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

Rapport final

CARACTÉRISATION DES POSSIBILITÉS DE MISE EN PLACE D'UNE CHAÎNE DE PRODUCTION ET D'APPROVISIONNEMENT EN BOIS FEUILLU DE QUALITÉ POUR L'INDUSTRIE DE LA PREMIÈRE, DEUXIÈME ET TROISIÈME TRANSFORMATION EN MAURICIE

Présenté à :

Conseil régional des élus de la Mauricie

Par :

Syndicat des producteurs de bois de la Mauricie
Patrick Lupien

et

CERFO
Centre Collégial de Transfert de Technologie en foresterie
Hugues Lapierre, ing.f., M.Sc.
Sylvie Côté, ing.f., M.Sc.
Donald Blouin, ing.f., M.Sc.
Guy Lessard, iing.f., M.Sc.

Mai 2006

© CERFO 2006-04

BÉNÉFICIAIRE DU PROJET

- **Conseil régional des élus de la Mauricie**

PARTENAIRES DU PROJET

- **Centre collégial de transfert de technologie en foresterie (CERFO)**
- **Syndicat des producteurs de bois de la Mauricie**

TABLE DES MATIÈRES

BÉNÉFICIAIRE DU PROJET ..... **I**

PARTENAIRES DU PROJET ..... **I**

LISTE DES FIGURES ..... **III**

LISTE DES TABLEAUX ..... **IV**

REMERCIEMENTS ..... **V**

RÉSUMÉ ..... **VI**

INTRODUCTION **1**

1. MÉTHODOLOGIE **2**

1.1. STRATIFICATION DU TERRITOIRE 2
1.2. IDENTIFICATION DES STRATES À INVENTORIER 4
1.3. CRÉATION DU PLAN DE SONDAGE 5
1.4. PROTOCOLE D'INVENTAIRE 5
1.4.1. *Bois sur pied* *6*
1.4.2. *Gaules et semis* *7*
1.5. COMPILATION DES DONNÉES D'INVENTAIRE 7

2. RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE **10**

2.1. RÉSULTATS PAR STRATES 10
2.1.1. *Bois sur pied* *10*
2.1.2. *Distributions diamétrales* *12*
2.1.3. *Régénération* *19*
2.1.4. *Portrait de la présence des espèces cibles par strates* *21*
2.2. VOLUMES DISPONIBLES DANS CHAQUE STRATE 22

3. ANALYSE DES RÉSULTATS **24**

3.1. ANALYSE DESCRIPTIVE 24
3.1.1. *Classes de drainage* *24*
3.1.2. *Types de dépôts de surface* *25*
3.1.3. *Classe de drainage et catégorie de dépôt par strates* *26*
3.1.4. *Groupe d'âge* *27*
3.1.5. *Association végétale* *28*
3.2. RELATION ENTRE LES VARIABLES NUMÉRIQUES (COUVERT VS RÉGÉNÉRATION) 29
3.3. RÉPARTITION SPATIALE DES ESSENCES CIBLES 33

4. AMÉNAGEMENT ET SYLVICULTURE **34**

4.1. STRATÉGIE D'AMÉNAGEMENT 34
4.2. RÉGIMES ET TRAITEMENTS SYLVICOLES 35

CONCLUSION **39**

RÉFÉRENCES **40**

ANNEXE 1 – CARTES DE LA STRATIFICATION, DU PLAN DE SONDAGE ET DES RÉSULTATS D'INVENTAIRE **41**

ANNEXE 2 – DÉFINITION DE QUALITÉ ET VIGUEUR **42**

ANNEXE 3 - DÉFINITION DE LIBRE DE CROÎTRE **46**

ANNEXE 4 – RÉSULTATS DU BOIS SUR PIED PAR STRATE PAR ESSENCE **47**

ANNEXE 5 EXTRAIT DU GUIDE DE MISE EN VALEUR DES FEUILLUS NOBLES EN BASSE-MAURICIE **49**

ANNEXE 6 DÉFINITION DES CODES DE TYPE DE DÉPÔTS **60**

ANNEXE 7 – MATRICES DE CORRÉLATION **66**

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Distribution diamétrale toutes essences et essences cibles pour les jeune strates EO et PE (strates 1, 2, 10, 13 et 18) 15

Figure 2 - Distribution diamétrale toutes essences et essences cibles pour les vieilles strates EO (strate 3) 16

Figure 3 - Distribution diamétrale toutes essences et essences cibles pour les jeunes strates ERFT et FT (strates 4, 6, 8, 9, 11, 14 et 16) 16

Figure 4 - Distribution diamétrale toutes essences et essences cibles pour les vieilles strates ERFT et ER (strates 5, 7, 12, 15 et 17) 18

Figure 5 - Coefficient de distribution des gaules et semis en fonction de la surface terrière basé sur les résultats par placette pour le FRA et le TIL 31

Figure 6 - Coefficient de distribution des gaules et semis en fonction de la surface terrière basé sur les résultats par strate pour le FRA et le TIL 32

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Caractéristiques des strates retenues pour l'inventaire 4

Tableau 2 - Nombre de placettes échantillonnées par strate 5

Tableau 3 - Moyennes et intervalles de confiance (α=0,05) pour les nombres de tiges des essences cibles et toutes essences 11

Tableau 4 - Moyennes et intervalles de confiance (α=0,05) pour les surfaces terrières (m²/ha) des essences cibles et toutes essences 11

Tableau 5 - Densité moyenne (nb de tiges/ha), coefficient de distribution moyen (%) et intervalles de confiance (α=0,05) pour les gaules d'essences cibles 20

Tableau 6 - Densité moyenne (nb de tiges/ha), coefficient de distribution moyen (%) et intervalles de confiance (α=0,05) pour les semis d'essences cibles 20

Tableau 7 - Sommaire de la présence des essences cibles par strate 21

Tableau 8 - Volume (m^3) des essences cibles dans les strates échantillonnées 23

Tableau 9 - Résultats par classe de drainage pour les essences cibles. 25

Tableau 10 - Résultats par type de dépôts de surface pour les essences cibles 26

Tableau 11 - Résultats par classe de drainage et catégorie de dépôts de surface pour les essences cibles 27

Tableau 12 - Résultats par groupe d'âge de la strate pour les essences cibles 28

Tableau 13 - Résultats par association végétale pour les essences cibles. 29

Tableau 14 - Cibles pour les strates retenues pour le régime de la futaie jardinée 37

Tableau 15 - Structure, régime sylvicole et traitements à préconiser par strates 38

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier M. Patrick Lupien du SPBM, ainsi que le groupe du meuble pour leur appui et le dynamisme dont ils font preuve face à l'aménagement des feuillus nobles de la Mauricie.

Nos remerciements s'adressent également à M. Luc Desaulniers de la Conférence régionale des élus de la Mauricie pour l'appui au projet.

Nous exprimons aussi notre gratitude envers les différentes personnes ayant collaboré au projet, dont notamment Mesdames Claire Roy et Annie Lelièvre du CERFO pour la révision du texte et la mise en page du rapport.

Enfin, nous remercions les équipes de terrain du SPBM pour la réalisation des inventaires forestiers et les membres du CERFO pour les divers aspects de traitement et d'analyse d'information.

RÉSUMÉ

Au cours des dernières années, les usines de transformation de la Mauricie ont rencontré certains problèmes d'approvisionnement en bois de feuillus nobles de qualité. Afin d'identifier les avenues possibles pour remédier à cette situation, il était essentiel dans un premier temps, d'améliorer les connaissances en brossant le portrait de la ressource ligneuse en frêne et en tilleul présente sur le territoire. Plus spécifiquement, il s'agissait d'établir un constat sur l'état actuel des volumes de bois en tilleul et frêne que l'on retrouve sur les stations susceptibles de contenir ces essences, de valider le portrait des exigences des essences désirées en fonction des caractéristiques du milieu et de proposer des actions sylvicoles visant à améliorer la situation. Pour ce faire, un inventaire ciblé a été réalisé dans les stations potentielles pour le frêne et le tilleul, comprises dans les terres privées des MRC des Chenaux, Maskinongé et Mékinac. Le sondage effectué a couvert près de 300 placettes incluant autant de grappes de régénération.

De façon générale, il ressort qu'il y a peu de frêne et de tilleul, tant en termes de bois sur pied qu'au niveau de la régénération (gaules et semis). Quant aux exigences par rapport aux conditions du milieu, le frêne d'Amérique se retrouve davantage sur les drainages mésiques (30) et sur les dépôts qui n'appartiennent pas à la catégorie roc-till, alors qu'il se concentre principalement sur les dépôts marins (5A et 5S) et littoraux marins (6S). Un plus grand nombre de tiges de frêne d'Amérique par unité de surface a été rencontré dans les peuplements jeunes. Par contre, il y a eu davantage de régénération en essences cibles répertoriée sous les vieux peuplements. Sur le plan des associations végétales, le frêne d'Amérique est présent principalement dans les érablières à érable rouge, les érablières à feuillus tolérants, ainsi que les peuplements dominés par les feuillus tolérants, alors que le tilleul se trouve essentiellement dans les érablières à érable rouge et les érablières à feuillus tolérants. Enfin, on retrouve la régénération dans les strates où il y a du bois sur pied de l'essence correspondante.

À la lumière des résultats obtenus, un zonage du territoire a permis d'identifier un territoire où l'aménagement des essences cibles devrait être priorisé. Les actions préconisées visent principalement à favoriser la croissance des essences cibles et aussi à permettre l'établissement de la régénération naturelle, lorsque ces essences sont présentes, ou encore à procéder à leur introduction artificielle dans les peuplements favorables situés dans la zone prioritaire, mais qui en sont actuellement dépourvus.

INTRODUCTION

Le but de ce projet est de favoriser à court, moyen et long terme, un approvisionnement constant en bois de feuillus nobles de qualité de façon à alimenter les usines de 1re (sciage), de 2e et de 3e transformation de la Mauricie à partir des volumes de bois issus des forêts privées de la région. On entend par feuillus nobles les essences suivantes : tilleul, cerisier tardif, frênes blanc et de Pennsylvanie, chêne à gros fruits, chêne rouge, noyer, bouleau jaune, érable à sucre, etc. Certaines espèces, principalement l'érable et le bouleau jaune, sont actuellement très utilisées par l'industrie et la pression de récolte sur ces essences est très importante. D'un autre côté, il est difficile de prévoir quelles seront les tendances des consommateurs dans 10-15-20 ou même 40 ans. Il faut donc s'assurer que le territoire, en fonction de ses potentiels, continue de produire une diversité d'espèces.

Ce projet vise donc à établir, dans un premier temps, le portrait de la ressource ligneuse en terme de volume disponible aujourd'hui et à long terme pour le tilleul d'Amérique et le frêne d'Amérique. Toutefois, étant donné le niveau de précision de la photointerprétation, avec des superficies minimales de 4 ou 8 ha, ne correspondant pas aux besoins des forêts privées, en plus de la rareté relative des essences qui nous concernent, il devenait évident qu'un travail d'inventaire sur le terrain était essentiel à une meilleure compréhension de la situation.

Dans le but d'améliorer la connaissance détenue par les acteurs forestiers du territoire, il a été proposé de réaliser les activités suivantes :

- D'établir un portrait de l'état actuel des volumes de bois sur pied et de la régénération en tilleul et frêne sur les terres privées des MRC des Chenaux, Maskinongé et Mékinac, particulièrement sur des stations susceptibles de contenir ces essences;
- Valider, grâce aux observations faites sur le terrain, le portrait des exigences des essences désirées en fonction des caractéristiques du milieu présentes sur le territoire;
- Proposer des actions sylvicoles pour améliorer la situation.

1. MÉTHODOLOGIE

En regard des objectifs de ce projet et des ressources financières à sa disposition, un travail de synthèse a été réalisé afin d'identifier les secteurs présentant le plus de potentiel de renfermer du tilleul ou du frêne. Cette synthèse avait pour but 1) de limiter la superficie du territoire à inventorier et 2) de permettre de contourner l'hétérogénéité existant sur le territoire par la création de classes ou strates de peuplements susceptibles de contenir des volumes de bois en essences recherchées.

1.1. STRATIFICATION DU TERRITOIRE

Dans un premier temps, la stratification retenue se base sur les conditions écologiques du milieu (dépôt, drainage, groupement d'essences, etc.) pour ensuite être complétée par la carte de potentiel présente dans le Guide de mise en valeur des feuillus nobles en Basse-Mauricie. Les strates ont été créées à partir des feuillets écoforestiers du 3e inventaire décennal (dont les informations sont contenues dans la base de données (Terr_etude_3), en procédant selon les étapes suivantes :

Étape 1 : Sélection de la région écologique

Seuls les polygones issus de la région écologique 2b ont été retenus. Ce code correspond à la région écologique de la plaine du St-Laurent, comprise dans le sous-domaine bioclimatique de l'Érablière à tilleul de l'est (Gosselin *et al.,* 1998). Même si dans le sous-domaine bioclimatique de l'Érablière à bouleau jaune de l'est on peut retrouver du FE2, elle n'a pas été retenue pour limiter l'envergure du sondage pour des questions budgétaires. Elles pourront être incluses dans une phase ultérieure.

Étape 2 : Sélectionner les types écologiques

Seuls les polygones forestiers présents sur les types écologiques ayant une végétation évoluant naturellement vers l'érablière à tilleul, furent retenus (identifiés par le code débutant par FE2). On a, par contre, retiré les types écologiques subhydriques et hydriques (FE25 et FE26), mais conservé les types FE20 et FE21 car ceux-ci sont jugés peu présents dans la région écologique 2b[1] et sont compilés avec le FE22 et FE23. Ainsi, seuls les types FE20, FE21, FE22 et FE 23

[1] Voir guide du MRN (trouver notice)

furent utilisés. Encore une fois, les types écologiques FE5 et FE6 qui comportent beaucoup de TIL, de FRA et de FRP n'ont pas été retenus pour limiter l'envergure du sondage pour des questions budgétaires Elles pourront être incluses dans une phase ultérieure, consacrée au CHR et au CET (sans oublier au passage les FRA et TIL).

Étape 3 : Type de dépôt

Deux groupes furent ensuite formés : un premier rassemblant les dépôts de surface sur till (1a, 1am, m1a, etc.) ou sur roc (R et R1A) et le second regroupant tous les autres types de sol.

Étape 4 : Superposition avec la carte des potentiels du Guide de mise en valeur des feuillus nobles

À partir d'une cartographie fournie par l'auteur du guide, il a été possible d'associer un potentiel variant de Moyen/bon à Élevé à chacun des polygones forestiers. Comme les conditions de croissance des deux essences cibles sont relativement semblables, cela a donné naissance à 2 classes de potentiel[2] :

Classe 55 (aussi appelée jaune dans le fichier)	Moyen/bon pour le tilleul et le frêne
Classe 110 (aussi appelée vert dans le fichier)	Élevé pour le tilleul et le frêne

Étape 5 : Création des classes d'âge

Deux classes d'âge regroupées ont été créées, soit :

- Les jeunes peuplements, qui regroupent les classes d'âge suivantes :
  10, 30, 3030, 3050, 50, 5010, 5030, 5050, JIN

- Les vieux peuplements, qui réfèrent aux classes d'âge suivantes :
  1070, 120, 3070, 5070, 5090, 70, 7030, 7050, 7070, 90, 9030, 9050, VIN

Étape 6 : Groupements d'essences retenus

On a retiré des superficies potentiellement inventoriées, tous les polygones associés à des plantations. Par la suite, les groupements d'essences ont été regroupés par type d'association végétale, tels que présentés au tableau suivant.

[2] La classe Moyen/ bon pour le frêne et élevé pour le tilleul était presque inexistante et a donc été laissée de côté

Association végétale	Nouvelle appellation	Groupements d'essence
Bétulaie blanche	BOP	BB, BB1, BBBB, BBPB
Érablière rouge	EO	EO
Érablière	ER	ER
Érablière à feuillu tolérant	ERFT	ERFT
Érablière à tremble	ERPE	ERPE
Feuillus tolérants	FT	FT
Tremblaie	PE	PE, PE1, PEPE

1.2. IDENTIFICATION DES STRATES À INVENTORIER

À partir de la stratification établie, un total de 28 strates pouvaient être présentes sur le territoire. Dans les faits, 27 existaient réellement pour une superficie totale potentiellement inventoriable de 16 526 ha. Afin de concentrer, une fois de plus, les efforts d'inventaires sur les superficies les plus propices mais également les plus significatives, il fut convenu de retenir uniquement les strates présentant les plus grandes superficies. Cette analyse a permis d'identifier un certain nombre de strates (18) qui fut ensuite complété de façon à avoir une représentativité des différentes situations écologiques (voir Tableau 1).

Tableau 1 - Caractéristiques des strates retenues pour l'inventaire

No Strate	Roc/Till	Potentiel FRA/TIL	Groupe d'âge	Association végétale
1	non	Élevé	Jeune	EO
2	non	Modéré/Bon	Jeune	EO
3	non	Modéré/Bon	Vieux	EO
4	non	Modéré/Bon	Jeune	ER
5	non	Modéré/Bon	Vieux	ER
6	non	Modéré/Bon	Jeune	ERFT
7	non	Modéré/Bon	Vieux	ERFT
8	non	Élevé	Jeune	ERFT
9	non	Modéré/Bon	Jeune	FT
10	non	Modéré/Bon	Jeune	PE
11	oui	Modéré/Bon	Jeune	ERFT
12	oui	Modéré/Bon	Vieux	ERFT
13	oui	Élevé	Jeune	EO
14	oui	Élevé	Jeune	ER
15	oui	Élevé	Vieux	ER
16	oui	Élevé	Jeune	ERFT
17	oui	Élevé	Vieux	ERFT
18	non	Élevé	Jeune	PE

1.3. CRÉATION DU PLAN DE SONDAGE

Le plan de sondage a été préparé en ayant comme objectif de :

- Fournir un minimum de 12 placettes par strate
- Couvrir le maximum de peuplement par strate
- Réaliser un minimum de 3 placettes par peuplement

Les cartes de la stratification, du plan de sondage et des résultats d'inventaire sont présentées à l'annexe 1, alors que les fichiers Arcview sont fournis sur CD.

Le nombre de placettes échantillonnées par strate est présenté au Tableau 2.

Tableau 2 - Nombre de placettes échantillonnées par strate

No Strate	Nombre de placettes
1	18
2	16
3	18
4	15
5	21
6	20
7	15
8	18
9	16
10	16
11	13
12	17
13	17
14	18
15	17
16	15
17	16
18	12
Total	298

1.4. PROTOCOLE D'INVENTAIRE

Le but de cet inventaire était de rassembler le maximum d'information pour permettre de caractériser la ressource en tilleul et en frêne sur le territoire Mauricien, tout en parcourant le plus de terrain possible. Cette volonté de maximiser la surface parcourue tient au fait que ce projet

s'attarde sur des essences présentes mais peu répandues en forêt. Cette façon de procéder a donc permis de réaliser un grand nombre de placettes d'inventaire (298) tout en recueillant des informations touchant le bois mature et la régénération.

1.4.1. Bois sur pied

Un des objectifs spécifiques visait à recueillir de l'information permettant de caractériser la quantité et la qualité de la ressource tilleul-frêne actuellement présente sur le territoire Mauricien. Pour ce faire, la méthode décrite ci-après a été appliquée.

Méthode d'échantillonnage :

Les tiges ont été sélectionnées à l'intérieur de placettes à rayon variable à l'aide d'un prisme de facteur 2. Une attention particulière a été apportée aux tiges de tilleul et de frêne considérées comme les essences cibles dans le cadre de cet inventaire.

