

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

Rapport final

Évaluation du degré de concordance
entre la cartographie écoforestière
du 4^e décennal et la réalité
terrain pour la donnée de type
écologique dans l’UAF 061-52
(2^e année)

Présenté à :

**Coopérative forestière des
Hautes-Laurentides.**

Pascal Gauthier, ing.f.

Par :



Centre d'enseignement et de recherche
en foresterie de Sainte-Foy inc.

Emmanuelle Boulfroy, M.Sc.
Philippe Bournival, ing.f., M. Sc.
Guy Lessard, ing.f. M. Sc.

Juin 2010

Référence à citer :

Bouffroy, E., P. Bournival et G. Lessard. 2010. Évaluation du degré de concordance entre la cartographie écoforestière du 4^e décennal et la réalité terrain pour la donnée de type écologique dans l'UAF 061-52 (2^e année). Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2010-18. 52 pages + 2 annexes.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	II
LISTE DES TABLEAUX.....	II
REMERCIEMENTS	III
RÉSUMÉ	IV
INTRODUCTION.....	1
1. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	3
1.1. Localisation du territoire d'étude.....	3
1.2. Types écologiques retenus pour l'étude	5
1.3. Évaluation terrain de la donnée de type écologique	7
1.3.1. Données recueillies	9
1.4. Analyses statistiques.....	10
2. CONCORDANCE DES COMPOSANTES DU TYPE ÉCOLOGIQUE.....	11
2.1. Résultats de l'analyse de concordance de la végétation potentielle.....	11
2.1.1. À l'échelle de l'UAF au complet (tous domaines bioclimatiques confondus).....	11
2.1.2. Analyse de la végétation potentielle FE3 à l'échelle de la sous-région écologique 3b-M.....	15
2.2. Résultats de l'analyse de concordance du code de milieu physique.....	16
2.3. Résultats de l'analyse de concordance du type écologique.....	19
2.4. Discussion sur les résultats de l'analyse de concordance.....	22
2.4.1. Vérification de la présence de modifications de la cartographie du type écologique entre les 2 décennaux	23
2.4.2. Arguments appuyant une amélioration attendue de la qualité de la photo-interprétation pour la cartographie du 4 ^e décennal	25
2.4.2.1. Augmentation de l'expérience des photo-interprètes	25
2.4.2.2. Amélioration de la méthode de photo-interprétation	26
2.4.3. Limites associées aux méthodes de photo-interprétation et de prise de données sur le terrain.....	28
2.4.3.1. Limites associées à la méthode de photo-interprétation (4 ^e décennal)	28
2.4.3.2. Limites associées à la méthode d'évaluation du type écologique sur le terrain.....	31
2.5. Réponses aux hypothèses de travail	34
3. INFLUENCE DES RÉSULTATS SUR LA STRATÉGIE D'AMÉNAGEMENT, LES OPÉRATIONS FORESTIÈRES ET LES ENJEUX DE BIODIVERSITÉ.....	37
4. ADAPTATION DES CLÉS D'IDENTIFICATION DU TYPE ÉCOLOGIQUE.....	39
5. RECOMMANDATIONS.....	40
5.1. Recommandations en lien avec l'inventaire sur le terrain.....	40
5.2. Recommandations en lien avec la qualité de l'information présentée sur la carte écoforestière du 4 ^e décennal	41
5.3. Recommandations en lien avec l'étude d'une nouvelle approche méthodologique	41
CONCLUSION	43
RÉFÉRENCES CONSULTÉES	45
ANNEXE 1. CONFUSIONS CHEZ LE TYPE ÉCOLOGIQUE.....	46
ANNEXE 2. ADAPTATION DES CLÉS D'IDENTIFICATION DU TYPE ÉCOLOGIQUE.....	48

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation du territoire d'étude (UAF 061-52).....	4
Figure 2. Localisation des relevés d'inventaire utilisés dans le cadre du projet.....	8
Figure 3. Clé de détermination de la texture tirée de Thien (1979).....	49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Représentativité à l'échelle de l'UAF 061-52 des types écologiques pour lesquels des données d'inventaire sont disponibles.....	5
Tableau 2. Représentativité à l'échelle de l'UAF 061-52 des types écologiques retenus pour l'étude.....	6
Tableau 3. Concordance de la végétation potentielle cartographique avec la végétation potentielle observée sur le terrain – cartographie du 4 ^e décennal.....	12
Tableau 4. Concordance de la végétation potentielle cartographique avec la végétation potentielle observée sur le terrain – cartographie du 3 ^e décennal.....	12
Tableau 5. Sources de confusion entre la végétation potentielle cartographique et la végétation potentielle observée sur le terrain – cartographie du 4 ^e décennal.....	14
Tableau 6. Sources de confusion entre la végétation potentielle cartographique et la végétation potentielle observée sur le terrain – cartographie du 3 ^e décennal.....	15
Tableau 7. Concordance du code de milieu physique cartographique avec le code de milieu physique observé sur le terrain – cartographie du 4 ^e décennal.....	17
Tableau 8. Concordance du code de milieu physique cartographique avec le code de milieu physique observé sur le terrain – cartographie du 3 ^e décennal.....	17
Tableau 9. Sources de confusion entre le code de milieu physique cartographique et le code de milieu physique observé sur le terrain – cartographie du 4 ^e décennal.....	18
Tableau 10. Sources de confusion entre le code de milieu physique cartographique et le code de milieu physique observé sur le terrain – cartographie du 3 ^e décennal.....	19
Tableau 11. Concordance du type écologique cartographique avec le type écologique observé sur le terrain – cartographie du 4 ^e décennal.....	21
Tableau 12. Concordance du type écologique cartographique avec le type écologique observé sur le terrain – cartographie du 3 ^e décennal.....	22
Tableau 13. Changement de la cartographie du 4 ^e décennal par rapport à celle du 3 ^e décennal par superficie couverte par chaque type écologique (en hectare et en pourcentages).....	24
Tableau 14. Changement de la cartographie du 4 ^e décennal par rapport à celle du 3 ^e décennal pour les 151 points de contrôle terrain (en nombre et en pourcentages).....	25
Tableau 15. Nombre de polygones et superficie moyenne des polygones par inventaire décennal pour l'unité d'aménagement forestier 061-52.....	27
Tableau 16. Nombre de placettes retenues du 4 ^e inventaire décennal par sous-région écologique.....	29
Tableau 17. Source de confusions entre les types écologiques cartographiques et les types écologiques observés sur le terrain – cartographie du 4 ^e décennal.....	46

REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier M. Pascal Gauthier de la Coopérative forestière des Hautes-Laurentides pour avoir accepté de supporter la phase 2 du projet suite à la fermeture de la compagnie Claude Forget inc.

Nos remerciements s'adressent aussi au ministère des Ressources naturelles et de la Faune pour avoir accordé un financement via le Programme de mise en valeur des ressources en milieu forestier – Volet I.

Enfin, nous souhaitons souligner la participation de M. Bernard Chauvette du groupe Optivert, spécialiste en photo-interprétation, qui a accepté de commenter certaines sections du rapport. Nous le remercions vivement de sa précieuse collaboration.

RÉSUMÉ

Une évaluation du degré de concordance du type écologique présent sur la carte écoforestière du 3^e décennal avec la réalité terrain a été réalisée pour le territoire de l'UAF 061-52, en 2008-2009. Une analyse similaire a été réalisée à partir de la carte écoforestière du 4^e décennal pour valider l'hypothèse selon laquelle cette dernière présenterait un niveau de concordance supérieur. Les six types écologiques les plus représentés sur le territoire de l'UAF ont été étudiés (FE32, MJ12, MJ22, MJ25, RS22, RS25).

La comparaison des cartes des deux décennaux montre que la carte du 4^e décennal a subi des modifications substantielles puisque le 1/3 de la superficie a vu l'appellation du type écologique changer. En prenant en considération ces changements, les analyses de concordance n'ont pourtant pas mis en évidence une amélioration globale de la concordance du type écologique sur la carte du 4^e décennal. Le taux de concordance calculé pour les 151 points de contrôle est en effet peu satisfaisant (55 %) pour les cartes des deux décennaux.

Parmi l'ensemble des pistes d'explication proposées, certains éléments mettent en évidence les faiblesses de l'information cartographique tandis que d'autres présentent les limites de la méthode d'évaluation du type écologique sur le terrain. D'une part, la mauvaise qualité des photos aériennes dans le sud du territoire a du générer des erreurs de photo-interprétation et la taille des unités serait encore trop grande sur la carte du 4^e décennal pour saisir toute la complexité des associations d'essences et de leur répartition spatiale. D'autre part, la méthode d'évaluation du type écologique sur le terrain que les industriels doivent suivre, représente une caractérisation trop ponctuelle pour pouvoir bien cerner toute l'hétérogénéité du peuplement que le photo-interprète peut voir sur la photo aérienne, et la méthode utilisée pour caractériser certaines variables du type écologique sur le terrain génère parfois des erreurs d'identification (texture, drainage).

Face à ce constat, il est difficile de statuer sur le niveau de qualité de la carte écoforestière du 4^e décennal. Il est donc recommandé de réaliser une nouvelle validation de la qualité, en réalisant cette fois-ci, un inventaire terrain du type écologique selon un cheminement sur plusieurs centaines de mètres, de manière à obtenir une évaluation plus globale du type écologique, à la même échelle que celle du peuplement photo-interprété. Une telle analyse permettrait alors confirmer ou infirmer si le travail de photo-interprétation permet de qualifier le type écologique avec une précision suffisante et si l'information cartographique peut alors être utilisée en toute confiance pour la planification des opérations et de l'aménagement forestier.

INTRODUCTION

Depuis quelques années, la référence du type écologique¹ pour la préparation de la stratégie et des prescriptions sylvicoles est de plus en plus présente au Québec, même si son utilisation est encore relativement récente. On y reconnaît l'influence de la Stratégie de protection des forêts qui recommandait l'utilisation de la station forestière comme outil de base pour l'aménagement forestier. Ainsi, les travaux, calculs et stratégies d'aménagement du PGAF 2008-2012 dans l'UAF 61-52 utilisent la cartographie la plus récente disponible pour les types écologiques, soit celle du 3^e inventaire décennal.

Par contre, de nombreux utilisateurs ne sont pas encore familiers avec cette notion. Ils trouvent que l'évaluation terrain est longue et fastidieuse. L'expérience de certains leur suggère aussi un doute sur la précision cartographique et ils ne sont alors pas convaincus de la pertinence de l'utiliser. De plus, il existe peu de documentation connue ou publiée, exprimant la précision de la cartographie écoforestière pour la donnée de type écologique, qu'il s'agisse d'études dans la région des Laurentides ou même dans d'autres régions du Québec. Cette estimation est pourtant nécessaire, si l'on veut déterminer la marge d'erreur des estimations basées sur le type écologique cartographique et utiliser adéquatement cette donnée.

Un premier projet a eu lieu en 2008-2009 et s'est intéressé à identifier le degré de concordance du type écologique provenant de la donnée cartographique du 3^e inventaire décennal avec la réalité terrain. Ce projet a également cherché à analyser l'influence des discordances observées entre la cartographie et la réalité terrain sur la stratégie d'aménagement présentée dans le PQAF 2008-2012, sur la planification des opérations forestières et sur certains enjeux de biodiversité. Avec l'utilisation, à partir de 2013, de la cartographie du 4^e inventaire décennal, il devient très pertinent d'analyser le degré de concordance du type écologique issu de cette nouvelle cartographie avec la réalité terrain. Ainsi, pour faire suite au projet réalisé en 2008-2009, le présent projet se propose :

- d'analyser le degré de concordance du type écologique provenant de la donnée cartographique du 4^e inventaire décennal avec la réalité terrain, pour les principaux types écologiques que l'on retrouve sur l'UAF 61-52;
- de comparer la concordance des cartes écoforestières des 3^e et 4^e décennaux de manière à mettre en lumière les éventuelles améliorations observées.

¹ Le type écologique correspond à une portion de territoire caractérisée par une combinaison relativement uniforme du sol (dépôt de surface et drainage) et de la chronoséquence végétale (végétation potentielle).

