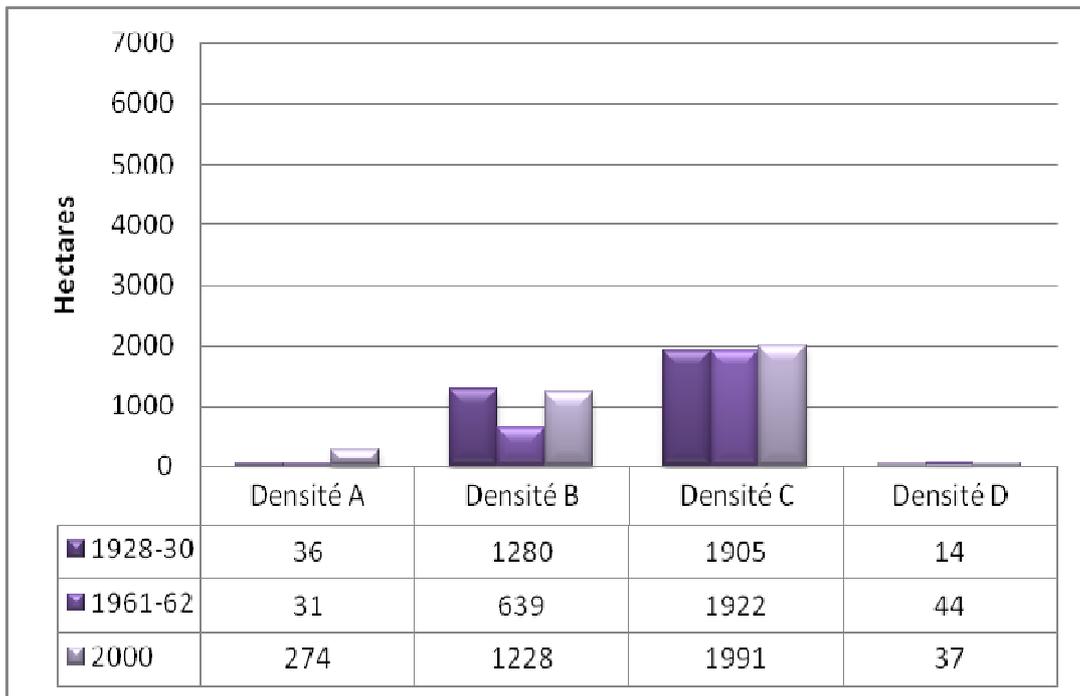


Figure 11. Distribution de la densité des peuplements en hectare, par période pour le secteur C.

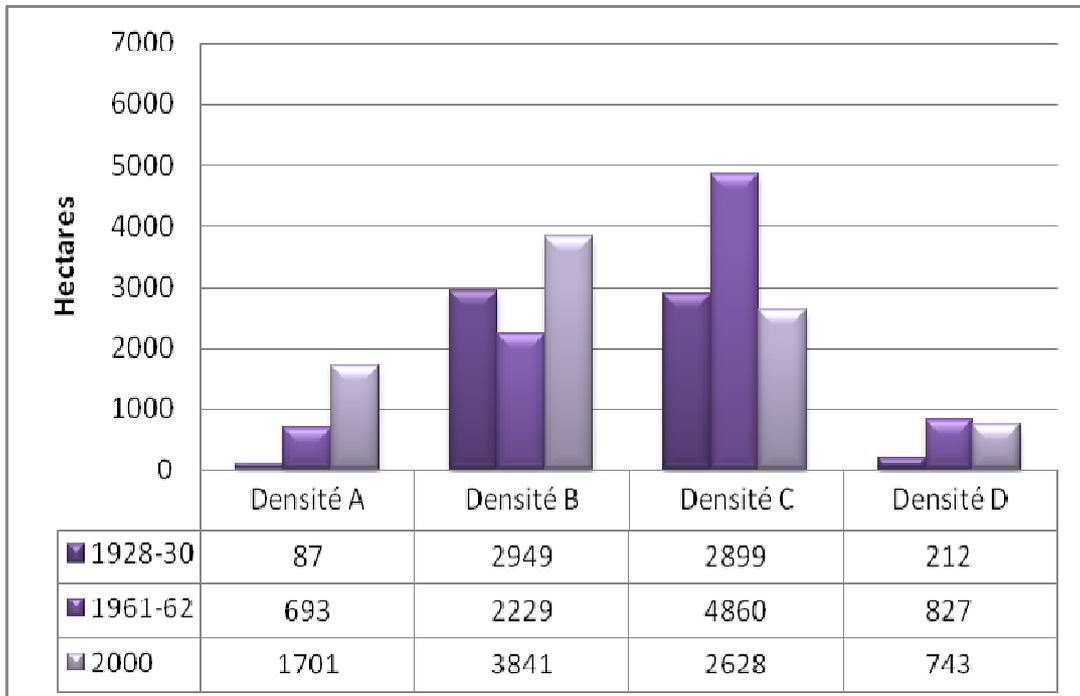


Figure 12. Distribution de la densité des peuplements en hectare, par période pour le secteur D.

Quant aux peuplements de densité B, les superficies impliquées sont importantes puisqu'elles arrivent toujours en deuxième position dans tous les secteurs après la densité C (Figures 9 à 12 ; Annexe 6 – Planches 1 à 4). Elles sont généralement supérieures à 2 000 ha sauf dans le secteur C pour toutes les périodes et dans le secteur B en 1961-62. La superficie maximale pour cette classe de densité est observée dans le secteur B en 2000 avec 4 563 ha (Figure 9).

Une approche intéressante consiste également à montrer pour les sous-types de composition FT, MFI, MR et RP le bilan évolutif du pourcentage d'occupation du territoire par secteur de ces groupes d'essences en fonction des quatre classes de densité. Le premier constat qui découle de l'observation des figures 13 à 16 est la forte représentativité des classes de densité B et C sur le territoire chez les quatre sous-types de compositions considérés. En fait, les peuplements de densité B sont particulièrement abondants dans le sous-type FT en 1928-30 au niveau des secteurs A, B et C, ainsi qu'en 2000 chez les peuplements MFI (Figures 13 et 14). Comme attendues, les pertes ou les gains de représentativité de cette classe de densité ont lieu principalement au dépend des peuplements de densité C. La classe de densité C est quant à elle pratiquement toujours dominante dans le sous-type composé de peuplements résineux purs et ce, peu importe la période ou encore le secteur examiné (Figure 16). En fait, le pourcentage d'occupation dans ce groupement par les peuplements de densité C dépasse régulièrement 40% avec une valeur maximale d'environ 78%, et est surpassée par la classe de densité B uniquement en 2000 dans le secteur B. Toujours au niveau de la représentativité de la classe de densité B, elle est régulièrement supérieure à 30% chez les peuplements FT, se situant même entre 50% et 70% en 1928-30 dans la plupart des secteurs à l'exception de celui qui est le plus nordique (D). Dans les peuplements MFI, la représentativité des peuplements de densité B dépasse régulièrement 60% en fin de période d'étude sauf pour le secteur A où elle est plus près de 40%. Quant au bilan évolutif des peuplements MR, il montre une augmentation de l'ordre de 50% à plus de 100% de la proportion des peuplements de densité B sur l'ensemble des secteurs (Figure 15). Une hausse encore plus importante est observée chez les peuplements de très faible densité bien que ceux-ci soient moins présents sur le territoire. Cette croissance de la représentativité des peuplements de densité B et D avec le temps pour ce sous-type de composition se fait donc au détriment de la classe de densité C.

En ce qui concerne les peuplements de densité D, ils sont particulièrement abondants dans les sous-types de composition MR et RP (Figures 15 et 16). En fait, les peuplements mixtes à dominance de résineux de densité D augmente au cours de la période d'étude dans tous

les secteurs par un facteur minimum de 2. La proportion maximale atteinte est d'environ 40% et se situe dans le secteur C en 2000. À l'exception du secteur A, la proportion de peuplements résineux purs de densité D présente un patron similaire à celui observé pour le sous-type MR avec toutefois des valeurs légèrement moindre (Figures 15 et 16). Enfin, les sous-types de composition FT et MFI contiennent une proportion à la fois plus constante mais plus faible de peuplements peu denses avec des valeurs qui dépassent rarement les 10%. En ce qui concerne les peuplements de forte densité (A), ils sont surtout bien représentés dans le sous-type de composition FT, particulièrement dans le secteur A où la proportion maximale atteinte est d'environ 35% en 2000 (Figure 13). Les peuplements de forte densité sont également présents de façon assez constante dans les peuplements MFI avec toutefois des valeurs qui oscillent plus entre 5% et 10%. Enfin, les peuplements denses de MR et de RP sont généralement peu fréquents à l'exception de la période 2000 dans le secteur D où des proportions respectives de plus de 20% et de près de 10% sont observées (Figures 15 et 16). De plus, une proportion intéressante de peuplements de forte densité existe également en 1928-30 et 2000 respectivement dans les secteurs B et A.

2.5 Âge

L'étude de l'âge moyen des peuplements révèle des écarts importants entre la période 1928-30 et les deux périodes subséquentes chez le type de composition R, soit des gains respectifs de l'ordre de 27 et de 29 années (Tableau 7). Pour ce qui est du bilan évolutif pour les autres types de végétation, on note que l'âge moyen des peuplements feuillus a augmenté d'une dizaine d'années passant de 76 à 86 ans pendant que celui des peuplements mixtes chutait d'un ordre de grandeur similaire (76 à 66 ans).

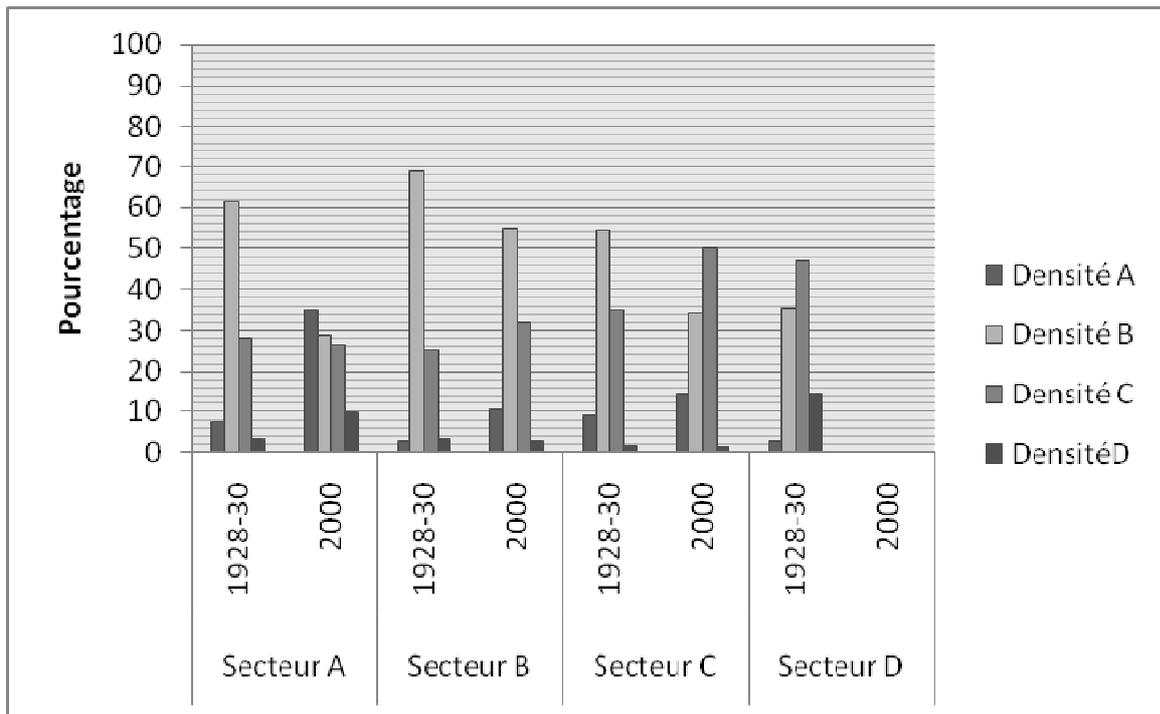


Figure 13. Distribution de la densité des peuplements FT en pourcentage d'occupation du territoire entre 1928-30 et 2000 pour chaque secteur.

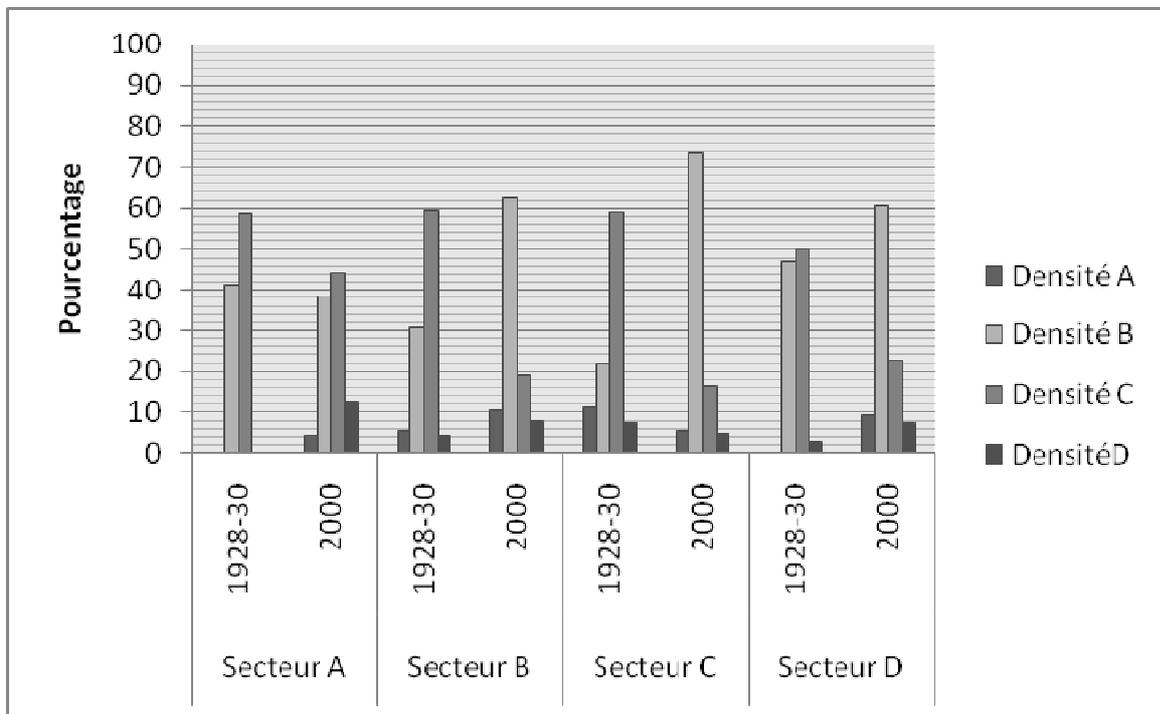


Figure 14. Distribution de la densité des peuplements MFI en pourcentage d'occupation du territoire entre 1928-30 et 2000 pour chaque secteur.

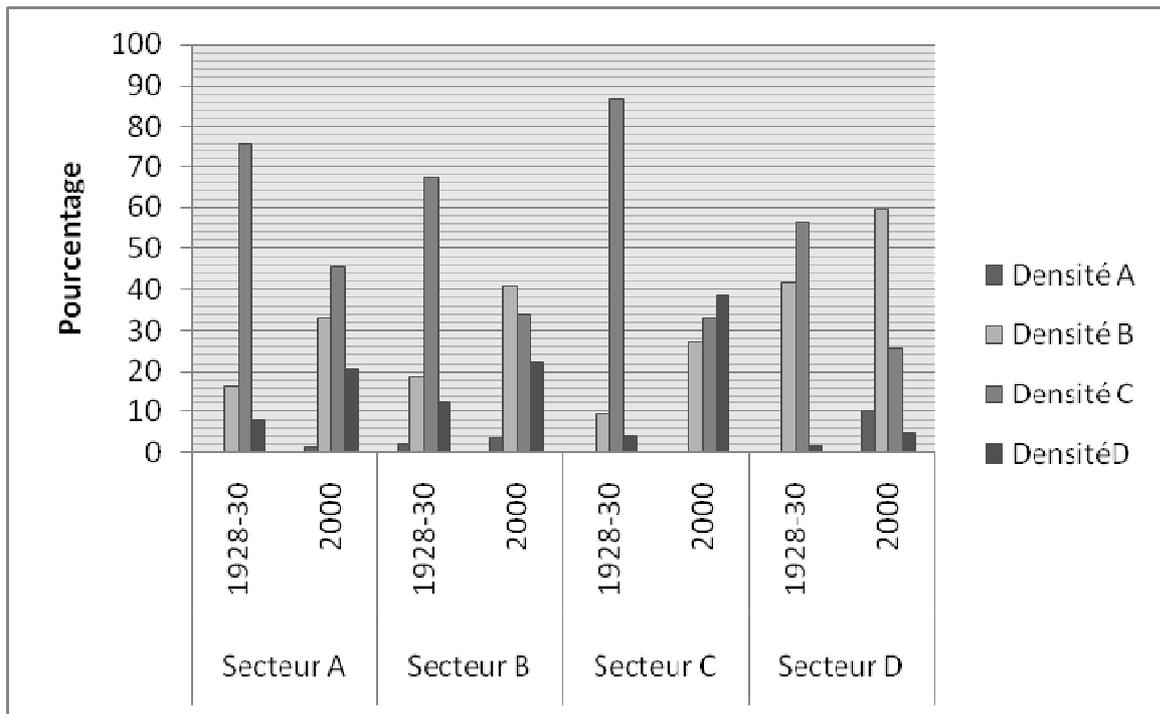


Figure 15. Distribution de la densité des peuplements MR en pourcentage d'occupation du territoire entre 1928-30 et 2000 pour chaque secteur.

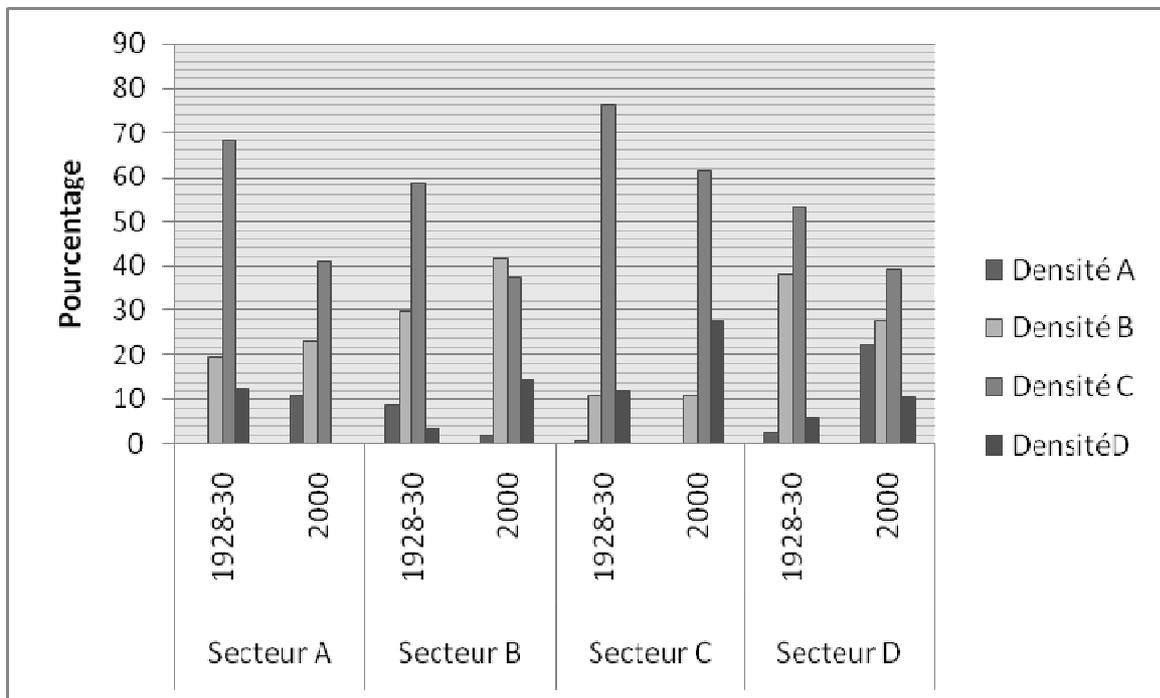


Figure 16. Distribution de la densité des peuplements RP en pourcentage d'occupation du territoire entre 1928-30 et 2000 pour chaque secteur.

En fait, l'âge général de la forêt pour l'ensemble du territoire étudié est passé de 62 à 72 ans entre 1928-30 et 2000 (Tableau 7).

L'âge moyen le plus élevé (86 ans) apparaît chez les peuplements feuillus en 2000 alors que les peuplements les plus jeunes (34 ans) sont composés de résineux purs en 1928-30. La grande variabilité observée entre les âges moyens pondérés calculés tant au niveau des types que des sous-types de composition réside dans l'étendue des perturbations majeures, tant anthropiques que naturelles, qui ont touché le territoire à des moments et des endroits différents (voir tableau 8). Par ailleurs, l'âge élevé observé dans les peuplements feuillus au niveau du secteur A est attribuable à la présence abondante dans cette zone d'essences tolérantes ou semi-tolérantes plus longévives comme l'érable à sucre et le bouleau jaune (Tableau 5). Il en est de même pour les secteurs B et C où la présence du bouleau jaune influence fortement à la hausse l'âge des peuplements feuillus, ce qui n'est pas le cas pour le secteur situé à l'extrême nord (D). On remarque le même effet de la présence des essences tolérantes sur l'âge moyen pondéré des peuplements mixtes dans le secteur A où l'on retrouve la valeur maximale de 108 ans en 1928-30 (Tableau 7). L'âge peu élevé des peuplements feuillus du secteur D lors des deux premières périodes examinées (45 ans en 1928-30 et 37 ans en 1961-62) est attribuable à la colonisation rapide de ce secteur par des essences intolérantes caractéristiques du domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc et ce, suite au passage de feux sévères ainsi qu'à des travaux de coupes totales abondants. L'explication émise ci-dessus explique également le jeune âge des peuplements MFI dans le secteur D. Enfin, l'âge moyen pondéré le plus élevé (77 ans) est associé au secteur D en 2000 alors que de très jeunes peuplements résineux ont pris place en 1928-30 dans les secteurs B (26 ans) et C (23 ans) suite à d'importants travaux de coupes totales ayant eut cours avant 1928-30.

Pour les sous-types de composition, l'âge moyen pondéré tous secteurs confondus est demeuré stable chez les peuplements FI, a fortement augmenté chez les peuplements FT (+26 ans) et RP (+29 ans), a chuté de façon significative de 16 et 8 ans respectivement chez les peuplements MFT et MFI, et enfin s'est accru de 10 ans chez les peuplements MR (Tableau 7). Les hausses importantes de l'âge des peuplements FT et RP sont surtout attribuables aux secteurs B et C et s'expliquent de trois façons : a) par une forte chute de la présence de perturbations sévères entre 1961-62 et 2000 (Voir tableau 8), b) par la présence abondante de très jeunes peuplements non commercialisables et c) par un faible prélèvement dans les peuplements plus âgés.

Tableau 7. Âge moyen (année) pondéré par la superficie pour les types et les sous-types de composition en 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.

Types et sous-types de composition	Secteur A			Secteur B			Secteur C			Secteur D			Tous les secteurs		
	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000
	(année)	(année)	(année)	($\mu - \sigma^2$)	($\mu - \sigma^2$)	($\mu - \sigma^2$)									
F	97	104	102	82	77	92	79	71	96	45	37	53	76 ±22	72 ±28	86 ±22
M	108	95	65	65	63	79	79	73	74	53	40	48	76 ±24	68 ±23	66 ±14
R	43	72	46	26	66	64	23	56	66	45	52	77	34 ±11	61 ±9	63 ±13
Moyenne	83	90	71	57	69	78	60	66	79	48	43	59	62 ±15	67 ±19	72 ±9
FFI	-	70	41	58	42	62	45	26	63	56	21	56	53 ±7	40 ±22	55 ±10
FFT	97	104	107	87	80	113	81	90	110	69	73	-	84 ±12	87 ±14	110 ±8
MFI	52	-	33	59	55	66	52	57	55	71	37	49	58 ±9	49 ±11	50 ±14
MFT	115	95	102	110	102	109	112	102	112	-	69	60	112 ±3	92 ±16	96 ±24
MR	96	97	103	54	88	75	54	81	70	55	57	50	65 ±21	81 ±17	75 ±22
RP	50	72	61	28	76	67	26	59	66	52	55	77	39 ±14	66 ±10	68 ±7

Par ailleurs, il est important de noter que malgré le bilan évolutif stable de l'âge des peuplements FI tous secteurs confondus, une baisse importante (-29 ans) caractérise le secteur A entre 1961-62 et 2000 (Tableau 7). Dans ce même sous-type de composition, une hausse significative de l'âge est également notée dans le secteur C entre 1928-30 et 2000. Pour les peuplements MFI, la présence d'un bilan évolutif négatif s'explique par les baisses importantes de l'âge moyen des secteurs A et D entre 1928-30 et 2000. Enfin, le bilan évolutif négatif de l'âge moyen des peuplements MFT se justifie principalement par la baisse observée au sein du secteur A.