Éléments mesurés par placette	**Description**	**Commentaire**
DHP Essences cibles	Le dhp a été mesuré par classe de 2 cm pour chaque tige de frêne et de tilleul.	
Autres essences	Le dhp a été évalué par classe de 10 cm pour toutes les autres tiges comprises dans la projection du prisme.	
Qualité	La qualité des tiges a été évaluée pour les tiges de frêne et de tilleul selon la méthode connue et utilisée par le personnel du syndicat.	Sciage (nb de billes) ou pâte.
Vigueur	La vigueur a été évaluée pour les tiges de frêne et de tilleul selon les classes suivantes I-II-III ou IV.	Voir annexe 2 pour explication des classes.
État général du peuplement	Une appréciation générale de l'état de santé du peuplement a été relevée.	Choix de réponse : En santé : Présence peu fréquente d'indices de maladie ou d'attaque d'insecte. Moyen : Présence fréquente d'indices de maladie, d'attaque d'insecte ou de bris mécanique. Médiocre : Présence notable de dépérissement attribuable à différents agents perturbateurs (maladie, insecte, verglas important, etc.)
Localisation de la placette	Le type de peuplement dans lequel devait se trouver la placette à inventorier selon l'emplacement prévu, versus celui réellement rencontré sur le terrain.	L'appellation terrestre du peuplement a été relevée selon les normes de cartographie du MRNF.
Représentativité de la placette	Une évaluation de la représentativité de la placette par rapport à son appellation terrestre.	Choix de réponses inscrit sur le formulaire.
Présence de frêne et de tilleul	En fonction des observations faites entre les placettes, la présence des essences cibles a été relevée.	Deux cases étaient présentes sur le formulaire afin de noter la présence des essences.

1.4.2. Gaules et semis

Le second objectif spécifique de cet inventaire était d'évaluer le recrutement à moyen et long terme en nombre de semis à l'hectare et de gaules à l'hectare, en plus de qualifier les gaules en termes de qualité et de présence de tiges d'avenir.

Méthode d'échantillonnage :
Sur la virée menant aux différentes placettes d'inventaire, des grappes de 10 placettes, centrées sur la placette à rayon variable, ont été installées. Le centre de chacune des placettes de la grappe était distant de 6 mètres et a servi aussi de centre pour :

1. Des placettes circulaires de 1,13 mètre de rayon (4 m^2) qui ont été utilisées pour dénombrer la régénération pour les essences frêne et tilleul uniquement. Étaient considérées comme de la régénération, toutes les tiges de frêne ou tilleul mesurant entre 30 cm et 1,6 mètre de hauteur.

2. Des placettes circulaires de 2,82 mètres de rayon (25 m^2) qui ont été utilisées pour dénombrer uniquement les gaules de tilleul et de frêne. Entraient dans la catégorie de gaules, les tiges de classes de diamètre de 2 à 8 cm, ainsi que les tiges de diamètre inférieur à la classe 2 cm, mais mesurant plus de 1,6 mètre de hauteur. De plus, pour chacune des placettes où était observée une gaule de tilleul et/ou de frêne, les informations suivantes ont été relevées :

    a) Y a-t-il une gaule de qualité (une tige droite, absente de blessure) oui ou non; et de quelle essence?
    b) La gaule est-elle libre de croître? oui ou non (voir annexe 3 pour savoir ce que représente une tige libre de croître).

1.5. COMPILATION DES DONNÉES D'INVENTAIRE

Les données récoltées pour chacun des volets, bois sur pied et régénération, ont été saisies dans des fichiers séparés et les compilations ont été effectuées à l'aide du logiciel EXCEL et du logiciel TIGE alors que les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS.

Une première compilation a été réalisée afin d'obtenir les résultats par placette. Pour la portion bois sur pied, le facteur d'arbre correspondant au DHP et à la classe de diamètre utilisée, a été introduit dans le fichier de données, afin de calculer le nombre de tiges/ha correspondant. Des sommations ont ensuite été faites pour connaître le nombre de tiges/ha par essence, par classe de diamètre, ainsi que la surface terrière/ha par placette. Des moyennes par strates ont ensuite été comptabilisées.

Pour la portion régénération, la proportion de microplacettes où une présence de chacune des variables prises séparément était enregistrée a été calculée pour chaque placette, afin de déterminer les coefficients de distribution (CD). Ainsi, nous avons les CD des semis de TIL, FRA et FRN évalués dans les placettes de 1,13 m de rayon, les CD des gaules de TIL, FRA et FRN retrouvés dans les placettes de 2,82 m de rayon, puis les CD des gaules de qualité de TIL, FRA et FRN, de même que les CD des gaules libres de croître de TIL, FRA et FRN (calculés à partir de la proportion des placettes où un oui a été enregistré dans chaque champ correspondant). Le nombre de tiges a été obtenu en faisant la sommation des nombres de tiges par essences des 10 microplacettes par placettes et le résultat a été ramené par hectares en tenant compte de la superficie échantillonnée pour les semis et les gaules respectivement. Dans ce cas aussi, des moyennes par strates ont ensuite été calculées.

Les résultats des compilations des deux volets ont permis de produire deux bases de données distinctes soit une par placette et une autre par strate. Chacune de ces bases a été complétée par les variables cartographiques pouvant être associées à chacun de ces niveaux. La base par strate a été faite afin d'obtenir une appréciation globale de la situation, alors que la base par placette a été utilisée afin de voir les liens existant entre certaines variables constituant des variables regroupées ou non au sein de l'échantillon.

Afin de vérifier si des liens existaient entre les variables numériques (nb tiges/ha et ST/ha du couvert arborescent, par rapport aux variables caractérisant la régénération des essences cibles : densité et CD de semis/ha, densité et CD de gaules/ha), des analyses de corrélation ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS 9.1. Le coefficient de corrélation r est utilisé à des fins descriptives et mesure le degré d'association entre deux variables (Steel and Torrie, 1980). Il s'agit d'une valeur absolue comprise entre -1 et +1. Elle réfère à une absence de relation lorsqu'elle se situe près de zéro par opposition à une relation linéaire forte lorsqu'elle est près de l'unité. Pour un r=0,1, 1 % de la variation d'une variable est expliquée par l'autre variable, pour un r=0,2, 4 % de la variation d'une variable est expliquée par l'autre variable, alors que pour un r=0,5, c'est 25 % de la variation qui est expliquée par l'autre variable. De façon générale, le

coefficient de Pearson est calculé pour mesurer le degré d'association entre deux variables échantillonnées à partir d'une population ayant une distribution normale bivariée. Lorsque cette condition préalable ne peut être satisfaite, il est possible de recourir à la corrélation de Spearman qui correspond à une corrélation de rangs. Celle-ci mesure la correspondance entre les rangs pour chacune des variables qui peuvent être ordonnées après avoir été mesurées sur une autre échelle. Cette mesure ne correspond cependant pas à la corrélation de Pearson qui est d'usage plus courrant.

2. RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE

Le premier élément à signaler est la faible quantité de tiges d'essences cibles qui ont été inventoriées. En effet, pour ce qui est du bois sur pied, parmi les 298 placettes échantillonnées, seuls 30 FRA, 21 TIL et 5 FRN ont été enregistrés dans les placettes à rayon variable. Dans le cas de la régénération, seulement 5 semis de TIL, 11 de FRA et 9 de FRN, puis 7 gaules de TIL, 32 de FRA et 6 de FRN ont été répertoriés. Les résultats réfèrent donc à des évènements très rares qui rendent l'utilisation des analyses statistiques usuelles hasardeuse, puisque dans pareils cas un résultat considéré comme significatif peut être le fait d'un évènement fortuit. D'autre part, les conditions de base relatives à la normalité de la distribution généralement requises pour de nombreuses analyses statistiques sont souvent difficiles à rencontrer en présence d'une telle abondance de zéros. C'est pourquoi il fut jugé préférable de s'en tenir uniquement à des statistiques descriptives.

2.1. RÉSULTATS PAR STRATES

2.1.1. Bois sur pied

Les moyennes par strates par essence pour le bois sur pied sont présentées à l'annexe 4 et fournissent respectivement les résultats en termes de surface terrière, de nombre de tiges à l'hectare et de volume. On constate que dans les strates inventoriées, les essences cibles comptent pour 2 % de la surface terrière moyenne toutes essences, 3 % du nombre de tiges moyen et moins de 2 % du volume moyen. Les essences cibles ont été répertoriées dans 11 des 18 strates inventoriées (1, 2, 3, 6, 7, 9, 11, 14, 15, 16 et 17).

Afin d'avoir une idée de la variabilité associée au nombre moyen de tiges par strate, ainsi qu'à la surface terrière, les intervalles de confiance des valeurs moyennes par strate sont présentés aux tableaux 3 et 4. Ces intervalles ont été calculés avec un seuil de 95 %. Ainsi, la strate no 1 contient en moyenne 41 ± 53 tiges/ha d'essences cibles, qui occupent une surface terrière moyenne de 0,44 ± 0,51 m^2/ha. On constate que, de façon générale, les valeurs moyennes obtenues pour les essences cibles ont un intervalle de confiance souvent équivalent voire supérieur à la moyenne. Conséquemment, les résultats obtenus pour les essences cibles doivent être utilisés avec précaution compte tenu de l'importante variabilité qui leur est associée.

Tableau 3 - Moyennes et intervalles de confiance (α=0,05) pour les nombres de tiges des essences cibles et toutes essences

No Strate	Nb moyen de tiges/ha FRA	IC FRA	Nb moyen de tiges/ha FRN	IC FRN	Nb moyen de tiges/ha TIL	IC TIL	Nb moyen de tiges/ha CIBLES	IC CIBLES	Nb moyen de tiges/ha TOUTES	IC TOUTES
1	24.0	47.0	14.1	27.7	2.9	5.7	41.0	53.0	947.7	266.2
2	31.8	42.6	15.9	31.2	0.0		47.7	50.3	607.0	110.6
3	29.7	27.2	0.0		0.0		29.7	27.2	538.8	135.2
4	0.0		0.0		0.0		0.0		496.7	119.9
5	0.0		0.0		0.0		0.0		524.6	149.8
6	43.2	52.5	10.3	17.4	0.0		53.5	56.4	673.1	153.6
7	17.0	33.4	0.0		0.0		17.0	33.4	526.9	97.0
8	0.0		0.0		0.0		0.0		477.4	115.0
9	27.6	44.6	0.0		0.0		27.6	44.6	440.9	135.7
10	0.0		0.0		0.0		0.0		760.8	172.3
11	0.0		0.0		5.4	10.6	5.4	10.6	437.3	90.2
12	0.0		0.0		0.0		0.0		434.6	98.5
13	0.0		0.0		0.0		0.0		430.1	113.4
14	0.0		3.5	6.9	0.0		3.5	6.9	510.8	130.8
15	0.0		0.0		2.6	3.6	2.6	3.6	370.7	65.6
16	8.5	11.3	0.0		21.2	33.7	29.7	34.2	582.2	117.4
17	3.6	7.1	0.0		17.3	16.0	20.9	17.3	312.2	77.5
18	0.0		0.0		0.0		0.0		566.7	158.9

Tableau 4 - Moyennes et intervalles de confiance (α=0,05) pour les surfaces terrières (m²/ha) des essences cibles et toutes essences

No Strate	Surface terrière/ha moyenne FRA	IC FRA	Surface terrière/ha moyenne FRN	IC FRN	Surface terrière/ha moyenne TIL	IC TIL	Surface terrière/ha moyenne CIBLES	IC CIBLES	Surface terrière/ha moyenne TOTALE	IC TOTALE
1	0.22	0.44	0.11	0.22	0.11	0.22	0.44	0.51	23.44	3.71
2	0.25	0.33	0.13	0.24	0.00		0.38	0.40	14.63	2.50
3	0.67	0.63	0.00		0.00		0.67	0.63	23.67	3.99
4	0.00		0.00		0.00		0.00		17.87	2.21
5	0.00		0.00		0.00		0.00		18.48	2.15
6	0.80	0.66	0.20	0.27	0.00		1.00	0.78	22.90	3.50
7	0.27	0.52	0.00		0.00		0.27	0.52	18.27	2.29
8	0.00		0.00		0.00		0.00		21.22	3.30
9	0.63	0.86	0.00		0.00		0.63	0.86	17.75	3.16
10	0.00		0.00		0.00		0.00		16.88	3.10
11	0.00		0.00		0.62	1.21	0.62	1.21	20.62	2.15
12	0.00		0.00		0.00		0.00		15.65	1.82
13	0.00		0.00		0.00		0.00		15.41	3.54
14	0.00		0.11	0.22	0.00		0.11	0.22	18.44	2.51
15	0.00		0.00		0.24	0.32	0.24	0.32	16.71	1.68
16	0.27	0.36	0.00		0.27	0.36	0.53	0.46	14.00	3.13
17	0.38	0.73	0.00		1.50	1.41	1.88	1.62	21.50	3.96
18	0.00		0.00		0.00		0.00		14.33	2.50

IC : Intervalle de confiance pour un niveau de probabilité de 95 %.

Globalement, 90 % des FRA échantillonnés sont de vigueur 1 et 10 % de vigueur 3 (en terme de pourcentage du nombre total de tiges/ha pour l'essence). Enfin, 68 % des TIL sont de vigueur 1, 22 % de vigueur 3 et pour 9 % la vigueur n'a pas été enregistrée. Donc, les frênes présentent généralement une bonne vigueur alors que pour le tilleul, les tiges de bonne vigueur se retrouvent dans une proportion de 2 sur 3.

Sur le plan de la qualité, 89 % des FRA sont de qualité 1, 5 % de qualité 2 et 6 % de qualité 3 (toujours calculé en terme de pourcentage du nombre total de tiges/ha pour l'essence). Enfin pour les TIL, 18 % étaient de qualité 1, 73 % de qualité 3 et 9 % n'avaient pas été évalués. Donc, les frênes sont généralement de bonne qualité contrairement au tilleul qui sont souvent (3 fois sur 4) de piètre qualité.

2.1.2. Distributions diamétrales

Les distributions diamétrales sont généralement utilisées pour déterminer la structure du peuplement. Toutefois, il ne s'agit pas là de l'unique facteur à considérer pour ce faire. À cet égard, ajoutons que la distribution verticale devrait également être utilisée, mais que cet élément n'est actuellement pas pris en compte dans les inventaires et diverses évaluations réalisés au Québec. La structure diamétrale représente donc un élément majeur à prendre en compte pour définir le régime sylvicole (futaie régulière, irrégulière ou jardinée).[3]

Pour chacune des strates, les distributions du nombre de tiges par classes de diamètre sont présentées aux figures 1 à 4. On y retrouve les nombres toutes essences, ainsi que les nombres d'essences cibles le cas échéant. De façon générale, les distributions diamétrales obtenues s'étalent toutes sur plusieurs classes de diamètre de 10 cm. Il y en a une, celle de la strate 11, qui correspond davantage à une distribution en cloche, généralement associée à une structure régulière.

Pour les descriptions des distributions qui suivent, seules les classes toutes essences comprenant au moins 2 tiges ont été considérées. Par contre, pour les essences cibles toutes les quantités, si faibles soient-elles, ont été prises en compte.

[3] La futaie régulière se caractérise par une distribution diamétrale en cloche, la jardinée par une distribution en J-inversée (ou distribution de Liocourt) et l'irrégulière par une distribution bimodale (voire trimodale) ou à tout le moins dispersée dans plusieurs classes de diamètre sans toutefois pouvoir l'associer à une distribution en J inversée.

Jeunes strates EO et PE (strates 1, 2, 10, 13, 18) (figure 1)

En général, les diamètres enregistrés s'étalent essentiellement sur trois ou quatre classes, mais le nombre de tiges par classe de diamètre est 2 fois plus élevé dans une des classes par rapport à toutes les autres réunies, suggérant des strates plutôt équiennes. Toutefois, on observe une exception pour la strate 15 dont la distribution s'étale sur 5 classes et qui est dominée cette fois par le nombre de tiges des deux premières classes.

Lorsque les frênes sont les seules essences cibles présentes, ils se concentrent dans la classe des 10 cm (strate 2). Lorsqu'ils sont accompagnés du tilleul (strate 1a), les tiges sont ventilées sur les classes des 10 et 20 cm (les frênes étant concentrés dans la classe des 10 alors que les tilleul se trouvent dans la classe des 20 cm). Les strates 10, 13, 18 ne contiennent pas d'espèces cibles.

Vieilles strates EO (strate 3) (figure 2)

La seule strate appartenant à cette catégorie présente une distribution qui s'étend sur 6 classes de diamètre. Le FRA est présent dans les classes des 10 et 20 cm.

Jeunes strates ERFT, FT (4, 6, 8, 9, 11, 14, 16) (figure 3)

Le nombre de classes est curieusement assez variable et plus élevé qu'on aurait pu l'anticiper, puisque ces strates ont été qualifiées de jeunes selon l'inventaire. En général leur distribution s'étend sur 4 classes, sauf pour la strate 16 qui en couvre 3 et les strates 9 et 11 qui en comprennent 5.

Lorsque les frênes sont les seules essences cibles (strates 6 et 9) ou lorsque le FRA est en mélange avec le TIL (strate 16), les espèces cibles se concentrent principalement dans les classes des 10 et 20 cm. Lorsque le TIL est seul (strate 11), il est encore une fois dans les diamètres supérieurs (classes des 30, 40 et 50 cm). Les strates 4 et 8 ne contiennent pas d'espèces cibles et la strate 14 contient du FRN concentré dans la classe des 20 cm..

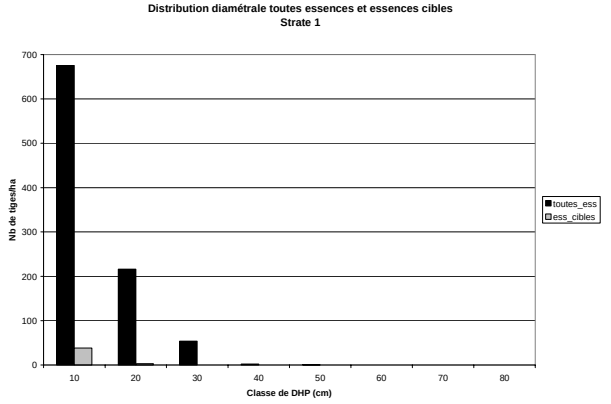
Vieilles strates ERFT, ER (5, 7, 12, 15, 17) (figure 4)

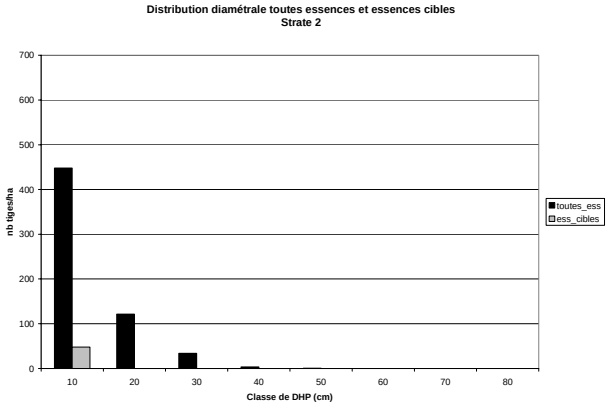
Il est intéressant de noter que les strates sur potentiel élevé (strates 17 et 15) se ventilent sur 7 et 5 classes de diamètres, alors que celles sur potentiel modéré à bon s'étalent essentiellement sur 4 classes de diamètres. Cette situation reflète un phénomène déjà noté par Klepac (dans Majcen et al., 1990) qui suggérait alors d'adopter des facteurs q cibles plus faibles, qui représentent des pentes moins abruptes, sur les sites riches et des q plus élevés sur les milieux moins riches.

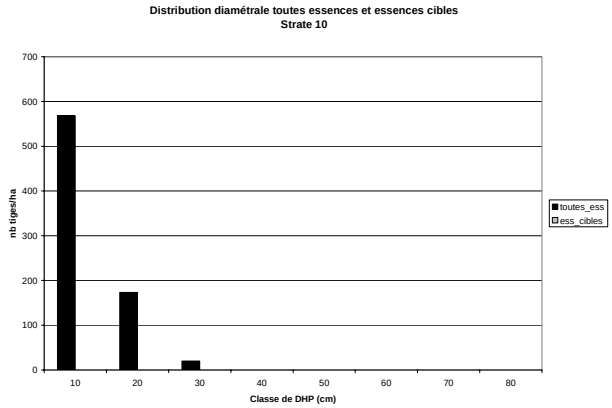
Ajoutons que les diamètres correspondant aux âges d'exploitabilité physique sont probablement supérieurs sur les stations plus riches.