Les mêmes hypothèses de travail que celles présentées en préambule au projet de 2008-2009 sont posées :

- 1) Dans la sous-région écologique 3b-M, on observe sur la carte écoforestière une confusion entre la végétation potentielle FE3 et les végétations potentielles FE2 et FE5, caractéristiques de certaines essences thermophiles que l'on retrouve en plus grande abondance dans le domaine bioclimatique de l'érablière à tilleul. Les végétations potentielles FE2 et FE5 seraient alors sous-estimées sur la carte écoforestière.
- 2) On observe une confusion sur la carte écoforestière entre les végétations potentielles MJ1 et MJ2, ces deux végétations potentielles étant distinguées dans les guides de reconnaissance des types écologiques par une très faible présence d'érable à sucre. La végétation potentielle MJ1 serait alors sous-estimée sur la carte écoforestière.
- 3) On observe une confusion fréquente sur la carte écoforestière entre les codes de milieux physiques 0 et 2. En effet, les affleurements rocheux, les sols très minces et ceux plus épais sont souvent présents sous la forme de complexes difficiles à délimiter lors de la photo-interprétation. Devant cette imprécision, il serait plus prudent d'utiliser les codes de dépôts de surface et de drainage pour qualifier le milieu physique plutôt que le quatrième caractère du type écologique.

Une nouvelle hypothèse est ajoutée :

- 4) On observe une meilleure concordance entre la cartographie du 4^e décennal et les données terrain qu'entre la cartographie du 3^e décennal et les données terrain, en raison de la nouvelle méthode utilisée lors de l'exercice de photo-interprétation de la carte du 4^e décennal.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODE

1.1. LOCALISATION DU TERRITOIRE D'ÉTUDE

Le présent projet concerne l'unité d'aménagement forestier (UAF) 061-52, que l'on retrouve sur trois sous-domaines bioclimatiques : l'érablière à bouleau jaune de l'ouest (Gosselin *et al.* 1999), l'érablière à bouleau jaune de l'est (Gosselin *et al.* 1998a) et la sapinière à bouleau jaune de l'ouest (Gosselin *et al.* 1998b). Plus spécifiquement, comme le montre la figure 1, plus de la moitié de l'UAF est localisée sur les deux sous-régions 4b-M et 4c-T de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest. La sous-région 3c-T de l'érablière à bouleau jaune de l'est et, dans une moindre mesure, les sous-régions 3b-M et 3b-T de l'érablière à bouleau jaune de l'ouest, sont présentes au centre et au sud de l'UAF.

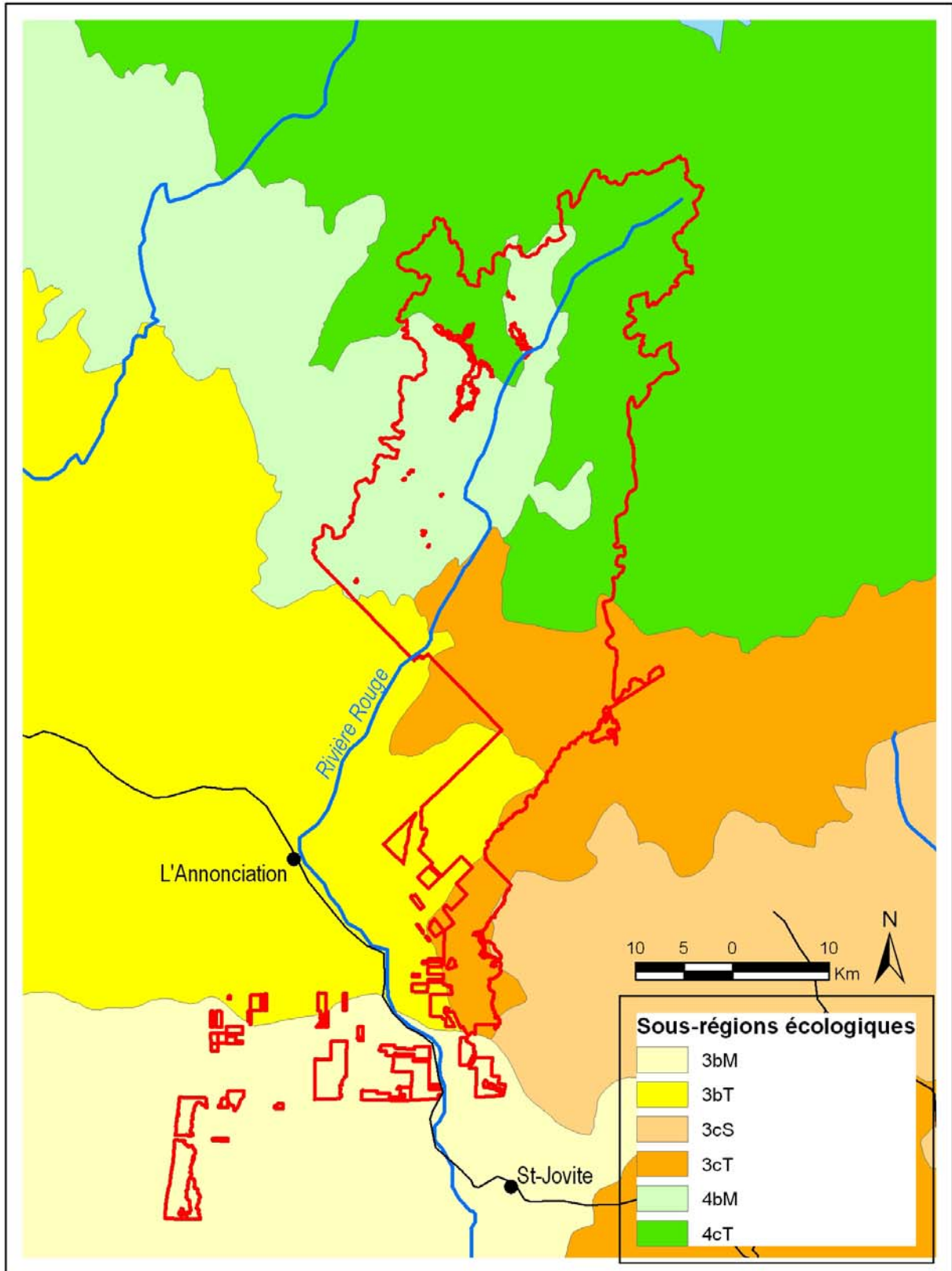


Figure 1. Localisation du territoire d'étude (UAF 061-52)

1.2. TYPES ÉCOLOGIQUES RETENUS POUR L'ÉTUDE

Le présent projet n'a pas fait l'objet d'un inventaire spécifique pour valider la concordance de la donnée cartographique du 4^e décennal avec la réalité terrain. En fait, les mêmes données d'inventaire que celles qui ont été utilisées pour valider la concordance de la donnée cartographique du 3^e décennal ont été utilisées lors de cette seconde phase. Dans ce contexte, les types écologiques cartographiques retenus pour l'analyse de concordance sont directement liés à la localisation des placettes d'inventaire. Le tableau 1 présente la liste des types écologiques cartographiques du 4^e décennal pour lesquels des points de contrôle terrain sont disponibles.

Tableau 1. Représentativité à l'échelle de l'UAF 061-52 des types écologiques pour lesquels des données d'inventaire sont disponibles

Types écologiques *	Nombre de placettes d'inventaire disponibles
FE22	8
FE30	1
FE32	67
MJ10	4
MJ11	1
MJ12	48
MJ15	3
MJ20	13
MJ21	2
MJ22	49
MJ25	17
MS21	2
MS22	1
RS12	1
RS15	1
RS21	13
RS22	16
RS24	3
RS25	18
RS51	2
RS54	1
RS55	1

* Apparaissent en gras les types écologiques qui sont retenus pour l'analyse de concordance du 4^e décennal.

Comme l'inventaire réalisé lors du projet 2008-2009 a été planifié selon la cartographie du 3^e décennal et non celle du 4^e décennal, il est observé à plusieurs reprises que le point de sondage se situe à proximité de la limite du peuplement écoforestier de la cartographie du 4^e décennal. Il est proposé d'exclure de l'analyse de concordance ces derniers, de manière à ne pas avoir des cas de discordance qui seraient dus non pas à des erreurs de cartographie, mais à une confusion liée à la présence de points de sondage situés à la limite de deux peuplements dont le type écologique diffère. Tout comme lors de l'analyse de la cartographie du 3^e décennal, les points de contrôle qui n'étaient pas qualifiés « représentatifs de l'ensemble du peuplement » ont été exclus de l'analyse.

Le tableau 2 présente finalement les types écologiques qui sont retenus pour l'analyse de concordance, en considérant qu'un minimum de 10 données terrain est nécessaire pour faire l'analyse de concordance. Des huit types écologiques retenus lors du projet de 2008-2009, seuls six ont le nombre minimum de données terrain requis (les types écologiques RS25 et MJ21 n'ont pu être retenus étant donné le faible nombre de placettes d'inventaire disponible). Sur la base des superficies couvertes sur la cartographie du 4^e décennal, ces six types écologiques couvrent à eux seuls 79 % de la superficie productive de l'UAF.

Tableau 2. Représentativité à l'échelle de l'UAF 061-52 des types écologiques retenus pour l'étude

Types écologiques	Définition des types écologiques	Superficie	Superficie	Nb de placettes
		couverte dans l'UAF – 3 ^e décennal (%)	couverte dans l'UAF – 4 ^e décennal (%)	d'inventaire disponibles pour l'analyse
FE32	Érable à bouleau jaune mésique de texture moyenne	25,6	22,7	50
MJ22	Bétulaie jaune à sapin mésique de texture moyenne	21,3	24,3	31
MJ12	Bétulaie jaune à sapin et érable à sucre mésique de texture moyenne	21,2	22,9	33
MJ25	Bétulaie jaune à sapin subhydrique de texture moyenne	3,8	4,3	14
RS21	Sapinière à épinette noire xérique- mésique de texture grossière	2,9	2,7	11
RS22	Sapinière à épinette noire mésique de texture moyenne	2,8	2,1	12

1.3. ÉVALUATION TERRAIN DE LA DONNÉE DE TYPE ÉCOLOGIQUE

Les mêmes données d'inventaire que celles utilisées pour l'analyse de la concordance de la cartographie du 3^e décennal ont été utilisées. Il s'agit :

- des points d'observation écologiques réalisés par le MRNF;
- d'un inventaire réalisé spécifiquement pour le projet 2008-2009 pour compléter la base de données des points d'observation écologiques fournie par le MRNF.

La qualification du type écologique a été faite en suivant les recommandations présentes dans les guides de reconnaissance des types écologiques associés à la région (Gosselin 2001, 2002a, 2002b). Il est proposé de consulter la méthode présentée dans le rapport de la phase 1 (Boulfroy *et al.* 2009) pour davantage d'information concernant l'inventaire qui a été réalisé spécifiquement pour l'analyse de concordance de la cartographie du 3^e décennal (plan de sondage, données recueillies).