Un examen de la distribution de la superficie par classe d'âge et par secteur montre que celle-ci est concentrée pour chaque période dans trois classes sur une possibilité de 7 et ce dans tous les secteurs (Figures 17 à 20 ; Annexe 8 - Planches 1 à 4). Les jeunes et les vieux peuplements irréguliers sont peu abondants dans tous les secteurs. En effet, les jeunes peuplements irréguliers atteignent une superficie maximale de 265 ha en 1961-62 dans le secteur C (Figure 19), ce qui est presque le double de la superficie maximale de 127 ha observée chez les vieux peuplements irréguliers, mais cette fois-ci en 2000 dans le même secteur. Malgré quelques variations inter-périodiques et d'abondances, le patron de distribution des superficies pour les trois groupes de peuplements équiennes (jeune, moyen, vieux) est similaire d'un secteur à l'autre (Figures 17 à 20). La représentativité de ce type de structure est généralement plus élevée chez les jeunes peuplements, suivis des peuplements d'âges intermédiaires et enfin des vieux peuplements. Le secteur A est la zone qui comporte le moins de peuplements équiennes avec des valeurs maximales toujours présentes en 1961-62 pour les jeunes, moyens et vieux peuplements respectivement avec 2 276 ha, 1 405 ha et 991 ha (Figure 17). Les secteurs B et C se ressemblent en ce qui concerne l'abondance des peuplements équiennes bien que le premier présente des valeurs plus élevées comme pour les jeunes peuplements en 1928-30 avec 3 657 ha, pour les peuplements intermédiaires en 2000 avec 3 269 ha et pour les vieux peuplements en 1961-62 avec 1 882 ha (Figures 18 et 19). Enfin, le secteur D appartenant au domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc arbore les valeurs de représentativité les plus élevées pour les peuplements équiennes, situation imputable à la présence importante de peuplements purs de FI, RP ou encore MFI issus de perturbations totales récentes (Figure 20).

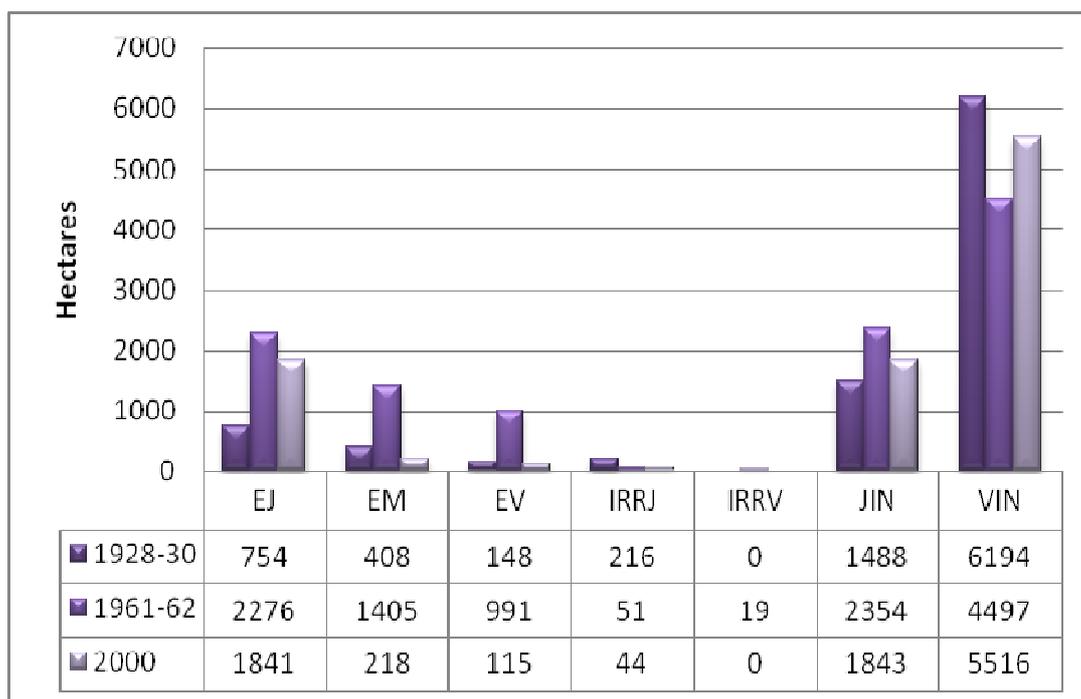


Figure 17. Distribution de la superficie par classe d'âges et par période pour le secteur A.

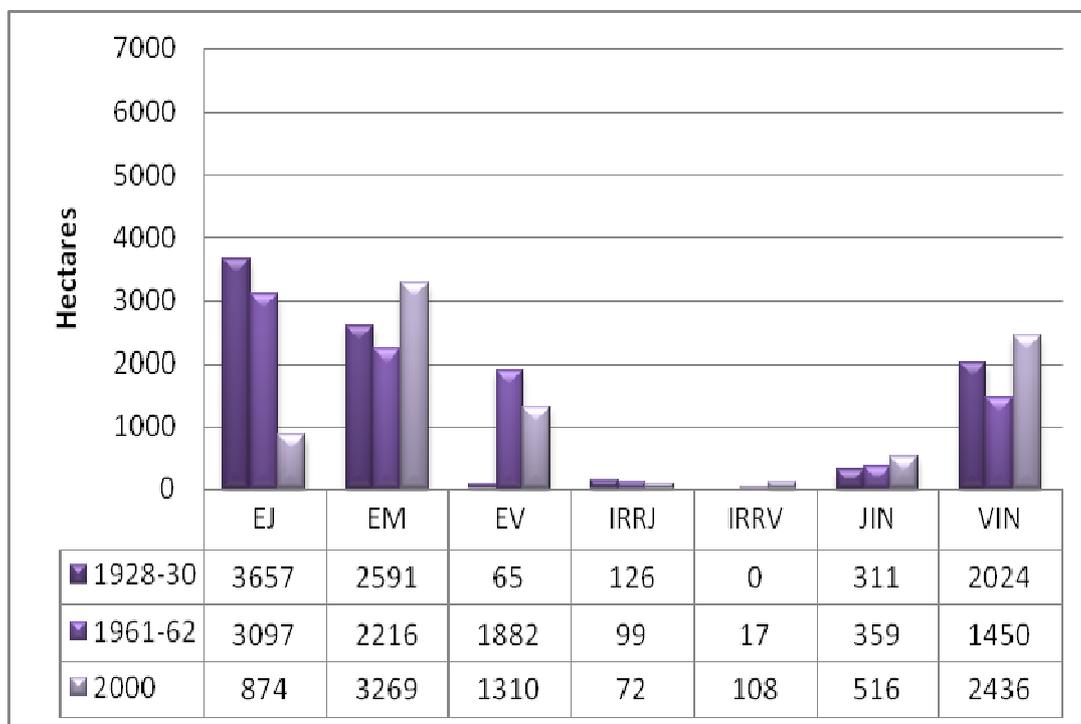


Figure 18. Distribution de la superficie par classe d'âges et par période pour le secteur B.

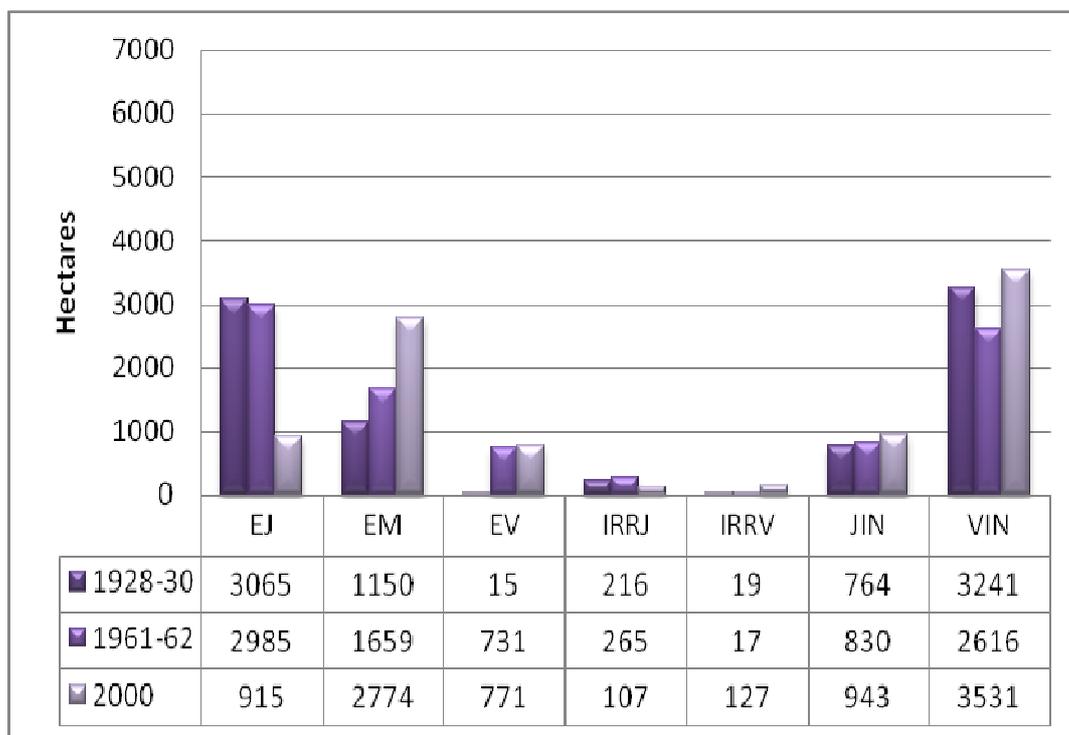


Figure 19. Distribution de la superficie par classe d'âges et par période pour le secteur C.

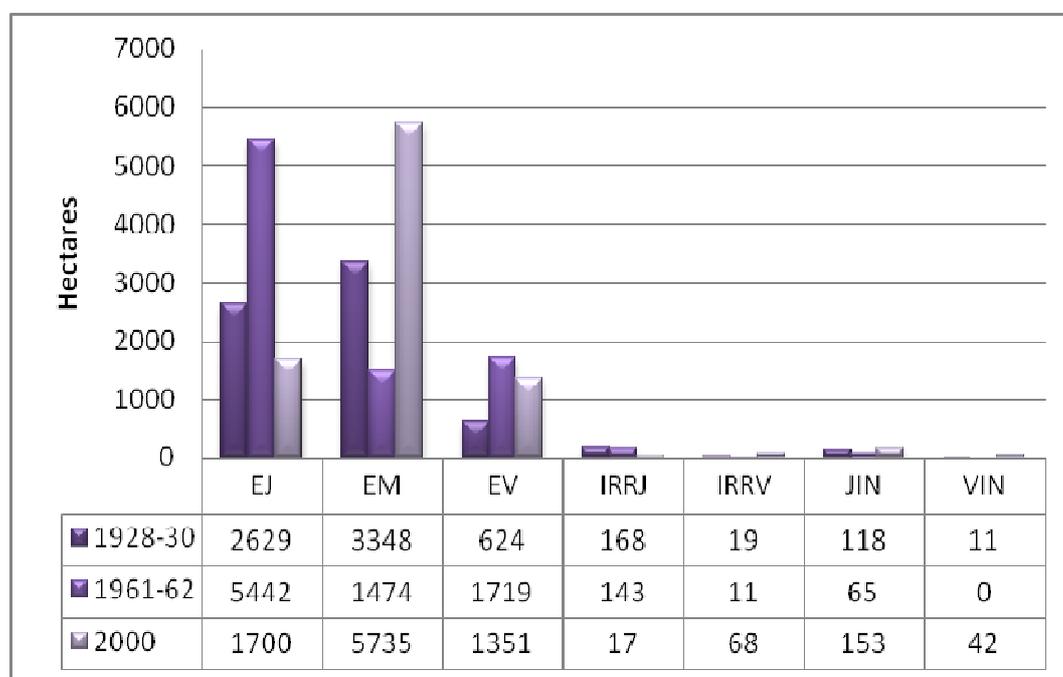


Figure 20. Distribution de la superficie par classe d'âges et par période pour le secteur D.

La superficie élevée en peuplements équiennes jeunes en 1961-62 (5 442 ha) et une valeur similaire observée en 2000 chez les peuplements intermédiaires (5 735 ha) montrent bien l'évolution de l'âge des peuplements dans le temps en l'absence de perturbations sévères majeures. Par ailleurs, la valeur élevée de 3 348 ha notée en 1928-30 pour les peuplements équiennes intermédiaires indique qu'il y a probablement eu une ou des perturbations sévères 60 à 70 ans auparavant, probablement le grand feu de 1860-70. Les faibles superficies trouvées pour les vieux peuplements équiennes (valeur maximum de 1 719 ha) indiquent qu'il n'y a pas eu encore à ce niveau un recrutement massif de peuplements. Cette situation est imputable au fait que certains peuplements sont composés en partie ou entièrement d'essences peu ou moyennement longévives ou encore qu'un évènement perturbateur a restreint le recrutement potentiel tel le passage d'un feu.

En ce qui concerne le portrait des peuplements inéquiennes, ils sont dominants ou fortement présents dans les secteurs A et C où la représentativité des sous-types de composition FT et MFT est significative (Figures 17 à 20 et tableau 4). En fait, les vieux peuplements inéquiennes avec des valeurs comprises entre 5 516 ha et 6 194 ha sont de 2 à 3 fois plus nombreux que les autres types de structures présents dans le secteur A. Un ratio similaire est observé avec les jeunes peuplements inéquiennes mais cette fois-ci dans tous les secteurs. Au niveau du secteur C, les peuplements VIN (2 616 ha à 3 241 ha) sont légèrement plus abondants que les jeunes peuplements équiennes sauf pour la période 2000 où ils les surpassent allègrement (Figure 19). Pour ce qui est des jeunes peuplements inéquiennes, ils occupent moins de 1 000 ha dans les secteurs B et C et sont quasiment absents comme les peuplements VIN du secteur D (Figures 17 à 20). Enfin, les jeunes peuplements inéquiennes arrivent en deuxième position à égalité avec les jeunes peuplements équiennes dans le secteur A.

2.6 Portrait des perturbations en 1928-30, 1961-62 et 2000

Afin de simplifier la présentation et l'analyse des résultats sur les perturbations, celles-ci ont été subdivisées selon le type (naturelle ou anthropique), le sous-type (appliqué uniquement aux perturbations naturelles telles que les insectes, les feux et les chablis) et la sévérité (partielle ou totale) (Tableau 8 ; Annexe 8 – Planches 1 à 4).

Tableau 8. Superficies occupées par les perturbations anthropiques et naturelles avant 1928-30, 1961-62 et 2000 pour les secteurs A, B, C et D.

Types de perturbations	Sous-types de perturbations	Sévérité	Secteur A			Secteur B			Secteur C			Secteur D			Tous les secteurs		
			28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000	28-30	61-62	2000
			(ha)	(μ)	(μ)	(μ)											
Anthropiques	P ¹		7098	6213	5681	3646	4814	1077	4331	3859	1877	1781	0	2	4214	3722	2159
	T		334	22	1749	2383	2570	714	2443	748	68	16	274	109	1294	904	660
	Total		7432	6235	7430	6029	7384	1791	6774	4607	1945	1797	274	111	5508	4626	2819
Naturelles	Insectes	P	0	0	0	0	1962	0	0	1750	0	0	0	1477	0	928	369
		T	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	258	0	0	67
		Total	0	0	0	0	1962	0	0	1750	9	0	0	1735	0	928	436
	Feux	P	46	0	0	0	4	0	0	759	0	28	0	0	19	191	0
		T	239	0	0	0	139	0	0	1275	0	3493	1571	0	933	746	0
		Total	285	0	0	0	141	0	0	2034	0	3521	1571	0	952	937	0
	Chablis	P	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	5	10
		T	0	17	0	0	0	0	0	0	6	0	0	9	0	4	4
		Total	0	35	0	0	0	0	0	0	6	0	0	48	0	9	14
	Total	P	46	18	0	0	1966	0	0	2509	0	28	0	1516	19	1123	379
	Total	T	239	17	0	0	139	0	0	1275	15	3493	1571	267	933	751	71
	Total	Total	285	35	0	0	2105	0	0	3784	15	3521	1571	1783	952	1874	450
	Total P		7144	6231	5681	3646	6780	1077	4331	6368	1877	1809	0	1518	4233	4845	2538
Total T		573	39	1749	2383	2709	714	2443	2023	77	2509	1845	376	1977	1654	654	
Total		7717	6270	7430	6029	9489	1791	6774	8391	1954	4318	1845	1894	6210	6499	3192	

¹P = partielle ; T = totale.

Avant 1928-30, on observe que la superficie moyenne perturbée par secteur, tous types et sévérités confondus, est d'environ 6 210 ha (Tableau 8). Cette valeur qui augmente légèrement par la suite en 1961-62 (6 499 ha) pour baisser significativement à 3 018 ha en 2000. Si on examine les résultats en tenant compte uniquement de la sévérité des perturbations, on remarque que les perturbations partielles représentent plus de la moitié de toutes les perturbations en 1928-30. Ce ratio augmente par la suite pour atteindre 75% et 80% respectivement lors des périodes de 1961-62 et 2000 (Tableau 8).

Si on examine l'origine des perturbations sur tout le territoire pour chaque période, on constate que la majorité de celles-ci sont de nature anthropique avec une proportion de 89% (5 508 ha) en 1928-30, de 71% (4 626 ha) en 1961-62 et de 88% (2 819 ha) en 2000 (Tableau 8). Au même titre que l'analyse sur l'ensemble des perturbations, on note que le nombre d'hectares perturbés par l'homme chute également de 49% (2 689 ha) entre 1928-30 et 2000, cette baisse s'effectuant principalement après 1961-62 uniformément entre les coupes partielles (4 214 ha à 2 159 ha) et les coupes totales (1 294 ha à 660 ha). Parmi les perturbations anthropiques, les coupes partielles sont les plus nombreuses avec une représentativité de 77% à 80% de tous les types de coupes effectués sur le territoire lors des trois périodes examinées (Tableau 8).

En ce qui concerne les perturbations naturelles, elles passent de 15% à 2% de l'ensemble des superficies perturbées, de la première à la dernière période étudiée. Avant 1928-30, la majorité des perturbations partielles sont qualifiées de sévère (98% ou 933 ha) et ont comme facteur causal uniquement le feu. Entre 1928-30 et 1961-62 et après 1961-62, les perturbations naturelles partielles prennent le dessus grâce principalement aux épidémies de TBE (1 297 ha ou 56%) et au feu (191 ha ou 8%). Durant ces mêmes périodes, le feu sévère a également frappé avec 746 ha (32%) alors que quelques traces de chablis (23 ha) et de feux sévères ont été notées (67 ha) sur le territoire (Tableau 8).

Si l'on fait un survol par secteur, on remarque que les perturbations anthropiques sont très présentes dans les secteurs A, B et C, principalement avant 1928-30 et entre 1928-30 et 1961-62, avec des superficies se situant entre 4 607 ha et 7 430 ha (Tableau 8 ; Annexe 8 – Planches 1 et 4). Elles sont également très présentes après 1961-62 dans le secteur A. Parmi les perturbations anthropiques, les perturbations partielles sont très importantes dans le secteur A plus riche en essences feuillues tolérantes. Une superficie de 7 098 ha touchés par ce traitement est même observée avant 1928-30 (Tableau 8 ; Annexe 8 – Planches 1). Dans le secteur B, des coupes sévères sont notées régulièrement avant 1928-30 et entre

1928-30 et 1961-62 (Tableau 8 ; Annexe 8 – Planches 2). Le phénomène est également très présent dans le secteur C mais uniquement avant 1928-30 (Tableau 8 ; Annexe 8 – Planches 3). À l'exception des coupes partielles avant 1928-30, le secteur D est quant à lui surtout caractérisé par la présence de perturbations naturelles telles que le feu et les épidémies d'insectes (Tableau 8 ; Annexe 8 – Planches 4). Ainsi, 1 735 ha de forêt ont été touchés surtout de façon légère par la TBE entre 1961-62 et 2000 pendant que le feu brûlait avec intensité 3 493 ha et 1 571 ha de forêt respectivement avant 1928-30 et entre 1928-30 et 1961-62. Les épidémies d'insectes ont également occasionné des dégâts légers sur de vastes superficies dans les secteurs B (1 962 ha) et C (1 750 ha) entre 1928-30 et 1961-62. Enfin, le feu a touché légèrement les secteurs A et B respectivement avec 285 ha avant 1928-30 et 141 ha entre 1928-30 et 1961-62. Finalement, le feu a été très actif dans le secteur C avec 2 034 ha touchés dont 63% sévèrement entre 1928-30 et 1961-62. En ce qui concerne les chablis, ils ont été notés sur de faibles superficies dans les secteurs A, C et D à différentes périodes (Tableau 8 ; Annexe 8 – Planche 1, 3 et 4).

Comme dernière étape du portrait des perturbations, les patrons d'apparition de perturbations les plus communs sur l'ensemble du territoire étudié ont été déterminés entre le début du 20^{ième} siècle et 2000. Les résultats indiquent que les chronologies AP-AP-AP et AP-AP-AU sont parmi les plus fréquentes (1^{ère} et 3^{ème} place) avec 13.2% et 7.8% du territoire forestier touché (4 920 ha et 3 430 ha) (Tableau 9). Les chronologies avec aucune perturbation sur l'ensemble des périodes ou encore seulement lors de deux périodes occupent également des superficies importantes. Ainsi, les groupes AU-AU-AU, NT-AU-AU, AP-AU-AU, AU-AP-AU et AU-AT-AU représentent respectivement 9.6%, 7.8%, 5.6%, 4.5% et 3.3% de tous les polygones forestiers (Tableau 9). En ce qui concerne le territoire ayant été perturbé uniquement de façon sévère voilà longtemps (NT-AU-AU et AT-AU-AU), il totalise 3 738 ha ou 10.2% de la superficie forestière. Enfin, les 31 premières combinaisons de perturbations par ordre d'importance, sur une possibilité de 100, englobent près de 90 % des polygones forestiers (Tableau 9).

Tableau 9. Sommaire de l'historique des perturbations attribué à chaque polygone forestier issu de la superposition des couches photo-interprétées de 1928-30, 1961-62 et 2000.

Périodes			Superficie (ha)	Pourcentage cumulé (%)
<1928-30	1928-30 à 1961-62	1961-62 à 2000		
AP ¹	AP	AP	4920.1	13.2
AU	AU	AU	3561.1	22.8
AP	AP	AU	3430.1	32.0
NT	AU	AU	2867.1	39.8
AP	AU	AU	2113.0	45.4
AU	AP	AU	1651.2	49.9
AU	AT	AU	1230.1	53.2
AP	AU	AP	1143.3	56.3
AP	AP	NP	968.2	58.9
AU	NT	AU	904.6	61.3
AT	AP	AU	892.9	63.7
AP	NT	AU	878.0	66.1
AT	AU	AU	871.2	68.4
AU	AU	NP	808.2	70.6
AU	AP	AP	756.6	72.6
AT	AT	AU	653.3	74.4
AP	AP	AT	608.9	76.0
AP	AT	AU	563.7	77.5
AU	AU	AP	543.9	79.0
AP	AU	NP	453.4	80.2
NT	AU	NP	443.0	81.4
AU	AP	NP	433.9	82.6
AU	AU	AT	419.1	83.7
AT	NT	AU	411.2	84.8
AT	AU	AT	336.4	85.7
AP	AU	AT	331.9	86.6
AT	AT	NP	281.6	87.4
AU	AT	NP	267.1	88.1
AP	AT	NP	257.6	88.8
AT	AP	NP	252.1	89.5
AP	NT	NP	250.9	90.1
Autres combinaisons			2 853.4	100.0

¹Catégories de perturbation : NT = naturelle totale ; NP = naturelle partielle ; AT = anthropique totale ; AP = anthropique partielle ; AU = aucune perturbation.