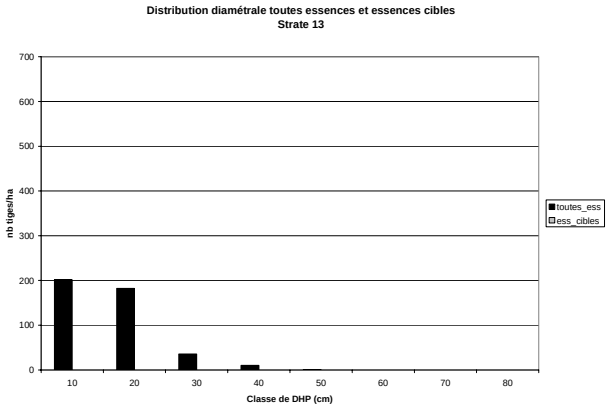
Lorsque le FRA est seul (strate7), on le retrouve uniquement dans la classe des 10 cm, mais lorsque le TIL est seul (strate 15) on le retrouve dans les classes des 30 et 40 cm. Sur le site riche (strate 17), où les 2 espèces sont mélangées, le FRA appartient aux classes des 20 et 40 cm, alors que le TIL se retrouve dans les classes des 10, 20, 30, 40 et 60 cm. Les strates 5 et 12 ne contiennent pas d'espèces cibles

Figure 1 - Distribution diamétrale toutes essences et essences cibles pour les jeune strates EO et PE (strates 1, 2, 10, 13 et 18)









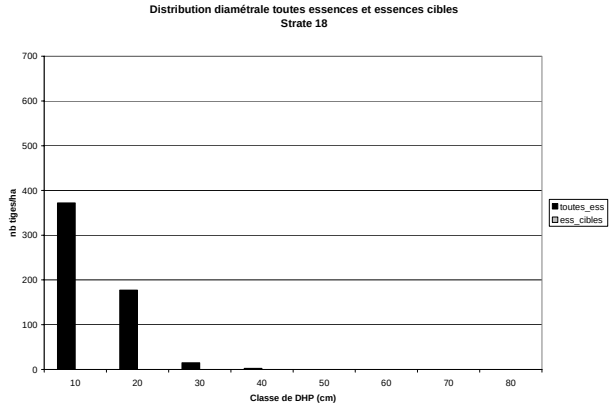


Figure 2 - Distribution diamétrale toutes essences et essences cibles pour les vieilles strates EO (strate 3)

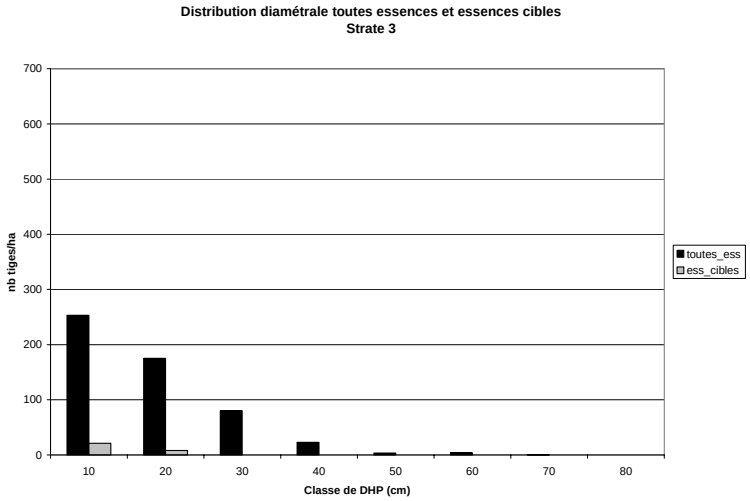


Figure 3 - Distribution diamétrale toutes essences et essences cibles pour les jeunes strates ERFT et FT (strates 4, 6, 8, 9, 11, 14 et 16)

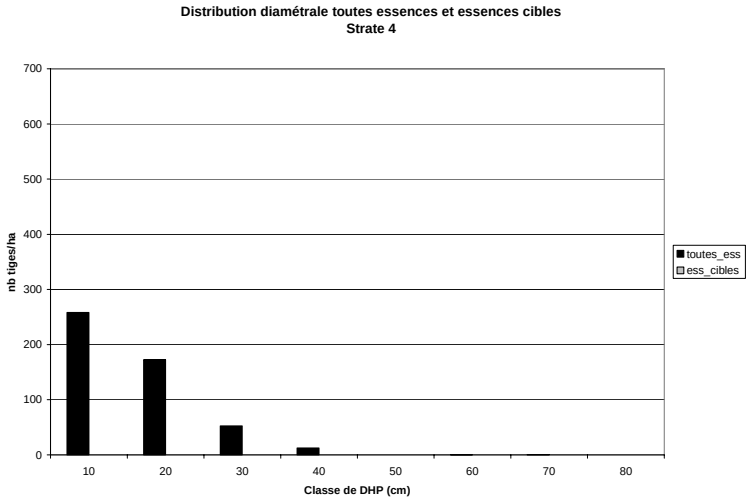
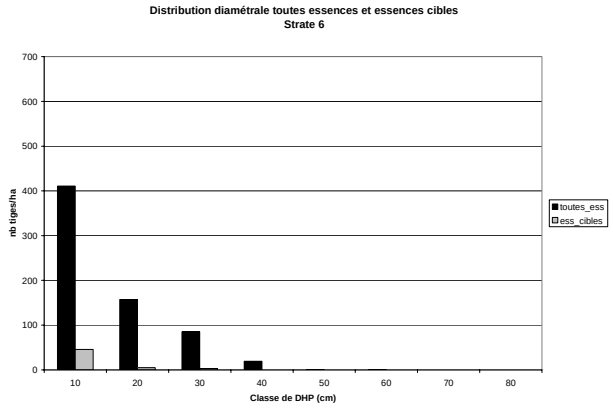
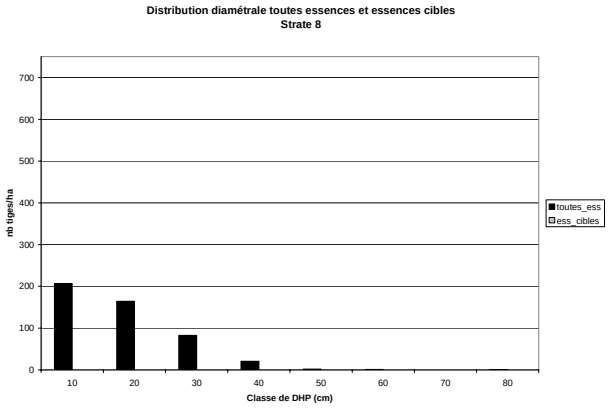
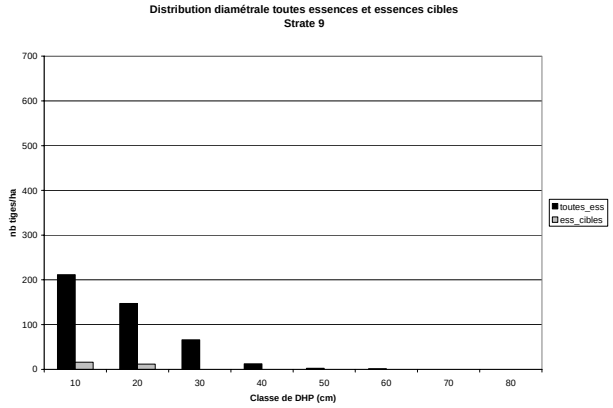
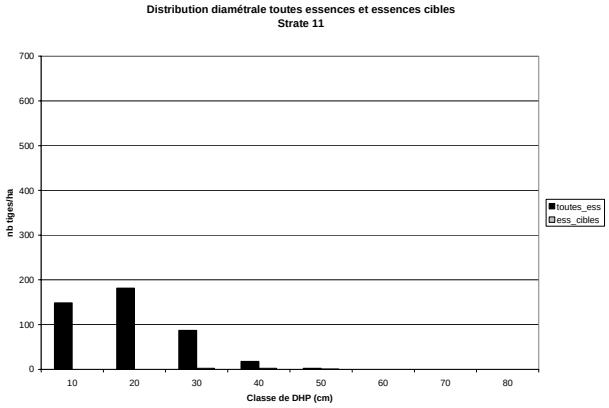


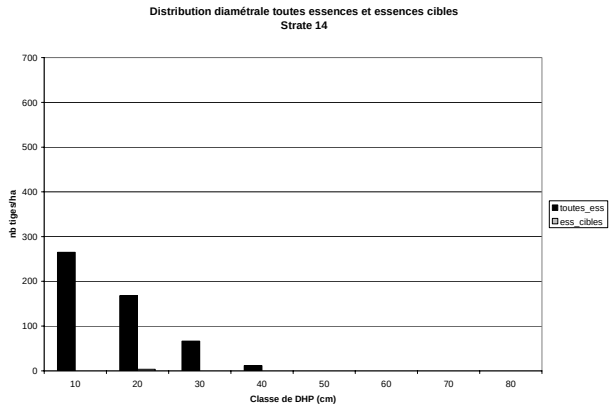
Figure 3 - Distribution diamétrale toutes essences et essences cibles pour les jeunes strates ERFT et FT (strates 4, 6, 8, 9, 11, 14 et 16) (suite)











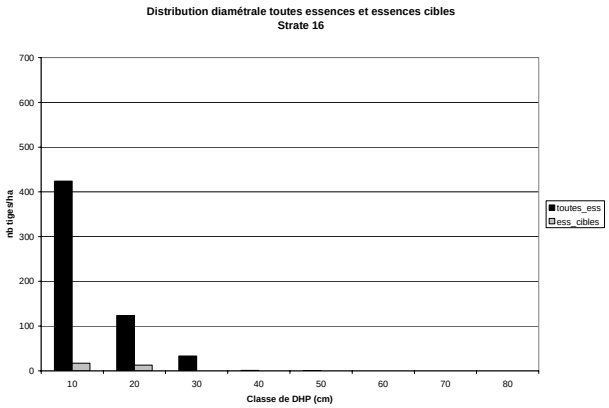
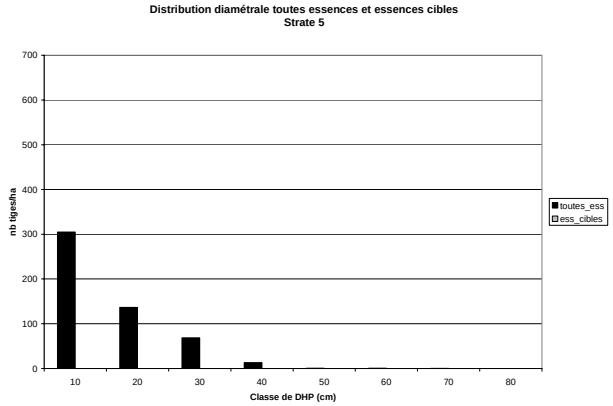
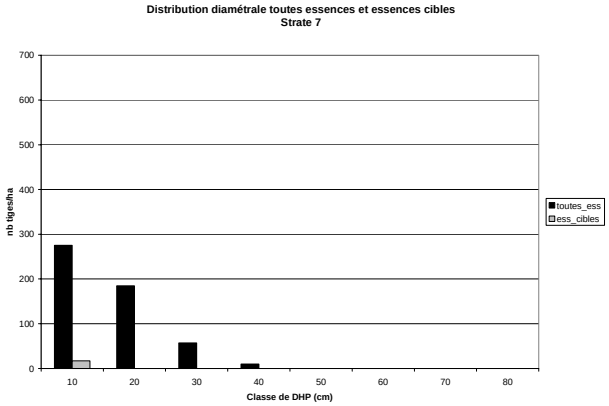
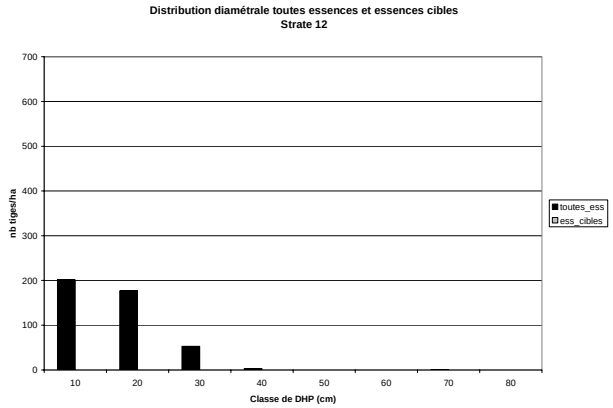
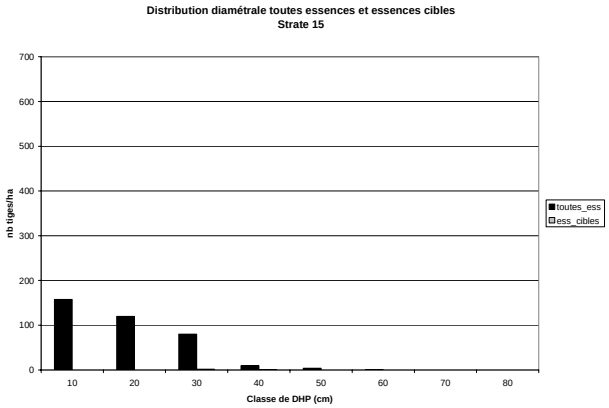


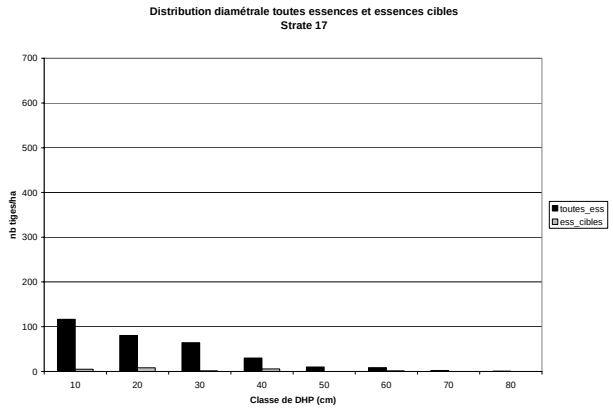
Figure 4 - Distribution diamétrale toutes essences et essences cibles pour les vieilles strates ERFT et ER (strates 5, 7, 12, 15 et 17)











2.1.3. Régénération

Pour la régénération, les densités et distributions moyennes par strates, ainsi que les intervalles de confiance (α=0,05) sont présentées au tableau 5 pour les gaules et au tableau 6 pour les semis. Au niveau de la régénération (gaules et semis réunis), les essences cibles ont été retrouvées dans 8 des 18 strates échantillonnées (1, 2, 3, 6, 7, 9, 10 et 17). La régénération est présente là où il y a des arbres matures de la même essence, même dans la strate 10 qui comporte de la régénération sans que des arbres matures y aient été répertoriés dans les placettes, mais où on a noté la présence de frêne le long de la virée d'inventaire. Soulignons encore là l'importante variabilité associée aux résultats obtenus pour la régénération, comme l'indiquent les intervalles de confiance calculés. Cette variabilité est d'ailleurs plus grande que celle associée aux résultats de l'inventaire du bois sur pied, puisque les intervalles de confiance sont très souvent supérieurs aux moyennes enregistrées.

La présence de régénération dans une strate où aucun arbre des essences cibles n'a été dénombré, montre bien les limites de l'échantillonnage avec des événements aussi rares. La présence de semenciers le long de la virée aura contribué à la présence de la régénération. Pour expliquer la provenance de cette régénération (voir annexe 5, description des caractéristiques des espèces, tirée de Lupien, 2004), il faut prendre en considération le mode de dispersion des semences pour l'essence en cause, en l'occurrence le FRN : dans ce cas elle se fait essentiellement par le vent. Sans avoir d'informations spécifiques sur les distances en question pour le FRN, signalons que dans le cas du FRA, on rapporte des distances de dispersion de l'ordre de 140 m (Burns et Honkala, 1990). Pour le FRN, ces distances peuvent probablement être supérieures compte tenu que les graines sont plus petites. Ajoutons à titre indicatif que pour le tilleul, les distances de dispersion par le vent se limitent généralement à une longueur d'arbre, voire 2 ou 3 au maximum. Par contre, les semences de tilleul peuvent aussi être dispersées par la faune et dans ce cas les distances en cause peuvent être beaucoup plus importantes. On peut donc confirmer que si de la régénération de frêne est présente, des arbres qui constituent les sources de semences doivent nécessairement se trouver dans les environs. Ainsi, la source peut soit être comprise dans une autre strate avoisinante, ou bien dans la même strate mais non répertoriée comme dans le cas de la strate 10.

Tableau 5 - Densité moyenne (nb de tiges/ha), coefficient de distribution moyen (%) et intervalles de confiance (α=0,05) pour les gaules d'essences cibles

No Strate	Association végétale	Groupe d'âge	Roc/Till	Potentiel FRA/TIL	nb/ha TIL	IC nb/ha TIL	nb/ha FRA	IC nb/ha FRA	nb/ha FRN	IC nb/ha FRN	nb/ha Cibles	IC nb/ha Cibles	CD TIL	IC CD TIL	CD FRA	IC CD FRA	CD FRN	IC CD FRN	CD Cibles	IC CD Cibles	CD TIL de qualité	IC CD TIL de qualité	CD FRA de qualité	IC CD FRA de qualité	CD TIL+FRA de qualité	IC CD FRA+TIL de qualité	CD TIL libres	IC CD TIL libres	CD FRA libres	IC CD FRA libres	CD TIL+FRA libres	IC CD FRA+TIL libres
1	EO	Jeune	non	Élevé	11	22	11	14	0		22	29	1.7%	3.3%	2.8%	3.5%	0.0%		4.4%	5.3%	1.7%	3.3%	1.1%	1.5%	2.8%	3.5%	1.7%	3.3%	1.7%	2.4%	3.3%	3.9%
2	EO	Jeune	non	Mod/Bon	0		3	5	8	15	10	15	0.0%		0.6%	1.2%	1.9%	3.7%	2.5%	3.8%	0.0%		0.6%	1.2%	0.6%	1.2%	0.0%		0.6%	1.2%	0.6%	1.2%
3	EO	Vieux	non	Mod/Bon	0		278	268	0		278	268	0.0%		6.1%	4.8%	0.0%		6.1%	4.8%	0.0%		6.1%	4.8%	6.1%	4.8%	0.0%		3.3%	4.5%	3.3%	4.5%
4	ER	Jeune	non	Mod/Bon	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
5	ER	Vieux	non	Mod/Bon	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
6	ERFT	Jeune	non	Mod/Bon	0		14	12	0		14	12	0.0%		3.5%	2.9%	0.0%		3.5%	2.9%	0.0%		3.5%	2.9%	3.5%	2.9%	0.0%		3.5%	2.9%	3.5%	2.9%
7	ERFT	Vieux	non	Mod/Bon	0		3	5	0		3	5	0.0%		0.7%	1.3%	0.0%		0.7%	1.3%	0.0%		0.7%	1.3%	0.7%	1.3%	0.0%		0.7%	1.3%	0.7%	1.3%
8	ERFT	Jeune	non	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
9	FT	Jeune	non	Mod/Bon	0		8	15	0		8	15	0.0%		1.9%	3.7%	0.0%		1.9%	3.7%	0.0%		1.9%	3.7%	1.9%	3.7%	0.0%		1.9%	3.7%	1.9%	3.7%
10	PE	Jeune	non	Mod/Bon	0		0		8	8	8	8	0.0%		0.0%		1.9%	2.0%	1.9%	2.0%	0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
11	ERFT	Jeune	oui	Mod/Bon	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
12	ERFT	Vieux	oui	Mod/Bon	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
13	EO	Jeune	oui	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
14	ER	Jeune	oui	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
15	ER	Vieux	oui	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
16	ERFT	Jeune	oui	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
17	ERFT	Vieux	oui	Élevé	20	24	25	49	0		45	65	2.5%	2.8%	2.5%	4.9%	0.0%		4.4%	5.4%	2.5%	2.8%	2.5%	4.9%	4.4%	5.4%	2.5%	2.8%	2.5%	4.9%	4.4%	5.4%
18	PE	Jeune	non	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	

Tableau 6 - Densité moyenne (nb de tiges/ha), coefficient de distribution moyen (%) et intervalles de confiance (α=0,05) pour les semis d'essences cibles

No Strate	Association végétale	Groupe d'âge	Roc/Till	Potentiel FRA/TIL	nb/ha TIL	IC nb/ha TIL	nb/ha FRA	IC nb/ha FRA	nb/ha FRN	IC nb/ha FRN	nb/ha Cibles	IC nb/ha Cibles	CD TIL	IC CD TIL	CD FRA	IC CD FRA	CD FRN	IC CD FRN	CD Cibles	IC CD Cibles
1	EO	Jeune	non	Élevé	0		14	27	0		14	27	0.0%		0.6%	1.1%	0.0%		0.6%	1.1%
2	EO	Jeune	non	Mod/Bon	0		16	31	109	126	125	127	0.0%		0.6%	1.2%	4.4%	5.1%	5.0%	5.1%
3	EO	Vieux	non	Mod/Bon	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
4	ER	Jeune	non	Mod/Bon	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
5	ER	Vieux	non	Mod/Bon	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
6	ERFT	Jeune	non	Mod/Bon	0		25	34	0		25	34	0.0%		1.0%	1.3%	0.0%		1.0%	1.3%
7	ERFT	Vieux	non	Mod/Bon	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
8	ERFT	Jeune	non	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
9	FT	Jeune	non	Mod/Bon	0		31	61	0		31	61	0.0%		1.3%	2.4%	0.0%		1.3%	2.4%
10	PE	Jeune	non	Mod/Bon	0		0		31	42	31	42	0.0%		0.0%		1.3%	1.7%	1.3%	1.7%
11	ERFT	Jeune	oui	Mod/Bon	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
12	ERFT	Vieux	oui	Mod/Bon	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
13	EO	Jeune	oui	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
14	ER	Jeune	oui	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
15	ER	Vieux	oui	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
16	ERFT	Jeune	oui	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
17	ERFT	Vieux	oui	Élevé	94	108	125	173	0		219	279	3.1%	3.9%	3.1%	4.3%	0.0%		5.0%	6.5%
18	PE	Jeune	non	Élevé	0		0		0		0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	

IC : Intervalle de confiance pour un niveau de probabilité de 95 %.