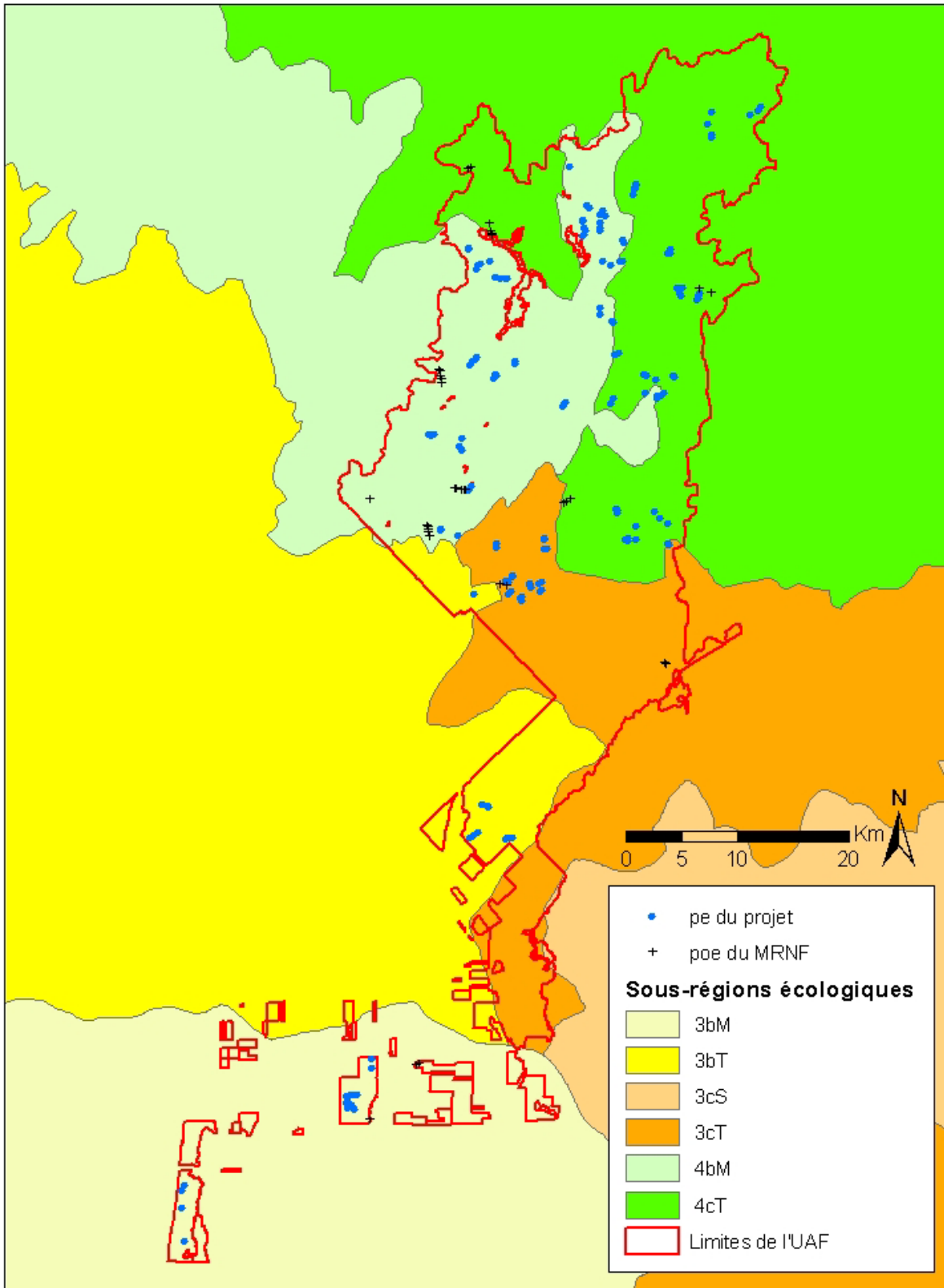


Figure 2. Localisation des relevés d'inventaire utilisés dans le cadre du projet

1.3.1. Données recueillies

L'inventaire a été réalisé durant l'automne 2008 (octobre 2008 à janvier 2009), dans des placettes de 400 m² de superficie (rayon de 11,28 m). Les données recueillies lors de l'inventaire sont de deux ordres : type écologique terrain et composition en essences commerciales. Dans un premier temps, il s'agit de qualifier le **type écologique terrain** qui caractérise la placette d'inventaire. Pour cela, plusieurs données ont été notées en consultant les guides terrain d'identification du type écologique produits par sous-région écologique :

- Végétation potentielle selon le guide de reconnaissance des types écologiques;
- Position topographique (sommet, haut de pente, mi-pente, bas de pente, terrain plat ou dépression);
- Épaisseur du sol (< 25 cm, 25-50 cm ou > 50 cm);
- Présence d'affleurements rocheux (< 25 % ou > 25 %);
- Texture du sol (grossière, moyenne ou fine) évaluée selon les critères définis dans les guides de reconnaissance des types écologiques;
- Drainage (mésique, subhydrique, hydrique) évalué selon les critères définis dans les guides de reconnaissance des types écologiques, c'est-à-dire à partir de la présence de certaines plantes indicatrices;
- Présence de drainages latéral et oblique selon la présence d'essences indicatrices de seepage (Rapport de classification écologique du MRMF);
- Type écologique terrain;
- Représentativité de la placette par rapport au peuplement.

Dans un deuxième temps, des données caractérisant la **composition en essences commerciales** ont été notées. La même méthode que celle employée dans le cadre des POE a été utilisée dans le but de pouvoir se servir conjointement les deux séries de données d'inventaire. Il s'agit d'évaluer la couverture de la cime de chaque essence, pour une strate végétale donnée. Huit classes de couverture de la cime sont proposées :

- A : 81-100 % de couverture de la cime
- B : 61-80 %
- C : 41-60 %
- D : 26-40 %
- E : 6-25 %
- F : 1-5 % (de 4 à 20 m²)
- + : > 1 % (< 4 m²)

Cinq strates végétales sont proposées :

- Arborescente supérieure : $>2/3$ de la hauteur dominante
- Arborescente inférieure : de 4 m à $2/3$ de la hauteur dominante
- Arbustive supérieure : de 1 à 4 m
- Régénération supérieure : de 31 cm à 1 m
- Régénération inférieure : de 0 à 30 cm

Le formulaire d'inventaire qui a été utilisé figure en annexe 1.

1.4. ANALYSES STATISTIQUES

Tout comme cela a été fait lors du projet d'analyse de concordance de la cartographie du 3^e décennal, les statistiques descriptives ont été utilisées pour mettre en relief les discordances entre la cartographie et les observations sur le terrain. Les analyses de concordance ont été réalisées avec le logiciel SAS version 9.1 (SAS Institute, 2009) à l'aide de la procédure « FREQ ». Cette procédure a permis de mettre en relief la fréquence des observations et leurs confusions potentielles. L'échelle de satisfaction suivante a été utilisée pour interpréter les seuils de concordance acceptables :

- 1) $< 50\%$: pas satisfaisant
- 2) 50-75 : peu satisfaisant
- 3) 75-95 : satisfaisant
- 4) > 95 : très satisfaisant

2. CONCORDANCE DES COMPOSANTES DU TYPE ÉCOLOGIQUE

Le type écologique est une unité synthèse de classification qui exprime à la fois les caractéristiques physiques du milieu (texture et drainage du sol) et les caractéristiques écologiques de la végétation (composition, structure et dynamique), sous la forme de la végétation potentielle. Avant d'analyser le niveau de concordance du type écologique, il est proposé de s'intéresser à chacune de ses composantes, soit la végétation potentielle et le code de milieu physique.

2.1. RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE CONCORDANCE DE LA VÉGÉTATION POTENTIELLE

2.1.1. À l'échelle de l'UAF au complet (tous domaines bioclimatiques confondus)

Le tableau 3 présente la concordance de la végétation potentielle cartographique avec la végétation potentielle observée sur le terrain. D'ordre général, toutes végétations potentielles confondues, il indique que la concordance est peu satisfaisante : les appellations cartographiques correspondent aux observations terrain dans seulement 55 % des cas. Parmi les végétations potentielles retenues, certaines concordent vraiment peu (concordance pas ou peu satisfaisante pour MJ1 dans 24 % des cas, MJ2 dans 51 % et RS2 dans 56 % des cas). Seul FE3 se distingue des autres végétations potentielles avec une concordance satisfaisante, dans 78 % des cas. Les végétations potentielles les plus représentées dans cette étude sont MJ2 et FE3.

Comparaison des deux décennaux

Si l'on compare le niveau de concordance de la cartographie du 4^e décennal avec celle du 3^e, on remarque que la situation est relativement inchangée. Globalement, le niveau de concordance est le même. Pour certaines végétations potentielles, la concordance s'est améliorée (+ 9 % pour MJ1, + 2 % pour MJ2) et pour d'autres, elle a diminué (- 12 % pour RS2). Dans tous les cas, l'ordre de grandeur est le même.

Tableau 3. Concordance de la végétation potentielle cartographique avec la végétation potentielle observée sur le terrain – cartographie du 4^e décennal

Végétation potentielle cartographique	Concordance avec le terrain (Nb de pe et % par rapport au nb total de pe)		Nb total de placettes
	Non	Oui	
FE3 (Érablière à bouleau jaune)	11 22 %	39 78 %	50
MJ1 (Bétulaie jaune à sapin et érable à sucre)	25 76 %	8 24 %	33
MJ2 (Bétulaie jaune à sapin)	22 49 %	23 51 %	45
RS2 (Sapinière à épinette noire)	10 44 %	13 56 %	23
Total	68 45 %	83 55 %	151

Tableau 4. Concordance de la végétation potentielle cartographique avec la végétation potentielle observée sur le terrain – cartographie du 3^e décennal

Végétation potentielle cartographique	Concordance avec le terrain (Nb de pe et % par rapport au nb total de pe)		Nb total de placettes
	Non	Oui	
FE3 (Érablière à bouleau jaune)	17 22 %	61 78 %	78
MJ1 (Bétulaie jaune à sapin et érable à sucre)	22 67 %	11 33 %	33
MJ2 (Bétulaie jaune à sapin)	41 47 %	46 53 %	87
RS2 (Sapinière à épinette noire)	44 57 %	33 43 %	77
Total	124 45 %	151 55 %	275

Le tableau 5 présente les sources de confusion observées entre la végétation potentielle de la carte écoforestière du 4^e décennal et la végétation potentielle observée sur le terrain. Concernant FE3, les résultats indiquent qu'il n'y a pas de prédominance parmi les diverses sources de confusion. À une ou deux placettes près, FE3 est autant confondue avec d'autres végétations potentielles feuillues (FE2 et FE5) qu'avec des végétations potentielles mélangées (MJ2 et MJ1).

Dans le cas des autres végétations potentielles, il est possible d'identifier une ou deux principales sources de confusion :

- MJ1 avec MJ2 et dans une moindre mesure FE3;
- MJ2 avec MS2 et RS2;
- RS2 avec RE2 et MS2.

Sources de confusion entre les deux inventaires décennaux

En comparant les cartographies du 4^e et du 3^e décennal (tableaux 5 et 6), on remarque que les sources de confusion sont relativement semblables d'un décennal à l'autre. La principale différence que l'on peut identifier concerne la donnée cartographique MJ2 : RS2 semble être une source de confusion plus importante sur la cartographie du 4^e décennal (32 % des confusions observées) qu'elle ne l'est sur la cartographie du 3^e décennal (10 %). À l'inverse, MJ1 représente la seconde source de confusion de MJ2 sur la cartographie du 3^e décennal (27 % des confusions observées), alors que cette source de confusion semble plus marginale sur la cartographie du 4^e décennal (5 %).

Tableau 5. Sources de confusion entre la végétation potentielle cartographique et la végétation potentielle observée sur le terrain – cartographie du 4^e décennal

Végétation potentielle cartographique	Végétation potentielle terrain	Fréquence (nb de pe)	Pourcentage
FE3	MJ1	3	27 %
	MJ2	3	27 %
	FE2	2	18 %
	FE5	2	18 %
	MF1	1	9 %
MJ1	MJ2	14	56 %
	FE3	8	32 %
	MS2	2	8 %
	RS1	1	5 %
MJ2	MS2	12	54 %
	RS2	7	32 %
	FE3	1	5 %
	MJ1	1	5 %
	RS1	1	5 %
RS2	RE2	6	60 %
	MS2	3	30 %
	RE3	1	10 %

Tableau 6. Sources de confusion entre la végétation potentielle cartographique et la végétation potentielle observée sur le terrain – cartographie du 3^e décennal

Végétation potentielle cartographique	Végétation potentielle terrain	Fréquence (nb de pe)	Pourcentage
FE3	FE2	5	29 %
	MJ2	5	29 %
	MJ1	4	24 %
	FE5	3	18 %
MJ1	MJ2	14	64 %
	FE3	6	27 %
	MS2	1	5 %
	RS1	1	5 %
MJ2	MS2	16	39 %
	MJ1	11	27 %
	FE3	5	12 %
	RS2	4	10 %
	RS1	3	7 %
	RT1	2	5 %
RS2	RE2	15	34 %
	MS2	11	25 %
	RE3	6	14 %
	MJ2	5	11 %
	RS3	4	9 %
	RS1	3	7 %

2.1.2. Analyse de la végétation potentielle FE3 à l'échelle de la sous-région écologique 3b-M

Cette analyse n'a pas été retenue en raison d'un échantillonnage trop faible. En effet, parmi les 151 relevés terrain disponibles pour l'analyse de concordance de la cartographie du 4^e décennal, seules 6 placettes d'inventaire se retrouvent sur un polygone cartographique d'appellation FE3 à l'échelle de la région 3b-M, ce qui est inférieur au nombre minimal requis de 10 relevés terrain qui a été fixé.