3. Dynamisme du paysage

3.1 Portrait général par période (de 1928-30 à 1961-62 et de 1961-62 à 2000)

Pour l'étude du dynamisme du paysage, la première étape a consisté à tracer un portrait des bilans de transitions de l'ensemble du territoire pour les périodes de 1928-30 à 1961-62 et de 1961-62 à 2000. Cette première période de transition est marquée par un taux de changement élevé puisque seulement 25% (9536 ha sur 37169 ha) des superficies sont demeurées avec la même appellation de composition en sous-type. En terme évolutif, il est important de rappeler qu'en ce qui concerne la première période de transition, les résultats indiquent des pertes importantes en terme de superficies en peuplements MF (MFI et MFT) et une augmentation des sous-types FT, MR et RP (totaux du Tableau 11). Ces changements, une fois représentés sous forme de bilan de transitions, sont surtout expliqués par une perte importante du sous-type MFT en 1928-1930 au profit du sous-type FFT, MR, une transformation du MFI et du MFT en MR, et du MFT et du MR en RP (Tableau 11). La grande majeure partie de ce qui n'était pas identifiable comme végétation (N/A) en 1928-30 est devenu du RP en 1961-62. Plusieurs nouveaux jeunes peuplements mixte (MJ) ont été générés durant cette période en provenance de MFI, MR et RP alors qu'au contraire, on assiste à une réduction des jeunes peuplements résineux qui se transforment en peuplement mature de RP majoritairement mais aussi de FFI, FFT et MJ. En somme, cette période est caractérisée par un enfeuillement en feuillus tolérants, et une perte des peuplements mixtes et un gain en peuplements résineux venant de brûlis et de jeunes peuplements résineux.

La deuxième période de transition est marquée par un dynamisme tout aussi actif qu'à la période précédente puisque seulement 25% (9553 ha sur 37169 ha) des superficies sont demeurées avec la même appellation de composition en sous-type (Tableau 12). Rappelons que durant cette période de transition, on a observée une diminution importante des sous-types FFI (315%), FFT (162%), MFI (664%) et une diminution des MFT (52%), MR (53%), RP (74%). Les peuplements jeunes ont aussi considérablement diminués avec seulement 25% et 31% des MJ et RJ respectivement. Les baisses en MFT s'expliquent par des transitions au profit des FFI, FFT et MFI (Tableau 12). Les baisses en MR sont faites au profit d'un changement vers les sous-types FFI, FFT, MFI et MFT alors que les baisses en RP favorisent aussi ces sous-types ainsi que le sous-type MR. En résumé, durant cette période, on observe donc la poursuite de l'enfeuillement de la forêt mais maintenant associé à une

Tableau 10. Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 1961-62 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1928-30 (lignes) pour l'ensemble des paysages. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 1961-62 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.

1928-30	1961-62											
	FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	NF	N/A	FJ	MJ	RJ	Total
FFI	2	14	22	42	51	76	2	12	2	54	6	283
		3	2	-24	-141	31	-9	-331	0	-123	-309	
FFT	11	2031	20	606	361	537	57	43	28	254	86	4034
			-140	-1753	30	-100	-28	-374	28	-175	-280	
MFI	19	160	197	478	702	480	16	88	77	1014	75	3308
				433	514	328	3	-83	76	882	-56	
MFT	66	2359	45	3525	2238	1114	17	77	98	442	31	10013
					1451	806	8	-157	98	43	-54	
MR	193	331	188	786	926	1054	23	64	110	870	81	4625
						580	-5	-287	110	478	-174	
RP	44	638	152	309	474	1754	67	160	56	962	280	4897
							-143	-1304	53	445	-608	
NF	12	85	14	9	27	210	78	14	2	48	15	514
								-41	2	31	-29	
N/A	343	417	171	234	351	1464	55	184	107	283	155	3764
									107	233	2	
FJ	1		1			4						6
										-72	-48	
MJ	177	429	132	399	392	517	17	50	72	776	57	3016
											-304	
RJ	315	366	131	85	254	888	44	153	48	361	64	2709
Total	1183	6830	1073	6474	5777	8098	376	845	599	5063	851	37169

augmentation des espèces pionnières de feuillus. Contrairement à la période précédente, on observe très peu de nouveaux peuplements jeunes ou issus de perturbations catastrophiques (N/A).

Tableau 11. Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 2000 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1961-62 (lignes) pour l'ensemble des paysages. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 2000 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.

1961-62	2000											
	FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	NF	N/A	FJ	MJ	RJ	Total
FFI	637	35	388	9	38	65	2	5	3			1183
		-165	208	-373	-385	-449	-21	-81	-215	-990	-74	
FFT	200	4087	491	447	312	801	0	106	53	249	83	6830
			456	-2983	-1927	-71	-10	21	30	-29	62	
MFI	181	34	445	36	192	118	5	41	5	12	5	1073
				-866	-805	-1260	-59	-197	-212	-1857	-134	
MFT	382	3430	902	1037	270	164	3	58	83	129	14	6474
					-595	-552	-10	20	52	-59	-1	
MR	424	2239	998	865	436	271	14	126	116	237	50	5777
						-440	-48	92	60	-569	-66	
RP	515	872	1378	716	711	2830	35	221	174	568	79	8098
							-134	-50	142	-238	-389	
NF	21	10	64	13	62	168	0	4	3	24	6	376
								-1	3	23	5	
N/A	83	85	237	38	34	271	5	47	15	18	11	845
									15	-56	8	
FJ	221	23	217	31	56	32			17	1	0	599
										-20	0	
MJ	993	278	1868	188	806	806	0	75	22	13	13	5063
											5	
RJ	74	21	139	15	116	469	1	3		8	4	851
Total	3730	11115	7127	3396	3036	5997	63	683	494	1262	266	37169

L'analyse de la stabilité des sous-types par période nous montrent que durant la période 1930-60 et la période 1960-2000, le type FFT a été le plus stable (Tableau 13). Cette stabilité décroît cependant du sud vers le nord. Les FFI et les MFI ont été beaucoup plus stable durant la deuxième période que durant la première période alors que l'inverse s'est produit pour les MFT et les MFR. En ce qui concerne les RP, les superficies sont restées également stable entre les 2 périodes (35%). Cependant, on note un gradient plus fort de stabilité durant la deuxième période, avec une stabilité accrue vers le nord. Les jeunes peuplements (FJ, MJ, et RJ) possèdent peu de stabilité puisqu'ils sont, par définition, appelés à changer.

Tableau 12. Pourcentage des superficies des sous-types de composition demeurant inchangée par période.

	Tous	1930-60				1960-2000				
		Bloc A	Bloc B	Bloc C	Bloc D	Tous	Bloc A	Bloc B	Bloc C	Bloc D
FFI	1	NA	0	0	3	54	0	29	57	55
FFT	50	70	21	43	17	60	81	26	55	0
MFI	6	0	4	1	10	42	NA	27	31	50
MFT	35	28	40	44	NA	16	15	19	18	0
MR	20	36	17	15	11	8	3	6	5	24
RP	36	48	27	30	40	35	7	28	14	62
Perturbation	5	6	4	2	6	6	0	17	0	2
FJ	0	NA	NA	NA	0	3	0	0	0	14
MJ	26	0	32	27	1	0	1	0	0	1
RJ	2	0	3	2	2	0	0	1	0	0

3.2 Portrait par paysage par période (de 1928-30 à 1961-62 et de 1961-62 à 2000)

On note cependant des différences importantes entre les 4 paysages lorsqu'on étudie les transitions et les bilans de transitions de chaque paysage séparément. Pour la première période de transition (1928-30 à 1961-62) dans le paysage le plus au sud (A), on observe un taux de renouvellement moins important que dans les autres paysages avec 37% des superficies qui demeurent inchangées (Tableau 13). L'évolution de ce paysage est caractérisée par une transformation des MFT en FFT (qui augmente de 180%), en MR et RP. Le sous-type RP devient aussi plus important durant cette période due à la transformation de MR en RP alors que ce dernier sous-type recrute de nouveaux peuplements des zones de brûlis (N/A).

Tableau 13. Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 1961-62 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1928-30 (lignes) pour le Bloc A. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 1961-62 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.

1928-30	1961-62											Total
	FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	NF	N/A	FJ	MJ	RJ	
FFI												0
FFT	6	1410		228	170	189	6	4		2	14	2028
MFI		4		9	14	20	0					48
MFT	10	1625		1337	1209	582	7	51		4	1	4824
MR		167		328	455	317	3			1		1271
RP		161		72	104	319	11	0	0			667
NF		13		4	3	26	21	0		0		68
N/A		102		22	42	114	8	20	3	15		326
FJ									3	15	-5	0
MJ		55		13	30	54				0	0	153
RJ		110		4	12	85	2	5			0	217
Total	16	3646		2017	2038	1708	57	81	3	21	15	9602

Durant la deuxième période (1961-62 à 2000), le taux de changement est resté le même, avec 36% des superficies demeurant inchangées. Cependant, de cela, la grande majorité est du FFT (Tableau 14). Durant cette période, le paysage A continue son enfeuillement en FFT avec une augmentation de 167%, généré par les transformations en ce sous-type du MFT, du MR et du RP, qui eux baissent à 60%, 11% et 16% de ce qu'ils étaient en début de période. Le MFT voit aussi sa contribution au paysage diminué due à une transformation de celui-ci en MR et en RP (Tableau 14). Rappelons que ce sous-type aura donc perdu au total, entre 1928 et 2000, 75% de ses superficies. On assiste aussi durant cette période à la transformation des FFT et des mixtes (MFI, MFT, MR) en peuplements mixtes jeunes.

Tableau 14. Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 2000 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1961-62 (lignes) pour le Bloc A. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 2000 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.

	2000											
1961-62	FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	NF	N/A	FJ	MJ	RJ	Total
FFI	16								0	0		16
	7	0	-9	-9	-41	-1	0	-3	-3	0		
FFT	9	2944	15	199	46	96	0	1	53	212	70	3646
		15	-1280	-1177	-273	-5	-38	53	195	70		
MFI				296	-4	-62	2	0	70	127	1	0
MFT	9	1479	5	301	11	11	3		70	127	1	2017
				-307	-299	1	-21	102	228	10		
MR	9	1223	15	365	59	12	12	3	102	228	10	2038
						32	13	2	151	454	66	
RP	41	368	73	311	96	128	16	2	151	454	66	1708
							-7	1	3	21	-13	
NF	1	6	1	11	3	8	0	2	3	21	2	57
								0	0	17	0	
N/A		39		24		0			0	17		81
									0	0	0	
FJ	3										0	3
										0	0	
MJ	3	17						0		0		21
											0	
RJ						15						15
Total	75	6093	109	1211	215	270	31	9	381	1059	150	9602

Pour le paysage B, le taux de changement a été important durant la première période (78%) (Tableau 15). Les changements majeurs impliquent la transformation des MFI en MFT, MR et RP et des MFT en MR. On note aussi une importante augmentation des MJ dont les nouvelles superficies proviennent de tous les sous-types sauf FFT et FJ.

Tableau 15. Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 1961-62 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1928-30 (lignes) pour le Bloc B. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 1961-62 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.

1928-30	1961-62											Total
	FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	NF	N/A	FJ	MJ	RJ	
FFI	9	14	25	38	18	2	10		50	0	166	
	<i>9</i>	<i>12</i>	<i>21</i>	<i>36</i>	<i>17</i>	<i>2</i>	<i>10</i>	<i>0</i>	<i>28</i>	<i>-8</i>		
FFT	181	7	206	123	123	22	13		141	41	858	
		<i>-66</i>	<i>-12</i>	<i>50</i>	<i>-93</i>	<i>-19</i>	<i>-44</i>	<i>0</i>	<i>-101</i>	<i>-67</i>		
MFI	1	74	61	207	358	117	4	34	9	511	33	1409
			<i>180</i>	<i>343</i>	<i>100</i>	<i>4</i>	<i>-1</i>	<i>9</i>	<i>444</i>	<i>-3</i>		
MFT	4	218	26	748	457	177	0	19	6	214	17	1887
				<i>295</i>	<i>89</i>	<i>-1</i>	<i>-16</i>	<i>6</i>	<i>44</i>	<i>-16</i>		
MR	2	73	15	161	170	184	7	18	5	318	31	984
					<i>74</i>	<i>1</i>	<i>-28</i>	<i>5</i>	<i>95</i>	<i>-24</i>		
RP	1	216	17	88	109	358	15	32	4	370	140	1348
						<i>-42</i>	<i>-14</i>	<i>4</i>	<i>197</i>	<i>-24</i>		
NF	0	42	0	1	6	56	18	7		31	2	165
							<i>4</i>	<i>0</i>	<i>27</i>	<i>-1</i>		
N/A		57	34	35	46	46	3	12	3	65	1	301
								<i>3</i>	<i>18</i>	<i>-28</i>		
FJ												0
									<i>-16</i>	<i>-3</i>		
MJ	22	242	67	170	222	173	4	47	16	474	34	1472
										<i>-137</i>		
RJ	8	109	35	33	55	164	3	29	3	171	19	630
Total	38	1221	278	1675	1585	1415	79	221	45	2344	319	9221

Durant la deuxième période de changement dans le paysage B, le taux de changement a été encore plus important avec 86% des superficies qui changent d'appellation (Tableau 16). Un enfeuillage en feuillus intolérants (FFI et MFI) caractérise cette période. Ces nouveaux peuplements proviennent de tous les sous-types, mais surtout des jeunes peuplements mixtes (Tableau 16). Les feuillus tolérants augmentent aussi, dû à la transformation des MFT et MR, qui sont les deux sous-types ayant le plus diminué durant cette période pour ce paysage. On observe durant cette période pratiquement pas de création de jeunes peuplements.

Tableau 16. Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 2000 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1961-62 (lignes) pour le Bloc B. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 2000 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.

	2000											
1961-62	FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	NF	N/A	FJ	MJ	RJ	Total
FFI	11	7	16	1	0	2		2				38
		-80	-65	-149	-211	-111	-8	-57	-5	-547	-30	
FFT	86	316	190	135	114	262		105			12	1221
			175	-540	-341	100	0	82	0	-160	2	
MFI	80	15	75	15	23	26		40			4	278
				-325	-362	-268	-6	-14	-25	-746	-39	
MFT	150	675	340	310	68	71		47			13	1675
					-194	-84	-2	34	-6	-108	3	
MR	211	455	385	262	95	40		98			40	1585
						-76	-9	98	-5	-237	-8	
RP	113	162	294	155	116	396		171			8	1415
							-47	137	-5	-492	-163	
NF	8	0	6	2	9	47		2			4	79
								2	0	0	4	
N/A	59	22	54	13	0	34		38				221
									0	-55	-3	
FJ	5	0	25	6	5	5						45
										0	0	
MJ	547	160	746	108	237	492		55			0	2344
											0	
RJ	30	11	43	10	48	171		3			3	319
Total	1300	1824	2172	1017	715	1547		561			86	9221

Durant la première période dans le paysage C, 28% du paysage demeure inchangé (Tableau 17). Les changements majeurs qu'on y observe sont la transformation des MFT en FFT et des mixtes (MFI, MFFT, MR) en RP (Tableau 17). Chez les jeunes peuplements, on observe une réduction des RJ qui se transforment surtout en RP et en MJ.

Tableau 17. Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 1961-62 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1928-30 (lignes) pour le Bloc C. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 1961-62 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.

1928-30	1961-62											Total
	FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	NF	N/A	FJ	MJ	RJ	
FFI	5			10	5	37	0		2	1	4	64
FFT		404										
MFI												
MFT												
MR												
RP												
NF												
N/A												
FJ												
MJ												
RJ												
Total												

Durant la période suivante, 82% du paysage a changé de sous-type (Tableau 18). Dans ce paysage-ci aussi, cette période est caractérisée par un enfeuillage en feuillus intolérants associée à une augmentation des FFI et des MFI provenant de la transformation des MFT, MF, RP, FJ et MJ. Les FFT continue aussi de prendre une plus grande place suite à la transformation massive des MFT, qui voient leurs superficies être réduites de moitié. Les MR et surtout les RP diminuent due à une transformation en tous les autres types et un très faible recrutement en provenance des peuplements jeunes. En effet, ces derniers disparaissent presque du paysage C en 2000.

Tableau 18. Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 2000 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1961-62 (lignes) pour le Bloc C. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 2000 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.

	2000											
1961-62	FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	NF	N/A	FJ	MJ	RJ	Total
FFI	89	12	35	9	9	0				0		154
		-81	17	-192	-105	-207	-10	-2	-183	-343	-33	
FFT	94	827	236	113	104	109				14		1497
			216	-1162	-456	-232	-4	-24	-23	-87	-11	
MFI	18	20	40	21	16	14				0		129
				-359	-180	-426	-40	-4	-141	-543	-36	
MFT	200	1275	380	426	87	21		10		0		2401
					-145	-228	-1	10	-25	-80	-5	
MR	114	561	197	232	55	15		23		0		1198
						-129	-35	11	-31	-250	-37	
RP	207	342	439	249	144	229		17		9	0	1637
							-19	15	-26	-129	-39	
NF	10	4	40	1	35	19					0	107
								0	0	0	0	
N/A	2	24	4		12	2						45
									0	-6	0	
FJ	183	23	141	25	31	26				1		431
										1	0	
MJ	343	102	544	80	251	138		6		2	0	1464
											0	
RJ	33	11	36	5	37	39				0		160
Total	1293	3199	2092	1162	782	613		57		28	0	9225

Dans le paysage plus au nord (Bloc D), les changements sont différents puisque nous sommes dans la sapinière à bouleau blanc et que les feuillus tolérants y deviennent marginaux. Ainsi, durant la première période, 85% du paysage change de sous-type (Tableau 19). Les transformations majeures observées concernent a) l'augmentation des FFI provenant des zones perturbées et des jeunes peuplements résineux, b) la réduction des MFI, des MR et RP en MJ, et c) l'augmentation massive des RP provenant des zones perturbées. Du point de vue des jeunes peuplements, on observe donc un échange entre la dominance de jeunes résineux au début de la période pour des jeunes mixtes en fin de période (Tableau 19).

Tableau 19. Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 1961-62 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1928-30 (lignes) pour le Bloc D. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 1961-62 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.

1928-30	1961-62											Total
	FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	NF	N/A	FJ	MJ	RJ	
FFI	2		8	7	9	21		2		3	1	53
FFT		0	-7	7	-171	-16	-11	-338	-1	-90	-294	
MFI			27	130	145	219	6	54	43	339	24	1245
MFT					145	99	100	-6	-62	42	296	-62
MR						-92	-66	-2	-50	0	-8	-7
RP						86	-10	-164	44	366	-75	
NF							27	126	21	460	99	2171
N/A								-63	-1068	18	354	-372
FJ								7	1	4	11	203
MJ								-29	1	2	-11	
RJ									2	19	140	2356
Total									2	18	31	
FFI	1		1			4						6
MJ										-1	-5	
RJ												
Total	93	6	43	8	13	106	1	2	1	3	2	277
RJ											-3	
Total	295	79	87	7	112	471	23	109	5	6	30	1223
Total	975	465	666	382	956	3338	132	499	119	1233	356	9122

La période suivante dans le Bloc D est marquée par une stabilité plus importante puisque 35% du paysage demeure sous le même sous-type (Tableau 20). Dans ce paysage, cette période est surtout caractérisée par la transformation des sous-types FFI, MFT, MR, RP et MJ en MFI, des MJ et RP en MR, et des RJ et des zones perturbées en RP (Tableau 20). En effet, durant cette période les zones perturbées continuent à disparaître, passant des 500 ha qui restaient en 1960 à seulement 56 ha.

Tableau 20. Transitions (en noir) et bilan des transitions (en rouge) des superficies (ha) occupées par les sous-types de composition en 2000 (colonnes) en fonction des sous-types de composition en 1961-62 (lignes) pour le Bloc D. Un bilan de transitions positif montre un gain au profit du sous-type de 2000 et vice-versa. Les bilans de transitions en jaune sont les plus importants.

	2000											
1961-62	FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	NF	N/A	FJ	MJ	RJ	Total
FFI	537		337	0	29	63		0	5	2		975
		-11	255	-23	-60	-91	-2	-21	-24	-97	-12	
FFT	11	50		47	334		0		23	0		465
		50	0	47	334	0	0	0	23	0		
MFI	82	330		153	78	5	1	5	11	1		666
			-177	-248	-493	-13	-178	-46	-568	-59		
MFT	23	177		104	61	0	1	13	2	0		382
				99	60	0	1	13	2	0		
MR	89	402	5	228	205	3	2	14	9			956
					-150	-13	-20	-7	-310	-31		
RP	155	571	1	355	2076	18	30	23	105	5		3338
						-77	-205	21	-72	-238		
NF	2	18		15	95				3			132
							-5	0	2	-1		
N/A	22	179	0	22	235	5	9	15	2	11		499
								15	-11	11		
FJ	30	51		21	2			17				119
									-22	0		
MJ	99	579		319	177	0	13	22	11	13		1233
										5		
RJ	12	60		31	243	1	0		8	0		356
Total	1062	2753	7	1324	3568	32	56	114	176	31		9122

3.3 Synthèse des transitions observées par période (de 1928-30 à 1961-62 et de 1961-62 à 2000)

Les deux premiers axes de l'APC expliquent 60% de la variance (Axe1=33%, Axe2=27%) (Figure 20). Comme le troisième axe n'explique que 14%, seules les deux premiers axes ont été retenus pour l'interprétation et la représentation graphique de l'APC.

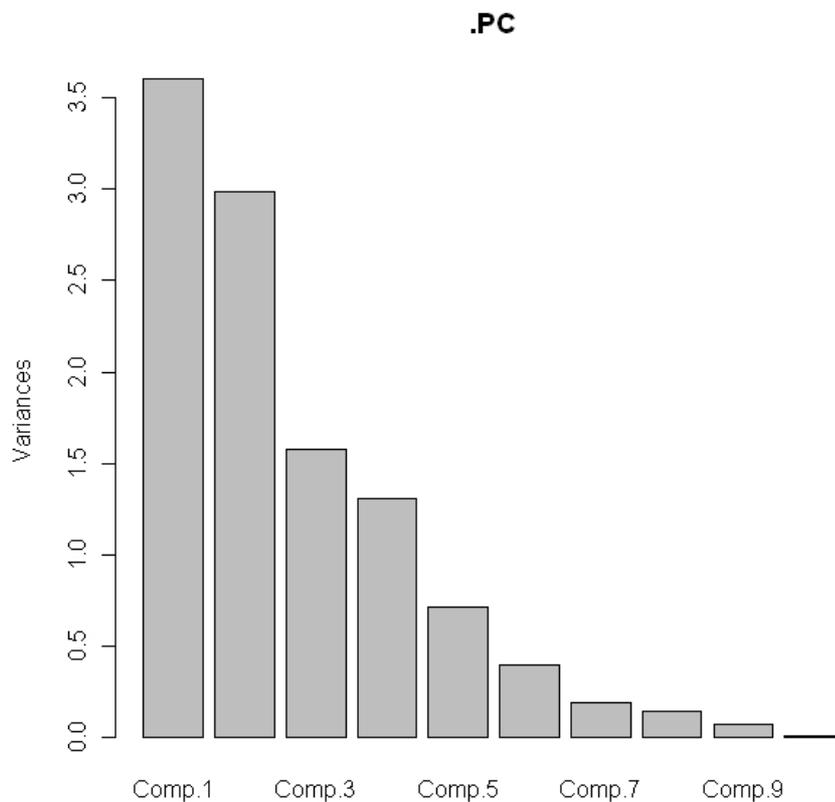


Figure 21. Variance expliquée par les différents axes de l'analyse en composantes principales.