2.1.4. Portrait de la présence des espèces cibles par strates

Au niveau du bois sur pied, les essences cibles ont été rencontrées dans 12 des 18 strates échantillonnées, tel que rapporté au Tableau 7. Soulignons cependant que pour les strates où aucune présence de régénération ne fut détectée, cela ne signifie pas nécessairement que les essences cibles soient totalement absentes.

Tableau 7 - Sommaire de la présence des essences cibles par strate

No Strate	Association végétale	Groupe d'âge	Roc/Till	Potentiel FRA/TIL	Bois sur pied	Régénération
1	EO	Jeune	non	Élevé	Présent	Présente
2	EO	Jeune	non	Modéré/Bon	Présent	Présente
3	EO	Vieux	non	Modéré/Bon	Présent	Présente
4	ER	Jeune	non	Modéré/Bon		
5	ER	Vieux	non	Modéré/Bon		
6	ERFT	Jeune	non	Modéré/Bon	Présent	Présente
7	ERFT	Vieux	non	Modéré/Bon	Présent	Présente
8	ERFT	Jeune	non	Élevé		
9	FT	Jeune	non	Modéré/Bon	Présent	Présente
10	PE	Jeune	non	Modéré/Bon		Présente
11	ERFT	Jeune	oui	Modéré/Bon	Présent	
12	ERFT	Vieux	oui	Modéré/Bon		
13	EO	Jeune	oui	Élevé		
14	ER	Jeune	oui	Élevé	Présent	
15	ER	Vieux	oui	Élevé	Présent	
16	ERFT	Jeune	oui	Élevé	Présent	
17	ERFT	Vieux	oui	Élevé	Présent	Présente
18	PE	Jeune	non	Élevé		

En regard des critères utilisés pour la stratification, il est possible de dresser le portrait suivant :

- Dans les érablières pures (ER) aucune régénération en essences cibles n'a été répertoriée et seulement quelques rares arbres de ces essences ont été dénombrés, peu importe qu'elles soient sur till-roc ou non et qu'elles aient un potentiel de croissance pour le frêne et le tilleul qui soit Élevé ou Modéré à Bon.

- On retrouve la régénération en essences cibles, ainsi que des arbres matures de ces essences dans :

  - les érablières à érable rouge (EO) qui ne sont pas sur till ou roc, alors qu'aucun individu d'essence cible n'a été répertorié dans les érablières à érable rouge qui sont sur till ou roc.
  - les peuplements à feuillus tolérants (FT) échantillonnés (de potentiel de croissance pour le frêne et le tilleul Modéré à Bon et qui ne sont pas sur till ou roc).

- On retrouve du FRN en régénération, mais aucun arbre d'essences cibles ne fut dénombré (présence le long de la virée cependant) dans les peupleraies (PE) qui ont un potentiel de croissance pour le frêne et le tilleul Modéré à Bon, alors qu'aucune essence cible n'a été rencontrée dans les peupleraies ayant un potentiel de croissance pour le frêne et le tilleul Élevé.

- Dans les érablières à feuillus tolérants (ERFT) échantillonnées, la situation est plus complexe, car :

  - il y a de la régénération ainsi que des arbres d'essences cibles dans les érablières à feuillus tolérants (ERFT) qui ont un potentiel de croissance pour le frêne et le tilleul Modéré à bon et qui ne sont pas sur till ou roc, alors que dans les ERFT de potentiel Modéré à Bon qui sont sur till ou roc, aucune essence cible ne fut répertoriée ou uniquement quelques rares arbres.
  - il y a des arbres et aussi de la régénération répertoriée dans un cas sur deux, dans les érablières à feuillus tolérants (ERFT) qui ont un potentiel de croissance pour le frêne et le tilleul Élevé et qui sont sur till ou roc, alors qu'aucun individu d'essence cible ne fut enregistré dans les ERFT de potentiel Élevé qui ne sont pas sur till ou roc.

2.2. VOLUMES DISPONIBLES DANS CHAQUE STRATE

Le Tableau 8 présente les volumes à l'hectare pour le TIL, le FRA et toutes les essences de la strate, ainsi que le volume total pour la strate. Ces résultats revêtent cependant un caractère indicatif, compte tenu de la faible occurrence des essences cibles.

Signalons que les volumes en essences cibles ne sont pas très élevés, surtout s'il faut les étaler dans le temps pour avoir un rendement plus soutenu.

Tableau 8 - Volume (m^3) des essences cibles dans les strates échantillonnées

No Strate	Association végétale	Groupe d'âge	Roc/Till	Potentiel FRA/TIL	Superficie ha	FRA vol/ha	TIL vol/ha	Toutes ess. vol/ha	FRA vol total de la strate	TIL vol total de la strate	Toutes essences vol total de la strate
1	EO	Jeune	non	Élevé	211	0.6	0.7	153.6	126.6	147.7	32409
2	EO	Jeune	non	Mod/Bon	931	0.6	0.0	94.3	558.6	0	87793
3	EO	Vieux	non	Mod/Bon	297	3.6	0.0	176.6	1069	0	52450
4	ER	Jeune	non	Mod/Bon	975	0.0	0.0	128.1	0	0	124898
5	ER	Vieux	non	Mod/Bon	418	0.0	0.0	133.0	0	0	55594
6	ERFT	Jeune	non	Mod/Bon	1046	4.1	0.0	156.7	4289	0	163908
7	ERFT	Vieux	non	Mod/Bon	508	1.2	0.0	128.8	609.6	0	65430
8	ERFT	Jeune	non	Élevé	179	0.0	0.0	171.5	0	0	30698
9	FT	Jeune	non	Mod/Bon	569	3.6	0.0	136.8	2048	0	77839
10	PE	Jeune	non	Mod/Bon	1425	0.0	0.0	106.6	0	0	151905
11	ERFT	Jeune	oui	Mod/Bon	561	0.0	5.8	162.3	0	3254	91050
12	ERFT	Vieux	oui	Mod/Bon	408	0.0	0.0	114.2	0	0	46593
13	EO	Jeune	oui	Élevé	493	0.0	0.0	116.6	0	0	57483
14	ER	Jeune	oui	Élevé	406	0.0	0.0	140.7	0	0	57124
15	ER	Vieux	oui	Élevé	558	0.0	2.1	136.6	0	1172	76222
16	ERFT	Jeune	oui	Élevé	1792	1.6	1.0	94.5	2867	1792	169344
17	ERFT	Vieux	oui	Élevé	1075	3.2	13.4	203.8	3440	14405	219085
18	PE	Jeune	non	Élevé	276	0.0	0.0	94.3	0	0	26026
Total					12128				15008	20770	1585856

3. ANALYSE DES RÉSULTATS

Tels que mentionnés à la section méthodologie, les résultats par placettes ont été compilés afin d'approfondir les recherches d'éventuelles relations entre les différentes variables.

3.1. ANALYSE DESCRIPTIVE

3.1.1. Classes de drainage

Les résultats moyens obtenus par classe de drainage, pour les deux classes évaluées (dr 20 et 30), pour chaque essence cible sont présentés au Tableau 9. On y retrouve aussi les pourcentages calculés par rapport au total.

On constate que le FRA est concentré essentiellement sur les drainages 30 (88 % du nombre total de tiges/ha de FRA répertorié, 90 % de la surface terrière totale/ha du FRA, 93 % du nombre total de semis/ha de FRA et 99 % du nombre total de gaules/ha de FRA), ce qui va dans le même sens que ce que rapporte la littérature qui souligne le besoin d'une certaine humidité pour cette essence (Burns et Honkala, 1990). Le FRN qui est reconnue comme une essence préférant les sites plus humides, n'a pas été rencontré sur les drainages 20. Quant au TIL, la régénération a été répertoriée uniquement sur les drainages 30, alors que les arbres sont répartis dans les deux classes, mais que la surface terrière est concentrée sur les drainages 30 où on retrouve les plus gros arbres (ajoutons cependant que seulement 4 arbres ont été échantillonnés sur les drainages 20). Ce qui corrobore les résultats rapportés dans la littérature à l'effet que le TIL possède une meilleure croissance sur les sites mésiques bien qu'il puisse aussi coloniser des sites plus secs (Burns et Honkala, 1990).

Tableau 9 - Résultats par classe de drainage pour les essences cibles.

	Classe de drainage		
Données	20	30	Total
Bois sur pied			
Nombre de Placette	118	180	298
% du Nombre de Plac.	39.6%	60.4%	100.0%
Nb tiges/ha moy FRA	3.2	15.8	10.8
% du nb tot tiges/ha FRA	11.9%	88.1%	100.0%
Nb tiges/ha moy FRN	0.0	4.3	2.6
% du nb tot tiges/ha FRN	0.0%	100.0%	100.0%
Nb tiges/ha moy TIL	3.1	2.2	2.6
% du nb tot tiges/ha TIL	47.5%	52.5%	100.0%
ST/ha moy FRA	0.1	0.3	0.2
% de ST tot/ha FRA	10.0%	90.0%	100.0%
ST/ha moy FRN	0.0	0.1	0.0
% de ST tot/ha FRN	0.0%	100.0%	100.0%
ST/ha moy TIL	0.1	0.2	0.1
% de ST tot/ha TIL	19.0%	81.0%	100.0%
Régénération			
Nb semis/ha moy FRA	2.1	18.1	11.7
% du nb tot semis/ha FRA	7.1%	92.9%	100.0%
Nb semis/ha moy FRN	0.0	12.5	7.6
% du nb tot semis/ha FRN	0.0%	100.0%	100.0%
Nb semis/ha moy TIL	0.0	8.3	5.0
% du nb tot semis/ha TIL	0.0%	100.0%	100.0%
Nb gaules/ha moy FRA	0.3	33.6	20.4
% du nb tot gaules/ha FRA	0.7%	99.3%	100.0%
Nb gaules/ha moy FRN	0.0	1.3	0.8
% du nb tot gaules/ha FRN	0.0%	100.0%	100.0%
Nb gaules/ha moy TIL	0.0	2.9	1.7
% du nb tot gaules/ha TIL	0.0%	100.0%	100.0%

3.1.2. Types de dépôts de surface

Les résultats moyens obtenus par type de dépôt de surface, pour chaque essence cible, ainsi que les pourcentages calculés par rapport au total, sont présentés au Tableau 10. Les différents types de dépôts sont décrits à l'annexe 6.

On remarque que les essences cibles n'ont pas été répertoriées sur les dépôts 2BD et 3AN, mais ajoutons qu'il y a eu peu de placettes sur le 3AN. Le TIL a été retrouvé sur les dépôts suivants : 1AY, 1BF et 5S. Cette essence est reconnue pour préférer les textures fines à moyennes (avec une croissance généralement meilleure sur les textures fines), mais on peut aussi la retrouver sur des dépôts plus grossiers (Burns et Honkala, 1990). Le FRN a été rencontré sur les dépôts 6S et 5S (qui correspondent respectivement aux dépôts marins et littoraux marins) et aussi un peu sur le

1A, alors que la régénération a été répertoriée sur les dépôts 6S. Cette essence est d'ailleurs généralement associée aux dépôts littoraux (Burns et Honkala, 1990). Le FRA a été enregistré sur les dépôts 6S, 5S, 5A, 1AY et 1BF, mais principalement sur les dépôts 5A, 5S et 6S. Selon Burns et Honkala (1990), cette essence requiert fertilité et humidité et peut être retrouvée sur des dépôts de texture variée.

Tableau 10 - Résultats par type de dépôts de surface pour les essences cibles.

	Dépôts de surface									
Données	1A	1AM	1AY	1BF	2BD	3AN	5A	5S	6S	Total
Texture	moy-fine	moy-fine	moy-fine	gros-moy	gros-moy	fine	fine	moy-gros	moy-gros	
Bois sur pied										
Nombre de Placette	29	27	31	26	41	4	8	93	39	298
% du Nombre de Plac.	9.7%	9.1%	10.4%	8.7%	13.8%	1.3%	2.7%	31.2%	13.1%	100.0%
Nb tiges/ha moy FRA	0.0	0.0	4.1	2.2	0.0	0.0	55.2	13.1	35.2	10.8
% du nb tot tiges/ha FRA	0.0%	0.0%	4.0%	1.8%	0.0%	0.0%	13.7%	37.9%	42.7%	100.0%
Nb tiges/ha moy FRN	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	11.8	2.6
% du nb tot tiges/ha FRN	8.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	32.7%	59.1%	100.0%
Nb tiges/ha moy TIL	0.0	0.0	14.0	10.7	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	2.6
% du nb tot tiges/ha TIL	0.0%	0.0%	56.8%	36.3%	0.0%	0.0%	0.0%	6.9%	0.0%	100.0%
ST/ha moy FRA	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	1.3	0.2	0.6	0.2
% de ST tot/ha FRA	0.0%	0.0%	6.7%	10.0%	0.0%	0.0%	16.7%	30.0%	36.7%	100.0%
ST/ha moy FRN	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
% de ST tot/ha FRN	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	20.0%	60.0%	100.0%
ST/ha moy TIL	0.0	0.0	0.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
% de ST tot/ha TIL	0.0%	0.0%	38.1%	57.1%	0.0%	0.0%	0.0%	4.8%	0.0%	100.0%
Régénération										
Nb semis/ha moy FRA	0.0	0.0	0.0	76.9	0.0	0.0	62.5	5.4	12.8	11.7
% du nb tot semis/ha FRA	0.0%	0.0%	0.0%	57.1%	0.0%	0.0%	14.3%	14.3%	14.3%	100.0%
Nb semis/ha moy FRN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.7	7.6
% du nb tot semis/ha FRN	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%
Nb semis/ha moy TIL	0.0	0.0	0.0	57.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
% du nb tot semis/ha TIL	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Nb gaules/ha moy FRA	0.0	0.0	0.0	15.4	0.0	0.0	15.0	56.3	8.2	20.4
% du nb tot gaules/ha FRA	0.0%	0.0%	0.0%	6.6%	0.0%	0.0%	2.0%	86.2%	5.3%	100.0%
Nb gaules/ha moy FRN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	0.8
% du nb tot gaules/ha FRN	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%
Nb gaules/ha moy TIL	0.0	0.0	0.0	12.3	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	1.7
% du nb tot gaules/ha TIL	0.0%	0.0%	0.0%	61.5%	0.0%	0.0%	0.0%	38.5%	0.0%	100.0%

3.1.3. Classe de drainage et catégorie de dépôt par strates

Les résultats moyens obtenus par classe de drainage et par catégorie de dépôt de surface utilisée pour la stratification, pour chaque essence cible, ainsi que les pourcentages calculés par rapport au total, sont présentés au Tableau 11. On constate qu'aucune régénération d'essences cibles n'a été retrouvée sur la catégorie Roc/Till de drainage 20. Le bois sur pied et les gaules de FRA se retrouvent principalement sur la catégorie non Roc/Till. Le FRN en régénération a été observé sur la catégorie non Roc/Till de drainage 30. Le TIL a été retrouvé davantage sur la catégorie Roc/Till.

Tableau 11 - Résultats par classe de drainage et catégorie de dépôts de surface pour les essences cibles

		ROC/TILL				ROC/TILL		
Données	Cl drainage	non	oui	Total	Cl drainage	non	oui	Total
Bois sur pied								
Nombre de Placette	20	49	69	118	30	136	44	180
% du Nombre de Plac.		41.5%	58.5%	100.0%		75.6%	24.4%	100.0%
Nb tiges/ha moy FRA		5.2	1.8	3.2		20.5	1.3	15.8
% du nb tot tiges/ha FRA		66.7%	33.3%	100.0%		98.0%	2.0%	100.0%
Nb tiges/ha moy FRN		0.0	0.0	0.0		5.3	1.4	4.3
% du nb tot tiges/ha FRN		0.0%	0.0%	0.0%		91.8%	8.2%	100.0%
Nb tiges/ha moy TIL		0.0	5.3	3.1		0.4	7.9	2.2
% du nb tot tiges/ha TIL		0.0%	100.0%	100.0%		13.2%	86.8%	100.0%
ST/ha moy FRA		0.0	0.1	0.1		0.4	0.1	0.3
% de ST tot/ha FRA		33.3%	66.7%	100.0%		88.9%	11.1%	100.0%
ST/ha moy FRN		0.0	0.0	0.0		0.1	0.0	0.1
% de ST tot/ha FRN		0.0%	0.0%	0.0%		80.0%	20.0%	100.0%
ST/ha moy TIL		0.0	0.1	0.1		0.0	0.7	0.2
% de ST tot/ha TIL		0.0%	100.0%	100.0%		5.9%	94.1%	100.0%
Régénération								
Nb semis/ha moy FRA		5.1	0.0	2.1		9.2	45.5	18.1
% du nb tot semis/ha FRA		100.0%	0.0%	100.0%		38.5%	61.5%	100.0%
Nb semis/ha moy FRN		0.0	0.0	0.0		16.5	0.0	12.5
% du nb tot semis/ha FRN		0.0%	0.0%	0.0%		100.0%	0.0%	100.0%
Nb semis/ha moy TIL		0.0	0.0	0.0		0.0	34.1	8.3
% du nb tot semis/ha TIL		0.0%	0.0%	0.0%		0.0%	100.0%	100.0%
Nb gaules/ha moy FRA		0.8	0.0	0.3		41.5	9.1	33.6
% du nb tot gaules/ha FRA		100.0%	0.0%	100.0%		93.4%	6.6%	100.0%
Nb gaules/ha moy FRN		0.0	0.0	0.0		1.8	0.0	1.3
% du nb tot gaules/ha FRN		0.0%	0.0%	0.0%		100.0%	0.0%	100.0%
Nb gaules/ha moy TIL		0.0	0.0	0.0		1.5	7.3	2.9
% du nb tot gaules/ha TIL		0.0%	0.0%	0.0%		38.5%	61.5%	100.0%

3.1.4. Groupe d'âge

Les résultats moyens obtenus par groupe d'âge de la strate, pour chaque essence cible, ainsi que les pourcentages calculés par rapport au total, sont présentés au Tableau 12. On note que dans les peuplements inventoriés, les FRN se trouvaient uniquement dans les strates jeunes. Les arbres de FRA étaient plus abondants dans les strates jeunes, alors que les semis et les gaules se trouvaient essentiellement dans les peuplements vieux. Les arbres de TIL se trouvaient à la fois dans des peuplements jeunes et vieux, les gaules étaient surtout sous les vieux peuplements et les semis ont été répertoriés uniquement sous les vieux peuplements.