La première hypothèse de travail concernant l'existence d'une confusion entre la végétation potentielle FE3 et les végétations potentielles FE2 et FE5 dans la sous-région écologique 3b-M plus particulièrement ne peut donc pas être vérifiée.

2.2. RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE CONCORDANCE DU CODE DE MILIEU PHYSIQUE

Le tableau 7 illustre la concordance du code de milieu physique cartographique (4^e décennal) avec le code de milieu physique observé sur le terrain. D'ordre général, toutes catégories de milieux confondues, une concordance entre la donnée cartographique et terrain est observée dans 75 % des cas présents, ce qui est satisfaisant. De plus, le code de milieu physique 2, qui est le plus représenté (83 % des relevés d'inventaire) et qui définit les textures moyennes de drainage mésique, présente la meilleure concordance, qui est satisfaisante (80 %). Pour les autres milieux, la correspondance est nettement moins bonne : 58 % pour le milieu physique 5 (texture moyenne et drainage subhydrique) et 36 % pour le milieu 1 (texture grossière de drainage xérique-mésique). Les milieux 0 (dépôts très minces) ont été retirés de l'analyse en raison d'un nombre insuffisant de relevés terrain (< 10).

Comparaison des deux décennaux

À quelques pourcents près, ces résultats sont identiques à ceux obtenus lors de l'analyse de la cartographie du 3^e décennal (tableaux 7 et 8).

Tableau 7. Concordance du code de milieu physique cartographique avec le code de milieu physique observé sur le terrain – cartographie du 4^e décennal

Code de milieu physique cartographique	Concordance avec le terrain		Total
	Non	Oui	
1 (Texture grossière xérique-mésique)	7 63 %	4 36 %	11
2 (Texture moyenne mésique)	25 20 %	101 80 %	126
5 (Texture moyenne subhydrique)	6 42 %	8 58 %	14
Total	38 25 %	113 75 %	151

Tableau 8. Concordance du code de milieu physique cartographique avec le code de milieu physique observé sur le terrain – cartographie du 3^e décennal

Code de milieu physique cartographique	Concordance avec le terrain		Total
	Non	Oui	
0 (Dépôt très mince)	17 71 %	7 29 %	24
1 (Texture grossière xérique-mésique)	15 58 %	11 42 %	26
2 (Texture moyenne mésique)	34 19 %	144 81 %	178
5 (Texture moyenne subhydrique)	20 43 %	26 57 %	46
Total	86 31 %	188 69 %	274

Le tableau 9 présente les sources de confusion possibles pour la cartographie du 4^e décennal. L'évaluation du **drainage** génère les confusions les plus fréquentes. La principale source de confusion chez les codes de milieu physique 2 et 5 provient d'une divergence de la classe de drainage. Ainsi, 52 % des placettes (13 placettes) sur milieu 2 cartographique (drainage mésique)

ont été identifiées comme étant des milieux 5 (drainage subhydrique) sur le terrain et l'inverse est vrai dans 50 % des cas (ce qui correspond par contre à seulement 2 placettes).

L'autre confusion la plus fréquente qui est observée concerne l'**épaisseur du dépôt de surface** : le code de milieu physique cartographique 2 (sol épais de plus de 25 cm d'épaisseur, de texture moyenne mésique) est confondu avec le code de milieu physique terrain 0 (dépôt très mince inférieur à 25 cm) dans 28 % des cas, ce qui correspond à 7 placettes d'inventaire concernées.

Les autres confusions présentes concernent 3 placettes ou moins et il est donc difficile d'identifier des tendances.

Sources de confusion entre les deux inventaires décennaux

Les principales sources de confusion avaient déjà été observées sur la cartographie du 3^e décennal (tableaux 9 et 10).

Tableau 9. Sources de confusion entre le code de milieu physique cartographique et le code de milieu physique observé sur le terrain – cartographie du 4^e décennal

Code de milieu physique cartographique	Code de milieu physique terrain	Fréquence (nb de pe)	Pourcentage
1	5	3	43 %
	2	2	29 %
	0	1	14 %
	9	1	14 %
2	5	13	52 %
	0	7	28 %
	1	2	8 %
	3	1	4 %
	4	1	4 %
	8	1	4 %
5	2	3	50 %
	0	3	50 %

Tableau 10. Sources de confusion entre le code de milieu physique cartographique et le code de milieu physique observé sur le terrain – cartographie du 3^e décennal

Code de milieu physique cartographique	Code de milieu physique terrain	Fréquence (nb de pe)	Pourcentage
0	2	17	100%
1	2	5	33%
	5	3	20%
	9	3	20%
	4	2	13%
	0	1	7%
	8	1	7%
2	5	19	56%
	0	11	32%
	1	2	6%
	3	1	3%
	8	1	3%
5	2	7	35%
	0	6	30%
	8	4	20%
	9	2	10%
	1	1	5%

2.3. RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE CONCORDANCE DU TYPE ÉCOLOGIQUE

Le tableau 11 présente la concordance entre le type écologique cartographique et les observations terrain pour la cartographie du 4^e décennal. Il indique une **correspondance globalement pas satisfaisante** où seulement **38 %** des types écologiques cartographiques correspondent à ceux observés sur le terrain. Parmi ceux-ci, FE32 présente la meilleure correspondance, mais elle est quand même peu satisfaisante (66 % de concordance). Les autres types écologiques ont un taux de concordance inférieur à 40 % et présentent une concordance non satisfaisante.

Comme le montre l'annexe 1 qui présente les différentes sources de confusion observées entre la cartographie du 4^e décennal et les observations terrain, les principales sources de confusion observées sont entre :

- FE32 cartographique et FE32H terrain, qui représente une variante de FE32, due à sa position topographique de sommets et hauts de pente (confusions apparues 5 fois et représentant 29 % des confusions observées chez FE32 cartographique);
- MJ12 cartographique et MJ22 terrain (13 fois, soit 52 % des confusions observées chez MJ12);
- MJ12 cartographique et FE32 terrain (5 fois, soit 20 % des confusions observées chez MJ12);
- MJ22 cartographique et MS22 terrain (8 fois, soit 32 % des confusions observées chez MJ22).

Les autres sources de confusion concernent 3 observations terrain ou moins et sont donc plus rares. Ces résultats s'apparentent grandement à l'analyse de concordance réalisée sur la cartographie du 3^e décennal (tableau 12).

Cas spécifique du code « H » (haut de pente)

Un second caractère est parfois ajouté à l'appellation du code de milieu physique. La majorité des confusions proviennent de l'ajout, lors de l'inventaire, du code « H » (haut de pente) au milieu 2. Si *a priori* ce phénomène peut paraître marginal et donc sans grande conséquence (l'ajout du code H lors de l'inventaire n'a été recensé que 7 fois sur les 126 relevés d'inventaire réalisés sur milieu 2), il est important de noter que seul le type écologique FE32 se qualifie de code H. L'ajout de ce dernier concerne en fait 29 % des cas discordants observés chez le type écologique FE32, ce qui est relativement important. Il est donc possible de conclure à une nette sous-estimation de la mention H associée au type écologique FE32 sur la carte écoforestière du 4^e décennal, comme cela a aussi été le cas sur la carte du 3^e décennal. L'ajout du code H permet en fait de distinguer un type écologique FE32 « classique » (sites sur mi-versants en mi-pente et haut de pente couverts de tills plus ou moins épais où le drainage est bon à modéré) des FE32 (sommets et de hauts de pente sur tills de plus de 25 cm d'épaisseur où le drainage varie de bon à excessif). La position topographique particulière des FE32H entraîne bien souvent une plus grande abondance en hêtre à grandes feuilles que sur un FE32 classique.

Tableau 11. Concordance du type écologique cartographique avec le type écologique observé sur le terrain – cartographie du 4^e décennal

Type écologique cartographique	Concordance avec le terrain		Total
	Non	Oui	
FE32	17 34 %	33 66 %	50
MJ12	25 76 %	8 24 %	33
MJ22	25 81 %	6 19 %	31
MJ25	9 64 %	5 36 %	14
RS21	9 82 %	2 18 %	11
RS22	8 67 %	4 33 %	12
Total	93 62 %	58 38 %	151

Tableau 12. Concordance du type écologique cartographique avec le type écologique observé sur le terrain – cartographie du 3^e décennal

Type écologique cartographique	Concordance avec le terrain		Total
	Non	Oui	
FE32	29 37 %	49 63 %	78
MJ12	23 70 %	10 30 %	33
MJ22	25 61 %	16 39 %	41
MJ25	15 68 %	7 32 %	22
RS21	21 81 %	5 19 %	26
RS22	22 81 %	5 19 %	27
Total	172 63 %	103 37 %	275

2.4. DISCUSSION SUR LES RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE CONCORDANCE

Comme le montre la présentation des différents résultats de l'analyse de concordance, qu'il s'agisse de la donnée de végétation potentielle, du code de milieu physique ou du type écologique, le niveau de concordance observé entre la cartographie du 4^e décennal et les observations terrain est très semblable aux résultats de l'analyse de la cartographie du 3^e décennal. Ainsi, si des différences existent dans le calcul du pourcentage de concordance, elles sont de l'ordre de quelques pourcents seulement. De plus, les sources de confusion observées entre la cartographie du 4^e décennal et les observations terrain sont similaires à celles observées dans l'analyse de la cartographie du 3^e décennal. Ces résultats remettent en question la quatrième hypothèse formulée dans le cadre du présent projet selon laquelle « *on devrait observer une meilleure concordance entre la cartographie du 4^e décennal et les données terrain qu'entre la cartographie du 3^e décennal et les données terrain, en raison de la nouvelle méthode utilisée lors de l'exercice de photo-interprétation de la carte du 4^e décennal* ».

Plusieurs pistes, concernant autant la méthode utilisée pour établir la cartographie du 4^e décennal que la méthode de validation sur le terrain seront discutées pour analyser cette situation *a priori* surprenante.

2.4.1. Vérification de la présence de modifications de la cartographie du type écologique entre les 2 décennaux

La première hypothèse qui peut être posée pour expliquer cette absence de différences du niveau de concordance entre les cartographies des 2 décennaux concerne la nature des cartes elles-mêmes. En effet, il s'agit dans un premier temps de vérifier si les cartes du 3^e et du 4^e décennal présentent ou non des différences substantielles. Cette question est justifiée, car l'une des consignes données aux photo-interprètes en charge de la réalisation des cartes du 4^e décennal était de garder la donnée de type écologique la plus constante possible d'un décennal à l'autre. Par contre, le photo-interprète avait la consigne de changer le découpage des polygones et d'en modifier l'appellation si cela était nécessaire. Plusieurs vérifications ont donc été faites pour valider si les cartes des deux décennaux présentaient des différences importantes. Le tableau 13 présente les pourcentages de superficies occupées par les différents types écologiques qui ont fait l'objet de changements entre les deux cartes. Ce tableau met en évidence que les 6 types écologiques à l'étude ont vu leur appellation changer sur 37 % de leur superficie. Les types écologiques ayant le plus souvent fait l'objet de changements d'appellation sont MJ25, RS21 et RS22. Si l'on regarde maintenant spécifiquement les 151 points de contrôle terrain qui ont servi à l'analyse de concordance de la carte écoforestière du 4^e décennal (tableau 14), les changements d'appellation cartographique pour ces derniers sont légèrement moins fréquents : 3 fois sur 10 l'appellation cartographique du type écologique a changé entre les deux décennaux.

On peut donc conclure que la carte du 4^e décennal présente des changements substantiels par rapport à la carte du 3^e décennal, puisqu'environ le 1/3 de sa superficie a vu l'appellation du type écologique changer.