L'analyse en composantes principales (APC) nous permet de synthétiser l'ensemble des changements de composition en sous-types ayant eu cours de 1930 à 2000 pour chacun et l'ensemble des blocs (Figure 21). La première constatation qu'on peut y faire est que le changement en composition est plus important entre 1960 et 2000

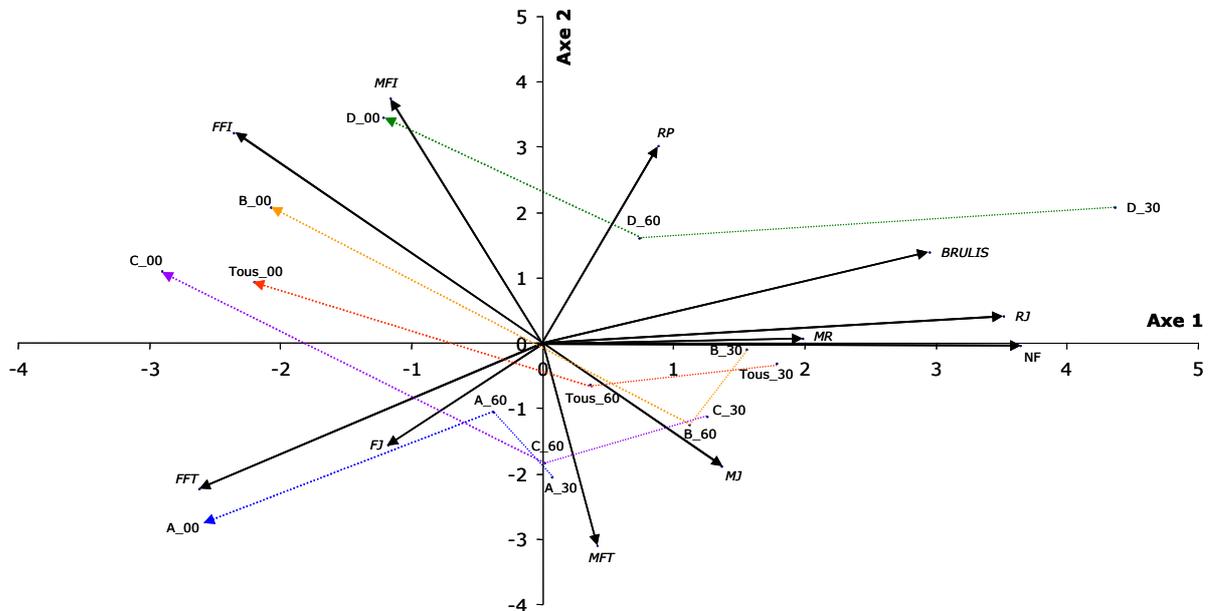


Figure 22. Ordination des blocs par période sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales. Les flèches de couleurs représentent les changements de composition entre les 3 périodes.

qu'entre 1930 et 1960. En effet, on remarque que les vecteurs de changement (flèches en couleur dans la Figure 21) sont plus longs pour la deuxième période de changement pour tous les blocs, sauf le D. Effect, le bloc D était en 1930 dominé par les jeunes peuplements et les zones de brûlis (D_30), qui se sont surtout modifiées en RP, en 1960 (D_60) (Figure 21). On constate aussi très bien l'effet d'enfeuillage généralisé dans l'ensemble des blocs, les vecteurs passant de la zone de droite, qui exprime une composition en résineux en haut, et en mixte en bas, vers la gauche du graphique qui exprime alors les feuillus intolérants en haut et les feuillus tolérants en bas. La dynamique d'évolution de la composition du bloc A est différente de celle des blocs B et C ; le bloc A étant caractérisé par un enfeuillage en feuillus tolérants alors que les blocs B et C par un enfeuillage en feuillus intolérants. Le gradient latitudinal est aussi bien représenté sur cette ordination, les blocs plus méridionaux étant au bas du graphique et ceux plus septentrionaux en haut ; on a proximité au réservoir Mitchénémicus confère au Bloc C un caractère plus méridional que pour le Bloc B même si ces deux blocs se trouvent à peu près à la même latitude.

3.3 Rôle joué par les perturbations dans les transitions observées par période (de 1928-30 à 1961-62 et de 1961-62 à 2000)

Il est aussi important de comprendre ce qui a été le moteur des transitions que nous venons de décrire. Est-ce une perturbation en particulier qui a favorisé les changements observés ou bien est-ce la succession naturelle ? Pour mieux comprendre ce qui est arrivé, nous avons analysé la proportion des sous-types en fonction des perturbations ayant eu cours dans la période précédente, et ce, en combinant tous les blocs ensemble. On remarque pour toutes les 3 périodes que les mixtes (MFI, MFT et MR) et les FFT sont généralement associés à des perturbations anthropiques partielles (Figures 22, 23 et 24). Cela est particulièrement vrai pour les FFT et les MFT, pour qui souvent plus de 40% des superficies en ces sous-types ont subi précédemment une coupe partielle. Il est peu surprenant de constater que les jeunes peuplements sont associés à des perturbations totales. Cependant, nos résultats montrent que les jeunes peuplements de feuillus sont associés plus fortement à des perturbations naturelles totales (NT) tel brûlis et chablis qu'à des coupes totales (AT).

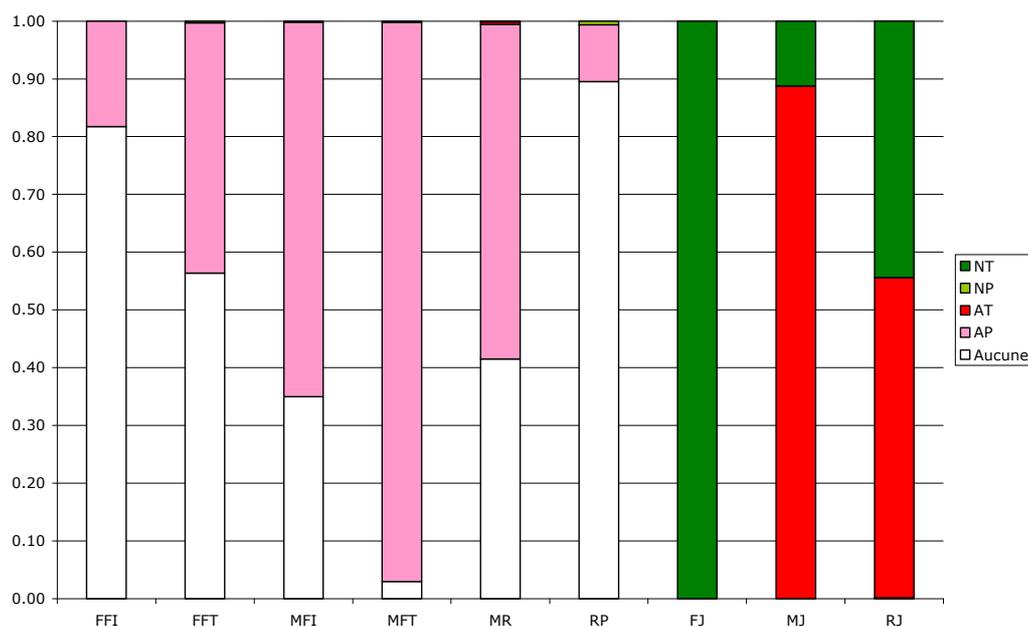


Figure 23. Proportion des superficies en chaque sous-type en fonction des perturbations ayant eu cours précédemment à la période 1930.

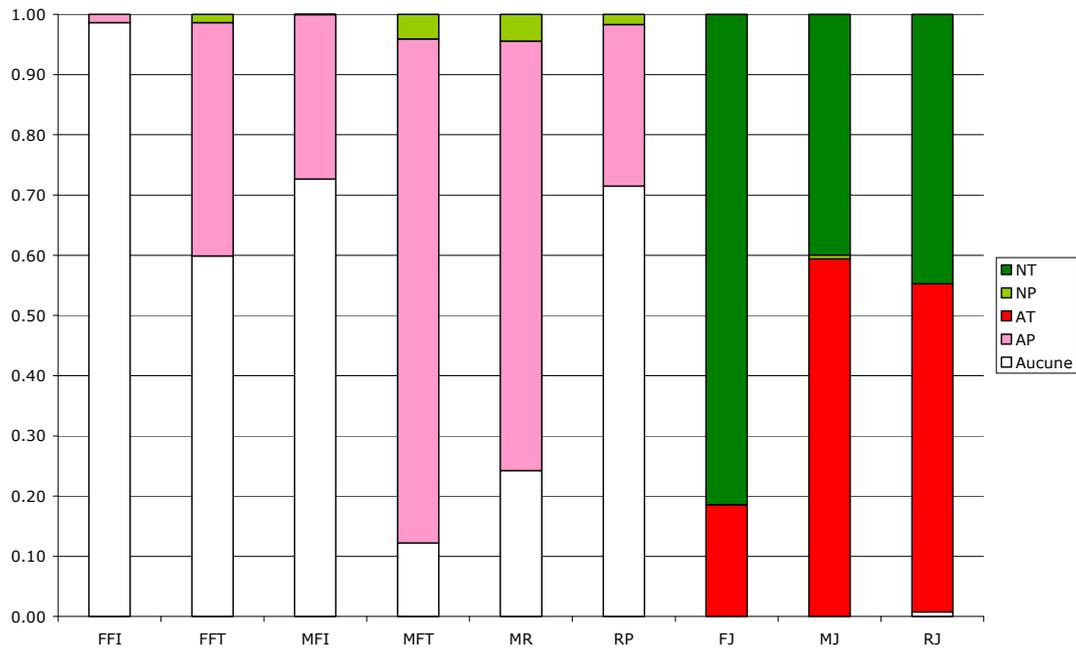


Figure 24. Proportion des superficies en chaque sous-type en fonction des perturbations ayant eu cours précédemment à la période 1961-62.

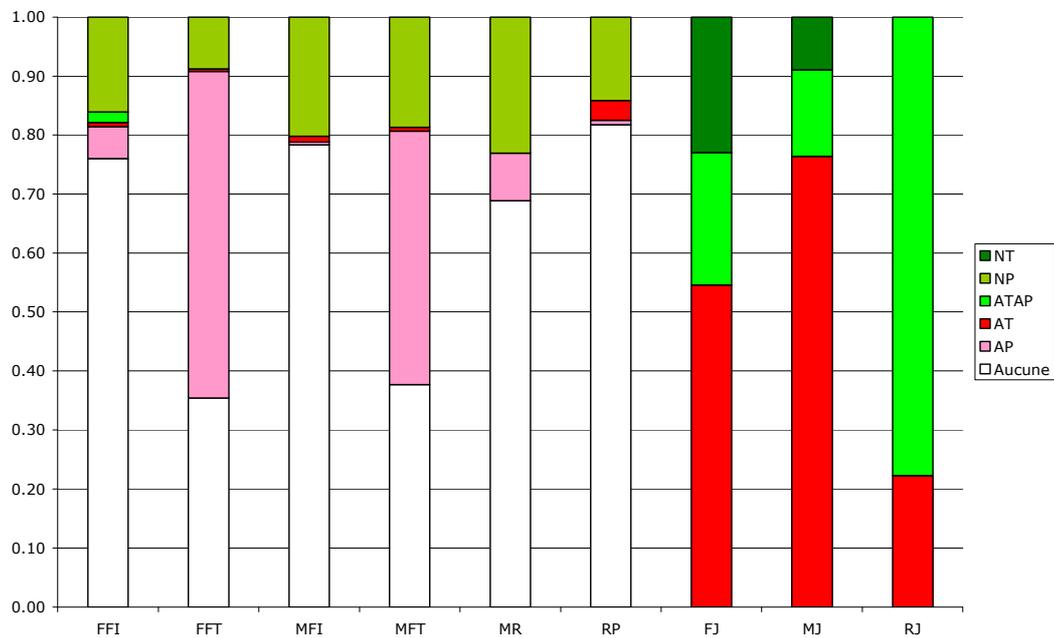


Figure 25. Proportion des superficies en chaque sous-type en fonction des perturbations ayant eu cours précédemment à la période 2000.

L'analyse détaillée des transitions en fonction des type de perturbations permet d'expliquer le rôle qu'on jouer le perturbations dans le changement de composition des 4 paysages sous étude. Ainsi, on peut observer que les transitions entre 1930 et 1960 ne sont pas en même importance en fonction des types de perturbations (Tableau 21). Par exemple, si une coupe partielle a lieu dans du FFT, seulement 41% des superficies demeureront en FFT comparativement à 71% si aucune perturbation n'a lieu ; sous coupes partielles 31% du FFT deviendra du MFT. Pour les MFI, sous succession naturelle, ceux-ci se répartissent en une gamme variée de sous-type. Cependant, sis une coupe partielle a lieu, ceux-ci devient majoritairement du MFT ou du MR. Le cas des MFT est intéressant car sous succession naturelle, celui-ci se transforme soit en FFT, soit en RP alors que si une coupe partielle est effectuée, il aura plutôt tendance à se maintenir ou devenir du MR. À l'inverse, les résineux purs auront plutôt tendance à se maintenir sous succession naturelle et à se transformer en MFT et MR après coupe partielle. Les zones perturbées (N/A) se transforment plus souvent en résineux purs si aucune perturbation suivante n'arrive.

De façon générale, pour la période 1930-1960, peu importe le sous-type à l'origine, on remarque que les perturbations totales (AT et NT) ont plutôt tendance à générer des peuplements mixtes jeunes (MJ) (Tableau 22). De plus, dans les peuplements jeunes (MJ et RJ), si aucune perturbation n'a lieu, ceux-ci auront plutôt tendance développer des couvert plus purs (FFT et RP) que si une coupe partielle est effectuée, ce qui favorise les peuplements mixtes.

À la période suivante, soit de 1960 à 2000, on observe que les FFT se maintiennent d'autant plus lorsqu'une coupe partielle est pratiquée que sous succession naturelle (Tableau 23). Ce phénomène est donc à l'inverse de ce qui a été observé pour la période 1930-60. Que ce soit sous succession naturelle ou bien sous perturbations partielles (AP ou NP), les MFT et les MR se transforment préférentiellement en FFT, particulièrement après coupe partielle. En fait, même les RP après coupe partielle se transforme préférentiellement en FFT durant cette période. Ce phénomène n'était pas observé à la période précédente (Tableau 22). On observe aussi que ces deux sous-types mixtes et les RP, sous succession naturelle ou bien après perturbation partielle naturelle (probablement une défoliation de la TBE), se transforment souvent en MFI (Tableau 23). Telle qu'à la période précédente, la meilleure façon de maintenir du résineux pur dans le paysage est de laisser la succession agir dans les peuplement de résineux (RP et RJ) ainsi que dans les brûlis. Cette analyse montre aussi que si on laisse vieillir les peuplements de feuillus jeunes ou mixtes, ceux-ci deviennent majoritairement des FFI et des MFI.

Tableau 21. Pourcentage des superficies ayant transitées d'un sous-type à un autre entre 1930 et 1960 en fonction des types de perturbations. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.

Sous-Type 1930	Type de perturbation	Sous-Type 1960									Superficie (ha)	
		FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	N/A	FJ	MJ		RJ
FFT	Aucune	0	71	1	2	2	22	1				1780
	AP	0	42	0	31	18	7	1				1787
	AT							3	0	71	26	290
	NP		44		6	16	33			0		30
	NT							4	31	53	12	90
MFI	Aucune	2	10	14	16	26	30	2				1045
	AP		5	5	30	41	16	3				995
	AT							0	1	91	7	628
	NP			0	33	37	22			8		53
	NT							6	12	77	6	570
MFT	Aucune	3	53	0	9	8	26	1				1964
	AP	0	18	1	45	28	8	1				7150
	AT								7	84	9	315
	NP		4		52	32	11			1		313
	NT								30	69	1	255
MR	Aucune	12	12	10	9	13	41	2				1548
	AP		7	2	33	37	21	1				1861
	AT							1	2	90	8	503
	NP		8		29	29	32			3		114
	NT							3	18	72	7	576
RP	Aucune	2	21	6	4	9	54	4				2370
	AP		12	1	19	23	44	1				1078
	AT							2	1	72	25	666
	NP		49		6	37	5			4		40
	NT							6	7	71	16	676
N/A	Aucune	13	13	5	4	10	51	5				2689
	AP		16	9	32	19	17	7				423
	AT							3	12	75	9	217
	NP		30		12	27	31					39
	NT							2	24	35	39	342
MJ	Aucune	19	29	7	6	7	29	3				939
	AP		14	7	30	26	22	2				1021
	AT							0	4	89	7	623
	NP		6		25	41	14			14		156
	NT								18	78	4	259
RJ	Aucune	18	17	5	0	9	44	7				1783
	AP		14	10	20	25	25	6				371
	AT								4	85	11	274
	NP		44		12	24	19			2		37
	NT							1	18	64	17	200

Tableau 22. Pourcentage des superficies ayant transitées d'un sous-type à un autre entre 1960 et 2000 en fonction des types de perturbations. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.

Sous-Type 1960	Type de perturbation	Sous-Type 2000										Superficie (ha)
		FFI	FFT	MFI	MFT	MR	RP	N/A	FJ	MJ	RJ	
FFI	Aucune	56	1	32	0	3	6					1009
	NP	40	6	44	4	2	3					140
FFT	Aucune	5	56	12	6	5	17					3530
	AP	0	88	0	8	3	1					2336
	AT	0	1	0	0		13	24	11	47	3	434
	NP	6	15	14	15	18	31					402
MFI	Aucune	13	2	46	2	23	14					751
	AT							86		12	1	46
	NP	24	6	48	7	10	5					205
MFT	Aucune	10	37	27	14	8	4					2760
	AP	1	81	0	17	1	0					2450
	AT	1	2	0	2		3	27	17	47	0	210
	NP	7	44	16	25	3	4					955
MR	Aucune	10	24	30	15	12	9					2450
	AP	1	75	1	21	3						1839
	AT	0	8	0	0		4	28	19	39	1	438
	NP	16	26	29	14	11	4					880
	NT							8	55	37		25
RP	Aucune	7	4	21	5	10	52					4594
	AP	4	49	0	38	8	1					1089
	AT	2	0	7	1		13	20	11	45	1	954
	NP	10	13	29	7	14	28					1107
	NT							23	17	60		132
N/A	Aucune	13	4	35	1	6	41					529
	AP	4	61		35							93
	AT						1	59	0	23	17	64
	NP	0	6	44	0	3	46					118
	NT							35	58	7		26
FJ	Aucune	49	2	40	3	6	2					438
	NP	3	8	33	15	22	19					131
MJ	Aucune	22	2	42	2	15	16					3549
	AP	29	47	1	7	11	4					242
	AT						1	74		10	16	84
	NP	11	8	33	8	21	18					1148
	NT							33	55	12		39
RJ	Aucune	7	1	18	1	13	60					739
	AP	30	39		17	14						25
	NP	19	2	11	1	28	39					70

Lorsque détaillée au niveau de l'essence dominante, on remarque que pour la première période, la succession naturelle favorise le développement d'essences tolérantes à l'ombre, telles les feuillus tolérants et le sapin dans les paysages (Tableau 24). En effet, on note que les peuplements dominés par les feuillus se transforment en peuplements de feuillus tolérants et en sapinière alors que les sapinières et les pessières se transforment ou se maintiennent en sapinière. Cependant, ce dynamisme change sous coupes partielles ; ce type de perturbation favorise plutôt le bouleau jaune et d'autres groupes d'essences mixtes. Seules les sapinières continuent à contribuer au maintien des sapinières en 1960 après cette perturbation.

Tableau 23. Pourcentage des superficies ayant transités d'une essence dominante de l'appellation cartographique à un autre entre 1930 et 1960 après perturbations partielles et succession naturelle. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.

Perturbations 1930-60	1930	1960						Autre	Total (ha)
		BB	BJ	E	FT	PE	S		
Aucune	BB	12	1	2	23	0	30	31	1069
	BJ	4	9	2	44	0	32	9	1367
	E	0	0	29	23	0	47	1	126
	FT	0	7	3	70	0	15	4	2294
	S	7	1	7	21	0	53	11	2053
	Autre	17	1	3	20	0	41	17	4128
AP	BB	6	19	4	11	2	17	41	986
	BJ	0	44	1	18	0	8	29	5761
	FT	0	48	1	23	0	6	22	3034
	S	1	16	7	10	0	43	23	1039
	Autre	2	24	4	15	0	20	36	3308
NP	BB	0	24	0	9	0	22	45	53
	BJ	0	47	0	10	0	12	32	301
	FT	0	5	0	44	0	24	27	42
	S	0	6	9	40	0	5	40	40
	Autre	0	23	0	13	0	21	43	307

À la période suivante, on note que le dynamisme change foncièrement. En effet, durant cette période, sous succession naturelle, les sapinières disparaissent du paysage (Tableau 25). Même après coupes partielles, la sapinière se transforme en bétulaies jaunes. Les peuplements résineux se dirigent soit vers la pessière, soit vers les bétulaies blanches et les peuplements feuillus vers les feuillus tolérants et les bétulaies blanches. Bien que la coupe partielle favorise encore durant cette période la transformation en bétulaies jaunes, elle

favorise davantage la génération ou le maintien de peuplements dominés par les feuillus tolérants.

Tableau 24. Pourcentage des superficies ayant transitées d'une essence dominante de l'appellation cartographique à un autre entre 1960 et 2000 après perturbations partielles et succession naturelle. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.

Perturbations					2000				Total (ha)
1960-2000	1960	BB	BJ	E	FT	PE	S	Autre	
Aucune	BB	74	2	9	0	0	0	14	1381
	BJ	11	23	1	63	1	0	1	352
	E	23	7	48	2	0	2	18	466
	FT	18	9	13	44	0	0	16	4152
	S	21	8	43	4	1	1	22	5310
	Autre	54	6	13	7	1	0	19	1922
	AP	BB	27	73	0	1	0	0	0
	BJ	1	37	0	62	0	0	1	2707
	E	5	66	0	28	0	0	1	30
	FT	1	22	0	73	1	0	3	2032
	S	4	56	1	29	1	0	10	982
	Autre	5	43	0	47	0	0	4	2128
NP	BB	79	14	2	0	0	0	5	233
	BJ	12	82	2	1	0	0	3	716
	E	24	14	40	0	0	3	20	173
	FT	39	33	15	0	0	1	13	500
	S	38	19	26	0	2	2	13	1088
	Autre	44	24	7	0	1	6	18	2358

La période 1960-2000 est marquée par un passage important des perturbations naturelles partielles venant de l'épidémie de la TBE dans les années 1970. Il est intéressant de noter que suite à cette perturbation, les peuplements se sont transformés préférentiellement en bétulaies blanches (pour les bétulaies blanches, les peuplements dominés par les feuillus tolérants, les sapinières et les autres mixtes) ou jaunes (pour les bétulaies jaunes) ou en pessière (pour les pessières et les sapinières).

Nous nous sommes aussi intéressé au devenir à plus long terme des peuplements ayant subi une perturbation totale entre 1930 et 1960. Que ce soit après coupe totale ou perturbation naturelle totale, l'ensemble des peuplements se transforme à long terme majoritairement en bétulaies blanches. Les sapinières et les peuplements dominés par les feuillus tolérants ont eu tendance à se transformer aussi en pessière dans une moindre importance. Il est à noter que les perturbations totales défavorisent le développement de sapinières et de peuplements de feuillus tolérants. Autre aspect intéressant, on voit rarement les peupleraies s'installer après perturbation totale dans les Hautes Laurentides. Ainsi, les essences de colonisation

les plus agressives sont le bouleau blanc, les épinettes et le bouleau jaune, dans une moindre mesure.

Tableau 25. Pourcentage des superficies ayant transitées d'une essence dominante de l'appellation cartographique à un autre entre 1930 et 2000 après perturbations totales ayant eu cours durant la période 1930-1960. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.

Perturbations 1930-60	1930	2000				Total (ha)			
		BB	BJ	E	FT		PE	S	Autre
AT	BB	68	6	8	1	4	2	11	592
	BJ	49	31	2	4	2	1	11	293
	FT	31	4	41	3	2	4	16	308
	S	32	8	38	0	2	2	17	663
	Autre	54	9	14	1	4	5	15	1490
NT	BB	71	2	3	0	2	0	21	574
	BJ	71	12	3	1	3	0	10	247
	FT	50	7	16	7	0	1	20	97
	S	48	3	25	0	1	2	23	653
	Autre	61	6	9	0	1	4	19	1035

Nous voulions aussi mieux comprendre comment évoluaient les essences à plus long terme, soit sous succession naturelle. Pour ce faire, nous avons alors sélectionné seulement les cas pour lesquels on observait aucune perturbation entre 1930 et 2000. Nous avons alors constaté que sur 70 ans, les bétulaies blanches ont très peu changé (Tableau 27). Les pessières et les peuplements de feuillus tolérants se sont majoritairement maintenus, quoiqu'une partie non-négligeable se soit transformée en bétulaies. Les bétulaies jaunes se sont très majoritairement transformées en peuplements de feuillus tolérants alors que les sapinières sont soit devenues des pessières, soit des bétulaies blanches, soit d'autres peuplements mixtes.

Tableau 26. Pourcentage des superficies ayant transitées d'une essence dominante de l'appellation cartographique à un autre entre 1930 et 2000 lorsque aucune perturbation n'a eu cours. Les pourcentages en jaune soulignent les transitions les plus importantes. Les types de perturbations ayant moins que 20 ha ont été exclus du tableau.

Perturbations 1930-2000	1930	2000							Total (ha)
		BB	BJ	E	FT	PE	S	Autre	
Aucune	BB	74	2	9	0	0	0	14	1381
	BJ	11	23	1	63	1	0	1	352
	E	23	7	48	2	0	2	18	466
	FT	18	9	13	44	0	0	16	4152
	S	21	8	43	4	1	1	22	5310
	Autre	54	6	13	7	1	0	19	1922

4. Discussion des résultats

Les résultats nous expriment que des changements radicaux ont eu cours des les paysages de cet UAF. Les sections qui suivent discutent de ces changements qui sont :

- Un double enfeuillement du paysage ;
- Un régime de perturbations instable ;

4.1 Le double enfeuillement du paysage

Tous les secteurs font montre d'un enfeuillement important au cours des 70 années couvertes par cette étude. Nos analyses, et tout particulièrement l'ordination de l'analyse en composantes principales, montrent que cet enfeuillement s'est produit en deux phases. Un premier enfeuillement en feuillus tolérants est apparu en 1930 et 1960, provenant majoritairement de la transformation des mixtes à feuillus tolérants. Comme le montrent les analyses des transitions, ce changement s'est effectué surtout par la voie de la succession naturelle. Durant la deuxième période, le premier type d'enfeuillement s'est accentué sous la pratique des coupes partielles incluant aussi la transformation des mixtes à dominance résineuse en peuplement de feuillus tolérants. La coupe à diamètre limite avant 1975 et la coupe de jardinage par la suite sont des pratiques favorisant les feuillus tolérants. Ces deux voies d'évolution combinées ont fait que les mixtes à dominance de feuillus tolérants, qui étaient les peuplements les plus abondants en 1930 avec plus de 25% de la superficie forestière, sont passés à 9% seulement en 2000. Depuis le début de l'exploitation

industrielle de la forêt, on a favorisé la récolte des essences résineuses au moyen de coupes à diamètre limite à des fins de production de pâtes et de papiers. Par la suite, les compagnies forestières ont toujours eu la difficulté à assurer le retour des essences résineuses dans les peuplements mixtes exploités uniquement pour la production de pâtes et de papiers (MacLaren 1934 ; 1941 ; 1956). On peut penser que l'exploitation sélective des résineux en laissant sur le parterre de coupe que des feuillus à accentuer, avec le temps, la migration vers l'enfeuillage.