Ajoutons qu'il est normal de rencontrer davantage de régénération dans les peuplements plus vieux puisque chez les jeunes, certains d'entre eux n'ont pas encore débuté leur production semencière. Selon la littérature, celle-ci débute vers 15 ans pour le TIL et 20 ans pour le frêne. Dans ce cas, on mentionne un début de production à une taille correspondant à un DHP de 8 à 10 cm et une floraison abondante à partir de 20 à 25 cm de diamètre (Burns et Honkala, 1990).

Tableau 12 - Résultats par groupe d'âge de la strate pour les essences cibles.

	Groupe d'âge de la strate		
Données	Jeune	Vieux	Total
Bois sur pied			
Nombre de Placette	194	104	298
% du Nombre de Plac.	75.0%	25.0%	100.0%
Nb tiges/ha moy FRA	12.2	8.2	10.8
% du nb tot tiges/ha FRA	73.7%	26.3%	100.0%
Nb tiges/ha moy FRN	4.0	0.0	2.6
% du nb tot tiges/ha FRN	100.0%	0.0%	100.0%
Nb tiges/ha moy TIL	2.3	3.1	2.6
% du nb tot tiges/ha TIL	57.9%	42.1%	100.0%
ST/ha moy FRA	0.2	0.2	0.2
% de ST tot/ha FRA	63.3%	36.7%	100.0%
ST/ha moy FRN	0.1	0.0	0.0
% de ST tot/ha FRN	100.0%	0.0%	100.0%
ST/ha moy TIL	0.1	0.3	0.1
% de ST tot/ha TIL	33.3%	66.7%	100.0%
Régénération			
Nb semis/ha moy FRA	7.7	19.2	11.7
% du nb tot semis/ha FRA	42.9%	57.1%	100.0%
Nb semis/ha moy FRN	11.6	0.0	7.6
% du nb tot semis/ha FRN	100.0%	0.0%	100.0%
Nb semis/ha moy TIL	0.0	14.4	5.0
% du nb tot semis/ha TIL	0.0%	100.0%	100.0%
Nb gaules/ha moy FRA	3.3	52.3	20.4
% du nb tot gaules/ha FRA	10.5%	89.5%	100.0%
Nb gaules/ha moy FRN	1.2	0.0	0.8
% du nb tot gaules/ha FRN	100.0%	0.0%	100.0%
Nb gaules/ha moy TIL	1.0	3.1	1.7
% du nb tot gaules/ha TIL	38.5%	61.5%	100.0%

3.1.5. Association végétale

Les résultats moyens obtenus par association végétale, pour chaque essence cible, ainsi que les pourcentages calculés par rapport au total, sont présentés au Tableau 13. Tel que mentionné précédemment, il n'y a pas de régénération en essences cibles qui a été répertoriée dans les érablières pures (ER). Par ailleurs, on constate que le FRN sur pied n'a pas été rencontré dans les peuplements de feuillus tolérants (FT) et les peuplements (PE) et que la régénération est concentrée dans les érablières à érable rouge (EO) ainsi que dans les peupleraies (PE) dans une moindre mesure. La présence de TIL sur pied est plutôt concentrée dans les érablières à feuillus tolérants (ERFT), un peu présent dans les érablières à érable rouge (EO) et n'a pas été enregistrée dans les peuplements de feuillus tolérants (FT) ni dans les peupleraies (PE). Quant au FRA, il fut retrouvé au sein des érablières à feuillus tolérants (ERFT), des érablières à érable rouge (EO) et

des peuplements de feuillus tolérants (FT). Au niveau de la régénération du FRA, les gaules ont été surtout rencontrées dans les érablières à érable rouge (EO), alors que les semis ont été plutôt retrouvés dans les érablières à feuillus tolérants (ERFT) et les peuplements de feuillus tolérants (FT).

Tableau 13 - Résultats par association végétale pour les essences cibles.

	Association végétale					
Données	EO	ER	ERFT	FT	PE	Total
Bois sur pied						
Nombre de Placette	69	71	114	16	28	298
% du Nombre de Plac.	23.2%	23.8%	38.3%	5.4%	9.4%	100.0%
Nb tiges/ha moy FRA	21.4	0.0	11.4	27.6	0.0	10.8
% du nb tot tiges/ha FRA	45.8%	0.0%	40.5%	13.7%	0.0%	100.0%
Nb tiges/ha moy FRN	7.4	0.9	1.8	0.0	0.0	2.6
% du nb tot tiges/ha FRN	65.5%	8.2%	26.4%	0.0%	0.0%	100.0%
Nb tiges/ha moy TIL	0.8	0.6	5.8	0.0	0.0	2.6
% du nb tot tiges/ha TIL	6.9%	5.8%	87.3%	0.0%	0.0%	100.0%
ST/ha moy FRA	0.3	0.0	0.3	0.6	0.0	0.2
% de ST tot/ha FRA	33.3%	0.0%	50.0%	16.7%	0.0%	100.0%
ST/ha moy FRN	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
% de ST tot/ha FRN	40.0%	20.0%	40.0%	0.0%	0.0%	100.0%
ST/ha moy TIL	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1
% de ST tot/ha TIL	4.8%	9.5%	85.7%	0.0%	0.0%	100.0%
Régénération						
Nb semis/ha moy FRA	7.2	0.0	21.9	31.3	0.0	11.7
% du nb tot semis/ha FRA	14.3%	0.0%	71.4%	14.3%	0.0%	100.0%
Nb semis/ha moy FRN	25.4	0.0	0.0	0.0	17.9	7.6
% du nb tot semis/ha FRN	77.8%	0.0%	0.0%	0.0%	22.2%	100.0%
Nb semis/ha moy TIL	0.0	0.0	13.2	0.0	0.0	5.0
% du nb tot semis/ha TIL	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Nb gaules/ha moy FRA	75.9	0.0	6.3	7.5	0.0	20.4
% du nb tot gaules/ha FRA	86.2%	0.0%	11.8%	2.0%	0.0%	100.0%
Nb gaules/ha moy FRN	1.7	0.0	0.0	0.0	4.3	0.8
% du nb tot gaules/ha FRN	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	100.0%
Nb gaules/ha moy TIL	2.9	0.0	2.8	0.0	0.0	1.7
% du nb tot gaules/ha TIL	38.5%	0.0%	61.5%	0.0%	0.0%	100.0%

3.2. RELATION ENTRE LES VARIABLES NUMÉRIQUES (COUVERT VS RÉGÉNÉRATION)

Les analyses de corrélation visant à vérifier l'existence de liens entre les variables numériques du couvert (nombre de tiges/ha et ST/ha) et celles associées à la régénération (nb de semis et gaules/ha, CD des semis et gaules/ha, ainsi que CD des gaules de qualité et libres de croître) sont présentées à l'annexe 7. On y retrouve tout d'abord les corrélations calculées à partir des résultats par placette, puis celles obtenues à partir des résultats par strates. Pour chacune des séries, la sortie fournit tout d'abord les statistiques simples pour chaque variable introduite dans l'analyse, puis une première matrice avec les corrélations de Pearson r (puis le résultat du test de

signification en dessous) qui doivent cependant être utilisées avec circonspection compte tenu des réserves émises au début de la section 2 relatives à l'absence de normalité des distributions, et enfin, une seconde matrice présentant les corrélations de Spearman.

Une représentation des résultats mettant en relation les surfaces terrières et les coefficients de distribution par essence, est aussi présentée aux figures 5 et 6 afin de permettre une visualisation des coefficients de corrélation (r) calculés.

Ces analyses ont permis de mettre en évidence la relation existant entre la présence d'arbres et celle de régénération pour chacune des essences cibles. En utilisant les données par placettes, on constate que les relations exprimées à l'aide des coefficients de Pearson sont généralement plus fortes lorsque l'on considère la surface terrière au niveau du couvert et le CD de l'essence correspondante au niveau de la régénération, pour le FRA et le TIL, alors qu'elles sont du même ordre avec les coefficients de Spearman (ce qui est normal, étant donné que c'est le rang qui est plutôt corrélé dans ce cas). D'autre part, pour le FRA et le TIL, les variables du couvert étaient davantage reliées aux gaules et moins aux semis.

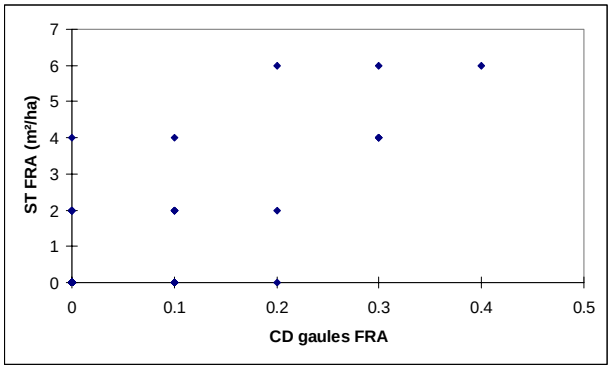
Le fait qu'au niveau du couvert, la surface terrière ressorte davantage par rapport au nombre de tiges peut probablement être relié à une meilleure production semencière, généralement associée aux arbres les plus gros.

L'utilisation des résultats par strate, permet de faire ressortir les mêmes relations mais avec des coefficients plus élevés. On peut donc dire que nous obtenons de meilleurs résultats en se basant sur une évaluation par strate plutôt que par placette. Cette situation n'est probablement pas étrangère à la dimension des placettes qui s'avère trop petite pour évaluer convenablement les essences marginales (Blouin et Lessard, 2002). Ceci est probablement le cas tant au niveau du couvert, qu'à celui de la régénération, si on considère les distances de dispersion des semences. Dans ce cas-ci, nous avons tenté de palier à ces lacunes en augmentant le nombre de placettes. Ainsi, à l'examen des résultats obtenus, on remarqua qu'il y avait souvent des placettes où de la régénération fut observée mais pas d'arbres et aussi l'inverse; cependant la compilation par strate a souvent permis de contrebalancer ces disparités.

Considérant les distances de dispersion des semences (Burns et Honkala, 1990) observées chez les frênes (140 m pour le FRA), des liens plus faibles au niveau de la placette étaient prévisibles.

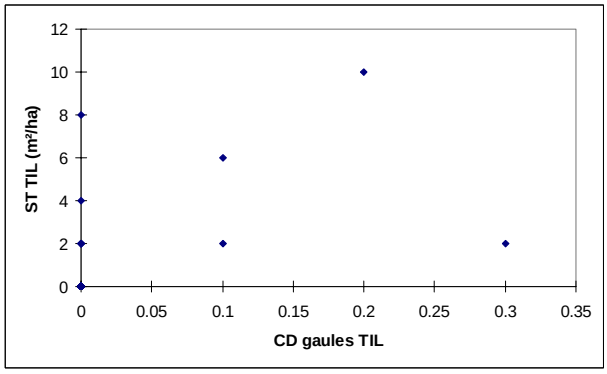
Figure 5 - Coefficient de distribution des gaules et semis en fonction de la surface terrière basé sur les résultats par placette pour le FRA et le TIL

Essence : FRA

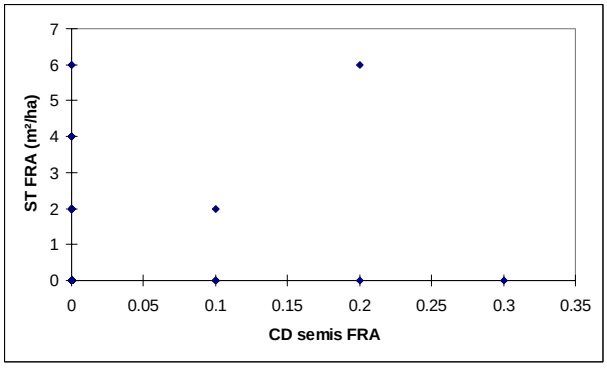


r pearson=0,79919 r spearman=0,64012

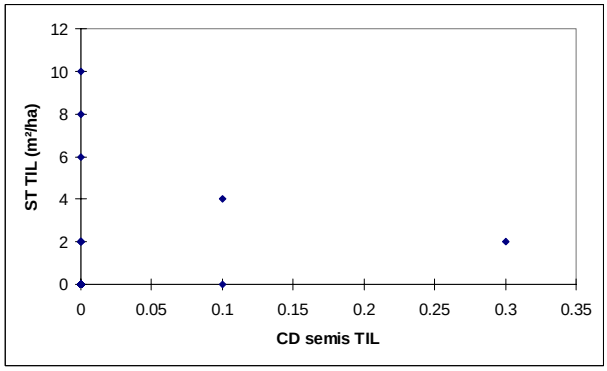
Essence TIL



r pearson=0,55549 r spearman=0,59982



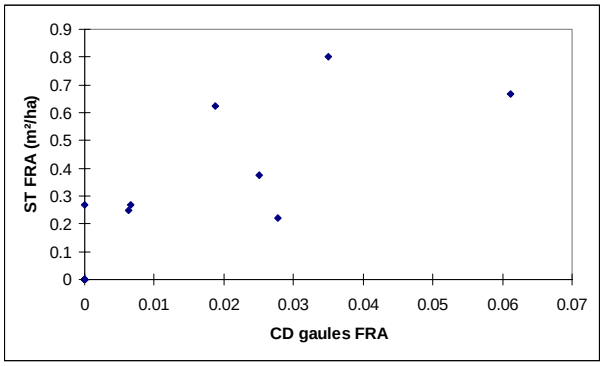
r pearson=0,17512 r spearman=0,14331



r pearson=0,18233 r spearman=0,33733

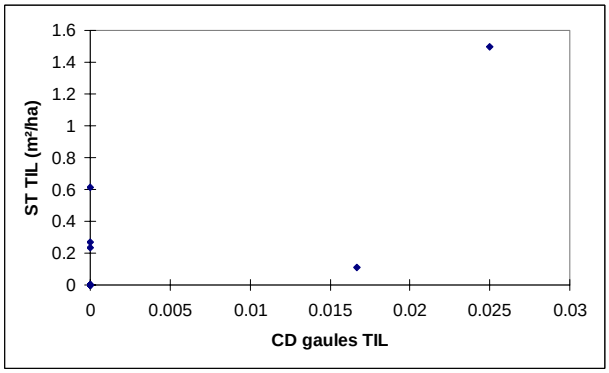
Figure 6 - Coefficient de distribution des gaules et semis en fonction de la surface terrière basé sur les résultats par strate pour le FRA et le TIL

Essence : FRA

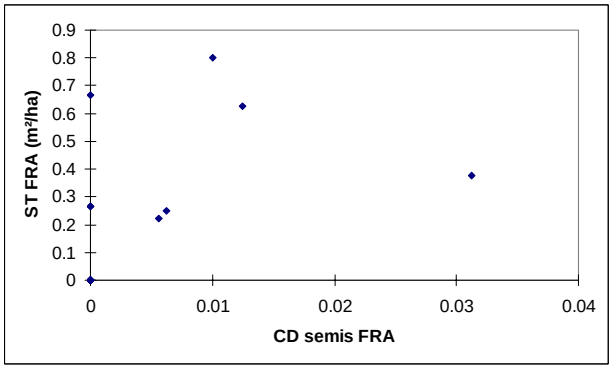


r pearson=0,83369 r spearman=0,88456

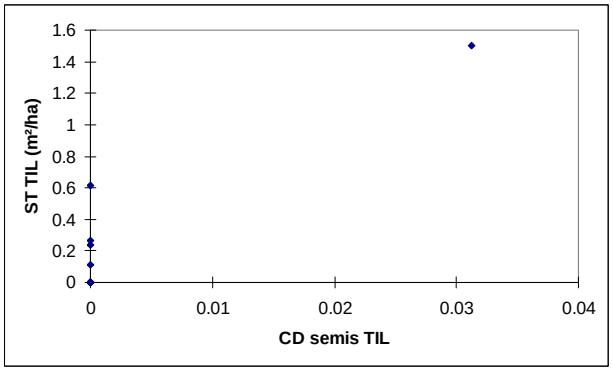
Essence TIL



r pearson=0,75629 r spearman=0,56918



r pearson=0,49672 r spearman=0,66714



r pearson=0,90278 r spearman=0,50288

Quoi qu'il en soit, les liens obtenus entre la présence d'arbres de FRA et la régénération de cette essence sont importants et, en se basant sur les données par strates, des liens sont aussi perceptibles au niveau du nombre de tiges de gaules et, dans une moindre mesure, du nombre de semis en régénération. Par contre, dans le cas du TIL, pour qui les distances de dispersion par gravité et par voie éolienne sont plutôt réduites (généralement 1, voire 2 à 3 longueurs d'arbre), on aurait pu s'attendre à avoir une relation présence d'arbre versus régénération plus forte en se basant sur les données par placette. Or il n'en est rien, mais ajoutons que les microplacettes sont tout de même petites par rapport à l'aire de dispersion. Pour cette essence, ce sont plutôt les très faibles quantités enregistrées, qui pourraient être responsables des relations plus faibles que celles observées pour le FRA. Ajoutons à cet égard que l'on rapporte dans la littérature un piètre succès

germinatif des graines de TIL attribuable à diverses causes, telles que la formation de fruit sans graines, l'infestation par des larves d'insectes, le pourrissement des fruits dans la litière et leur consommation par les rongeurs (Burns et Honkala, 1990). Pour ce qui est du FRN, les très faibles quantités observées particulièrement au niveau du couvert, jointes aux importantes distances de dispersion potentielles, expliquent les relations obtenues généralement faibles tant au niveau des placettes que des strates. Ajoutons que pour cette essence, le nombre de semis est ressorti davantage par rapport à celui des gaules, dont l'occurrence était très faible au sein de l'échantillon.

Enfin, signalons que le CD des tiges libres de croître ainsi que celui des tiges de qualité, se comportent comme celui des gaules sur lesquelles ces paramètres sont évalués. Ils sont donc aussi reliés à la surface terrière et, dans une moindre mesure, au nombre de tiges des essences correspondantes au niveau du couvert.

3.3. RÉPARTITION SPATIALE DES ESSENCES CIBLES

En ce qui concerne le tilleul, il est difficile d'établir des parallèles entre la localisation des placettes où une présence de bois sur pied ou de régénération a été identifiée, et des caractéristiques géomorphologiques ou climatiques, en raison du faible degré de présence inventoriée de cette essence.

Dans le cas du frêne, on observe davantage de secteurs (ou regroupements de peuplements forestiers adjacents) où la présence de l'essence est inventoriée. Et au sein d'un même secteur, plusieurs placettes ont une présence de bois sur pied ou de régénération. Lorsque l'on compare la localisation des secteurs avec présence de frêne et la carte des dépôts de sol présentée dans le guide des feuillus nobles en Basse-Mauricie (annexe 5), on remarque que la plupart des placettes avec présence de l'essence se retrouvent sur une langue de dépôts marins.

4. AMÉNAGEMENT ET SYLVICULTURE

4.1. STRATÉGIE D'AMÉNAGEMENT

Tel que mentionné dans l'introduction, le projet cherche à établir le portrait pour le tilleul d'Amérique et le frêne d'Amérique afin de favoriser à court, moyen et long terme, un approvisionnement constant en bois de feuillus nobles de qualité, de façon à alimenter les usines de 1re (sciage), de 2e et de 3e transformation de la Mauricie à partir des volumes de bois issus des forêts privées de la région. Le projet s'est principalement intéressé aux terres privées des MRC des Chenaux, Maskinongé et Mékinac, et l'échantillonnage réalisé a été concentré sur des stations susceptibles de contenir ces essences.

Malheureusement, le constat actuel n'indique pas une présence suffisante de ces essences pour établir clairement la structure sur pied des volumes des diverses classes de diamètres. Toutefois, la présence de bois sur pied et de régénération a réellement été observée et certaines tendances peuvent être notées, comme la concentration du FRA présent au niveau de la classe de 10 cm et l'absence du TIL dans les petites classes lorsqu'il était présent.