Tableau 13. Changement de la cartographie du 4^e décennal par rapport à celle du 3^e décennal par superficie couverte par chaque type écologique (en hectare et en pourcentages)

Types écologiques cartographiques du 3 ^e décennal	Changements sur la cartographie du 4 ^e décennal		
	Oui	Non	Total
FE32	9 813 26 %	27 219 74 %	37 032
MJ12	11 953 39 %	18 696 61 %	30 649
MJ22	12 302 38 %	20 072 62 %	32 374
MJ25	3 747 66 %	1 930 34 %	5 678
RS21	2 081 50 %	2 081 50 %	4 162
RS22	2 466 60 %	1 644 40 %	4 110
Total	42 362 37 %	71 642 63 %	114 005

Tableau 14. Changement de la cartographie du 4^e décennal par rapport à celle du 3^e décennal pour les 151 points de contrôle terrain (en nombre et en pourcentages)

Types écologiques cartographiques du 3 ^e décennal	Changements sur la cartographie du 4 ^e décennal		
	Oui	Non	Total
FE32	7 14 %	43 86 %	50
MJ12	15 45 %	18 55 %	33
MJ22	12 39 %	19 61 %	31
MJ25	5 36 %	9 64 %	14
RS21	3 27 %	8 73 %	11
RS22	3 25 %	9 75 %	12
Total	45 30 %	106 70 %	151

2.4.2. Arguments appuyant une amélioration attendue de la qualité de la photo-interprétation pour la cartographie du 4^e décennal

La méthode de photo-interprétation a évolué entre l'exercice réalisé lors du 3^e décennal et celui du 4^e décennal, dans le but d'augmenter en théorie la qualité de la photo-interprétation. Voici les principaux arguments justifiant une amélioration théoriquement attendue de la qualité de la carte écoforestière du 4^e décennal.

2.4.2.1. Augmentation de l'expérience des photo-interprètes

Il est reconnu que la photo-interprétation est un exercice complexe dont la qualité du résultat est fortement influencée par les aptitudes du photo-interprète. Un photo-interprète doit posséder un certain nombre d'années d'expérience pour acquérir suffisamment de dextérité pour produire un travail de qualité. Le temps faisant son œuvre entre la production des cartes des deux décennaux (entre 10 et 15 ans), tout porte à croire que les équipes de photo-interprètes en charge des

mandats du 4^e décennal sont plus expérimentées que ne l'étaient celles du 3^e décennal. Entre autres, les photo-interprètes travaillant sur la cartographie du 4^e décennal ont acquis un meilleur esprit de déduction, ce qui leur permet d'attribuer un type écologique en extrapolant certains paramètres qui ne seraient pas forcément visibles sur la photo.

2.4.2.2. Amélioration de la méthode de photo-interprétation

- **Photo-interprétation *a posteriori* pour le 3^e décennal en comparaison à *a priori* pour le 4^e décennal :** La carte écoforestière du 3^e décennal de l'UAF 061-52 provient de la première génération de cartes qui ont été produites au Québec pour ce décennal. Le type écologique avait donc été photo-interprété *a posteriori*, une fois le contour du peuplement forestier défini. Ainsi, le type écologique qui est étiqueté dans chaque polygone forestier correspond en fait au type dominant observé dans ledit polygone, dont le contour n'est pas influencé par la répartition des types écologiques dans l'espace. Lors de l'exercice de photo-interprétation du type écologique pour la cartographie du 4^e décennal, le type écologique a été photo-interprété *a priori*, en même temps que les autres paramètres descriptifs du peuplement écoforestier et a influencé le contour du polygone forestier. Les polygones écoforestiers du 4^e décennal devraient donc représenter un portrait plus homogène en ce qui concerne la donnée de type écologique que ne l'était celui des polygones du 3^e décennal.
- **Utilisation d'un rapport de validation cartographique :** Le photo-interprète en charge de l'exercice de photo-interprétation pour le 4^e décennal dispose, par unité de paysage, d'un rapport de validation cartographique de la carte du 3^e décennal. Ce rapport fait le bilan des principaux biais et erreurs observés sur la cartographie du 3^e décennal. Ce bilan repose sur un inventaire terrain de 20 virées de 250 m de long localisées dans chaque unité de paysage. La répartition des types écologiques retenus pour cet inventaire est proportionnelle à leur représentativité dans l'unité de paysage. Ces rapports servent de guide aux photo-interprètes et leur permettent d'améliorer la qualité de la photo-interprétation en fonction de certaines spécificités régionales et de corriger des erreurs récurrentes observées sur la cartographie du 3^e décennal. Ces informations n'étaient pas disponibles lors de l'exercice du 3^e décennal et contribuent à augmenter les connaissances qu'a le photo-interprète du territoire et donc la qualité de son travail.

- Utilisation d'un rapport de points de contrôle :** Le photo-interprète en charge de l'exercice de photo-interprétation pour le 4^e décennal a la charge de planifier et réaliser la prise de données de points de contrôle pour avoir une meilleure connaissance du territoire qu'il doit photo-interpréter. Finalement, il rédige un rapport de points de contrôle, qui décrit, par zone de photo-interprétation, les aires de distribution des principales végétations potentielles présentes (ainsi que certaines végétations spécifiques) ainsi que l'historique des perturbations naturelles et anthropiques. Ces informations, qui permettent de mieux comprendre la dynamique végétale associée à chaque zone, n'étaient pas disponibles lors de l'exercice du 3^e décennal. Elles contribuent à augmenter la qualité de travail du photo-interprète.
- Diminution de l'aire minimale d'interprétation :** Cette dernière est passée de 8 à 4 ha entre les deux décennaux. Un exercice a été réalisé pour comparer le nombre de polygones et leurs superficies moyennes sur les cartes des deux décennaux (tableau 15). Ce tableau met en lumière que le nombre de polygones de l'UAF 061-52 a doublé tandis que la superficie moyenne de ceux-ci a diminué de moitié, passant de 11,9 à 6,0 ha. L'écart-type a suivi la même tendance que la superficie moyenne et a diminué de moitié. En théorie et en réalité, la carte du 4^e décennal est donc une représentation plus fine et en théorie plus précise de la mosaïque forestière que ne l'est la carte du 3^e décennal. En toute logique, ce découpage plus fin devrait augmenter la qualité de la carte et sa concordance avec la réalité terrain.

Tableau 15. Nombre de polygones et superficie moyenne des polygones par inventaire décennal pour l'unité d'aménagement forestier 061-52

Programme d'inventaire	Nb de polygones dans l'UAF¹	Superficie moyenne des polygones¹	Ecart-type
3 ^e décennal	12 250	11,9 ha	10,4
4 ^e décennal	24 163	6,0 ha	5,4

1 : Seuls les peuplements productifs ont été retenus pour l'exercice.

2.4.3. Limites associées aux méthodes de photo-interprétation et de prise de données sur le terrain

Face au constat de l'absence d'amélioration du niveau de concordance entre les deux décennaux, tels que nos résultats le montrent, il est important, pour essayer de comprendre ces résultats *a priori* surprenants, de mettre en perspective les limites, autant de la méthode de photo-interprétation que de la méthode d'évaluation du type écologique sur le terrain.

2.4.3.1. Limites associées à la méthode de photo-interprétation (4^e décennal)

- **Qualité variable des photos utilisées :** La qualité de la photo influence fortement la qualité de l'exercice de photo-interprétation, plus particulièrement dans les types où les feuillus tolérants sont présents. Une vérification auprès de la firme de consultants responsable de la photo-interprétation du territoire couvrant l'UAF 062-51 met en évidence que la qualité des photos n'était pas constante à l'échelle de toute l'UAF :
 - **Elle était bonne et conforme** aux critères habituels dans la portion nord de l'UAF (approximativement la portion couverte par le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune et la pointe nord du domaine de l'érablière à bouleau jaune). Il s'agit de photos analogiques standards qui ont été scannées.
 - **Elle était mauvaise** dans la partie centrale de l'UAF (approximativement la sous-région 3cT de l'érablière à bouleau jaune). Il s'agit aussi de photos analogiques scannées, mais où le contraste était trop fort et la définition des essences diminuée.
 - **Elle était médiocre** dans la portion sud de l'UAF (approximativement la sous-région 3b-M). Il s'agit de photos numériques dans une version vraie couleur ou avec une bande infrarouge, prises avec une caméra DMC. La différenciation des essences était difficile à faire, ainsi que l'évaluation des paramètres 3D.

Comme le montre le tableau 16, 27 % des observations terrain qui ont servi aux analyses de concordance sont localisées dans les portions centre et sud de l'UAF, où la qualité des photos était mauvaise ou médiocre. La moins bonne qualité des photos utilisées pour ces secteurs a très certainement dû affecter la qualité de l'exercice de photo-interprétation et entraîner des erreurs de photo-interprétation, d'autant plus que les secteurs concernés sont situés dans le domaine de l'érablière à bouleau jaune, là où la présence des feuillus tolérants est plus élevée.

Tableau 16. Nombre de placettes retenues du 4^e inventaire décennal par sous-région écologique

	Sous-région écologique					
	3bM	3bT	3cT	4bM	4cT	Total
Nb placettes	9	12	20	57	53	151

- Simplification et homogénéisation de ce qui est observé sur le terrain :** Un exercice de photo-interprétation, qu'il s'agisse de la méthode du 3^e ou du 4^e décennal, entraîne toujours une simplification et une homogénéisation de ce qui est observé sur le terrain. En forêt mixte, comme cela est le cas sur le territoire d'étude, un niveau élevé d'hétérogénéité de la composition en essences et de la répartition spatiale de ces dernières est observé. Cette hétérogénéité ne peut être systématiquement considérée à l'échelle du polygone forestier photo-interprété, étant donné la superficie minimale à laquelle le photo-interprète est assujéti pour définir les polygones écoforestiers. C'est d'ailleurs pour cette raison que des travaux de photo fine sont parfois réalisés, dans le but de « faire éclater » certains polygones hétérogènes. Ce problème demeure sur la carte du 4^e décennal, même si l'aire minimale d'interprétation a diminué de moitié entre les deux décennaux (de 8 à 4 ha).

La confusion concernant l'épaisseur des dépôts de surface (confusion entre les codes de milieu physique 0 et 2) est un bel exemple où l'échelle à laquelle la photo-interprétation est effectuée ne permet pas de mettre en évidence l'hétérogénéité réelle du milieu physique. En effet, il est fréquent de retrouver en forêt des complexes où s'entremêlent des secteurs constitués de sols épais et des agglomérations rocheuses. Sur la carte écoforestière, quelle soit du 3^e ou du 4^e décennal, ces complexes portent, par contre, le code de milieu physique dominant, soit 0 ou 2, même si ces polygones forestiers sont hétérogènes. Cette confusion est importante à considérer, car elle représente la deuxième source de confusion observée pour la donnée de milieu physique sur la cartographie du 4^e décennal.

Lors de l'exercice de photo-interprétation, la simplification de ce qui est observé sur le terrain constitue vraisemblablement l'une des principales raisons expliquant les différences observées entre la cartographie du 4^e décennal et les observations terrain. L'échelle à laquelle la photo-interprétation est effectuée ne permet pas de mettre en évidence l'hétérogénéité réelle du milieu.

- **Volonté d'uniformiser le travail de photo-interprétation :** Le MRNF, dans un souci d'uniformité, limite parfois les photo-interprètes dans leurs choix. Par exemple, lorsque le photo-interprète identifie du MJ1 sur un site donné, il est tenu de reprendre cette même végétation potentielle sur des positions topographiques équivalentes, même s'il identifie la présence de moins de 5 % d'érable à sucre dans le peuplement, ce qui devrait théoriquement se traduire par l'identification de la végétation potentielle MJ2.
- **Signatures spectrales difficiles à distinguer :** Une source de confusion entre deux végétations potentielles peut provenir de la difficulté à distinguer la signature spectrale de certaines essences lors de l'exercice de photo-interprétation. Il est possible de citer en exemple les confusions entre : MJ2 et MS2 (différenciation difficile à faire entre les bouleaux jaune et blanc) ou entre FE3 et FE2 ou FE5 (différenciation difficile à faire entre certains feuillus thermophiles (essentiellement le tilleul d'Amérique et l'ostryer de Virginie) et les autres feuillus plus communs de l'érablière à bouleau jaune). Cette difficulté existait déjà lors de la photo-interprétation du 3^e décennal et demeure pour l'exercice du 4^e décennal. Par contre, ces sources de confusion sont plus marginales sur la cartographie du 4^e que sur celle du 3^e décennal.
- **Seuils basés sur une présence restreinte d'individus :** L'utilisation de seuils pour déterminer une végétation potentielle est nécessaire, mais elle peut être à l'origine de confusions, en particulier lorsque ces derniers sont peu élevés. Il est possible de citer à ce propos les confusions observées entre FE3 et FE2, FE3 et FE5, MJ1 et MJ2. La faible représentativité de certaines essences rend alors leur identification par photo-interprétation d'autant plus difficile que les signatures spectrales sont difficiles à distinguer et les essences sont peu visibles lorsqu'elles ne sont pas ou sont peu présentes dans le couvert dominant. Ces sources de confusions étaient relativement fréquentes lors de l'analyse du 3^e décennal. Elles semblent par contre moins fréquentes sur la cartographie du 4^e décennal.