Durant la deuxième période, ce premier type d'enfeuillage s'est alors accompagné d'un deuxième type, surtout causé par le vieillissement des jeunes mixtes en bétulaies blanches et peuplements mixtes à feuillus intolérants, et par la transformation des sapinières et des mixtes à dominance résineuse en mixtes à feuillus intolérants après coupes partielles et épidémies de TBE. Ce deuxième type d'enfeuillage a amené le bouleau à papier à être beaucoup plus important dans le paysage, passant de 4.3% à 28.6%. Ce phénomène a surtout été observé dans les trois secteurs les plus septentrionaux (B, C, D). Rappelons que ce deuxième enfeuillage fait suite au dépérissement des bouleaux qui a marqué la décennie suivant le milieu des années 1940. Ainsi, une régénération vigoureuse aurait alors été stimulée par la mort des arbres dans les peuplements touchés.

Ce double enfeuillage ne s'est pas produit avec la même intensité dans tous les 4 secteurs. La localisation géographique des secteurs, et conséquemment les conditions climatiques et abiotiques propres à chacun, et le passage épisodiques d'évènements dits catastrophiques tels que les épidémies, les feux et les coupes totales constituent les facteurs pouvant expliquer en tout ou en partie la variabilité observée entre les secteurs. Par exemple, au sud, où le premier type d'enfeuillage est particulièrement important, on assiste à une augmentation fulgurante de l'abondance des peuplements de feuillus tolérants, passant de 21% à 64%. Un tel changement n'a pas été observé dans aucune étude historique de l'évolution de la végétation des paysages au Québec ou en Ontario (Nolet et al. 2003, Boucher et al. 2006). L'enfeuillage dans les secteurs B et C est plus modeste, mais demeure important. De plus, dans ces autres secteurs, il est aussi associé à l'augmentation des feuillus intolérants durant la deuxième période d'évolution. Dans le secteur D, on observe seulement un enfeuillage en feuillus intolérants durant la première période, causés par le vieillissement des zones perturbées par le feu et des jeunes peuplements de résineux. Cet enfeuillage se poursuit à la deuxième période par une augmentation des mixtes en feuillus intolérants, causés par la transformation des autres mixtes et des

sapinières suite aux perturbations partielles (coupes partielles et TBE) et par le vieillissement des jeunes peuplements mixtes.

4.2 Un régime de perturbation constamment en changement

Notre analyse fait ressortir que les paysages des Hautes-Laurentides sont passés à travers divers régimes de perturbations se distinguant par l'importance, l'intensité et le type de perturbations. L'élément constant entre tous les paysages et toutes les périodes est la plus grande prépondérance des perturbations partielles (4 fois plus) et la très forte dominance des perturbations anthropiques (87%). Près de 55% de tout le territoire forestier a fait l'objet d'au moins une coupe partielle depuis 1930. Rappelons que la séquence de perturbation la plus importante en superficie est celle impliquant au moins une coupe partielle à toute les période (AP-AP-AP=13.2%). Seulement 9.6% du territoire forestier n'a pas été l'objet d'une perturbation depuis avant 1930. Nous avons donc affaire à un paysage fortement modifié par l'homme, et ce depuis fort longtemps.

Le premier changement dans le régime de perturbations important à noter est la réduction importante des superficies perturbées durant la dernière période (1960-2000). En effet, de 5508 ha coupés en moyenne en 1930, on passe à 2819 ha. Cette différence est d'autant plus marquée que la période d'évaluation pour cette dernière période est plus longue (1960-2000=40 ans). Conséquemment, on observe une augmentation de la moyenne de l'âge du paysage avec le temps au cours des 70 années couvertes par notre étude, malgré que pour les peuplements mixtes à feuillus (MFI et MFT), cela soit le contraire.

Deuxièmement, on remarque aussi que les perturbations par le feu sont variables selon les périodes et selon la latitude. En effet, la dernière période est exempte de feux alors que les feux ont joué un rôle important aux deux périodes précédentes. De plus, lorsqu'on examine les intervalles de retour de feux selon le gradient latitudinal, on s'aperçoit que celui diminue du sud au nord : secteur A = 3 369 années; secteur B = 6 540 années ; secteur C = 453 années ; et secteur D = 179 années. Ces résultats indiquent qu'un long intervalle de feux est observé dans les secteurs A et B situés plus au sud. Par opposition, un intervalle de feux beaucoup plus court caractérise les secteurs C et D situés plus au nord et / ou en milieu plat et humide, endroits davantage propices à la colonisation par des essences résineuses. Enfin, un intervalle moyen de retour de feux de 492 années a été calculé pour l'ensemble du territoire étudié.

Troisièmement, on s'aperçoit que les épidémies de TBE ont joué un rôle important dans ces paysages, particulièrement l'épidémie de 1940 dans les paysages B et C et celle de 1970 dans le paysage D. Ces perturbations ont eu comme effet de réduire l'importance du sapin dans le paysage, comme le montre les transitions conditionnelles. En effet, seulement 2% des sapinières conservent leur appellation après l'épidémie de TBE de 1970.

Cette augmentation des perturbations par les épidémies de TBE a provoqué un changement dans les densités des peuplements, amenant une augmentation des densités de classe « C » en 1960. Les effets de l'épidémie de TBE de 1970 sur la densité ne sont pas apparents et nous supposons que cela vient du fait que cette période est marquée par une relaxation des perturbations en général, permettant la reconstruction du stock sur pied, ce qui contre-balance l'effet de ces perturbations partielles. Curieusement, on se serait attendu à voir les classes d'âges irrégulières (IRRJ et IRRV) à devenir plus abondantes après les épidémies de TBE mais ce n'est pas le cas. Nous croyons ces classes d'âge sont difficiles à détecter par photo-interprétation, ce qui expliquerait leur faible représentativité et leur faible variation, malgré que les données d'inventaires forestiers semblent montrer que leur abondance soit plus importante.

Une autre étape intéressante dans la compréhension du dynamisme du paysage a consisté à montrer de quelle façon les types de perturbations totales, naturelles ou anthropiques, influencent la venue de certaines compositions végétales. Ainsi, nos résultats indiquent que l'installation de jeunes peuplements mixtes et résineux est favorisée par le passage de perturbations anthropiques totales, alors que les feux facilitent la mise en place de jeunes peuplements feuillus

Une autre constatation sur les perturbations découle de l'analyse des transitions conditionnelles. En effet, la comparaison des transitions après coupe partielle laisse sous-entendre que les directives de récolte se sont modifiées durant le siècle dernier puisqu'on observe une réponse différente dans les transitions entre les deux périodes. Ainsi, entre 1930 et 1960, les coupes partielles auront tendance à amener les peuplements vers les peuplements mixtes (MFT et MR) à dominance de bouleau jaune. De plus, pour cette première période, les sapinières auront tendance à se maintenir après coupe partielle (43%). À la période suivante, le dynamisme change. Entre 1960 et 2000, les coupes partielles avantagent la transformation des peuplements vers une dominance de feuillus tolérants (FFT) et à mixtes à feuillus tolérants (MFT). De plus, les sapinières après coupes partielles changent de composition. Elles sont, elles aussi, transformées en peuplements à dominance de feuillus tolérants (FFT) et à mixtes à feuillus tolérants (MFT) où le bouleau

jaune domine. Outre des directives de récolte sélective ciblant des groupes espèces différentes, ces différences pourraient être attribuables à des pratiques différentes entraînées par la mécanisation des opérations ou des mécanismes naturelles tels des conditions climatiques plus favorables à certaines espèces. Par exemples, les peuplements ont été traités surtout par coupe à diamètre limite avant 1975 et par coupe de jardinage par la suite, pratiques favorisant les feuillus tolérants. Dans le cas des sapinières, le changement observé entre les deux périodes s'expliquerait surtout par un changement dans le régime de sélection des tiges lors de la coupe partielle. On sait que, dans le cas de la compagnie Maclaren, seuls les arbres de dimension importante était récoltés au début de l'ère des pâtes et papiers lorsque le bois était flotté. En effet, plus grosse est la bille, meilleure est la probabilité qu'elle se rende à l'exutoire de la rivière. Ainsi, comme le sapin atteint plus rarement les dimensions importantes, les épinettes étaient plus récoltées que le sapin au début. Dans la seconde période, une récolte axée sur le sapin, combinée aux deux épidémies de TBE, a contribué à la réduction de cette espèce dans le paysage. Comme le sapin est une espèce tolérante à l'ombre, il est fort probable que sous les arbres des peuplements qui ont fait changer l'appellation du groupe d'essence, on trouve une régénération abondante de sapin. Les épidémies de TBE tendance à favoriser la reprise de croissance du sous-couvert résineux, particulièrement celle du sapin baumier. On peut donc s'attendre à voir l'abondance en cette espèce à revenir de façon plus importante dans le paysage. Ainsi, dans les domaines bioclimatiques de la sapinière à bouleau jaune et la sapinière à bouleau blanc, on assisterait donc peut-être à une dynamique de paysage oscillant entre un paysage dominé par le sapin baumier et un paysage dominé par le bouleau à papier.

4. Conclusions

Cette étude, qui présente l'évolution du paysage forestier de quatre secteurs de 100 km² localisés dans l'UAF 64-51, a permis de mieux saisir la nature et l'importance des changements de végétation forestière observés depuis 1930 dans cette région. L'action de l'homme sur la forêt a été considérable et nous avons observée des dérives compositionnelles importantes résultant de l'effet combiner des pratiques forestières et des perturbations naturelles qui, dans bien des cas, on t agi dans le même sens sur une longue période. La quantification de ces changements en terme de transitions et l'identification des

facteurs responsables de ces changements ont permis de mieux comprendre le dynamisme des écosystèmes de ce paysage.

Ces informations sont précieuses dans le cadre de l'aménagement écosystémique. Comme l'aménagement écosystémique est un aménagement qui consiste à maintenir l'intégrité écologique, les orientations qui en découlent doivent suggérer des actions visant à restaurer la composition, la structure et la fonction des écosystèmes naturels qui ont été modifiés. À la lumière des résultats de cette étude, il apparaît clair que la problématique du double enseuillement mérite de porter une attention particulière lors du développement de mesures de restauration.

Les essences feuillues ont gagné en abondance dans le paysage au cours du dernier siècle, au détriment des peuplements mélangés. Il devient donc important de voir à redresser cette situation en identifiant les sites qui seraient les plus aptes à supporter à nouveau des peuplements mixtes. Les informations cueillies dans ce projet, quoiqu'elles ne portaient pas sur cette question, pourraient servir afin d'aider à identifier les sites prioritaires pour la remise en abondance des peuplements mixtes dans le paysage.

L'augmentation des feuillus intolérants à la deuxième phase a été provoquée par le vieillissement des peuplements qui étaient issus des perturbations catastrophiques au début du 20^{ème} siècle et de l'effet sélectif sur les peuplements mixtes et résineux des épidémies de la TBE. Il apparaît clair que ce changement s'est surtout fait au détriment des peuplements de sapin baumier. Nos résultats suggèrent donc que la conversion des bétulaies blanches en sapinière devrait faire partie des stratégies d'aménagement écosystémique du paysage.

Toutefois, une lacune importante persiste après cette étude, laquelle concerne l'incapacité à pouvoir déterminer dans quelle mesure le paysage forestier actuel a dévié de ses caractéristiques d'avant le début de la colonisation. Comme il y a eu des changements incessants dans le régime de perturbations depuis le début du siècle et que cette première période a été marquée par les grands feux de 1923, il serait important d'aller chercher de l'information sur le paysage tel qu'il était au 19^{ème} siècle. L'utilisation des carnets de l'arpentage primitif du Québec devrait nous permettre de corroborer ou bien d'infirmer les observations décrites par cette étude.

Mentionnons qu'en plus des résultats présentés dans ce document, la base de données développée dans le cadre de ce projet constitue une production tangible qui peut toujours

servir à d'autres fins. Par exemple, comme citée précédemment, elle peut servir à identifier des sites prioritaires de restauration ou bien servir à la caractérisation écologique des sites sur lesquels on trouvait certains types de peuplements. On pourrait, en effet par une analyse plus fine, peut-être trouver que les transitions conditionnelles observées sont aussi conditionnées par la topographie ou bien l'accès à des voies de transport des bois exploitées.

5. Références citées

- Barette, M. et L. Bélanger. 2007.** Reconstitution historique du paysage préindustriel de la région écologique des hautes collines du Bas-Saint-Maurice. *Canadian Journal of Forest Research* 37: 1147-1160.
- Bormann, F.H. et G.E. Likens, 1979.** Pattern and process in a forested ecosystem. Springer-Verlag, New York.
- Bouchard, A., Dyrda, S., Bergeron, Y., et Meilleur, A. 1989.** The use of notary deeds to estimate the changes in the composition of 19th century forests, in Haut-Saint-Laurent, Quebec. *Canadian Journal of Forest Research* 19: 1146-1150.
- Boucher, Y. 2002.** Reconstitution du développement de deux forêts du Bas-Saint-Laurent (Québec) en réponse aux perturbations du XX^e siècle. Mémoire de maîtrise en gestion de la faune et de ses habitats. 52 pages.
- Boucher, Y., Arseneault, D. et L. Sirois. 2006.** Logging-induced change (1930-2002) of a preindustrial landscape at the northern range limit of northern hardwoods, eastern Canada. *Canadian Journal of Forest Research*. 36 : 505-517.
- Boucher, Y., D. Arseneault, L. Sirois et L. Blais, 2009.** Logging pattern and landscape changes over the last century at the boreal and deciduous forest transition in Eastern Canada. *Landscape Ecology* 24: 171-184.
- Bouffard, D. et F. Doyon. 2008.** Recherche de photographies aériennes anciennes en vue de la réalisation d'une étude sur la dynamique de la végétation forestière au cours du 20^{ème} siècle dans l'UAF 64-51. Institut québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue, Ripon, Québec. Rapport technique. 38 p.
- Bouffard, D., Doyon, F. et É. Forget. 2003.** Historique et dynamisme écologique de la végétation de la réserve faunique Rouge-Matawin de 1930 à nos jours. Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue, Ripon, Québec. Rapport technique, 113 p.
- Frelich, L.E. et C.G. Lorimer, 1991.** Natural disturbance regimes in hemlock-hardwood forests of the upper great lakes region. *Ecological monographs*, 61: 145-164.
- Jackson, S.M., F. Pinto, J.R. Malcolm et E.R. Wilson. 2000.** A comparison of pre-European settlement (1857) and current (1981-1995) forest composition in central Ontario. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 605-612.
- Larivière, J. 2005.** Pour la qualité de l'eau du bassin versant de la Lièvre. Portrait avril 2005. Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre (COBALI), Québec. 56 p.
- Litynski, J. 1984.** Classification numérique des climats mondiaux. O.M.M., P.C.M., W.C.P. 63. 46 p.
- Lorimer, C.G. 1977.** The presettlement forest and natural disturbance cycle of northeastern Maine. *Ecology* 58: 139-148.

- MRN, 2000.** Norme de cartographie écoforestière. Forêt Québec, Direction des inventaires forestiers. Troisième programme de connaissance de la ressource forestière. Édition provisoire. ISBN : 2-551-19159-2, 84 p.
- Nolet, P., E. Forget, D. Bouffard et F. Doyon. 2001.** Reconstitution historique du dynamisme du paysage forestier du bassin de La Lièvre au cours du 20^{ième} siècle. Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue, Ripon, Québec. Rapport Technique, 113 p.
- Radeloff, V.C., D.J. Mladenoff, H.S. He et M. S. Boyce. 1999.** Forest landscape change in the northwestern Wisconsin Pine Barrens from pre-European settlement to the present. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 1649-1659.
- Robitaille, A. et J-P. Saucier, 1998.** Paysages régionaux du Québec méridional. MRN, Gouvernement du Québec. Éd. Les publications du Québec. 213 p.
- Schulte, L.A., D.J. Mladenoff et E.V. Nordheim. 2002.** Quantitative classification of a historic northern Wisconsin (USA) landscape: mapping forests at regional scales. *Canadian Journal of Forest Research* 32: 1616-1638.
- Simard, H. et A. Bouchard. 1996.** The precolonial 19th century forest of the Upper St. Lawrence Region of Quebec: a record of its exploitation and transformation through notary deeds of wood sales. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1670-1676.
- Weir, J.M.H. et E.A. Johnson. 1998.** Effects of escaped settlement fires and logging on forest composition in the mixedwood boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 459-467.
- Whitney, G.G. 1986.** Relation of Michigan's presettlement pine forests to substrate and disturbance history. *Ecology* 67: 1548-1559
- Zhang, Q., K.S. Pregitzer et D.D. Reed, 1999.** Catastrophic disturbance in the presettlement forests of the Upper Peninsula of Michigan. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 106-114.

Annexes

Annexe 1

**Appellations utilisées lors des travaux de
photointerprétation après regroupement
de celles provenant des normes du
3^{ème} inventaire décennal**

Appellation du 3 ^{ème} inventaire décennal	Appellation utilisées lors des travaux de photointerprétation
BB	BB
BB1	BB
BB1E	BBR
BB1R	BBR
BB1S	BBR
BBBB	BB
BBBBE	BBR
BBBBR	BBR
BBBBBS	BBR
BBE	BBR
BBPE	BB
BBPEE	BBR
BBPER	BBR
BBPES	BBR
BBR	BBR
BJ	BJ
BJ+C	BJR
BJ+PB	BJR
BJ+R	BJR
BJ-R	BJR
CBJ-	RBJ
CC	CC
CE	CR
CE	CR
CR	CR
EBB	RBB
EC	ER
EE	EE
EF	EF
EFI	RFI
EME	ER
EO	FT
EOR	RFT
EPE	RPE

Appellation du 3 ^{ème} inventaire décennal	Appellation utilisées lors des travaux de photointerprétation
EPG	ER
EPH	PLAN
EPL	PLAN
EPN	PLAN
EPO	PLAN
ER	FT
ERBB	FTFI
ERBJ	FT
ERFI	FTFI
ERFT	FT
ERPE	FTFI
ERR	FTR
ES	ER
F	F
FEPL	PLAN
FEPN	PLAN
FEPO	PLAN
FI	FI
FIBB	FI
FIBBE	FIR
FIBBR	FIR
FIR	FIR
FT	FT
FTFI	FTFI
FTPB	FTR
FTR	FTR
M	M
MEE	MER
PB+FT	RFT
PE1	PE
PE1R	PER
PE1S	PER
PEBB	PE
PEBBS	PER

Appellation du 3 ^{ème} Inventaire décennal	Appellation utilisées lors des travaux de photointerprétation
PEBBR	PER
PEPE	PE
PEPER	PER
PEPES	PER
PGE	PGR
PGPG	PG
PIG	PLAN
PU	PU
PUR	PUR
R	R
RBB	RBB
RBJ	RBJ
RBJ+	RBJ
RBJ-	RBJ
REO	RFT
RFH	RFT
RFI	RFI
RFT	RFT
SBB	RBB
SC	SR
SE	SR
SFI	RFI
SPE	RPE
SR	SR
SS	SS

Annexe 2

Répartition par sous-types de composition des appellations utilisées lors des travaux de photointerprétation

Sous-types de composition	Appellation utilisées lors des travaux de photointerprétation
FI	BB FI PE
FT	BJ FT FTFI
MFI	BBR FIR PER PLAN
MFT	BJR FTR
MR	EF RBB RBJ RFI RFT RPE
RP	CC CR EE ER MER PG PGR PLAN PU PUR SR SS

Annexe 3

Liste des appellations utilisées lors des travaux de photointerprétation et des essences désirées en composante principale

Appellation utilisées lors des travaux de photointerprétation	Essences en composante principale
BB	Bouleau blanc
BBR	Bouleau blanc
BJ	Bouleau jaune
BJR	Bouleau jaune
CC	Thuya de l'ouest
CR	Thuya de l'ouest
EE	Épinettes
EF	Épinettes
ER	Épinettes
F	Aucune
FI	Aucune
FIR	Aucune
FT	Feuillus tolérants
FTFI	Feuillus tolérants
FTR	Feuillus tolérants
M	Aucune
MER	Mélèze laricin
PE	Peupliers
PER	Peupliers
PG	Pin gris
PGR	Pin gris
PLAN	Épinettes
PU	Pruche du Canada
PUR	Pruche du Canada
R	Aucune
RBB	Aucune
RBJ	Aucune
RFI	Aucune
RFT	Aucune
RPE	Aucune
SR	Sapin baumier
SS	Sapin baumier

Annexe 4

Portrait des types de composition dans 4 secteurs de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000

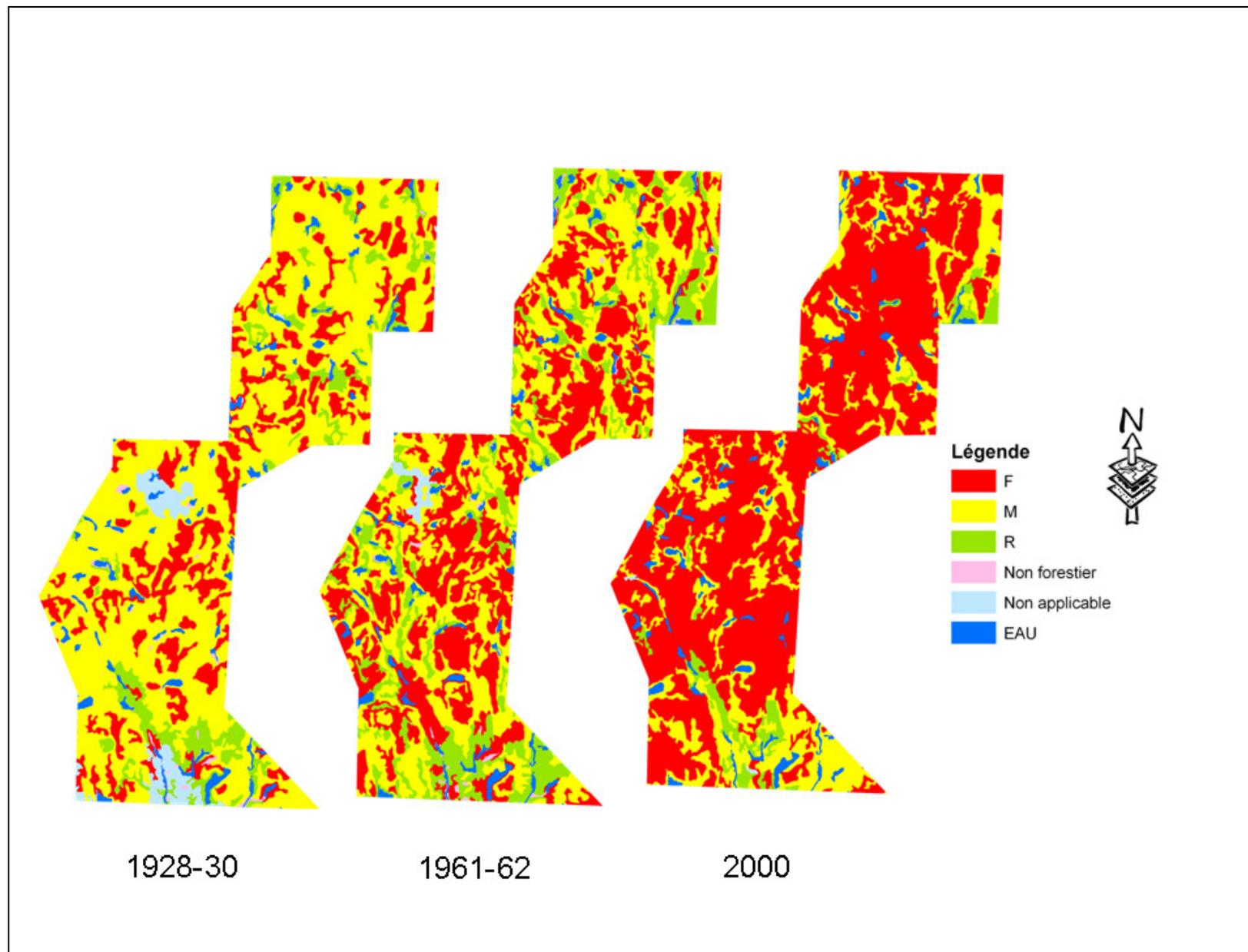


Planche 1. Portrait des types de composition dans le secteur A de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