Les axes d'aménagement suivant sont recommandés :

- La strate 17 devrait faire l'objet d'une attention spéciale en raison de la qualité du site, du volume sur pied, de sa superficie et de la présence importante des espèces cibles.
- Lorsque le TIL est présent, il faut rechercher le maintien de sa présence et assurer à tout le moins la régénération par l'utilisation de techniques de toutes petites trouées, de mini-bandes ou d'un prélèvement par pied d'arbre plus intense, dépendamment du traitement retenu. La réintroduction artificielle peut être envisagée et pourra permettre de compenser les problèmes de germination reconnus pour cette essence. Une fois la régénération établie, il faut cependant veiller à la dégager sans trop tarder puisque l'ombre est bénéfique pour l'établissement de la régénération de tilleul, mais elle nuit considérablement à son développement subséquent et à sa croissance (Burns et Honkala, 1990).
- Le FRA devrait faire l'objet d'une stratégie plus agressive en raison de sa vigueur et de son plus grand intérêt commercial.
    - Il s'agira de maintenir sa présence dans les strates à moins grand potentiel où il est présent par l'utilisation de techniques particulières telles que mentionnées pour le tilleul.

- Il s'agira d'augmenter sa présence dans les zones des strates d'inventaire où il a été observé en fonction des paramètres explicatifs qui pourront être avancés et validés.
- La plantation de petits blocs de FRA devrait aussi être envisagée.

- Lorsque le TIL ou le FRA sont présents, une approche d'éclaircie commerciale devrait être priorisée pour favoriser la croissance en diamètre des tiges vigoureuses et de qualité, s'il y a lieu.
- En général, le concept de conduite de peuplement devrait guider le sylviculteur. Il ne s'agit pas simplement d'améliorer un peuplement en ne retirant que les tiges de mauvaise qualité (coupe d'amélioration) mais de détourer la cime des arbres d'avenir, en prélevant les tiges gênantes (Classification de l'IUFRO adaptée par Jacques Pflazgraf, éminent sylviculteur québécois).

4.2. RÉGIMES ET TRAITEMENTS SYLVICOLES

Comme nous l'avons mentionné, la structure diamétrale représente un élément majeur à prendre en compte pour définir le régime sylvicole (futaie régulière, irrégulière ou jardinée). Elle a donc guidé pour les choix de régimes. Le CFC ainsi que la présence d'espèces cibles ont également été considérés pour l'élaboration des propositions.

Jeunes strates EO et PE (strates 1, 2, 10, 13, 18) et ERFT, FT (4, 6, 8, 9, 11, 14, 16)

Pour les peuplements jeunes (strates no 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16 et 18), leur distribution diamétrale actuelle ne peut correspondre à une courbe de Liocourt théorique, étant donné que les classes supérieures sont absentes (à l'exception de quelques rémanents dans certains cas). Donc, pour ces peuplements, la définition de la structure reste à préciser en fonction de l'évolution future, sauf pour la strate 11 qui semble évoluer vers une structure régulière.

Les interventions actuelles devraient essentiellement viser à favoriser la croissance du CFC (capital forestier en croissance) présent en mettant l'accent sur les essences cibles dans les strates où elles sont présentes (strates no 1, 2, 6, 9, 11, 14 et 16). Ainsi, en théorie, l'éclaircie commerciale devrait être favorisée. Il pourra s'agir d'éclaircie jardinatoire[4] ou d'éclaircie mixte ou par le haut. Cependant, si la proportion de tiges non vigoureuses domine, il y lieu de considérer la coupe d'amélioration (au sens international) qui peut s'appliquer à plusieurs régimes.

[4] Se référer au dictionnaire de la foresterie de l'OIFQ 2003 pour la définition des termes.

La régénération en essences cibles (strates no 1, 2, 6, 9 et 10) devrait faire l'objet de soins culturaux visant à en assurer la survie et la croissance (nettoiement de la végétation concurrente en sous-bois, permettant de maintenir les frênes avec un maximum de 45 % de recouvrement et dégagement des tilleuls déjà établis). Pour les autres strates (4, 8 puis 11, 13, 14, 16 et 18), une introduction d'essences cibles par plantation sous couvert devrait être envisagée, si on veut éventuellement augmenter la production de ces essences.

Pour les peuplements dominés par le peuplier ou l'érable rouge, qui correspondent à des stades évolutifs non finaux, la notion de peuplement en équilibre habituellement associée à la structure dite jardinée ne s'applique pas (strates no 1, 2, 10, 13 et 18). De façon générale, il est possible de les associer à une structure irrégulière pour le moment. La stratégie sylvicole devrait favoriser un régime régulier ou irrégulier en utilisant le couvert temporaire, le temps d'installer la régénération à valeur ajoutée.

Vieille strate EO (strate 3)

Dans ce cas aussi, la notion de peuplement en équilibre habituellement associée à la structure dite jardinée ne s'applique pas, compte tenu de la prédominance de l'érable rouge, et sa structure est de type irrégulière pour le moment. Pour cette strate, il y aurait tout d'abord lieu de valider le moment de la réalisation. La coupe progressive irrégulière est préconisée pour servir d'abri pour l'implantation d'une nouvelle régénération et pour libérer les îlots de perches suite à un martelage positif (le FRA est présent dans les classes de 10 et 20 cm).

Vieilles strates ERFT, ER (5, 7, 12, 15, 17)

De par sa qualité, sa structure et les espèces présentes, ces strates sont souvent retenues pour le régime de la futaie jardinée. Des cibles sont proposées à partir des observations et du principe de Klepac (dans Majcen et al., 1990) pour les facteurs q et les diamètres à maturité (Tableau 14). Ces strates appartiennent au stade évolutif stable (ER et/ou ERFT).

Tableau 14 - Cibles pour les strates retenues pour le régime de la futaie jardinée

	DHP max obs.	DHP cible	ST cible	Facteur q cibles	Potentiel initial
5	70	50	24	1,14	Bon à modéré
7	40	50	24	1,14	Bon à modéré
12	70	50	24	1,14	Bon à modéré
15	60	60	24	1,09	Élevé
17	80	60	24	1,09	Élevé

En utilisant ces valeurs cibles pour trouver la courbe théorique correspondante puis en comparant avec la distribution actuelle, les strates suivantes auraient une structure jardinée : 5, 7, 15 et 17. Concernant la strate 5, pour laquelle aucune essence cible n'a été répertoriée, si le FRA et/ou le TIL sont désirés, une introduction par plantation sous couvert sera essentielle. À propos de la strate 15, pour laquelle aucune régénération en essence cible ne fut observée, les trouées devront être examinées attentivement pour s'assurer de l'établissement de la régénération voulue, faute de quoi, il faudra aussi procéder à une introduction par plantation dans les trouées. Quant à la strate 12, la faible quantité de tiges dans la classe de 10, à peine plus grande que celle rencontrée dans la classe de 20 cm amènerait à la classer comme irrégulière. Lorsque la régénération en FRA ou TIL est désirée, on pourra ainsi adopter un jardinage par petites trouées dans les premiers cas et une coupe progressive irrégulière d'abri, uniforme ou par petites trouées dans le second cas, avec introduction préalable des essences cibles par plantation sous couvert.

Synthèse de toutes les strates

La structure déterminée pour chacune des strates, ainsi que le régime sylvicole correspondant, de même que les traitements proposés sont présentés au Tableau 15.

Tableau 15 - Structure, régime sylvicole et traitements à préconiser par strates

No Strate	Roc/Till	Potentiel FRA/TIL	Groupe d'âge	Association végétale	Structure diamétrale	Régime sylvicole	Interventions pour favoriser la croissance au niveau du couvert	Soins à apporter à la régénération en essences cibles	Coupe de régénération	Remarques
1	non	Élevé	Jeune	EO	jeune irrégulière	futaie irrégulière (ou jardinée?)	EC/CAM	NET de la végétation concurrente en sous-bois/DEG TIL	C prog reg ou irr	
2	non	Modéré/Bon	Jeune	EO	jeune irrégulière	futaie irrégulière (ou jardinée?)	EC/CAM	NET de la végétation concurrente en sous-bois	C prog reg ou irr	
3	non	Modéré/Bon	Vieux	EO	irrégulière	futaie irrégulière		NET de la végétation concurrente en sous-bois/DEG perches FRA	C prog irr	
4	non	Modéré/Bon	Jeune	ER	jeune irrégulière	futaie irrégulière (ou jardinée?)		introduction par PL sous couvert	C prog abri reg ou irr	Pas d'essences cibles répertoriées
5	non	Modéré/Bon	Vieux	ER	jardinée	futaie jardinée	JAT	introduction par PL sous couvert	JAT	Pas d'essences cibles répertoriées
6	non	Modéré/Bon	Jeune	ERFT	jeune irrégulière	futaie irrégulière (ou jardinée?)	EC/CAM	NET de la végétation concurrente en sous-bois		
7	non	Modéré/Bon	Vieux	ERFT	jardinée	futaie jardinée	JAT	NET de la végétation concurrente en sous-bois	JAT	
8	non	Élevé	Jeune	ERFT	jeune irrégulière	futaie irrégulière (ou jardinée?)		introduction par PL sous couvert	C prog abri reg ou irr	Pas d'essences cibles répertoriées
9	non	Modéré/Bon	Jeune	FT	jeune irrégulière	futaie irrégulière (ou jardinée?)	EC/CAM	NET de la végétation concurrente en sous-bois		
10	non	Modéré/Bon	Jeune	PE	jeune irrégulière	futaie irrégulière (ou jardinée?)		NET de la végétation concurrente en sous-bois	C prog reg ou irr	Pas d'essences cibles dans le couvert
11	oui	Modéré/Bon	Jeune	ERFT	régulière	futaie régulière	EC/CAM	introduction par PL sous couvert		Pas de régénération en essences cibles répertoriée
12	oui	Modéré/Bon	Vieux	ERFT	irrégulière	futaie irrégulière		introduction par PL sous couvert	Cprog abri irr	Pas d'essences cibles répertoriées
13	oui	Élevé	Jeune	EO	jeune irrégulière	futaie irrégulière (ou jardinée?)		introduction par PL sous couvert	C prog reg ou irr	Pas d'essences cibles répertoriées
14	oui	Élevé	Jeune	ER	jeune irrégulière	futaie irrégulière (ou jardinée?)	EC/CAM	introduction par PL sous couvert		Pas de régénération en essences cibles répertoriée
15	oui	Élevé	Vieux	ER	jardinée	futaie jardinée	JAT	introduction par PL sous couvert possible	JAT	Pas de régénération en essences cibles répertoriée
16	oui	Élevé	Jeune	ERFT	jeune irrégulière	futaie irrégulière (ou jardinée?)	EC/CAM	introduction par PL sous couvert		Pas de régénération en essences cibles répertoriée
17	oui	Élevé	Vieux	ERFT	jardinée	futaie jardinée	JAT	NET de la végétation concurrente en sous-bois	JAT	
18	non	Élevé	Jeune	PE	jeune irrégulière	futaie irrégulière (ou jardinée?)		introduction par PL sous couvert	C prog reg ou irr	Pas d'essences cibles répertoriées

CONCLUSION

Ce projet a permis de brosser un portrait de la ressource ligneuse en terme de volume disponible pour le tilleul d'Amérique et le frêne d'Amérique. Malheureusement, les résultats obtenus confirment les faibles quantités actuellement présentes dans les strates offrant un potentiel pour ces essences, et ce autant au niveau du couvert que de la régénération.

Quant au portrait des exigences des essences désirées en fonction des caractéristiques du milieu présentes sur le territoire, les résultats ont fait ressortir l'affinité du frêne d'Amérique pour les drainages mésiques et les dépôts marins. De plus, nous avons remarqué que les essences cibles se retrouvent dans les érablières à érable rouge, les érablières à feuillus tolérants, ainsi que les peuplements dominés par les feuillus tolérants (FRA uniquement). D'autre part, il a été possible de relier l'abondance de tiges de frêne aux peuplements jeunes et de constater que ces tiges sont essentiellement comprises dans la classe de 10 à 20 cm, alors que les tiges de tilleul, qui sont généralement plus grosses, sont plutôt associées aux peuplements plus âgés, lesquels abritent par ailleurs une plus grande quantité de régénération en essences cibles.

Les résultats obtenus ont conduit à la réalisation d'un zonage déterminant un secteur où l'aménagement des essences cibles pourrait être prioritaire. Aussi, les interventions à préconiser ont été identifiées pour les différentes strates et consistent à favoriser la croissance des essences cibles, à permettre l'établissement de la régénération naturelle ou à introduire les essences cibles dans le secteur prioritaire là où elles sont actuellement absentes.

Afin de compléter le portrait pour l'ensemble des feuillus nobles, il serait éventuellement nécessaire de s'attarder sur les chênes et le cerisier tardif. Cette nouvelle évaluation pourrait s'étendre aux strates des séries évolutives susceptibles de contenir du tilleul et du cerisier tardif (FE2) du domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune, ce qui permettrait également de compléter le portrait actuel en vérifiant l'abondance de tilleul et frêne dans ce domaine. Elle devrait aussi couvrir les séries évolutives pouvant potentiellement contenir des feuillus nobles, dont notamment les chênes et cerisiers, dans les deux domaines (FC10, FE5 et FE6).

Compte tenu des faibles quantités d'essences cibles observées, il est essentiel d'entreprendre les actions appropriées dans les meilleurs délais, afin de préserver et développer les acquis. À plus long terme, il importe d'accroître la production en essences cibles de façon à s'approcher de la capacité de production des utilisateurs de la région d'une part, et d'entreprendre les introductions par plantation sur une échelle qui permettra de satisfaire les besoins futurs d'autre part.

RÉFÉRENCES

Blouin, D. et G. Lessard, 2002. Validation statistique de l'exigence du contrôle du pourcentage de prélèvement par essence du jardinage. Avis scientifique. Rapport CERFO 2002-10, 11 p.

Burns, R.M. et B.H. Honkala. 1990. Sylvics of North America : Volume 1 Softwood et Volume 2 Hardwood. US Forest service Handbook 654. 877 p. {En ligne} http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/table_of_contents.htm

Gosselin, J., P. Grondin et J.-P. Saucier, 1988. Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de l'érablière à tilleul de l'est. Ministère des Ressources Naturelles du Québec, Direction de la gestion des stocks forestiers. 182 p.

Majcen, Z., Y. Richard, M. Ménard et Y. Grenier, 1990. Choix des tiges à marquer pour le jardinage des érablières inéquiennes. Guide technique. Mémoire no 96. Dir. De la rech. et du dév. MER. 96 p.

Steel, R.G.D., et J.H. Torrie, 1980. Principles and procedures of statistics – A Biometrical Approach (Second edition). McGraw-Hill inc. US, ISBN 0-07-060926-8, 633 p.

ANNEXE 1 – CARTES DE LA STRATIFICATION, DU PLAN DE SONDAGE ET DES RÉSULTATS D'INVENTAIRE

ANNEXE 2 – DÉFINITION DE QUALITÉ ET VIGUEUR

Tiré de : Boulet, B. 1998. L'aménagement des peuplements forestiers affectés par le verglas de janvier 1998. Direction de la Conservation des forêts Gouvernement du Québec

2. VIGUEUR ET QUALITÉ DES ARBRES ENDOMMAGÉS PAR LE VERGLAS

Le verglas a endommagé considérablement la cime des arbres et a parfois causé des blessures au tronc. La capacité qu'a un arbre à se remettre de ces dommages dépend non seulement de la sévérité des dommages mais aussi de la vigueur qu'il avait avant le verglas, de son âge, de l'essence, de la qualité du site et des conditions météorologiques qui prévaudront au cours des prochaines années. Le système de classification suivant, qu'on peut utiliser dans un processus d'inventaire, tient compte de la vigueur et de la qualité des tiges et peut permettre de déterminer le potentiel du peuplement.

	Feuillu vigoureux		**Feuillu faible**		**Résineux**	
	De qualité	Défectueux	De qualité	Défectueux	De qualité	Défectueux
Classe:	I	II	III	IV	V	VI

2.1 Définitions:

Feuillu vigoureux : Arbre dont les chances de survie et du maintien de la qualité durant la prochaine rotation sont considérées comme bonnes. Ces arbres ont plus de 30 % de cime résiduelle, ont le tronc droit ou légèrement arqué et ont au plus une blessure importante au tronc. Le terme « blessure importante » signifie que la surface d'aubier qui est exposée correspond à 25 % de la circonférence du tronc (une face exposée). Lorsque la surface exposée est entre 25 et 50 %, on compte deux blessures importantes (ou deux faces exposées). Lorsqu'il s'agit d'un peuplier, il faut que le pourcentage de cime résiduelle soit de 60 % et plus pour que cet arbre soit considéré vigoureux.

Feuillu faible : Arbre ayant 30 % et moins de cime résiduelle ou ayant au moins 2 blessures importantes au tronc. Arbre montrant des fentes non cicatrisées, des champignons et des chancres qui diminuent sa qualité. La qualité de cet arbre se détériorera rapidement pendant la prochaine rotation et ses chances de survie ainsi que son taux de croissance sont considérés comme faibles.

Arbre de qualité : Arbre qui possède au moins une bille de bois d'œuvre, c'est-à-dire une bille répondant à la description suivante:

- Diamètre de 24 cm et plus
- Longueur minimale : 2,50 m
- Rendement minimum en débits (évalué sur la face d'avant-dernière qualité) : 50 %
- Longueur minimum des débits clairs : 60 cm

ou

Arbre qui peut posséder une bille de bois d'œuvre au cours d'une rotation ultérieure et dont le diamètre est de 10 à 24 cm.

Arbre défectueux : Arbre qui ne possède aucune bille de bois d'œuvre. Le bois de cet arbre est destiné à la pâte ou au chauffage. Cette catégorie pourrait aussi comprendre les tiges destinées au bois de palette.

Résineux : Lorsqu'une tige d'essence résineuse est cassée à un diamètre de 6 cm ou plus, on doit considérer de la récupérer puisque la carie en détériorera la qualité rapidement.

La clé présentée au tableau 1 peut être utilisée pour classer les tiges feuillues selon leur vigueur et leur qualité. Les classes A, B, C, ou D réfèrent aux normes techniques du système de classification des tiges feuillues[5]. Cette classification permet d'évaluer la qualité des tiges et de répartir les volumes bruts selon l'utilisation (déroulage, sciage, pâte). Le tableau 2 illustre les dommages observés aux cimes et donne des critères additionnels pouvant aider à déterminer la vigueur des arbres endommagés.

[5] Anonyme , 1991. Classification des tiges d'essences feuillues, normes techniques. Gouvernement du Québec, Serv. des inventaires forestiers. Publ. no. RN95-3017. 74 p.