2.4.3.2. Limites associées à la méthode d'évaluation du type écologique sur le terrain

- **Caractérisation ponctuelle du type écologique sur le terrain, ne permettant pas de saisir toute l'hétérogénéité du peuplement écoforestier :** L'évaluation de la donnée de type écologique sur le terrain a été faite dans le cadre du présent projet, selon les normes d'inventaire que les bénéficiaires de CAAF doivent suivre lors des inventaires avant intervention. Il s'agit d'une prise de donnée ponctuelle, à l'endroit où les placettes de 400 m² caractérisant la végétation en place sont positionnées. La consigne du technicien en charge de l'inventaire du type écologique dans le cadre du présent projet était de ne pas se limiter à la superficie couverte par la placette de 11,28 m de diamètre et d'observer la végétation aussi loin que son regard pouvait porter, mais cette évaluation reste ponctuelle, associée à un point de contrôle fixe. Pour couvrir le plus de territoire possible, un seul point de contrôle par polygone a été pris. Dans le contexte de peuplements dont la composition et la répartition des essences est hétérogène, comme cela est souvent le cas en forêt mixte, une caractérisation ponctuelle du type écologique sur le terrain ne permet certainement pas de bien cerner toute l'hétérogénéité que le photo-interprète peut voir sur la photo aérienne lorsqu'il qualifie le peuplement écoforestier.

En effet, lorsque deux végétations potentielles se distinguent par une proportion relative de certaines essences, l'évaluation terrain du type écologique peut alors varier selon le positionnement de la placette, qui peut être localisée dans un secteur plus riche en certaines essences que ce qui est observé en moyenne, à l'échelle du peuplement au complet. Le photo-interprète, lui, dispose d'un portrait global du peuplement écoforestier, qui lui permet d'assigner une valeur au type écologique, en fonction de proportions relatives moyennes. Citons l'exemple de la confusion très fréquemment observée sur la carte du 4^e décennal, entre les végétations potentielles FE3 et les MJ1 ou MJ2. La distinction entre ces végétations potentielles réside sur une proportion relative en érable à sucre par rapport au bouleau jaune et en érable à sucre par rapport aux principaux résineux présents. Selon le secteur où le point de contrôle est placé sur le terrain, l'observateur peut se retrouver en présence d'une plus forte proportion d'érable ou de bouleau jaune par rapport à la situation moyenne du peuplement. Les sources de confusion observées entre les végétations potentielles RE et RS d'une part et RS et MS d'autre part peuvent s'expliquer de la même façon.

Cette mention est encore plus pertinente en présence d'éléments rares. En effet, il est reconnu que plus les événements recherchés dans un inventaire sont rares, plus la taille des placettes d'inventaire devrait être grande pour saisir la présence de ces derniers (Blouin 2009). Blouin (2009) ainsi que d'autres références citées dans ce document précisent que la taille d'une placette d'inventaire devrait être ajustée de manière à pouvoir y recenser de 20 à 30 individus recherchés. La confusion observée entre MJ1 cartographique et MJ2 terrain et entre MJ2 et MS2 illustre alors bien que les placettes de 400 m² ne sont pas de taille suffisante pour déceler la présence marginale de certaines essences qui sont pourtant visibles à l'échelle du peuplement photo-interprété.

Il est important de constater que les principales sources de confusion recensées entre la cartographie du 4^e décennal et les observations terrain pour la végétation potentielle sont dues à une confusion liée à une différence de la représentativité de certaines essences, si l'on compare le portrait moyen du peuplement photo-interprété et le point d'observation terrain fixe. Ces confusions s'expliquent très certainement en partie par une caractérisation trop ponctuelle du type écologique sur le terrain, pour pouvoir bien cerner toute l'hétérogénéité que le photo-interprète peut voir sur la photo aérienne. Une évaluation plus globale sur le terrain, après avoir parcouru en partie ou en totalité le peuplement, permettrait vraisemblablement d'attribuer un type écologique terrain plus représentatif de l'ensemble du peuplement.

- **Référence au même milieu physique environnant (MMPE) :** Les photo-interprètes en charge du 4^e décennal ont comme consigne de faire référence au « même milieu physique environnant » pour l'attribution de la végétation potentielle; en présence d'une même position topographique et de mêmes conditions de dépôt de surface et de drainage, ils font référence à la végétation potentielle « typique », qui est présente dans un secteur à proximité, même s'ils ne sont pas capable d'identifier sur la photo toutes les caractéristiques spécifiques de cette végétation potentielle. La notion de MMPE est particulièrement utilisée dans des secteurs fortement perturbés (suite à un feu par exemple), où la végétation en place est pionnière. Cette référence au MMPE peut entraîner des divergences entre le diagnostic du photo-interprète, qui a une vision beaucoup plus élargie et globale du secteur, et celui de la personne en charge de l'inventaire sur le terrain, qui a une vision plus locale et ne dispose pas de cette référence pour extrapoler dans certains cas la végétation potentielle en place.

- **Méthode d'évaluation des caractéristiques du milieu physique sur le terrain :** Les méthodes d'évaluation terrain des paramètres de drainage et de texture possèdent des limites d'application fréquentes sur le terrain. Il arrive souvent que l'évaluateur soit obligé de trancher entre 2 classes de façon arbitraire, ce qui interfère sur le choix du type écologique. De plus, ces évaluations ponctuelles ne sont pas nécessairement représentatives de l'ensemble du polygone.

Également, la méthode utilisée pour déterminer le **drainage** sur le terrain peut expliquer, au moins en partie, la principale source de confusion entre l'évaluation cartographique et les observations terrain pour le code de milieu physique : confusion entre les milieux 2 (drainage mésique) et 5 (drainage subhydrique). En effet, la distinction entre les drainages 30 et 40 est relativement délicate à faire sur le terrain et repose essentiellement sur la présence ou non de mouchetures dans les premiers 50 cm du sol. Le MRNF a proposé, dans les guides de reconnaissance des types écologiques, une clé simplifiée, basée sur la présence de certaines plantes indicatrices. Cette dernière a été utilisée lors de l'inventaire réalisé dans le cadre du projet. Il est donc possible de mettre en doute la précision de cette méthode d'inventaire, qui ne distingue pas toujours adéquatement les drainages mésiques des drainages subhydriques. Cette remarque s'applique en particulier aux cas limites où la présence de la nappe phréatique dans les 50 premiers centimètres n'est pas assez franche pour influencer la présence des plantes indicatrices, même si certains signes de mouchetures confirment qu'il s'agit d'un drainage subhydrique.

Les confusions observées lors de l'estimation de la **texture** (moyenne ou grossière), quoique moins fréquentes que lors de l'analyse de la cartographie du 3^e décennal, peuvent aussi être liées à la difficulté de distinguer les deux classes de texture sur le terrain. En effet, si l'on se réfère à la grille d'identification des textures dans les guides de reconnaissance des types écologiques, le premier critère concerne la présence de plus ou moins 50 % de sable dans la texture, qui permet de discriminer, dans certains cas, les textures grossières des textures moyennes. Ce critère a donc un poids important dans la prise de décision. Comme il n'est pas évident à évaluer sur le terrain, il peut être responsable d'erreurs d'évaluation de la texture sur le terrain. Ce point avait déjà été soulevé lors de l'analyse de la cartographie du 3^e décennal.

2.5. RÉPONSES AUX HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

1) *Dans la sous-région écologique 3b-M plus particulièrement, on observe sur la carte écoforestière une confusion entre la végétation potentielle FE3 et les végétations potentielles FE2 et FE5, caractéristiques de certaines essences thermophiles que l'on retrouve en plus grande abondance dans le domaine bioclimatique de l'érablière à tilleul. Les végétations potentielles FE2 et FE5 seraient alors sous-estimées sur la carte écoforestière.*

Les résultats confirment que les végétations potentielles FE2 et FE5 sont parfois confondues avec FE3. Par contre, cette source de confusion semble moins fréquente sur la cartographie du 4^e décennal que sur celle du 3^e, pour la végétation potentielle FE2 (18 % des confusions observées sur la cartographie du 4^e, contrairement à 29 % sur celle du 3^e). Cela signifie que la carte du 4^e décennal sous-estimerait moins la présence d'essences thermophiles rares (tilleul d'Amérique, frêne blanc, cerisier tardif) que la carte du 3^e décennal. L'analyse spécifique à l'échelle de la sous-région écologique méridionale 3b-M n'a pu être retenue en raison du nombre insuffisant de points d'observation disponibles.

2) *On observe une confusion sur la carte écoforestière entre les végétations potentielles MJ1 et MJ2, ces deux végétations potentielles étant distinguées dans les guides de reconnaissance des types écologiques par une très faible présence d'érable à sucre. La végétation potentielle MJ1 serait alors sous-estimée sur la carte écoforestière.*

Les résultats montrent que MJ1 sur la carte du 4^e décennal est bien confondue avec MJ2 sur le terrain (56 % des confusions observées), comme cela était également le cas sur la cartographie du 3^e décennal. Par contre, si une source de confusion importante de MJ2 sur la carte du 3^e décennal était MJ1, cette source de confusion est devenue très marginale sur la cartographie du 4^e décennal (5 % des confusions observées sur la carte du 4^e décennal par rapport à 39 % des confusions sur la carte du 3^e). L'analyse de concordance ne met donc pas en évidence une sous-estimation de la végétation potentielle MJ1 sur la carte écoforestière du 4^e décennal. Cela signifie que la présence de l'érable à sucre dans les peuplements mixtes de bouleau jaune et de sapin baumier ne serait pas sous-estimée sur la carte du 4^e décennal, contrairement à la carte du 3^e décennal.

- 3) *On observe une confusion fréquente sur la carte écoforestière entre les codes de milieux physiques 0 et 2, les affleurements rocheux, les sols très minces et les sols plus épais étant souvent présents sous la forme de complexes difficiles à délimiter lors de la photo-interprétation. Devant cette imprécision, il serait plus prudent d'utiliser les codes de dépôts de surface et de drainage pour qualifier le milieu physique plutôt que le quatrième caractère du type écologique.*

Les résultats confirment qu'il existe bien une confusion entre les milieux 0 et 2 sur la carte du 4^e décennal. Par contre, la confusion entre le milieu 2 sur la carte écoforestière du 4^e décennal et le milieu 0 sur le terrain ne représente pas la principale source de confusion du code de milieu 2. L'analyse de concordance du code de milieu 0 sur la carte écoforestière du 4^e décennal n'a pu être retenue en raison du nombre insuffisant de points d'observation disponibles pour ce type de milieu.

- 4) *On observe une meilleure concordance entre la cartographie du 4^e décennal et les données terrain qu'entre la cartographie du 3^e décennal et les données terrain, en raison de la nouvelle méthode utilisée lors de l'exercice de photo-interprétation de la carte du 4^e décennal.*

La comparaison des cartes des deux décennaux montre que la carte du 4^e décennal a subi des modifications substantielles puisque le 1/3 de la superficie a vu l'appellation du type écologique changer. En prenant en considération ces changements, les analyses de concordance n'ont pas mis en évidence une amélioration globale de la concordance du type écologique sur la carte du 4^e décennal. En fait, le taux de concordance calculé pour l'ensemble des points de contrôle est identique pour les cartes des deux décennaux. Parmi l'ensemble des pistes d'explication qui sont proposées, voici celles qui pourraient avoir le plus influencé les confusions observées entre la carte et les observations terrain :

- **La qualité des photos** a été jugée mauvaise pour la partie centre et sud de l'UAF (approximativement le domaine de l'érablière à bouleau jaune). Cette mauvaise qualité des photos a donc dû influencer la qualité de l'exercice de photo-interprétation, en particulier pour les végétations potentielles où les feuillus tolérants sont présents (ce qui correspond en fait à la grande majorité des types écologiques de l'érablière à bouleau jaune).