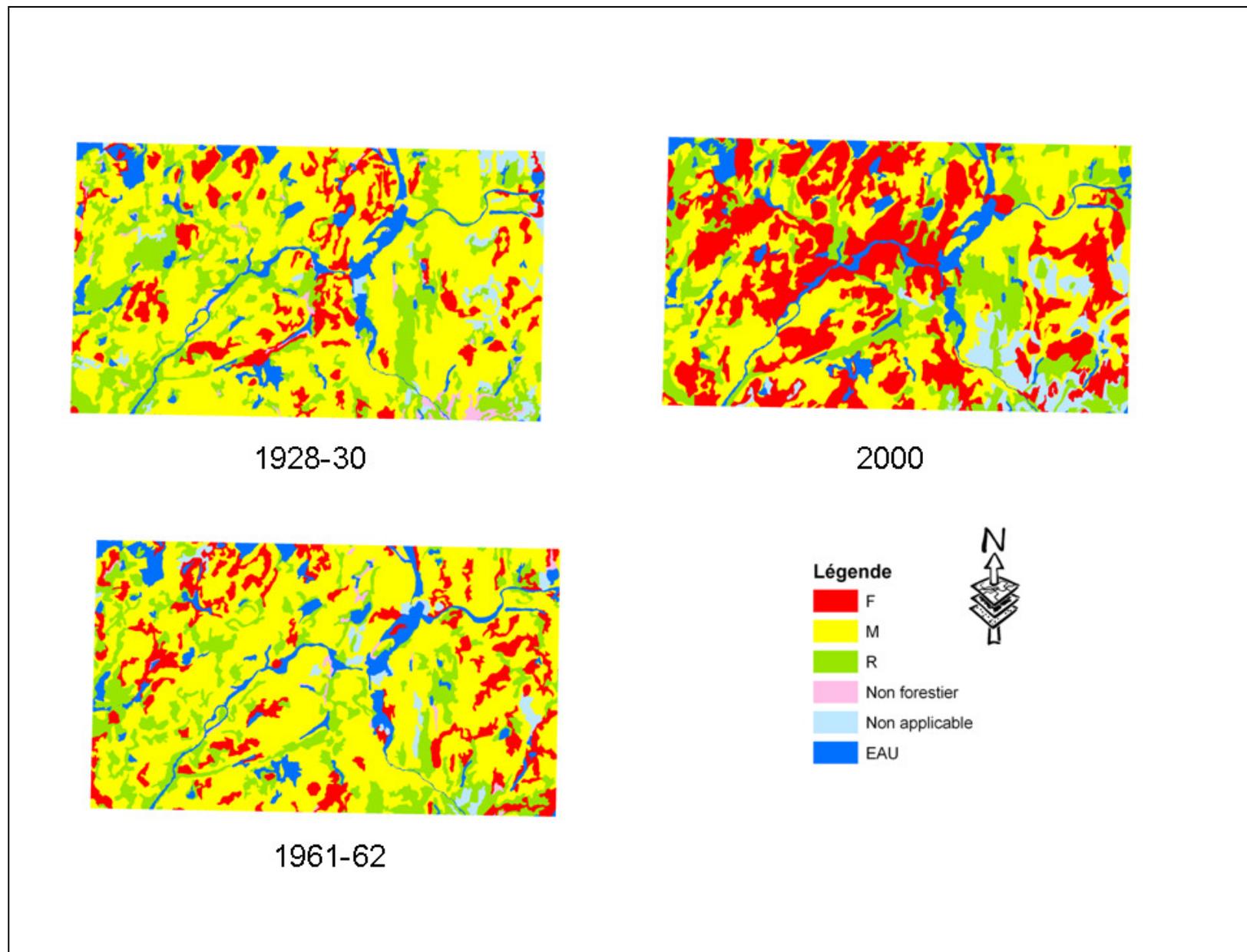


Planche 2. Portrait des types de composition dans le secteur B de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

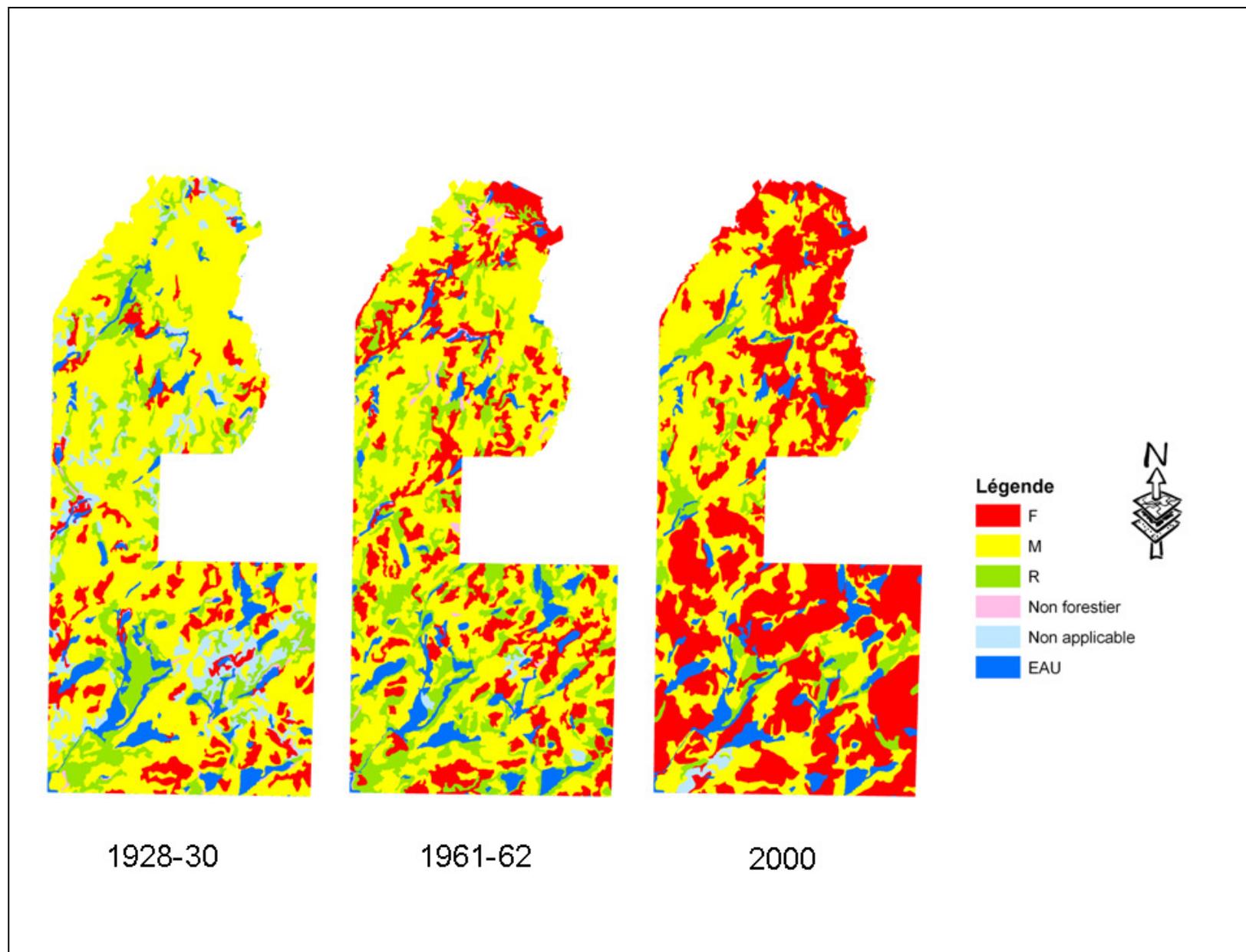


Planche 3. Portrait des types de composition dans le secteur C de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

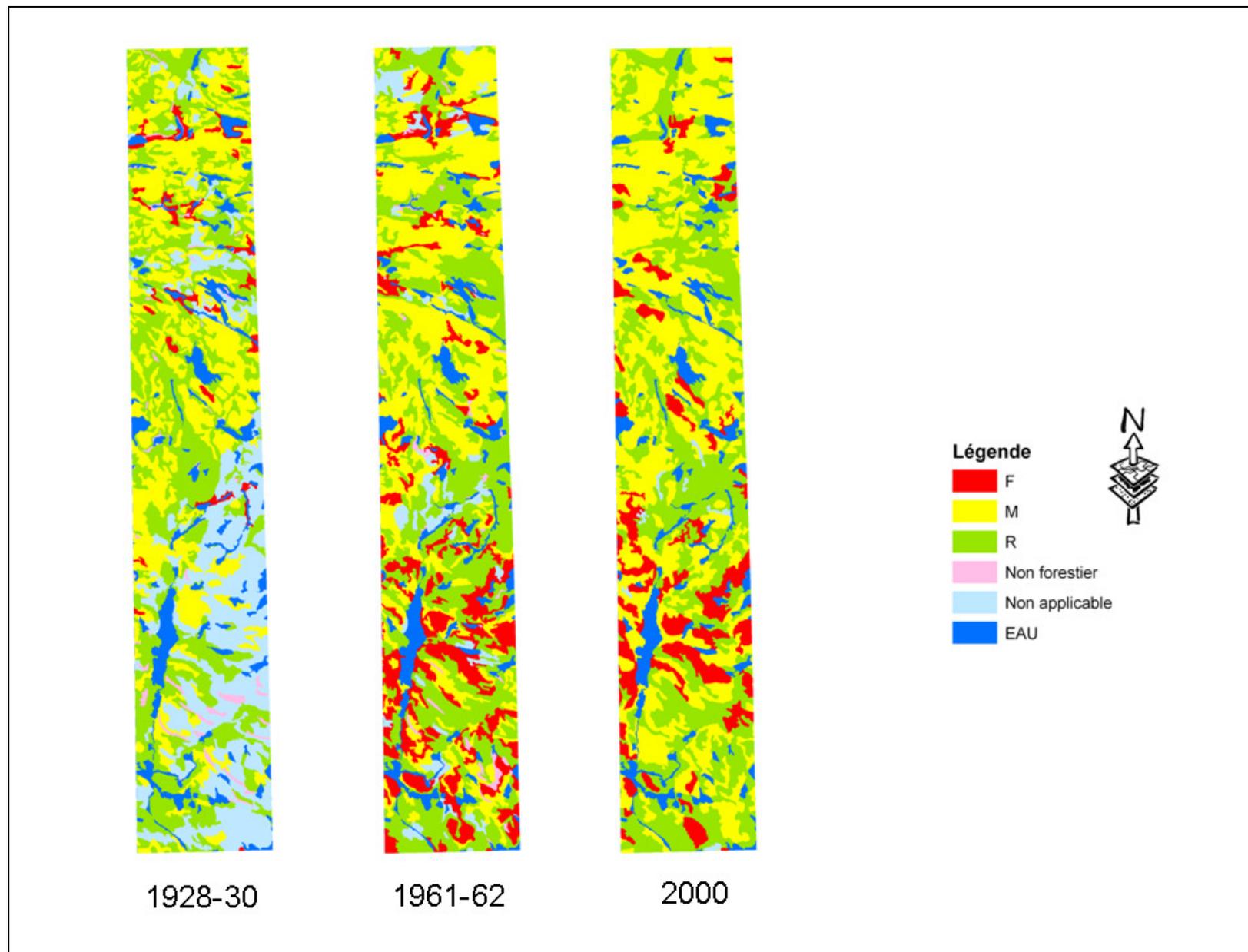


Planche 4. Portrait des types de composition dans le secteur D de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

Annexe 5

**Portrait des sous-types de composition dans
4 secteurs de l'UAF 64-51 pour les périodes
de 1928-30, 1961-62 et 2000**

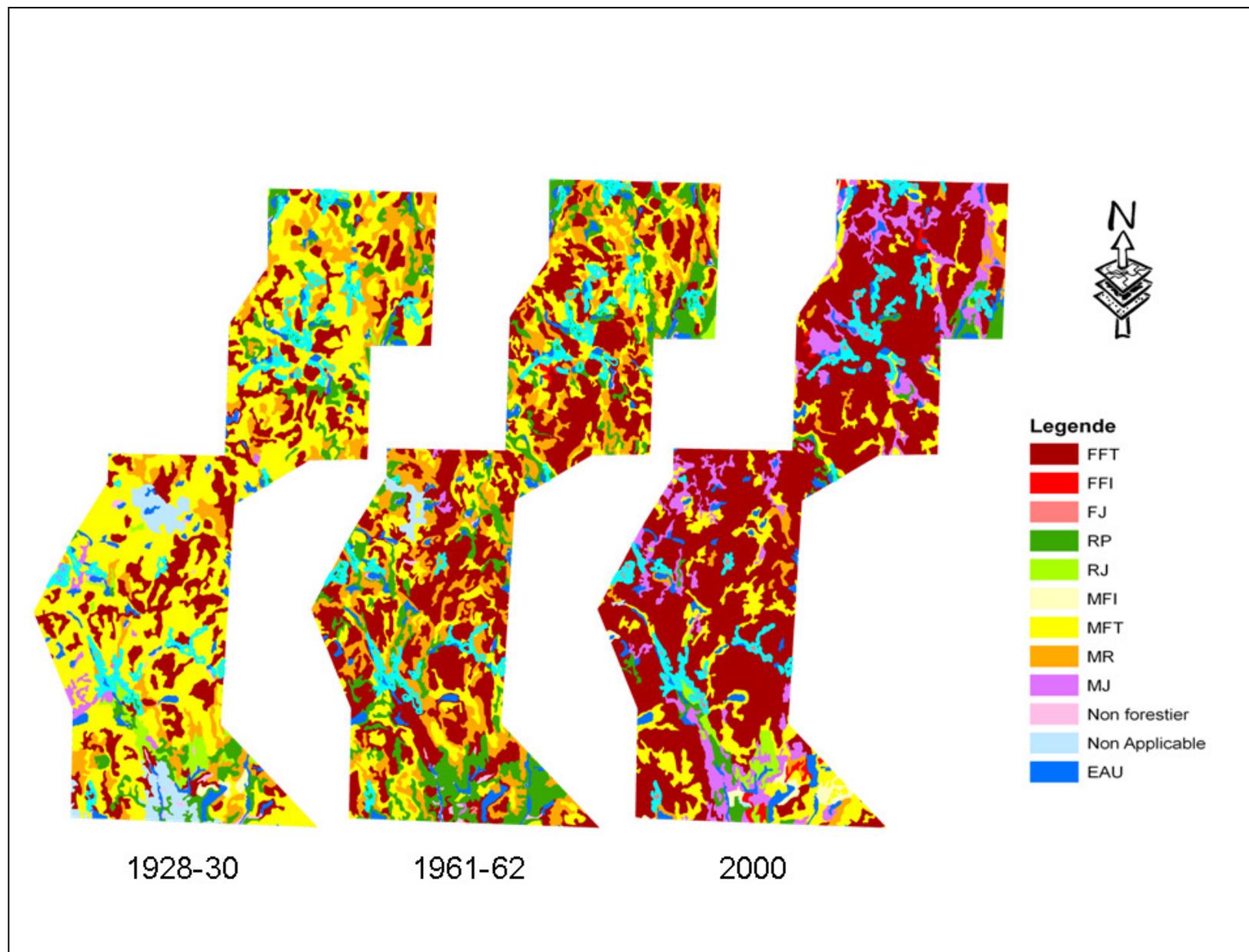


Planche 1. Portrait des sous-types de composition dans le secteur A de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

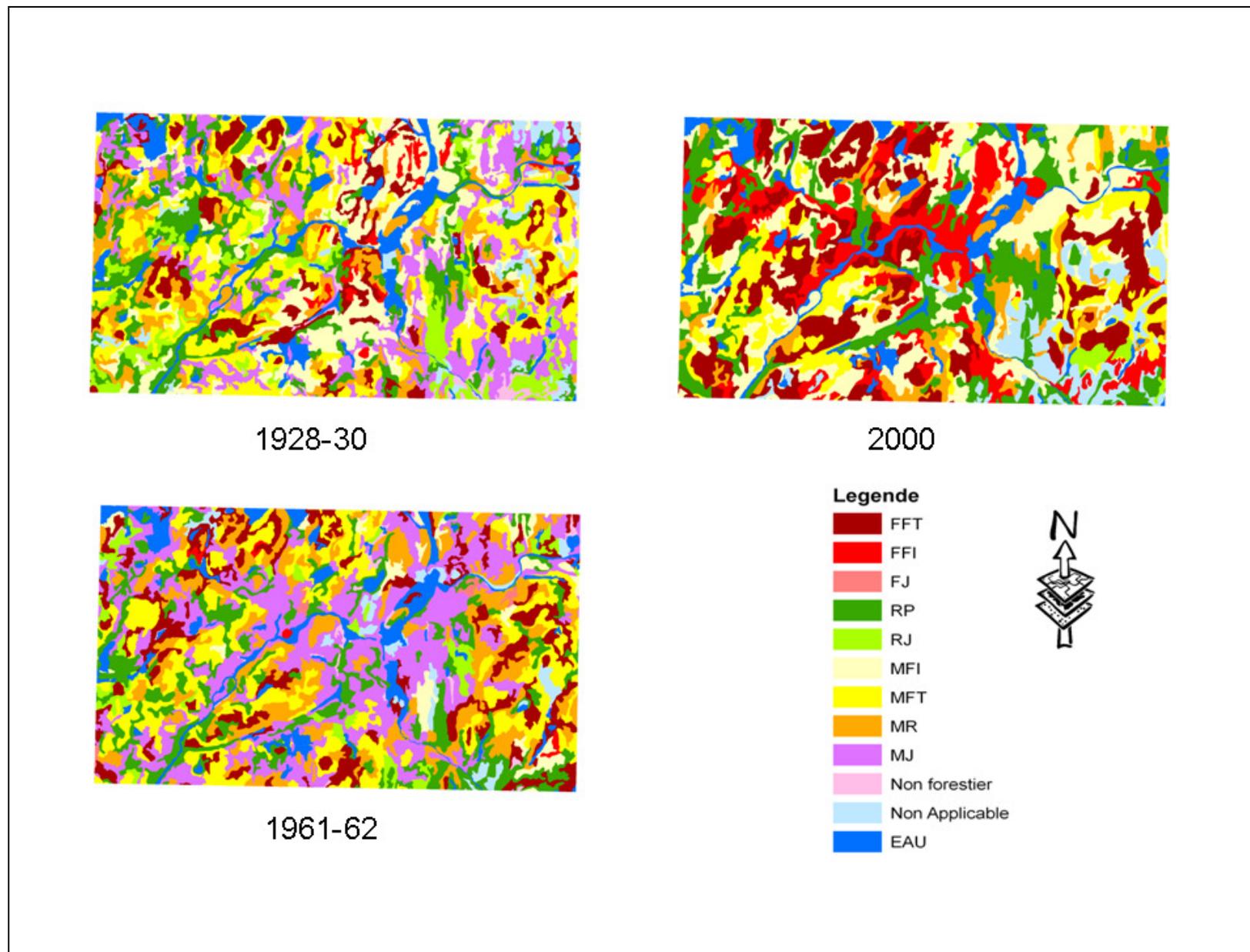


Planche 2. Portrait des sous-types de composition dans le secteur B de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

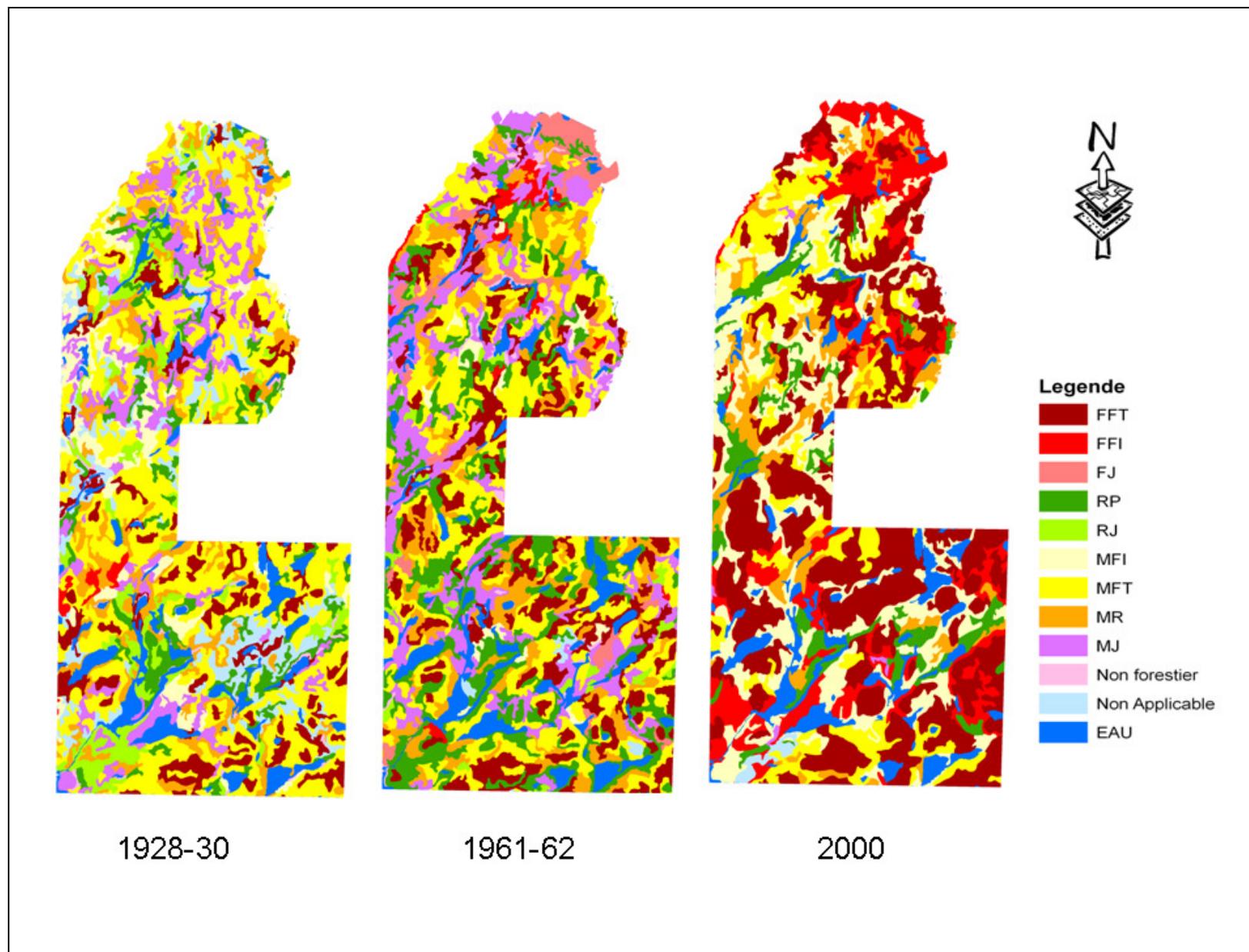


Planche 3. Portrait des sous-types de composition dans le secteur C de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