Tableau 1A - Clé pour déterminer la classe de vigueur/qualité des arbres

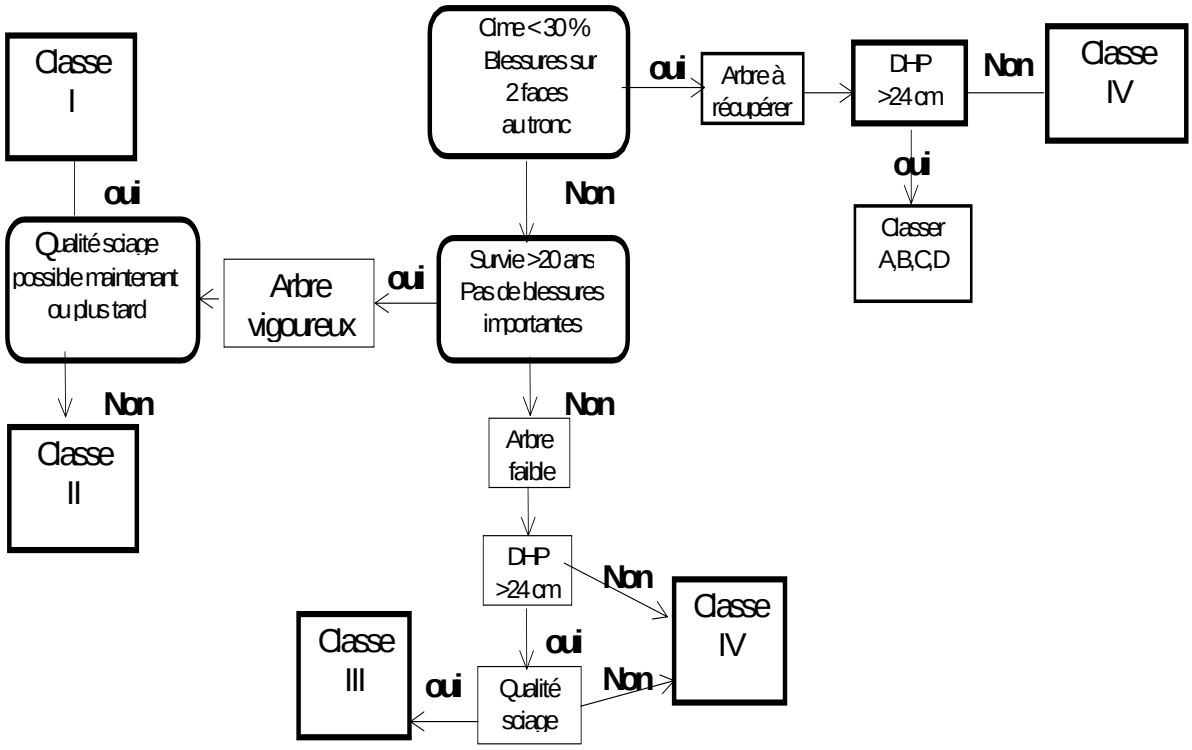
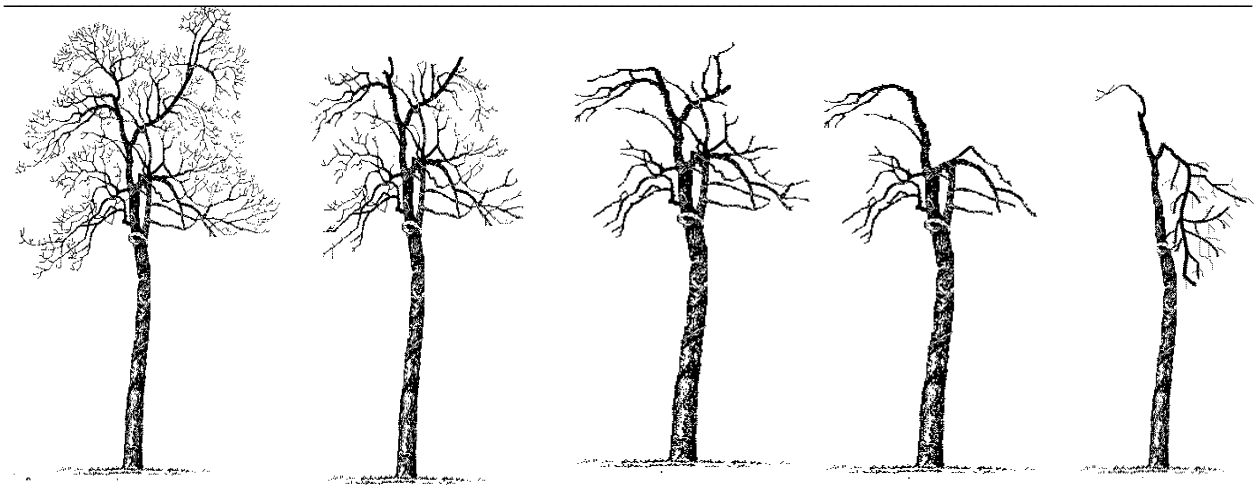


Tableau 1B - Vigueur des arbres endommagés par le verglas

Localisation et type de dégâts	Intensité des dégâts							
	faible		modéré		grave		très grave	
								
HOUPPIER :								
Branches Résiduelles	60 % et plus		41 à 60 %		21 à 40 %		0 à 20 %	
Abondance des ramilles	élevée		élevée ou moyenne		faible ou moyenne		faible ou nulle	
TRONC :								
Déformation	droit ou arqué	rabattu*	Droit ou arqué		droit ou arqué		droit ou arqué	cassé
Blessures importantes au tronc (% de la circ.)	aucune	aucune	0 - 25 %	> 25 %	0 - 25 %	> 25 %	0 - 25 %	> 25 %
Tête cassée (résineux)	non	non	Non	oui	non	oui	oui	oui
Classe de vigueur (avant le verglas)	**Classes de vigueur actuelles**							
Feuillu vigoureux de qualité (I)	I	IIIr/IVr	I	II	I	IIIr/IV	IIIr/IVr	IIIr/IVr
Feuillu vigoureux défectueux (II)	II	IVr	II	II	II	IV	IVr	IVr
Feuillu faible (III)	III	IIIr	III	III(r)	III	IIIr	IIIr	IIIr/IVr
Résineux (V ou VI)	idem	idem	Idem	(r)	idem	(r)	(r)	(r)

r. Bouleau jaune, bouleau blanc, peuplier et résineux à récupérer en priorité.

* Pour les arbres rabattus, les classes de vigueur s'appliquent également aux autres catégories de cime résiduelle.

ANNEXE 3 - DÉFINITION DE LIBRE DE CROÎTRE

Tige feuillue libre de croître de belle qualité :

- La tige à évaluer a normalement une hauteur d'au moins 1,6 m et elle doit faire partie de l'étage dominant ou codominant et n'avoir aucune compétition au-dessus d'elle, exercée par un feuillu commercial plus intolérant (ou ayant une croissance en hauteur moyenne supérieure) que la tige évaluée pouvant limiter sa croissance en hauteur.

- L'accès à la lumière est évalué en imaginant un cône de 2 m de rayon situé au-dessus de la tige à évaluer. Celle-ci est jugée libre de croître si aucune tige ne se trouve dans la projection de ce cône.

- Dans le cas où la compétition serait exercée par un feuillu non commercial, la tige à évaluer a normalement une hauteur d'au moins 1,6 m et elle doit faire partie de l'étage dominant ou codominant.

- La tige à évaluer doit être jeune, vigoureuse et posséder un bon potentiel de croissance pour constituer le peuplement futur et ainsi faire partie des récoltes futures.

ANNEXE 4 – RÉSULTATS DU BOIS SUR PIED PAR STRATE PAR ESSENCE

Tableau 4A - Surface terrière moyenne (m^2/ha) du bois sur pied par essences, par strates

No Strate	Association végétale	Groupe d'âge	Roc/Till	Potentiel FRA/TIL	BOG	BOJ	BOP	CHR	EPB	EPN	EPR	ERR	ERS	FRA	FRN	HEG	NOC	OSV	PET	PIB	PIG	PRP	PRU	SAB	THO	TIL	Cibles	FT	FI	RES	Totale
1	EO	Jeune	non	Élevé	0.00	1.89	1.22	0.00	0.22	0.00	0.33	6.78	0.44	0.22	0.11	0.11	0.00	0.00	4.33	0.00	0.11	0.22	0.11	6.78	0.44	0.11	0.44	9.67	5.78	8.00	23.44
2	EO	Jeune	non	Mod/Bon	0.00	1.13	0.88	0.13	0.00	0.00	0.00	4.25	1.13	0.25	0.13	2.88	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.75	1.38	0.25	0.00	0.00	0.38	9.88	3.13	1.63	14.63
3	EO	Vieux	non	Mod/Bon	0.00	1.44	1.33	0.00	0.11	0.00	0.00	8.33	3.67	0.67	0.00	2.56	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00	4.56	0.44	0.11	0.00	0.67	16.67	1.78	5.22	23.67
4	ER	Jeune	non	Mod/Bon	0.00	1.33	0.27	0.00	0.40	0.40	0.00	9.47	0.53	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00	1.73	0.00	0.00	0.00	0.53	1.60	0.27	0.00	0.00	12.67	2.00	3.20	17.87
5	ER	Vieux	non	Mod/Bon	0.00	1.81	0.57	0.10	0.00	0.10	0.00	8.29	1.52	0.00	0.00	3.24	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.10	2.00	0.57	0.00	0.00	0.00	14.95	0.76	2.76	18.48
6	ERFT	Jeune	non	Mod/Bon	0.00	3.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	9.00	3.50	0.80	0.20	3.10	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	1.50	0.00	0.00	1.00	19.80	0.50	2.60	22.90
7	ERFT	Vieux	non	Mod/Bon	0.00	2.27	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	10.80	2.80	0.27	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.93	0.27	0.00	0.27	16.53	0.40	1.33	18.27
8	ERFT	Jeune	non	Élevé	0.00	0.56	0.22	0.00	0.44	0.00	0.00	3.11	12.22	0.00	0.00	2.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	0.33	0.22	0.00	0.00	18.67	0.22	2.33	21.22
9	FT	Jeune	non	Mod/Bon	0.00	1.38	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	7.25	1.50	0.63	0.00	2.75	0.13	0.00	2.38	0.13	0.00	0.00	0.25	0.75	0.13	0.00	0.63	13.63	2.88	1.25	17.75
10	PE	Jeune	non	Mod/Bon	1.13	2.25	0.63	0.00	0.13	0.00	0.00	5.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.25	0.13	0.00	0.25	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	7.38	6.25	3.25	16.88
11	ERFT	Jeune	oui	Mod/Bon	0.00	1.23	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	7.38	8.31	0.00	0.00	1.23	0.00	0.46	0.31	0.15	0.00	0.00	0.31	0.46	0.00	0.62	0.62	19.23	0.46	0.92	20.62
12	ERFT	Vieux	oui	Mod/Bon	0.00	0.71	0.12	0.00	0.12	0.00	0.00	7.18	3.18	0.00	0.00	1.18	0.00	0.00	0.82	0.12	0.00	0.00	0.12	2.12	0.00	0.00	0.00	12.24	0.94	2.47	15.65
13	EO	Jeune	oui	Élevé	0.00	0.35	0.47	0.00	0.00	0.12	0.00	3.53	2.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	5.29	0.00	0.00	0.00	0.12	3.06	0.12	0.00	0.00	6.24	5.76	3.41	15.41
14	ER	Jeune	oui	Élevé	0.00	3.11	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	3.67	6.78	0.00	0.11	2.00	0.00	0.00	1.22	0.00	0.00	0.00	0.44	1.00	0.00	0.00	0.11	15.67	1.22	1.56	18.44
15	ER	Vieux	oui	Élevé	0.00	0.59	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	1.88	11.41	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	0.24	0.24	0.24	15.06	0.71	0.94	16.71
16	ERFT	Jeune	oui	Élevé	0.00	1.60	0.13	0.00	0.13	0.00	0.00	0.93	9.60	0.27	0.00	0.80	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.53	13.47	0.40	0.13	14.00
17	ERFT	Vieux	oui	Élevé	0.00	0.25	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.50	16.38	0.38	0.00	2.25	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.88	21.25	0.13	0.13	21.50
18	PE	Jeune	non	Élevé	0.00	1.50	0.33	0.00	0.00	0.17	0.00	5.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.67	0.00	0.00	0.00	2.00	0.50	0.00	0.00	6.67	4.33	3.33	14.33

Tableau 4B - Nombre de tiges moyen (nb tiges/ha) du bois sur pied par essences, par strates

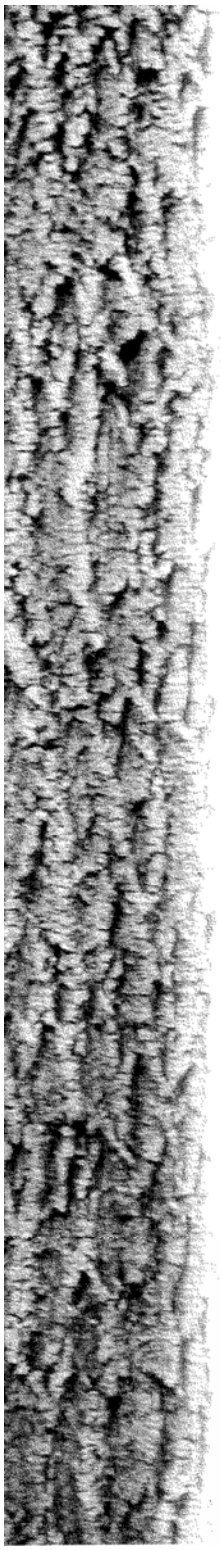
No Strate	Association végétale	Groupe d'âge	Roc/Till	Potentiel FRA/TIL	BOG	BOJ	BOP	CHR	EPB	EPN	EPR	ERR	ERS	FRA	FRN	HEG	NOC	OSV	PET	PIB	PIG	PRP	PRU	SAB	THO	TIL	Cibles	FT	FI	RES	toutes
1	EO	Jeune	non	Élevé	0	84	57	0	3	0	10	281	16	24	14	3	0	0	107	0	8	17	3	298	20	3	41	424	180	343	948
2	EO	Jeune	non	Mod/Bon	0	77	52	9	0	0	0	146	45	32	16	104	0	0	48	0	0	43	28	6	0	0	48	430	143	34	607
3	EO	Vieux	non	Mod/Bon	0	20	44	0	1	0	0	162	97	30	0	56	0	0	14	0	0	0	97	16	3	0	30	365	58	116	539
4	ER	Jeune	non	Mod/Bon	0	44	13	0	16	23	0	192	40	0	0	29	0	0	61	0	0	0	15	58	6	0	0	305	74	117	497
5	ER	Vieux	non	Mod/Bon	0	50	43	1	0	7	0	168	30	0	0	93	0	0	7	0	0	7	76	43	0	0	0	342	57	126	525
6	ERFT	Jeune	non	Mod/Bon	0	96	0	7	0	0	1	223	78	43	10	63	0	0	7	0	0	0	44	100	0	0	53	521	7	146	673
7	ERFT	Vieux	non	Mod/Bon	0	71	23	0	0	0	0	287	60	17	0	8	0	0	0	10	0	0	0	46	6	0	17	442	23	62	527
8	ERFT	Jeune	non	Élevé	0	16	17	0	13	0	0	84	224	0	0	59	0	0	0	0	0	0	42	6	17	0	0	383	17	78	477
9	FT	Jeune	non	Mod/Bon	0	65	6	0	0	0	0	174	36	28	0	58	0	0	38	9	0	0	2	14	9	0	28	362	44	35	441
10	PE	Jeune	non	Mod/Bon	71	129	34	0	1	0	0	259	0	0	0	0	0	0	115	3	0	12	0	137	0	0	0	388	232	141	761
11	ERFT	Jeune	oui	Mod/Bon	0	17	4	0	0	0	0	162	167	0	0	35	0	19	5	1	0	0	5	17	0	5	5	405	9	23	437
12	ERFT	Vieux	oui	Mod/Bon	0	26	9	0	3	0	0	157	69	0	0	45	0	0	21	0	0	0	3	102	0	0	0	297	30	108	435
13	EO	Jeune	oui	Élevé	0	20	9	0	0	3	0	95	55	0	0	12	0	0	119	0	0	0	1	113	1	0	0	183	129	118	430
14	ER	Jeune	oui	Élevé	0	108	0	0	0	3	0	92	141	0	4	71	0	0	33	0	0	0	8	52	0	0	4	416	33	63	511
15	ER	Vieux	oui	Élevé	0	10	0	0	1	0	0	46	260	0	0	22	0	0	12	0	0	0	7	0	10	3	3	340	12	18	371
16	ERFT	Jeune	oui	Élevé	0	64	10	0	3	0	0	69	372	8	0	14	0	0	20	0	0	0	0	0	0	21	30	549	30	3	582
17	ERFT	Vieux	oui	Élevé	0	12	0	0	3	0	0	8	227	4	0	38	0	0	3	0	0	0	0	0	0	17	21	306	3	3	312
18	PE	Jeune	non	Élevé	0	95	6	0	0	12	0	154	0	0	0	0	0	0	161	6	0	0	0	123	10	0	0	249	167	151	567

Tableau 4C - Volume moyen du bois sur pied par essences, par strates

No Strate	Association végétale	Groupe d'âge	Roc/Till	Potentiel FRA/TIL	BOG	BOJ	BOP	CHR	EPB	EPN	EPR	ERR	ERS	FRA	FRN	HEG	NOC	OSV	PET	PIB	PIG	PRP	PRU	SAB	THO	TIL	Cibles	FT	FI	RES	Totale
1	EO	Jeune	non	Élevé	0.0	11.7	8.1	0.0	1.6	0.0	2.3	42.6	3.0	0.6	0.5	0.9	0.0	0.0	38.3	0.0	0.5	0.0	0.7	40.1	2.0	0.7	1.8	60.0	46.4	47.2	153.6
2	EO	Jeune	non	Mod/Bon	0.0	5.5	5.1	0.5	0.0	0.0	0.0	28.2	8.1	0.6	0.5	22.4	0.0	0.0	12.4	0.0	0.0	0.0	9.2	1.8	0.0	0.0	1.1	65.8	17.5	11.0	94.3
3	EO	Vieux	non	Mod/Bon	0.0	11.6	9.7	0.0	0.8	0.0	0.0	61.7	29.0	3.6	0.0	22.4	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	30.8	2.8	0.6	0.0	3.6	128.3	13.3	35.0	176.6
4	ER	Jeune	non	Mod/Bon	0.0	9.2	1.7	0.0	2.5	2.1	0.0	69.6	2.5	0.0	0.0	11.7	0.0	0.0	13.8	0.0	0.0	0.0	3.5	10.2	1.3	0.0	0.0	93.0	15.5	19.6	128.1
5	ER	Vieux	non	Mod/Bon	0.0	13.1	2.9	0.8	0.0	0.4	0.0	61.0	12.8	0.0	0.0	26.8	0.0	0.0	0.5	0.9	0.0	0.0	11.3	2.5	0.0	0.0	0.0	114.5	3.4	15.1	133.0
6	ERFT	Jeune	non	Mod/Bon	0.0	17.5	0.0	0.4	0.0	0.0	0.8	64.2	23.2	4.1	1.3	27.6	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	5.4	7.2	0.0	0.0	5.4	138.3	5.0	13.4	156.7
7	ERFT	Vieux	non	Mod/Bon	0.0	15.6	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	75.9	23.3	1.2	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	5.1	1.3	0.0	1.2	119.5	2.4	6.9	128.8
8	ERFT	Jeune	non	Élevé	0.0	3.9	1.1	0.0	2.9	0.0	0.0	21.8	106.2	0.0	0.0	24.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	2.3	0.8	0.0	0.0	156.5	1.1	13.9	171.5
9	FT	Jeune	non	Mod/Bon	0.0	8.4	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	52.0	12.4	3.6	0.0	24.2	1.0	0.0	23.0	0.5	0.0	0.0	1.9	5.2	0.5	0.0	3.6	101.6	27.1	8.1	136.8
10	PE	Jeune	non	Mod/Bon	5.7	12.2	3.9	0.0	0.9	0.0	0.0	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.8	0.8	0.0	0.0	0.0	17.5	0.0	0.0	0.0	42.0	45.4	19.2	106.6
11	ERFT	Jeune	oui	Mod/Bon	0.0	9.9	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	53.8	69.6	0.0	0.0	10.4	0.0	2.5	2.9	1.4	0.0	0.0	2.0	2.8	0.0	5.8	5.8	152.0	4.1	6.2	162.3
12	ERFT	Vieux	oui	Mod/Bon	0.0	4.7	0.6	0.0	0.9	0.0	0.0	52.1	25.7	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	7.2	1.2	0.0	0.0	0.7	12.1	0.0	0.0	0.0	91.5	7.8	14.9	114.2
13	EO	Jeune	oui	Élevé	0.0	1.9	3.8	0.0	0.0	0.8	0.0	23.8	15.6	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	47.6	0.0	0.0	0.0	0.8	18.9	0.6	0.0	0.0	44.1	51.4	21.1	116.6
14	ER	Jeune	oui	Élevé	0.0	20.8	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	26.0	57.4	0.0	0.8	15.7	0.0	0.0	10.7	0.0	0.0	0.0	2.9	5.6	0.0	0.0	0.8	120.7	10.7	9.3	140.7
15	ER	Vieux	oui	Élevé	0.0	4.5	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	13.5	95.3	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	1.1	2.1	2.1	123.6	6.7	6.3	136.6
16	ERFT	Jeune	oui	Élevé	0.0	10.0	0.7	0.0	1.0	0.0	0.0	4.3	67.3	1.6	0.0	7.3	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.6	91.5	2.0	1.0	94.5
17	ERFT	Vieux	oui	Élevé	0.0	1.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	159.2	3.2	0.0	20.7	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	16.6	201.8	2.0	0.0	203.8
18	PE	Jeune	non	Élevé	0.0	7.8	2.7	0.0	0.0	0.7	0.0	35.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.3	5.7	0.0	0.0	0.0	10.2	2.6	0.0	0.0	43.1	32.0	19.2	94.3

ANNEXE 5 - EXTRAIT DU GUIDE DE MISE EN VALEUR DES FEUILLUS NOBLES EN BASSE-MAURICIE

Source :Guide de mise en valeur des feuillus nobles en Basse-Mauricie



Frêne d'Amérique (FRA)

Fraxinus americana Frêne blanc **White ash**

À l'automne, le feuillage devient fréquemment violacé.