- **La taille des unités cartographiques** est encore trop grande sur la carte du 4^e décennal (même si l'aire minimale d'interprétation est passée de 8 à 4 ha entre les deux décennaux) pour saisir toute la complexité des associations d'essences et de leur répartition spatiale, surtout en forêt mixte.
- **La méthode d'inventaire du type écologique sur le terrain** que les industriels doivent utiliser lors des inventaires avant intervention (et qui a été utilisée pour caractériser le type écologique sur le terrain dans le cadre du présent projet) représente une caractérisation trop ponctuelle du type écologique sur le terrain pour pouvoir bien cerner toute l'hétérogénéité du peuplement que le photo-interprète peut voir sur la photo aérienne. La méthode d'évaluation sur le terrain par placette fixe de 400 m² ne serait donc pas adéquate pour évaluer la variable de type écologique à l'échelle du peuplement écoforestier, en particulier en présence de peuplements très hétérogènes et/ou constitués d'éléments rares.
- **Les évaluations sur le terrain de la classe de texture et du drainage** telles qu'elles sont recommandées dans les guides de reconnaissance des types écologiques peuvent aussi être la source de confusions entre la carte et les observations terrain. En effet, l'évaluation ponctuelle n'est pas forcément représentative de l'ensemble du polygone, et il semble qu'il soit parfois difficile de déterminer certaines classes de texture et de drainage.

3. INFLUENCE DES RÉSULTATS SUR LA STRATÉGIE D'AMÉNAGEMENT, LES OPÉRATIONS FORESTIÈRES ET LES ENJEUX DE BIODIVERSITÉ

L'analyse de la concordance du type écologique présent sur la carte écoforestière du 3^e décennal a permis de mettre en perspective, en 2008-2009, l'influence que peut avoir une mauvaise dénomination du type écologique cartographique sur la stratégie d'aménagement, les opérations forestières et les enjeux de biodiversité (Bouffroy *et al.* 2008). L'analyse de concordance de la cartographie du 4^e décennal ne permet pas de statuer de façon claire sur la qualité de l'information présente sur la nouvelle génération de carte. En effet, certains arguments mettent en évidence des faiblesses de la précision de l'information cartographique et de la méthode d'évaluation du type écologique sur le terrain qui a servi à valider l'information cartographique. Néanmoins, il est important de rester vigilant sur les conséquences que peut entraîner une mauvaise qualification du type écologique sur la carte écoforestière. Sans présenter tous les détails de l'analyse réalisée lors de la phase 1 (Bouffroy *et al.* 2009), voici quelques points majeurs à considérer, en présence d'une mauvaise qualification du type écologique :

- Le type écologique ou ses composantes est l'une des variables qui est actuellement utilisée pour l'attribution des **groupes de production prioritaire (GPP)** et du **type d'aménagement** (intensif ou extensif), dans la région des Laurentides. Une mauvaise appellation du type écologique peut donc entraîner, dans certains cas, des changements de GPP et/ou du type d'aménagement préconisé. Le type écologique ou ses composantes influence également les **choix sylvicoles**, notamment les peuplements où le reboisement et le regarni ne sont pas préconisés (par exemple, milieu 0 avec affleurements rocheux et milieux 7, 8, 9, très humides). Une erreur de qualification du milieu physique peut donc entraîner aussi des erreurs de planification des travaux de reboisement et de regarni.
- Les confusions concernant le code de milieu physique peuvent entraîner une mauvaise évaluation des **risques et contraintes suite aux opérations forestières**. Par exemple, une mauvaise qualification de l'épaisseur du dépôt de surface (confusion entre le code 0 et les autres codes de milieu physique) peut engendrer une mauvaise évaluation des risques de scalpage et d'érosion du sol. Une erreur d'évaluation du drainage (mésique au lieu de subhydrique ou hydrique) dans le code de milieu physique peut entraîner une mauvaise évaluation des risques d'orniérage, de remontée de la nappe phréatique et des contraintes de solidité du sol.

- Certaines végétations potentielles devraient faire l'objet d'une attention particulière en présence d'**enjeux de biodiversité**. En effet, la végétation potentielle peut être indicatrice de la présence d'essences spécifiques, qui, dans certaines régions, représentent un enjeu de composition. On peut citer les végétations RS1, RT1 et RC3 qui sont indicatrices de la présence du thuya, RP1, indicatrice des pins blanc et rouge, FE2, indicatrice de feuillus thermophiles tels que le tilleul d'Amérique, le frêne blanc, le cerisier tardif, et FE6 indicatrice du chêne rouge, etc. Une mauvaise estimation de la présence de ces végétations potentielles pourrait alors nuire à la mise en œuvre de mesures particulières qui favoriseraient la présence de ces essences en raréfaction.

4. ADAPTATION DES CLÉS D'IDENTIFICATION DU TYPE ÉCOLOGIQUE

Les guides de reconnaissance des types écologiques produits par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune représentent un grand travail de synthèse et de simplification, en vue de rendre l'exercice de détermination du type écologique adapté à la réalité du terrain et rapide à exécuter. Ainsi, la méthode développée pour caractériser les données du milieu physique nécessaires pour l'identification du type écologique est basée sur des mesures simples et évite la réalisation d'un pédon qui peut représenter un exercice long et fastidieux. Les prises de données se limitent à l'épaisseur du dépôt (un coup de terrière), la texture du sol évaluée en 3 classes à partir de quelques tests (Von Post, granulométrie, moule humide, rubanage) et le drainage du sol estimé à partir de la présence d'essences indicatrices.

Suite à l'analyse de concordance de la carte écoforestière du 3^e décennal, il a été proposé deux principaux ajustements concernant l'évaluation du code de milieu physique. Ces ajustements s'avèrent toujours pertinents et sont à nouveau recommandés dans le cadre du présent projet (se référer à l'annexe 2 pour davantage de détails).

- **Une nouvelle grille d'identification de la texture :** Devant les confusions observées concernant l'évaluation de la texture, il est proposé d'utiliser la grille de Thien (1979), qui a déjà montré de meilleurs résultats pour l'évaluation de la texture que la grille proposée dans les guides de reconnaissance.
- **Une vérification supplémentaire concernant la présence éventuelle d'un drainage subhydrique en bas de pente et dans les dépressions.**

5. RECOMMANDATIONS

Plusieurs recommandations sont proposées dans le cadre de ce travail. Elles regroupent différents axes, que ce soit l'inventaire sur le terrain ou l'amélioration de la qualité de l'information présentée sur la carte écoforestière.

5.1. INVENTAIRE SUR LE TERRAIN

1. Revoir la méthode d'inventaire du type écologique sur le terrain : Lors de l'analyse de la concordance de la cartographie du 3^e décennal, il avait déjà été mentionné que la taille des placettes d'inventaire que les industriels doivent utiliser pour caractériser le type écologique dans le cadre des inventaires avant intervention (400 m²) était à revoir. En effet, ce type de placette ponctuelle, de superficie trop petite, ne permet pas de bien cerner toute l'hétérogénéité présente dans le peuplement. Cette remarque est d'autant plus appropriée que les événements recherchés sont rares ou que les peuplements sont hétérogènes. **Il est donc recommandé de ne plus réaliser l'évaluation terrain du type écologique dans des placettes ponctuelles de 400 m². Il est essentiel en fait d'avoir une vision plus globale du peuplement écoforestier et de considérer l'ensemble du milieu environnant pour qualifier le type écologique** car les clés d'identification du type écologique reposent sur des proportions relatives d'essences. L'unité de surface sur laquelle l'évaluation du type écologique est faite a donc une forte influence sur le cheminement dans la clé décisionnelle et la qualification du type écologique qui en découle. Une option certainement plus intéressante serait de réaliser **un inventaire selon un cheminement sur une longueur de quelques centaines de mètres**, de manière à attribuer à chaque peuplement une « valeur moyenne » du type écologique.

2. Revoir la méthode d'évaluation des caractéristiques du milieu physique : Devant les confusions observées concernant l'évaluation de la texture, il est proposé d'utiliser sur le terrain **une nouvelle grille d'identification de la texture** (Thien 1979) qui a déjà montré de meilleurs résultats que la grille proposée dans les guides de reconnaissance. En ce qui concerne le drainage, il est recommandé **d'utiliser conjointement deux méthodes pour la détermination du drainage**, en particulier dans les secteurs de bas de pente et de dépression, où les probabilités d'observer un drainage subhydrique sont plus élevées. Ainsi, la méthode proposée dans les guides de reconnaissance des types écologiques basée sur la présence de certaines plantes indicatrices devrait être jumelée à un prélèvement d'échantillons de sol dans les 50 premiers centimètres du sol, de manière à vérifier si des mouchetures sont présentes. Par contre, il est essentiel de garder

en tête qu'une évaluation ponctuelle des caractéristiques du milieu physique reste une limite à la méthode d'évaluation du type écologique sur le terrain, car elle n'est pas nécessairement représentative de l'ensemble du peuplement écoforestier.

5.2. QUALITÉ DE L'INFORMATION PRÉSENTÉE SUR LA CARTE ÉCOFORESTIÈRE DU 4^E DÉCENNAL

3. Diminuer la taille de l'aire minimale d'interprétation, en présence de conditions très hétérogènes ou d'éléments rares : La cartographie écoforestière du 4^e décennal ne permet pas encore de caractériser adéquatement les peuplements présentant une forte hétérogénéité en ce qui concerne la répartition spatiale des essences, même si l'aire minimale d'interprétation a diminué de moitié par rapport à la cartographie du 3^e décennal. La caractérisation du milieu physique, en présence de complexes de sols épais et d'agglomérations rocheuses ou de sols minces, n'a également pu être faite correctement. Il est donc recommandé de diminuer à nouveau la superficie minimale de photo-interprétation, en présence de conditions hétérogènes.

5.3. ÉTUDE D'UNE NOUVELLE APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

L'information cartographique du type écologique est une donnée essentielle pour élaborer la stratégie d'aménagement et planifier les opérations forestières. Il est donc important de s'assurer d'un maximum de précision de cette donnée.

4. Réaliser une nouvelle analyse de concordance de la cartographie du 4^e décennal, en utilisant une nouvelle méthode d'évaluation du type écologique sur le terrain : Il est actuellement difficile de statuer sur la qualité de la carte écoforestière du 4^e décennal. En effet, certains arguments sous-tendent une amélioration de la qualité de l'information alors que les analyses de concordance ne mettent aucune amélioration en évidence. De plus, d'autres arguments apportent des limites concernant la méthode d'évaluation du type écologique sur le terrain, qui sert de référence dans l'analyse de concordance. La méthode d'évaluation du type écologique sur le terrain utilisée semble trop ponctuelle pour prendre en considération toute l'hétérogénéité retrouvée à l'échelle du peuplement photo-interprété, en forêt mélangée. Il est donc recommandé de réaliser **une nouvelle validation de la qualité de la cartographie du 4^e décennal, en réalisant cette fois-ci une évaluation terrain du type écologique selon un**

cheminement, de manière à avoir une évaluation plus globale du type écologique à la même échelle que celle du peuplement photo-interprété.

5. Réaliser une analyse de concordance de la carte écoforestière du 4^e décennal, à une échelle dépassant celle de l'UAF : Les conclusions permettant de juger de la concordance de la photo-interprétation par rapport à la réalité terrain ne doivent pas être limitées à un photo-interprète et un territoire donnés. Elles devraient en fait faire l'objet d'un plus grand échantillonnage, tant au niveau de l'intervenant que du territoire.

CONCLUSION

Une évaluation de la concordance du type écologique présent sur la carte écoforestière du 3^e décennal avec la réalité terrain a été réalisée pour le territoire de l'UAF 061-52, en 2008-2009. Suite à ce projet, qui a démontré un faible niveau de concordance entre l'outil cartographique et les observations terrain, une analyse similaire a été réalisée à partir de la nouvelle génération de carte écoforestière disponible, soit celle du 4^e décennal. Ce deuxième volet avait pour objectif de vérifier l'hypothèse selon laquelle le niveau de concordance de la carte écoforestière du 4^e décennal serait supérieur, auquel cas cet outil cartographique pourrait être privilégié lors de la planification de l'aménagement du territoire et des opérations forestières.