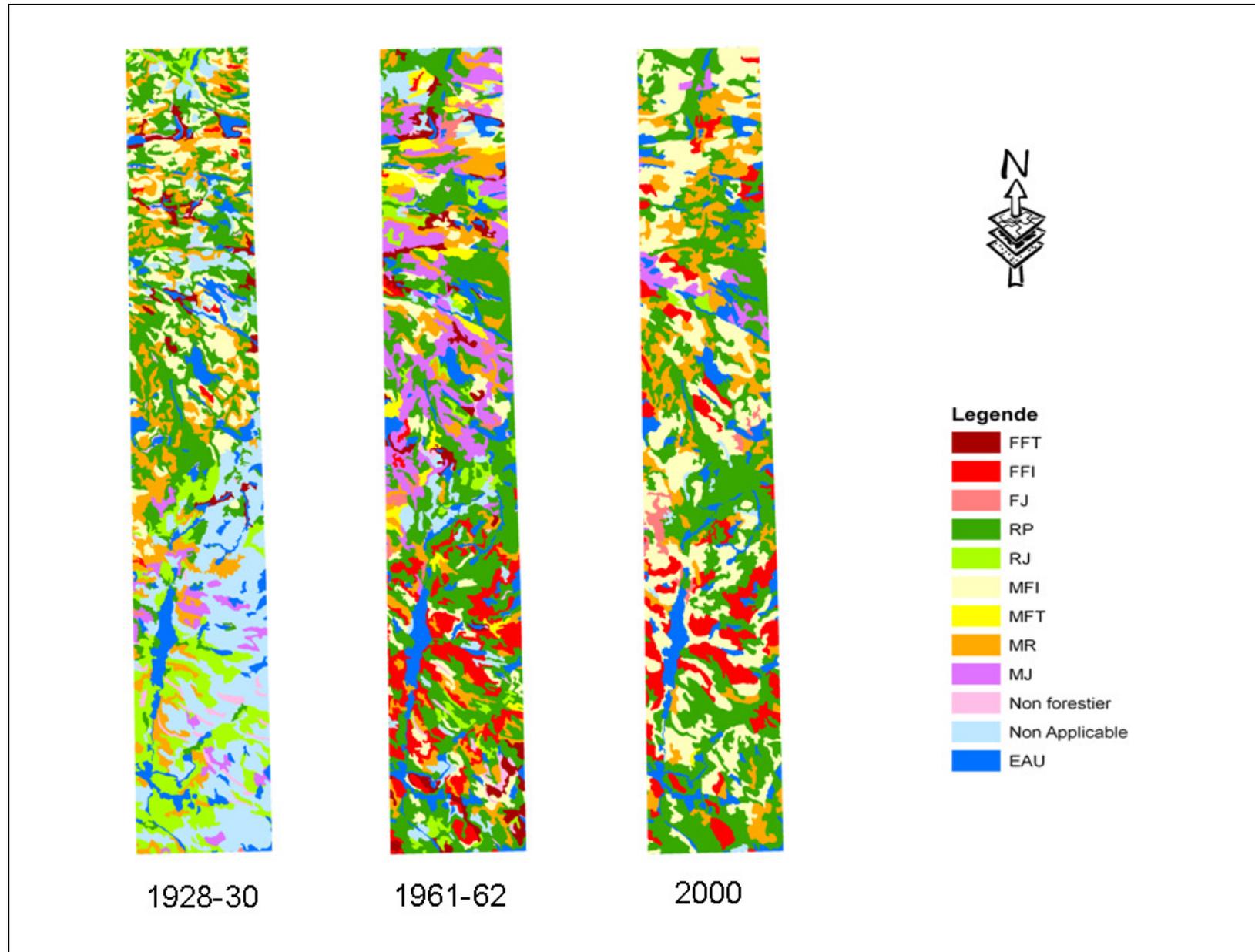


Planche 4. Portrait des sous-types de composition dans le secteur D de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

Annexe 6

Portrait des classes de densité dans 4 secteurs de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000

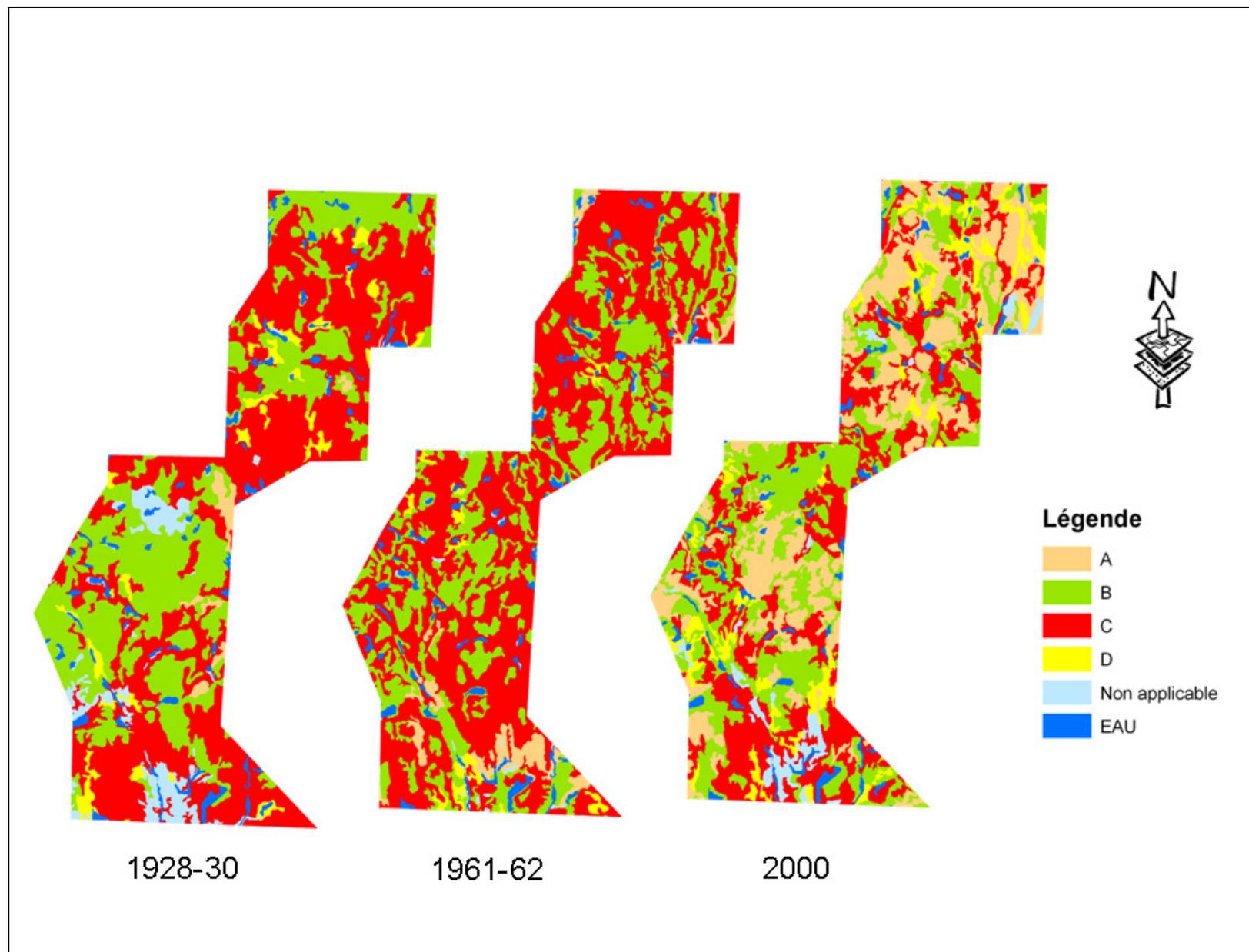


Planche 1. Portrait des classes de densité dans le secteur A de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

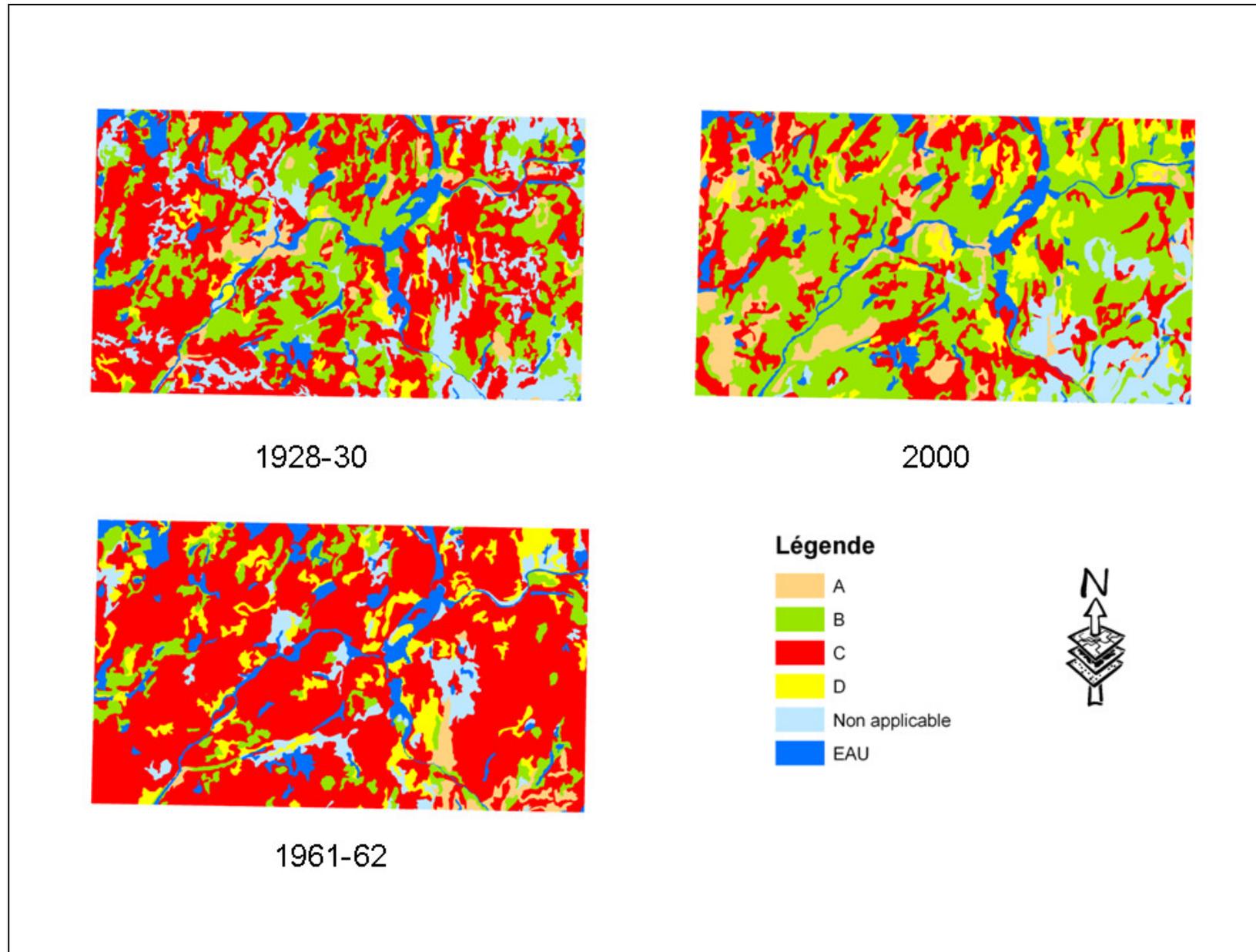


Planche 2. Portrait des classes de densité dans le secteur B de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

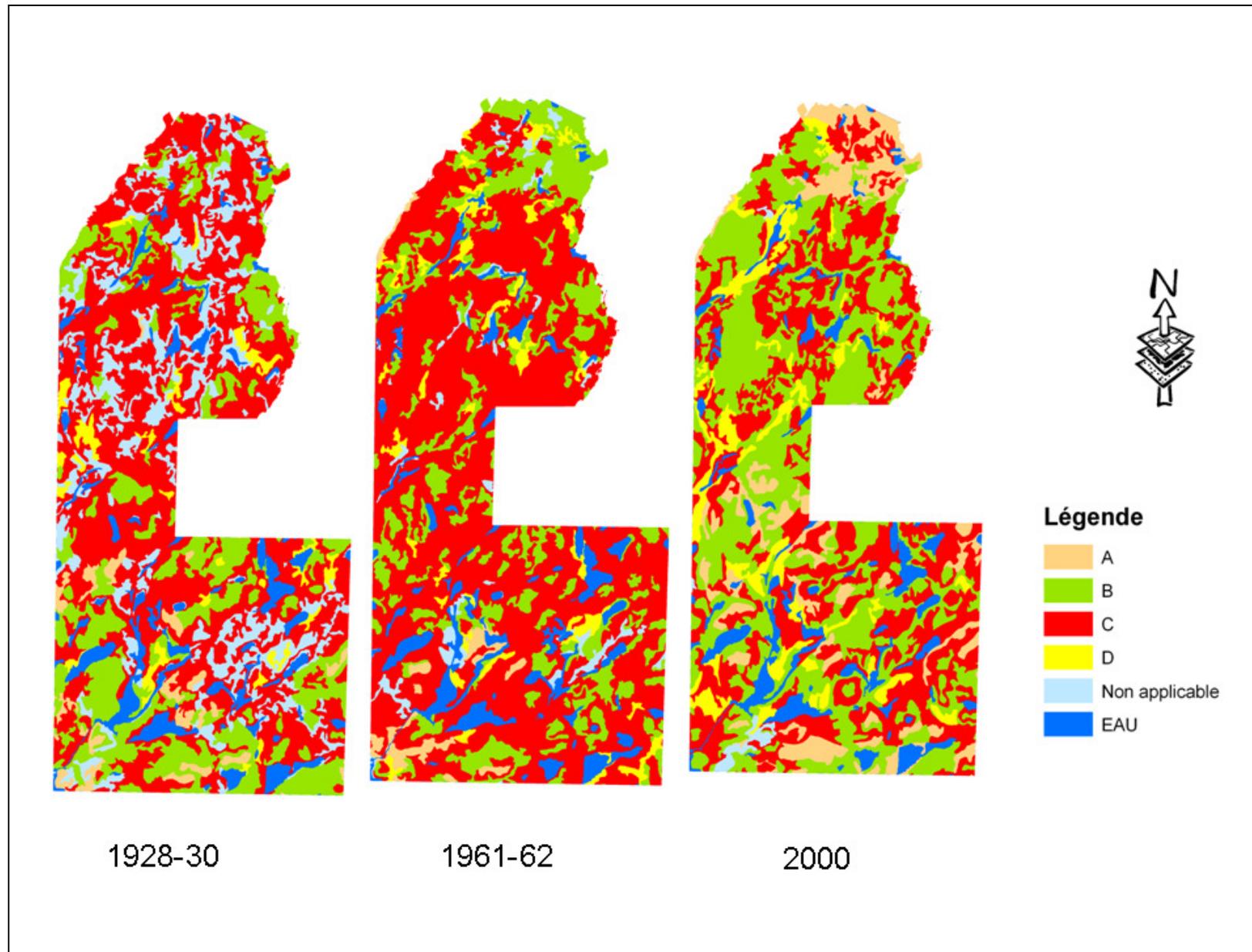


Planche 3. Portrait des classes de densité dans le secteur C de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

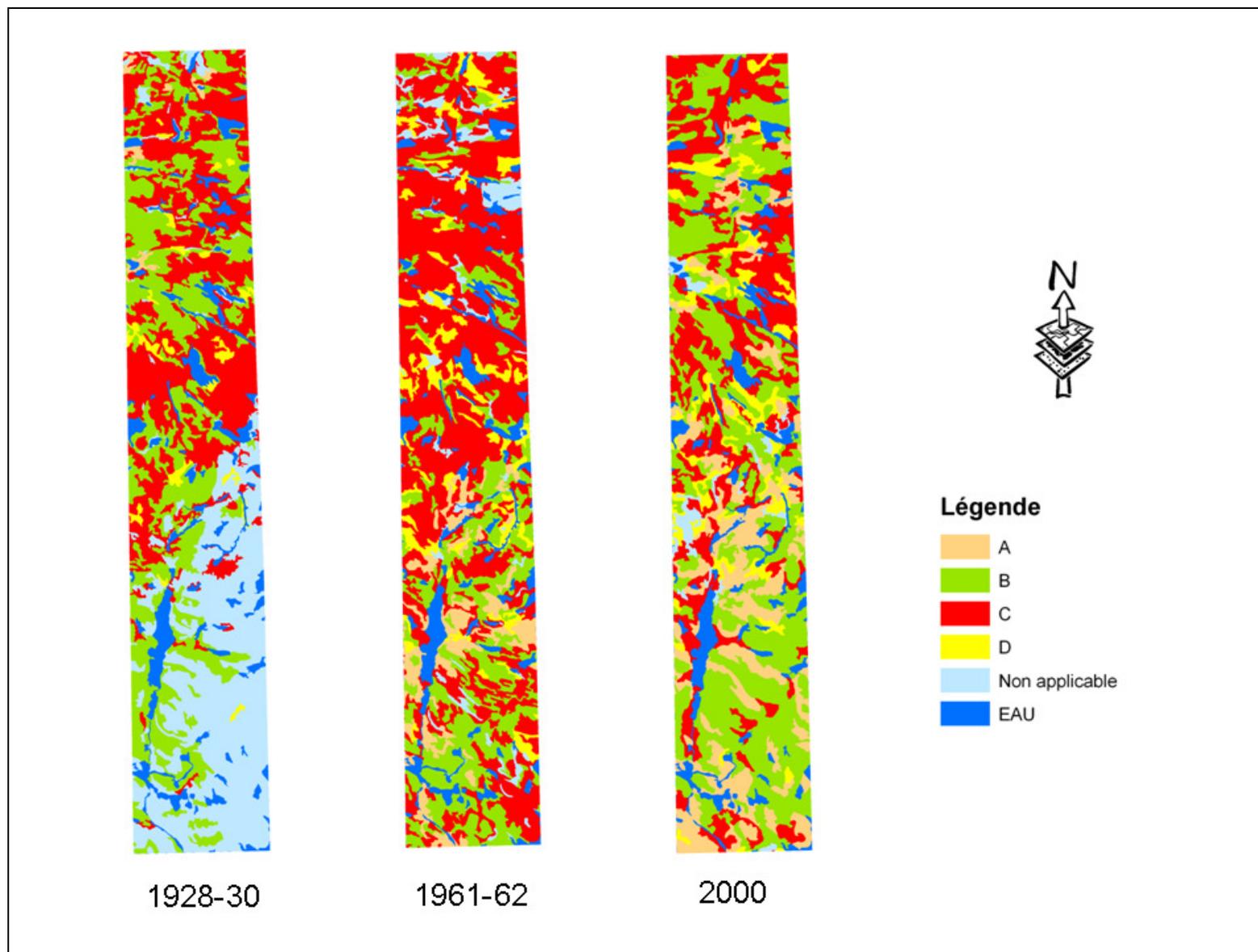


Planche 4. Portrait des classes de densité dans le secteur D de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

Annexe 7

**Table de conversion des âges utilisés
pour le calcul de l'âge moyen et les
représentation cartographiques**

Représentation cartographique

Code 3 ^{ème} décennal	Nom utilisé pour la représentation cartographique	
	Nom	Symbole
10	Équienne jeune	EJ
30	Équienne jeune	EJ
50	Équienne moyen	EM
70	Équienne moyen	EM
90	Équienne vieux	EV
120	Équienne vieux	EV
30-70	Irrégulier jeune	IRRJ
30-90	Irrégulier jeune	IRRJ
30-120	Irrégulier jeune	IRRJ
50-90	Irrégulier jeune	IRRJ
50-120	Irrégulier vieux	IRRV
70-30	Irrégulier jeune	IRRJ
70-50	Irrégulier jeune	IRRJ
70-120	Irrégulier vieux	IRRV
90-30	Irrégulier jeune	IRRJ
90-50	Irrégulier jeune	IRRJ
120-30	Irrégulier vieux	IRRV
120-50	Irrégulier vieux	IRRV
120-70	Irrégulier vieux	IRRV
120-90	Irrégulier vieux	IRRV
JIN	Inéquienne jeune	JIN
VIN	Inéquienne vieux	VIN

Calcul de l'âge moyen

Nom utilisé pour la représentation cartographique	Valeur utilisée pour le calcul de l'âge moyen
Équienne jeune	20
Équienne moyen	60
Équienne vieux	105
Irrégulier jeune	60
Irrégulier vieux	90
Inéquienne jeune	70
Inéquienne vieux	120

Annexe 8

Portrait des classes d'âge dans 4 secteurs de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000

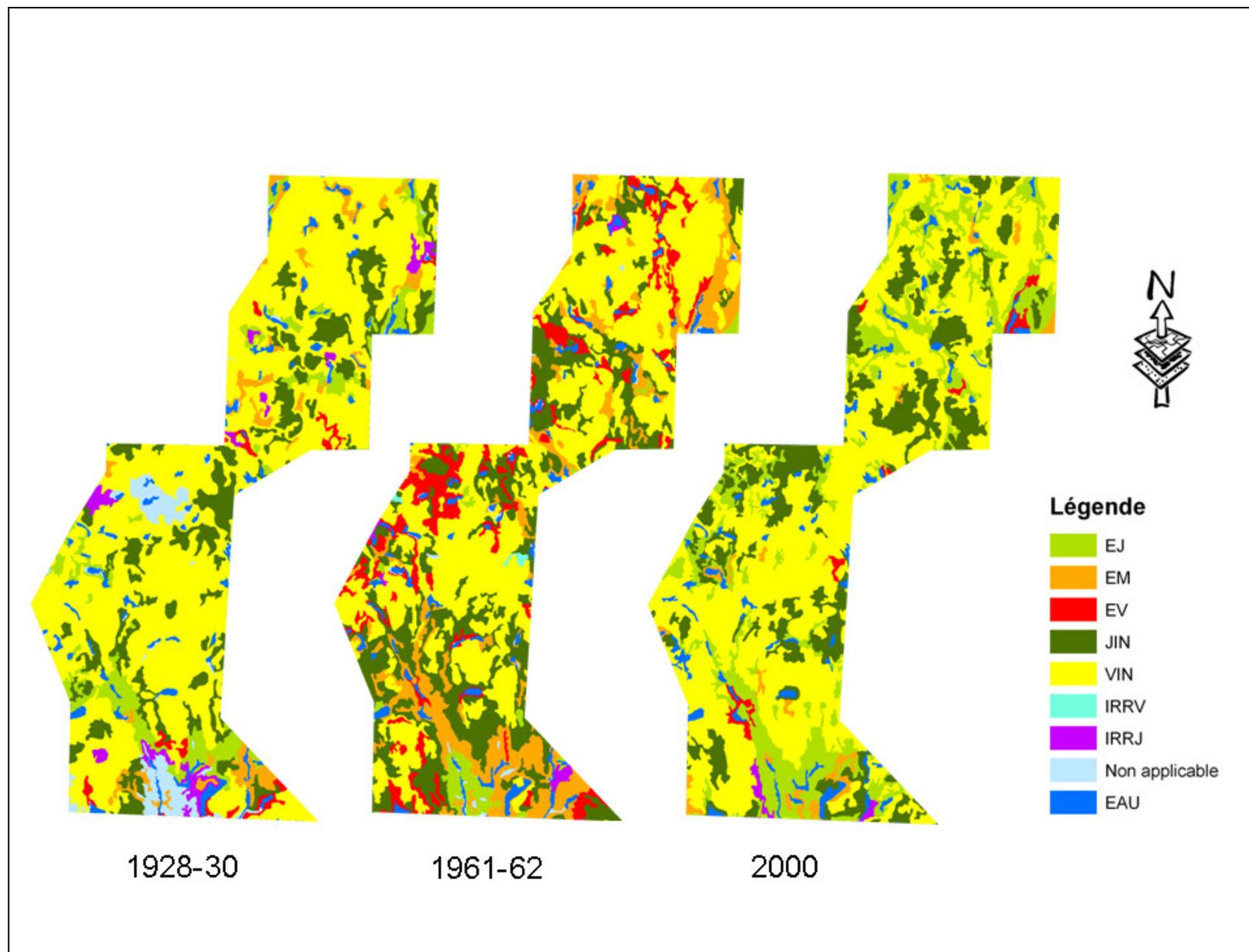


Planche 1. Portrait des classes d'âge dans le secteur A de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

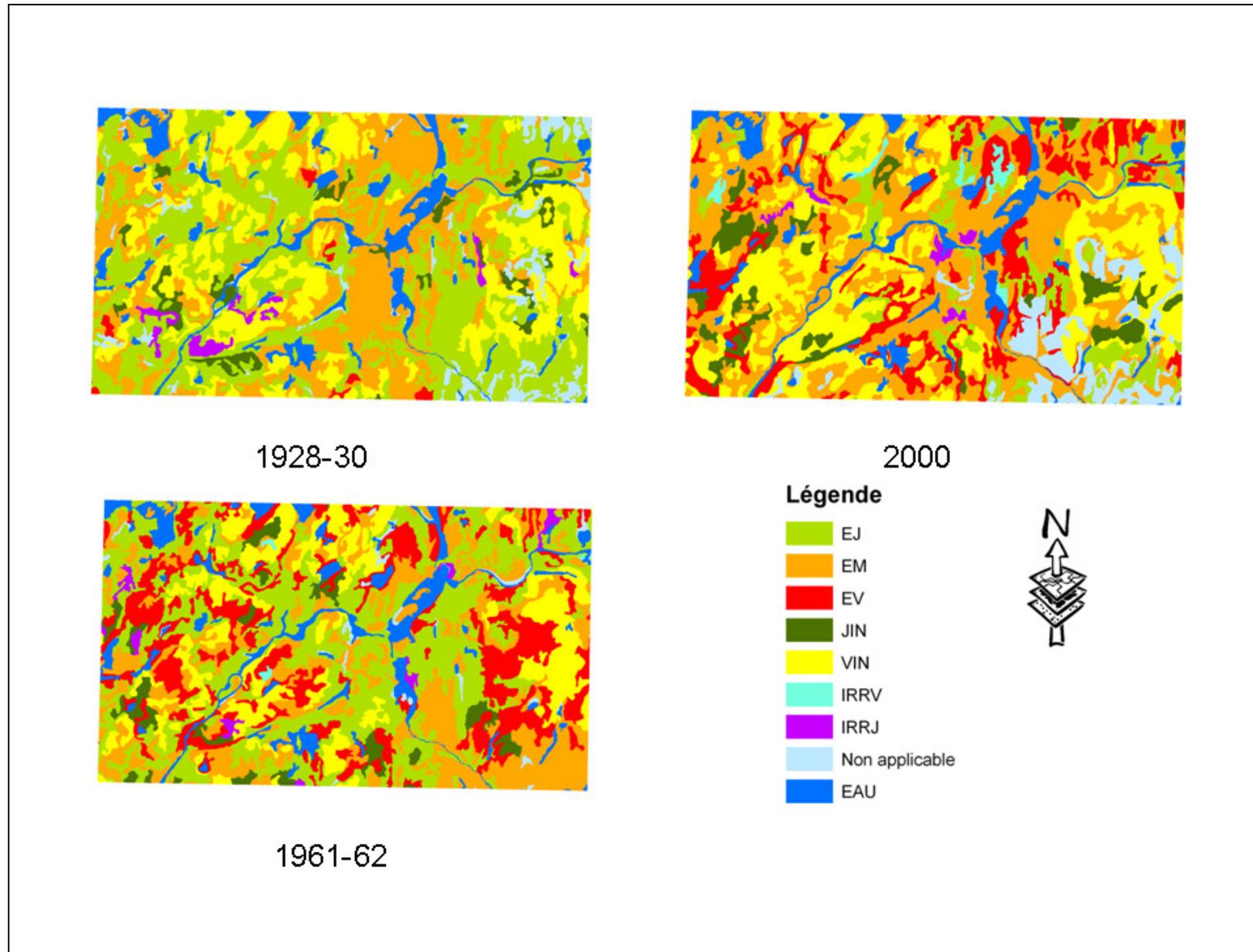


Planche 2. Portrait des classes d'âge dans le secteur B de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