Sur la base des mêmes données d'inventaire que celles utilisées pour l'analyse de la carte du 3^e décennal, il a été possible d'établir, pour les six principaux types écologiques présents dans l'UAF 061-52, les niveaux de concordance observés entre l'information cartographique et les relevés terrain pour les variables suivantes : type écologique, végétation potentielle et code de milieu physique. Les pourcentages de concordance calculés pour les différentes variables analysées montrent des résultats similaires à ceux obtenus lors de l'analyse de la carte du 3^e décennal, à quelques pourcents près. Pourtant, plus du 1/3 de la superficie productive de la carte écoforestière a vu l'appellation du type écologique changer entre les deux décennaux. Ainsi, les analyses n'ont pas mis en évidence une amélioration globale de la concordance du type écologique sur la carte du 4^e décennal par rapport à la carte du 3^e décennal.

Certains éléments discutés pour expliquer cette situation *a priori* surprenante, mettent en évidence les faiblesses de l'information cartographique tandis que d'autres présentent les limites de la méthode d'évaluation du type écologique sur le terrain. Parmi les arguments limitant la précision de l'information cartographique, on peut citer principalement la qualité des photographies aériennes utilisées lors de l'exercice de photo-interprétation, qui a été qualifiée de mauvaise pour la portion de l'UAF située dans le domaine de l'érablière à bouleau jaune. Également, la taille des unités cartographiques est encore vraisemblablement trop grande sur la carte du 4^e décennal pour saisir toute la complexité des associations d'essences et de leur répartition spatiale, surtout en forêt mixte. Une taille plus réduite de l'aire minimale d'interprétation (< 4 ha) permettrait très certainement de mieux décrire des conditions très hétérogènes ou des éléments rares.

Concernant les limites liées à la prise de données sur le terrain, cet exercice démontre que la méthode d'évaluation du type écologique, que les industriels doivent utiliser lors des inventaires avant intervention, représente une caractérisation trop ponctuelle pour pouvoir bien cerner toute l'hétérogénéité du peuplement que le photo-interprète peut voir sur la photo aérienne. La méthode d'évaluation sur le terrain par placette fixe de 400 m² ne serait donc pas adaptée pour valider cette variable à l'échelle du peuplement écoforestier, en particulier en présence de peuplements très hétérogènes. Il semble essentiel, pour qualifier correctement sur le terrain le type écologique à l'échelle du peuplement forestier, d'avoir une vision plus globale du peuplement et de considérer l'ensemble du milieu environnant. Une option certainement plus intéressante serait de réaliser un inventaire selon un cheminement de plusieurs centaines de mètres.

Enfin, comme le montrent les éléments discutés précédemment, il est difficile de conclure sur le niveau de qualité de l'information présente sur la carte du 4^e décennal. Il serait donc très intéressant de valider la concordance de cette carte sur la base, cette fois-ci, d'un nouvel inventaire sur le terrain, qui permettrait d'avoir une vision plus globale du peuplement écoforestier, et qui pourrait alors confirmer ou infirmer si le travail de photo-interprétation permet de qualifier le type écologique avec une précision suffisante. Cette analyse ne devrait d'ailleurs pas se limiter au travail d'un seul photo-interprète et à un seul territoire d'étude précis, mais devrait faire l'objet d'un échantillonnage plus grand.

RÉFÉRENCES CONSULTÉES

- Blouin, D. 2009.** Statistique appliquée à la foresterie. Notes de cours. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). 78 p.
- Boulfroy, E. P. Bournival et G. Lessard. 2009.** Évaluation du degré de concordance entre la cartographie et la réalité terrain pour la donnée de type écologique dans l'UAF 061-52. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2009-15. 78 p
- Gosselin, J. 2002a.** Guide de reconnaissance des types écologiques des régions écologiques 3a – Collines de l'Outaouais et du Témiscamingue et 3b – Collines du lac Nominique. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers.
- Gosselin, J. 2002b.** Guide de reconnaissance des types écologiques des régions écologiques 4b – Coteaux du réservoir Cabonga et 4c – Collines du Moyen-Saint-Maurice. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers.
- Gosselin, J. 2001.** Guide de reconnaissance des types écologiques des régions écologiques 3c – Hautes collines du Bas-St-Maurice. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers.
- Gosselin, J., P. Grondin et J.-P. Saucier. 1998a.** Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'est. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de la gestion des stocks forestiers. 174 p.
- Gosselin, J., P. Grondin et J.-P. Saucier. 1998b.** Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de la gestion des stocks forestiers. 160 p.
- Gosselin, J., P. Grondin et J.-P. Saucier. 1999.** Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'ouest. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers. 187 p.

ANNEXE 1. CONFUSIONS CHEZ LE TYPE ÉCOLOGIQUE

Le tableau 17 présente les confusions observées entre les types écologiques cartographiques et les types écologiques terrain.

Tableau 17. Source de confusions entre les types écologiques cartographiques et les types écologiques observés sur le terrain – cartographie du 4^e décennal

Type écologique cartographique	Type écologique terrain	Fréquence	Pourcentage
FE32	FE32H	5	29 %
	MJ22	3	18 %
	MJ12	2	12 %
	FE52	2	12 %
	FE20	1	6 %
	FE22	1	6 %
	MJ10	1	6 %
	FE35	1	6 %
	MJ18	1	6 %
	Total	17	
MJ12	MJ22	13	52 %
	FE32	5	20 %
	FE32H	2	8 %
	FE35	1	4 %
	MJ20	1	4 %
	MS22	1	4 %
	MS25	1	4 %
	RS12	1	4 %
	Total	25	
MJ22	MS22	8	32 %
	MJ25	3	12 %
	MJ20	3	12 %
	MS25	2	8 %
	FE32	1	4 %
	MJ12	1	4 %
	MJ22S	1	4 %
	MJ23	1	4 %
	MS21	1	4 %
	RS12	1	4 %
	RS20	1	4 %
	RS21	1	4 %
	RS25S	1	4 %
	Total	25	

Type écologique cartographique	Type écologique terrain	Fréquence	Pourcentage
MJ25	MJ22	2	22 %
	RS20	2	22 %
	RS25	2	22 %
	MJ20	1	11 %
	MJ25S	1	11 %
	MS22	1	11 %
	Total	9	
RS21	RS25	3	33 %
	RE21	2	22 %
	MS22	1	11 %
	RE20	1	11 %
	RE22	1	11 %
	RE39	1	11 %
	Total	9	
RS22	RS25	3	38 %
	RS22S	1	12 %
	RS24	1	12 %
	MS22	1	12 %
	RE22	1	12 %
	RE25	1	12 %
	Total	8	

ANNEXE 2. ADAPTATION DES CLÉS D'IDENTIFICATION DU TYPE ÉCOLOGIQUE

Proposition d'une nouvelle clé pour déterminer la texture du sol

Le premier critère utilisé pour qualifier la texture dans les guides de reconnaissance des types écologiques concerne la présence de plus ou moins 50 % de sable, ce qui permet de discriminer dans certains cas les textures grossières des textures moyennes. Ce critère a donc un poids important dans la prise de décision. Comme il n'est pas évident à évaluer sur le terrain, il peut être responsable de confusions qui sont fréquemment observées entre les textures moyennes et grossières. Une autre grille d'identification de la texture (Thien 1979) a montré, dans le cadre de travaux pratiques organisés par M. Jacques Tremblay, professeur au DEC en Technologie forestière du Cégep de Sainte-Foy, de meilleurs résultats pour la détermination de la texture sur le terrain que la grille proposée dans les guides de reconnaissance. Elle est présentée à la figure suivante et recommandée pour qualifier la texture avec une meilleure précision.

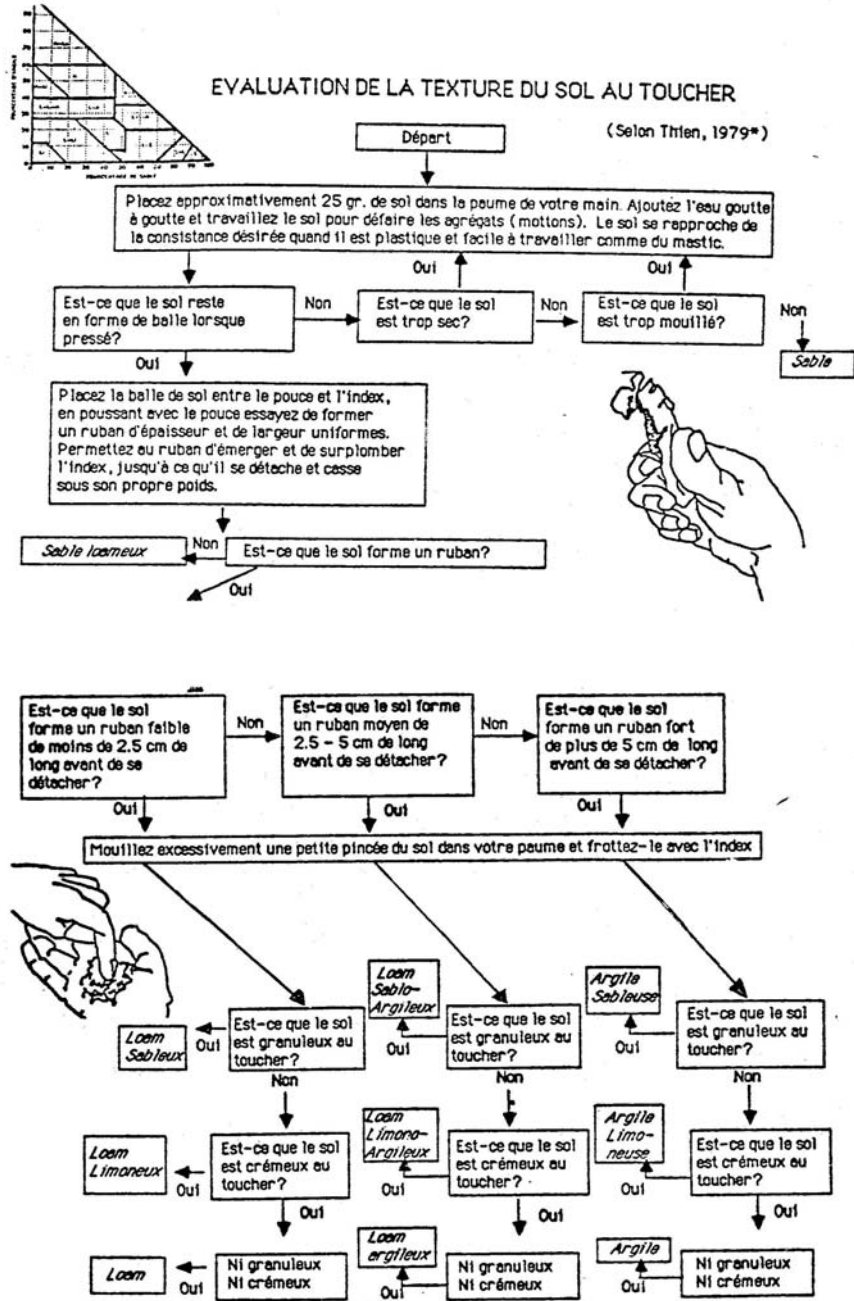


Figure 3. Clé de détermination de la texture tirée de Thien (1979)

Vérification supplémentaire concernant la présence de drainage subhydrique

L'une des principales confusions chez le code de milieu physique concerne la distinction entre les milieux de drainage mésique et subhydrique. Cette confusion n'est pas sans conséquences car on observe généralement une baisse de fertilité du site en présence de drainage subhydrique comparativement à un drainage mésique. Devant la fréquence des confusions observées, il ne semble pas que la méthode proposée dans les guides de reconnaissance des types écologiques pour identifier la présence d'un drainage subhydrique permette une identification sans faille de ce critère. Cette méthode est basée sur un pourcentage de présence de certaines plantes indicatrices. Il est donc proposé de jumeler cette méthode à un prélèvement d'échantillon de sol dans les 50 premiers centimètres du sol, de manière à vérifier si des mouchetures y sont présentes. La présence de mouchetures dans les 50 premiers centimètres du sol représente en effet le principal indicateur de la présence d'un drainage subhydrique. Cette vérification n'a pas besoin d'être systématique. Elle devra avoir lieu dans les secteurs de bas de pente et de dépressions, où les probabilités d'observer un drainage subhydrique sont plus élevées.