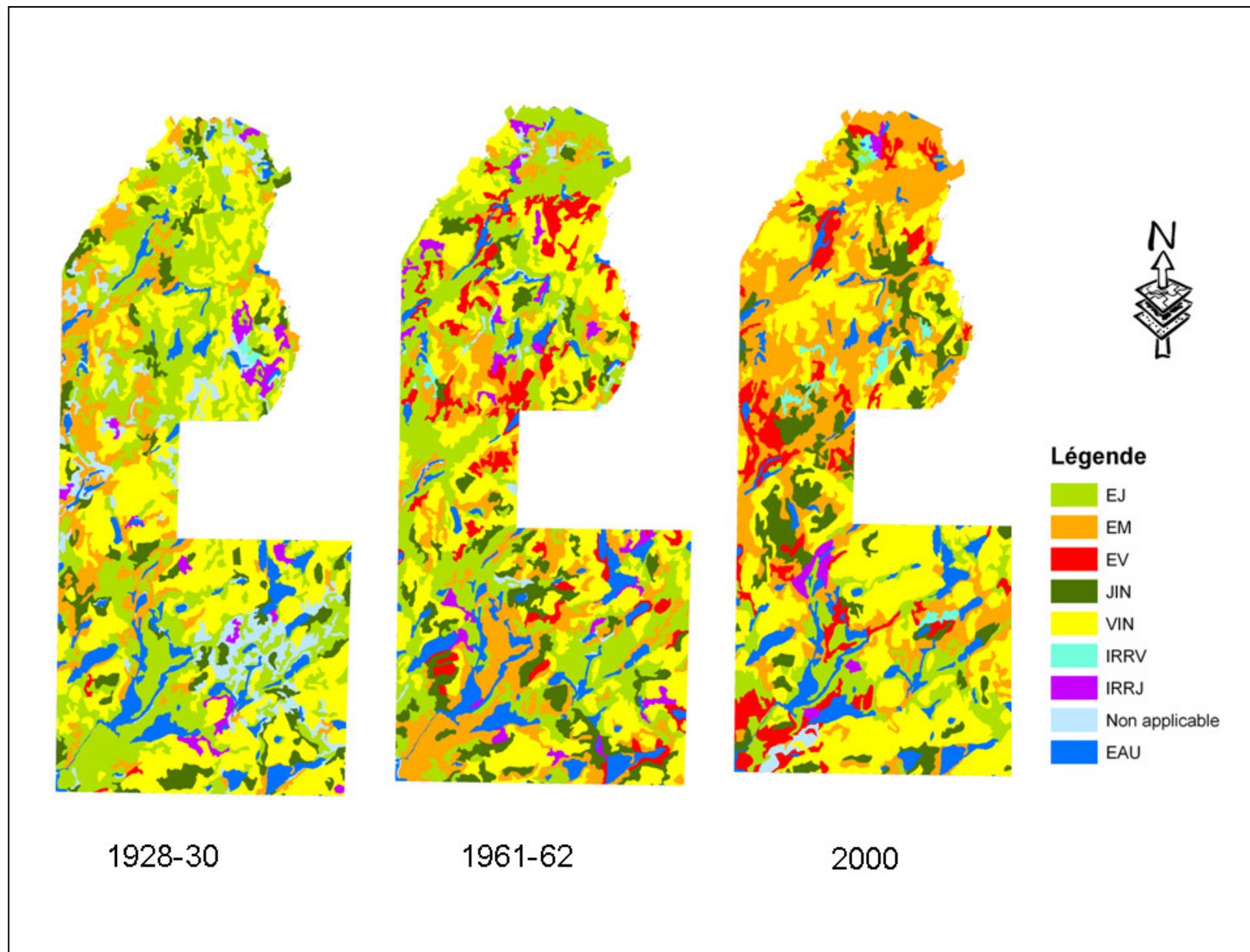


Planche 3. Portrait des classes d'âge dans le secteur C de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

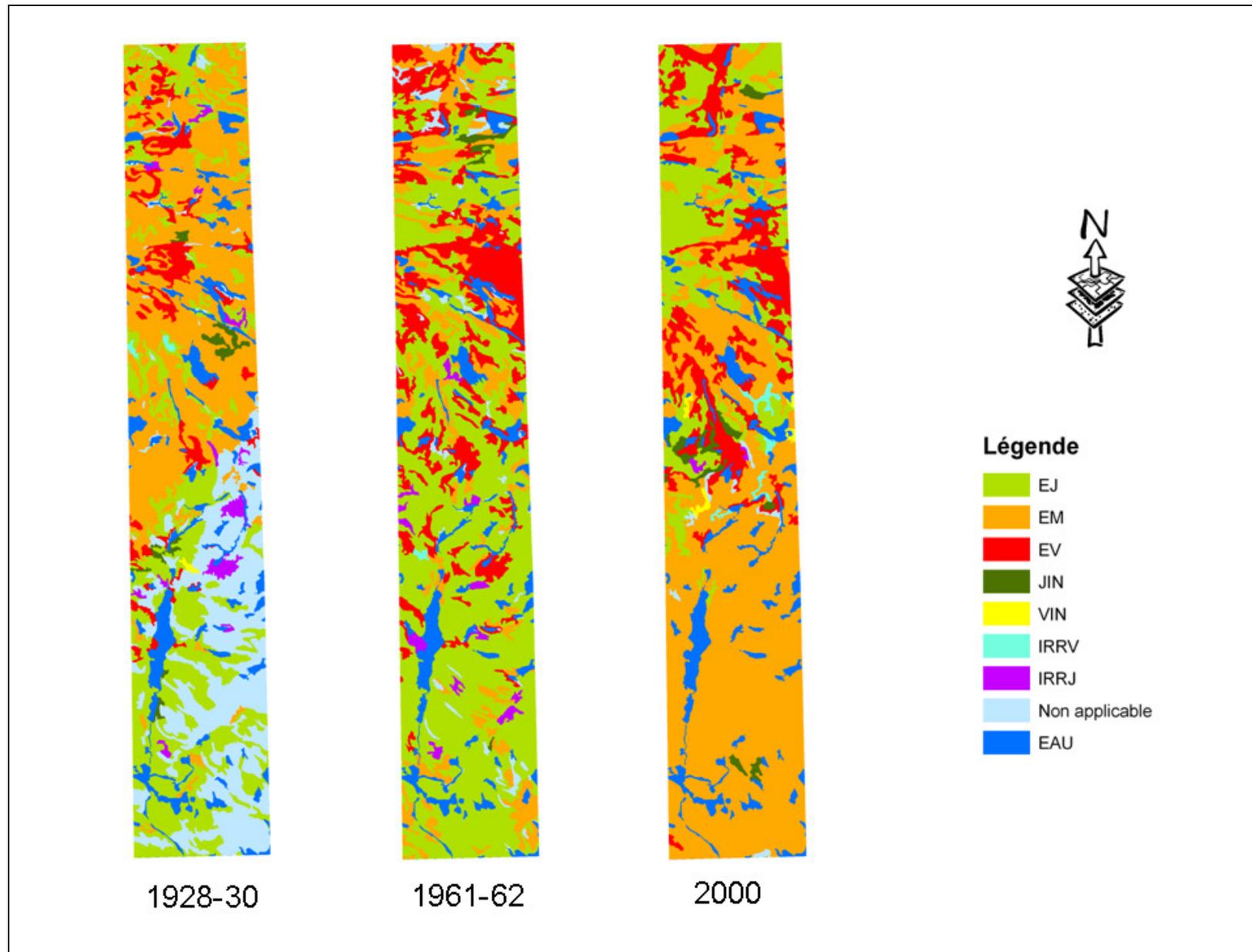


Planche 4. Portrait des classes d'âge dans le secteur D de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

Annexe 9

**Portrait des types de perturbation dans 4 secteurs
de l'UAF 64-51 pour les périodes de
1928-30, 1961-62 et 2000**

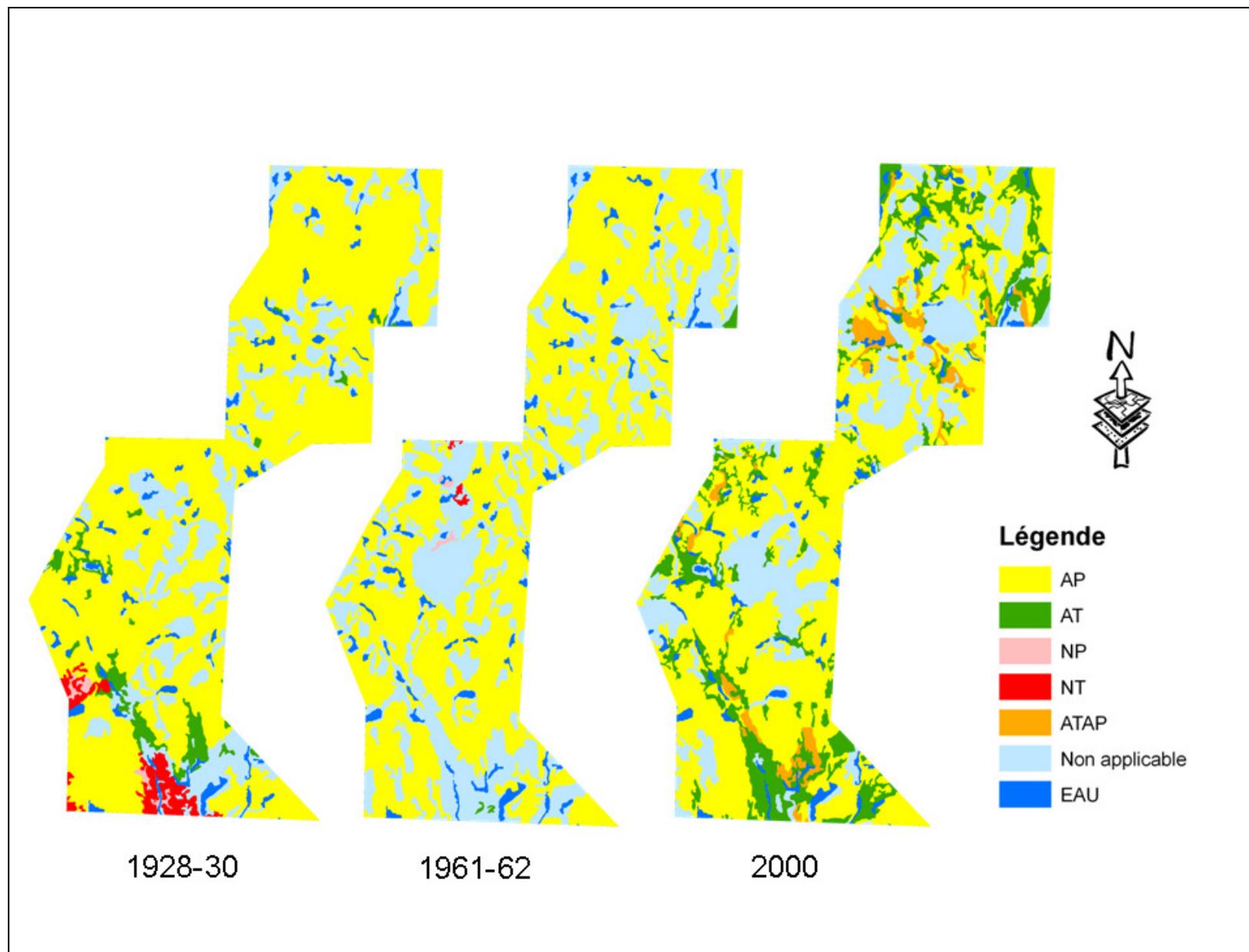


Planche 1. Portrait des types de perturbation dans le secteur A de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

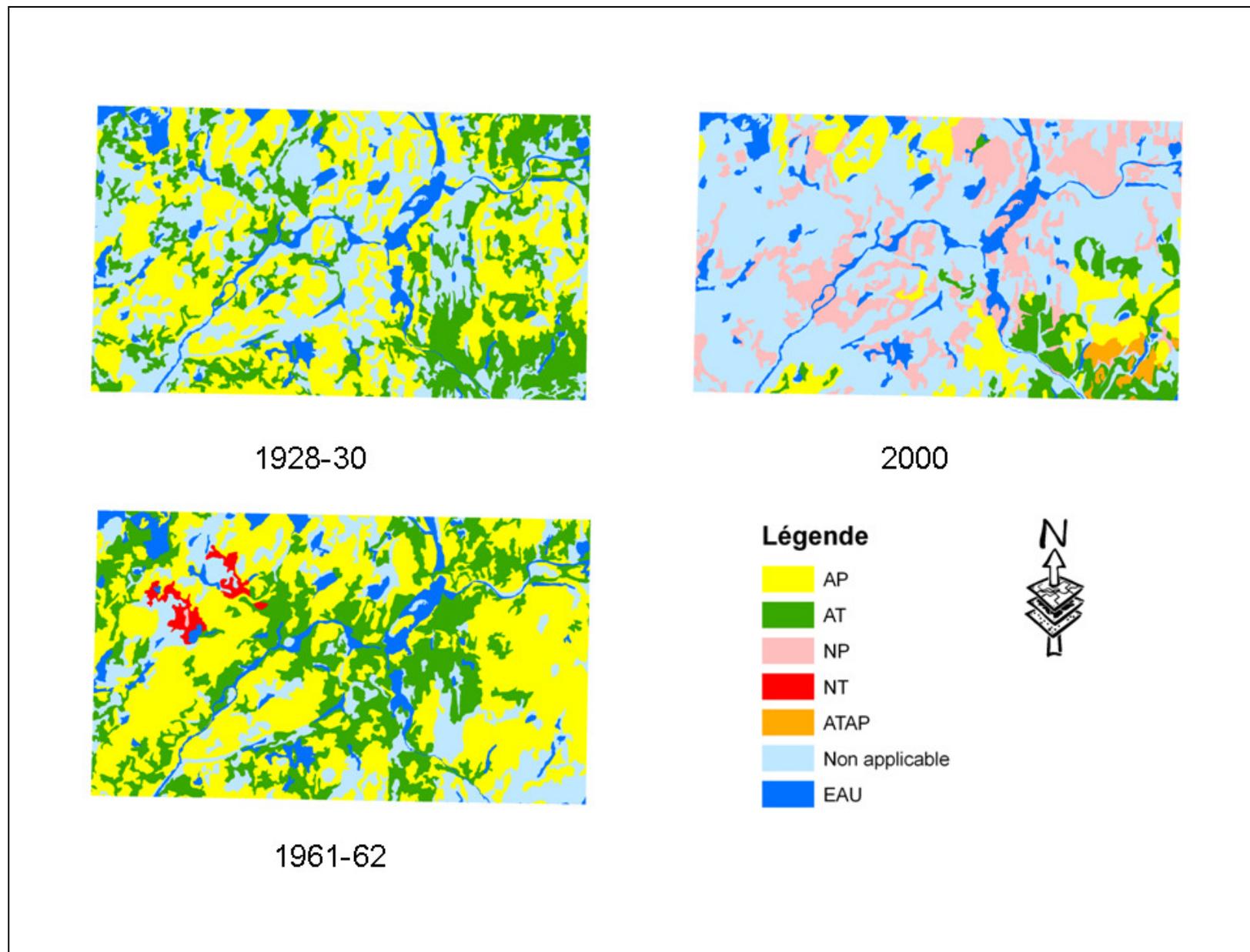


Planche 2. Portrait des types de perturbations dans le secteur B de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

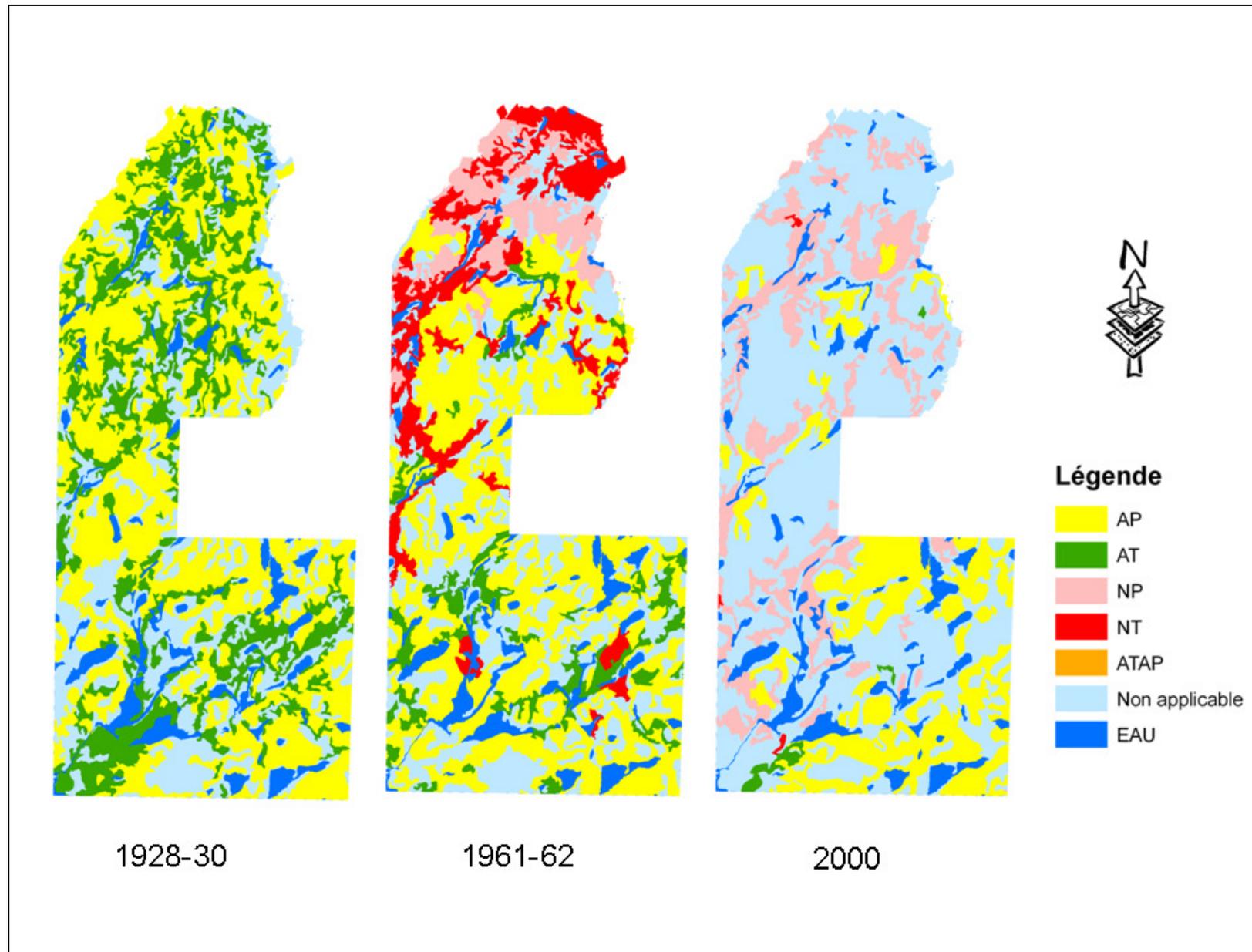


Planche 3. Portrait des types de perturbations dans le secteur C de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000.

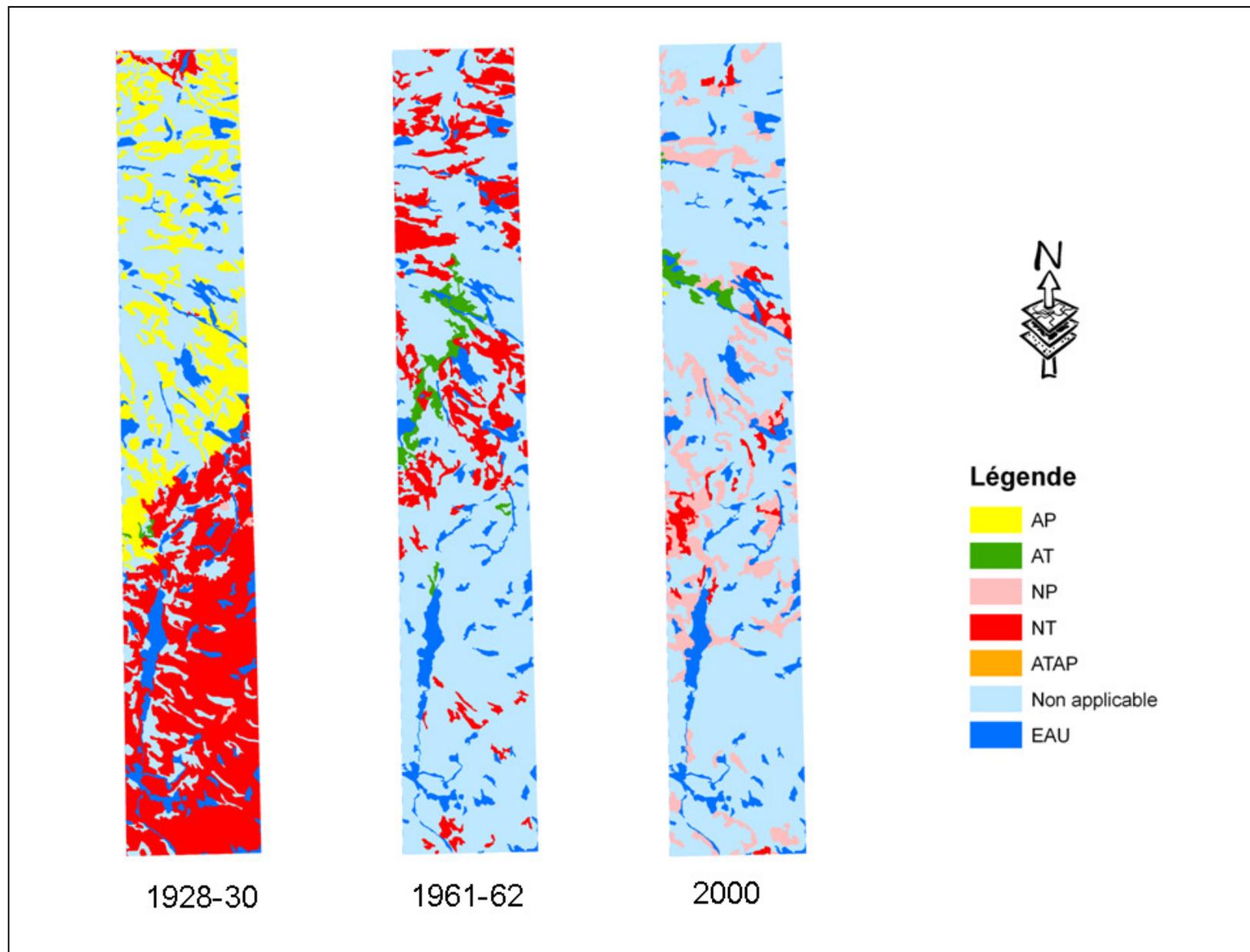


Planche 4. Portrait des types de perturbations dans le secteur D de l'UAF 64-51 pour les périodes de 1928-30, 1961-62 et 2000