SAISON DE CROISSANCE MINIMALE: 120 jours.
TEMPÉRATURE ANNUELLE MOYENNE REQUISE: 2,7°C
CARTE DE POTENTIEL: consulter l'annexe 1

CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES ET ÉCOLOGIQUES

TOLÉRANCE À L'OMBRE: tolérant en bas âge et intermédiaire par la suite
TOLÉRANCE À L'INONDATION: intermédiaire.
LONGÉVITÉ: 300 ans; **TYPIQUE:** 260 ans.
TAILLE: grand arbre de 30 m de hauteur et jusqu'à 150 cm de diamètre.
PORT: fût long et rectiligne, souvent dégarni sur presque toute sa longueur. Cime aérée et étroite (158). À 50 cm de diamètre au DHP, la cime occupe près de 39% de la hauteur totale et a un rayon d'environ 4,6 m (81, 360)
ENRACINEMENT: forme généralement un pivot qui se divise en plusieurs grosses racines plongeantes (77). Racines plus superficielles sur des sols à haute teneur en sable (77, 525)
CROISSANCE: Il a une croissance lente en jeune âge et de moyenne à rapide (30 à 60 cm/an) une fois bien enraciné (271, 270). La croissance en hauteur est atteinte à 90% en 30 jours et à 100% en 60 jours (77). Ce feuillu a besoin d'un bon apport en lumière pour bien croître (360)
SEMIS: les graines ont une meilleure germination à 45% de la pleine lumière (354). Les semis survivent à moins de 3% de la pleine lumière (354), mais ils ont une meilleure croissance entre 25 et 50% de la pleine lumière (77, 454, 481).
ACCROISSEMENT MOYEN EN DIAMÈTRE EN PEUPLEMENT (MM/AN)
NON AMÉNAGÉ: 2,64 à 3,61 mm (494);
AMÉNAGÉ: 5 mm et plus (474)
RÉSISTANCE MÉCANIQUE AU VERGLAS ET AUX VENTS: moyenne à bonne (435, 449).
RÉSISTANCE DU BOIS DE CŒUR À LA POURRITURE: peu à non résistant (163, 232).
RÉVOLUTION SUGGÉRÉE: 60 ans (335)
DÉVELOPPEMENT ET DYNAMIQUE NATURELLE: il est peu résistant à la sécheresse (526). Il colonise les champs fertiles et les grandes ouvertures en forêt (73, 232, 457). Il est commun dans plusieurs cohortes feuillues et reste comme arbre codominant (232). Le maintien d'un certain nombre de semis en sous-étage lui permet de profiter rapidement des ouvertures du couvert. Les feuilles de ce frêne ont un pH près de 5 (33)
SENSIBILITÉ AUX POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES: O_3: sensible à intermédiaire (121, 232, 525).

Caractéristiques du sol

Il est exigeant sur la fertilité du sol. Il occupe régulièrement les sols fertiles avec un contenu élevé d'azote et un contenu moyen à élevé en calcium. Il croît rapidement sur des sols ayant un bon apport en eau. Il a de la difficulté sur les sols trop humides.

TOPOGRAPHIE, POSITION ET ORIENTATION : il se retrouve sur les topographies légèrement ondulées, en mi-pente et bas de pente.

TAUX D'HUMIDITÉ DU SOL : sec à humide ; **OPTIMUM :** frais et humide.

TEXTURES : fines à grossières.

TYPES DE DÉPÔTS DE SURFACE : till (1a), fluvioglaciaires (2be), fluviatiles (3a), lacustres (4), marins et littoraux (5a, 5s, 6), altérations (8) et éoliens (9).

pH DU SOL : 4 à 7,5 ; **OPTIMUM :** 5 à 7,5

FRA		Drainages (consulter l'annexe 3)						
		0	1	2	3	4	5	6
Textures (consulter l'annexe 3)		Excessif	Rapide	Bon	Modéré	Imparfait	Mauvais	Très mauvais
Fines (sols argileux)	A-Lo							
	A							
	A-Li							
	A-S							
Moyennes (sols loameux)	L-Li-A							
	L-A							
	L-S-A							
	Li							
	L-Li							
	L							
Grossières (sols sablonneux)	L-S							
	S-L							
	S							
Sols minces								

Production fruitière

DÉBUT : 20 ans. **OPTIMALE :** 40 ans. **RÉGRESSION :** 125 ans.

FRÉQUENCE : 2 à 5 ans. **BONNE :** 3 ans.

POLLINISATION : vent.

MATURATION DES SAMARES : 1 an.

VIABILITÉ DES SEMENCES : 3 à 5 ans.

MODE DE DISPERSION : vent jusqu'à 140 m.

SÉQUENCE :

DISPERSION : automne ;

GERMINATION : printemps. Les graines peuvent prendre deux ans avant de germer.

STRATIFICATION : 30 jours entre 20 et 30 °C, ensuite 60 jours à 5 °C.

EFFICACITÉ DE GERMINATION : 54 %

BESOIN EN OMBRE POUR LA GERMINATION : partielle

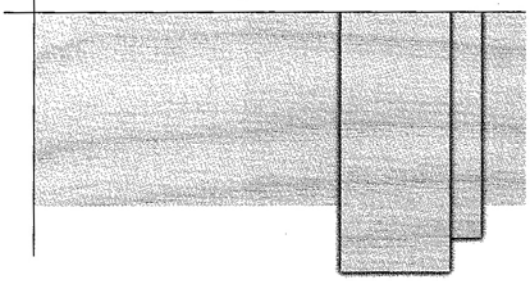
LIT DE GERMINATION : humus et sol minéral. Les semis ont de la difficulté à germer sur les sables des plages du littoral.

GERMINATION ASSISTÉE : récolter les samares lorsque la couleur de celles-ci passe du vert au brun jaunâtre et les semer à une profondeur de deux fois leur épaisseur. Pour conserver, tremper les semences 24 à 48 heures dans l'eau à 20 °C. Égoutter et mélanger les semences dans un substrat de tourbe et de sable humide (2:1). Ensacher dans un sac de type « Ziploc » non perforé. Stratifier au chaud quatre semaines à 20 °C. Perforer le sac de stratification avec un couteau et le transférer au réfrigérateur à 3 °C. Stratifier au froid 22 semaines. Toutes les trois semaines, tourner les sacs et vérifier l'état de la semence et l'humidité du substrat (sortir le sac du réfrigérateur quelques heures avant la vérification). Vérifier régulièrement s'il y a germination durant la stratification. Si c'est le cas, semer immédiatement. Mise en germination à la 22e semaine de stratification froide (55).

TEMPÉRATURE : 20 à 30 °C ;

ÉCLAIRAGE : 8 heures et plus par jour.

CARACTÉRISTIQUES TECHNOLOGIQUES



DENSITÉ DU BOIS : D_{12} : 0,6 (15).

CONTENU EN HUMIDITÉ (bois vert) :
bois de cœur : 46 % ; aubier : 44 % (163).

RETRAIT DU BOIS (de vert à 6 % d'humidité) : radial : 3,8 % ; tangentiel : 6,2 % ; volumétrique : 10,7 % (15)

CARACTÉRISTIQUES : le bois de cœur est brun et l'aubier est légèrement coloré à blanc. Les arbres de deuxième venue sont particulièrement recherchés pour la grande qualité de leur bois. Ce bois est lourd, fort, rigide et possède une résistance élevée aux chocs.

UTILISATION : il est principalement utilisé pour les manches d'outils, transformation où il se classe deuxième en importance après le caryer ovale. Pour les manches de haute qualité, les spécificités sont de deux à sept cernes annuels par centimètre. Le poids de 690 kg/m^3 et plus à 12 % d'humidité est une autre exigence pour atteindre les standards de haute qualité. Également, les avirons, les rames, les bâtons de baseball et d'autres articles de sport ou d'athlétisme proviennent de sa transformation. Les autres utilisations principales de ce feuillu sont le placage décoratif, l'ébénisterie, le meuble, le plancher et les caisses d'emballage. L'écorce interne est utilisée dans la médecine homéopathique (77, 163, 306, 335, 386, 429, 486).

APPLICATIONS SYLVICOLES

DYNAMIQUE : espèce opportuniste.

BRANCHES ADVENTIVES ET GOURMANDS : très peu

ÉLAGAGE NATUREL : bon

REJETS DE SOUCHE : communs.

Peuplements naturels

Semis, fourré et gaulis

SCÉNARIOS SYLVICOLES POSSIBLES (consulter le chapitre 3) :

Dégagement

Nettoiement

Gainage

Taille de formation (consulter le chapitre 6).

Éléments particuliers pour l'espèce : le frêne d'Amérique réagit positivement au dégagement lorsque les peuplements sont très peu hiérarchisés (141), favorisant ainsi la différenciation de croissance entre les tiges. Son individualisation doit se réaliser en bas âge (6, 152, 531). Cela évite la stagnation du peuplement fréquemment observée chez les espèces à croissance rapide (445). À l'âge de 11 ans, il est possible de sélectionner les tiges d'avenir (508).

Il est facilement brisé par le broutage, mais il est parmi les espèces feuillues les moins appréciées par le chevreuil et il récupère bien (354).

Perchis et jeune futaie (conduite du peuplement)

SCÉNARIOS SYLVICOLES POSSIBLES (consulter le chapitre 3):

Éclaircie

Détourage

Élagage (consulter le chapitre 6)

Éléments particuliers pour l'espèce: il réagit très bien au dégagement mais sa réponse est quasi nulle après 30 ans (94, 152, 354, 531) Généralement le frêne d'Amérique garde de 9 à 12 mètres de fût avec la présence de petites branches ou non avant de fourcher (531).

Futaie (récolte et régénération)

SCÉNARIOS SYLVICOLES POSSIBLES (consulter le chapitre 3):

PEUPLEMENT INÉQUIENNE OU STRUCTURE IRRÉGULIÈRE

Jardinage par groupe

Jardinage par trouée

PEUPLEMENT ÉQUIENNE OU STRUCTURE RÉGULIÈRE

Coupe progressive d'abris

Coupe progressive d'abris avec réserve

Plantation et enrichissement
(consulter le chapitre 4)

Éléments particuliers pour l'espèce: sa tolérance à l'ombre lui donne un avantage pour coloniser les champs abandonnés (354) Il s'adapte rapidement après la plantation (106)

Il peut être planté en peuplement pur, mais il a une meilleure croissance s'il est mélangé avec d'autres feuillus De bons résultats peuvent être obtenus avec le contrôle de la compétition herbacée et un élagage précoce (477, 480). Il est susceptible d'être annelé par les mulots jusqu'à un diamètre de 20 cm (354).

Les milieux frais et humides sont favorables pour son implantation. Le frêne d'Amérique est un feuillu qui apparaît habituellement dans les premières années après qu'un peuplement ait subi une forte perturbation (ex tableau 12 de l'annexe 2) (477, 480).

ESSENCES COMPAGNES POUR LA PLANTATION OU L'ENRICHISSEMENT (consulter l'annexe 5 pour le code des essences):

COMBINAISONS	
prioritaire	BOP, CAC, CET, CHG, CHR, ERA, FRP, MIC, NOC, NON, TIA
mixte	CAF
d'accompagnement	CHB, CHE, ERS

Taille de formation et élagage
(consulter le chapitre 6)

Éléments particuliers pour l'espèce: il développe des petites branches, ce qui permet un élagage rapide Cependant, en jeune âge, il peut être la cible du broutage par les chevreuils ou par les lièvres. Cela a pour effet de provoquer la formation de fourches. Il est important de pratiquer une taille de formation car les frênes sont des essences qui poussent rapidement. Un défaut non corrigé peut hypothéquer la structure filiforme de l'arbre

Plantes indicatrices
(consulter l'annexe 4 pour la valeur des groupes d'espèces indicatrices)

Domaine de l'érablière à tilleul			
Peuplements	***Dépôts de surface**	**** Drainage**	**Groupes de plantes indicatrices**
Feuillus	1a, 5s, 6s	2-3	COA, DRS, ERE, ERP, VIL
	1a, 5a, 5s	3-4	COA, DRS, ERE, ERP, VIL

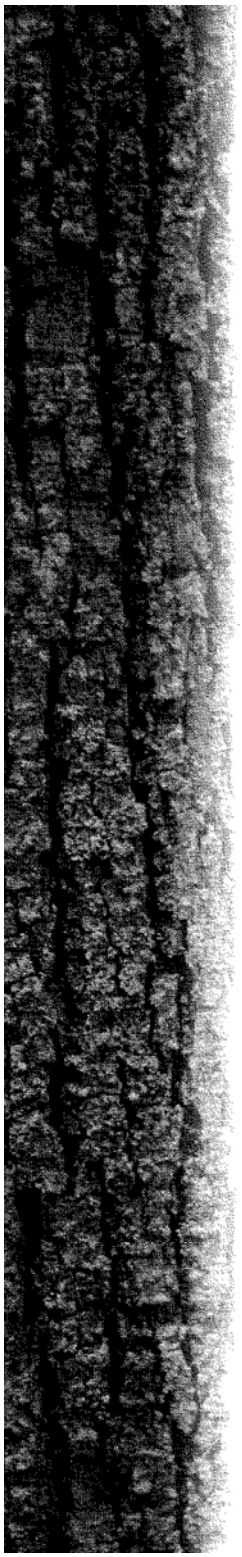
Domaine de l'érablière à bouleau jaune			
Peuplements	***Dépôts de surface**	**** Drainage**	**Groupes de plantes indicatrices**
Feuillus	1a, 5s	2-3	ERE, ERP, GRS, RUI
	1a, 5s	3-4	ERE, ERP, VIL, TIC

* Consulter le chapitre 2

** Consulter l'annexe 3

CARACTÈRES FAUNIQUES

Les samares sont une source de nourriture importante pour le canard branchu, le roselin pourpré, le durbec des sapins et les écureuils (354, 442). Le bois des jeunes arbres est apprécié des castors, des porcs-épics, des souris et des mulots (354)



Tilleul d'Amérique (TIA)

Tilia americana Bois blanc **Basswood**

SAISON DE CROISSANCE MINIMALE : 108 jours

TEMPÉRATURE ANNUELLE MOYENNE REQUISE : 2,5 °C

CARTE DE POTENTIEL : consulter l'annexe 1

CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES ET ÉCOLOGIQUES

TOLÉRANCE À L'OMBRE : intermédiaire à tolérant.

LONGÉVITÉ : 200 ans ; **TYPIQUE :** 100 ans

TAILLE : grand arbre de 23 à 40 m et jusqu'à 100 cm de diamètre.

PORT : tronc droit, distinct jusque dans la partie supérieure du houppier. La cime est symétrique, uniforme et arrondie. Les branches sont étalées et relevées à l'extrémité (158)

ENRACINEMENT : les semis développent un pivot (232).

CROISSANCE : croissance moyennement rapide (354) et peut être élevée en jeune âge (131)

SEMIS : les semis ont une meilleure croissance avec 25 à 50 % de la pleine lumière (481). Ils sont tolérants à l'ombre, mais ils ont besoin de beaucoup de lumière pour bien se développer (459) Les semis tolèrent une suppression jusqu'à six ans (92)

ACCROISSEMENT MOYEN EN DIAMÈTRE EN PEUPLEMENT (MM/AN)

NON AMÉNAGÉ : 2,03 mm à 3,5 mm (398) ;

AMÉNAGÉ : 3,8 mm à 6 mm et plus

RÉSISTANCE MÉCANIQUE AU VERGLAS ET AUX VENTS : moyenne à faible (435). Il est résistant aux gelées printanières tardives (354, 460)

RÉSISTANCE DU BOIS DE CŒUR À LA POURRITURE : peu ou non résistant.

DÉVELOPPEMENT ET DYNAMIQUE NATURELLE : il est reconnu comme une essence stabilisatrice des sols de par le fort pourcentage de calcium dans ses feuilles (131) qui sont facilement décomposables et dont le pH est de 6 (33, 110). Souvent présent en forêt en groupes de 2 à 4 (508), il se régénère vigoureusement par rejets de souche (72) et peu par semis (459, 461).

SENSIBILITÉ AUX POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES : SO_2 : intermédiaire ; O_3 : tolérant.

Caractéristiques du sol

Il préfère les sites à drainage modéré à bon (508) et croît bien dans des conditions alcalines. Il n'a pas une bonne croissance sur les sols ayant des déficiences en azote

TOPOGRAPHIE, POSITION ET ORIENTATION : il partage sa distribution entre les feuillus des hautes terres et ceux des basses terres où il obtient ses plus forts diamètres. Il offre de meilleures croissances sur les plateaux et les topographies légèrement ondulées.

TAUX D'HUMIDITÉ DU SOL : sec à humide ; **OPTIMUM :** frais.

TEXTURES : fines à grossières

TYPES DE DÉPÔTS DE SURFACE : till (1a), fluvioglaciaires (2be), fluviatiles (3a), lacustres (4), marins et littoraux (5a, 5s, 6), altérations (8) et éoliens (9).

PH DU SOL : 4,5 à 7,5 ; **OPTIMUM :** 5 à 7,5.

TIA		Drainages (consulter l'annexe 3)						
		0	1	2	3	4	5	6
Textures (consulter l'annexe 3)		Excessif	Rapide	Bon	Modéré	Imparfait	Mauvais	Très mauvais
Fines (sols argileux)	A-Lo							
	A							
	A-Li							
	A-S							
Moyennes (sols loameux)	L-Li-A							
	L-A							
	L-S-A							
	Li							
	L-Li							
	L							
Grossières (sols sablonneux)	L-S							
	S-L							
	S							
Sols minces								

Production fruitière

DÉBUT : 10 ans. **OPTIMALE :** 15 ans. **RÉGRESSION :** 100 ans

FRÉQUENCE : 1 à 2 ans.

POLLINISATION : insectes.

MATURATION DE LA GRAINE : 1 an.

VIABILITÉ DES SEMENCES : 2 ans.

MODE DE DISPERSION : jusqu'à 50 m par le vent et plus loin par les oiseaux et les petits mammifères.

SÉQUENCE :

DISPERSION : septembre à octobre ;

GERMINATION : printemps

STRATIFICATION : 110 à 130 jours de 2 à 5 °C

EFFICACITÉ DE GERMINATION : 20 à 30 %, dormance prononcée.

BESOIN EN OMBRE POUR LA GERMINATION : partielle.

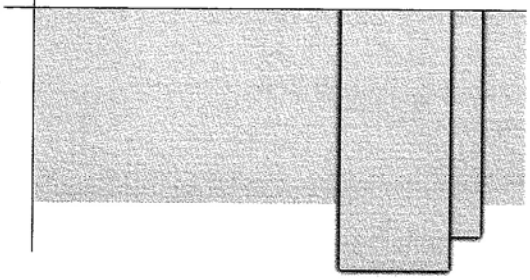
LIT DE GERMINATION : humus et sol minéral mélangé.

GERMINATION ASSISTÉE : une récolte hâtive dans la saison alors que la graine est encore verte ou légèrement brunâtre suivie d'un ensemencement immédiat permet de briser la dormance en partie. Semer à une profondeur deux fois la hauteur de la graine

TEMPÉRATURE : 20 à 30 °C ;

ÉCLAIRAGE : 8 heures et plus par jour.

CARACTÉRISTIQUES TECHNOLOGIQUES



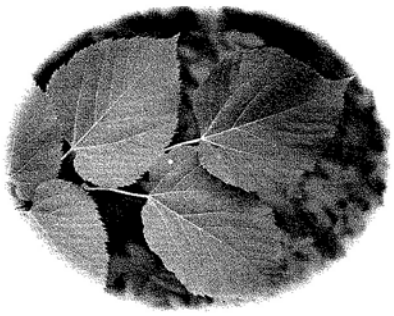
DENSITÉ DU BOIS : D_{12} : 0,37 (15).

CONTENU EN HUMIDITÉ (bois vert) :
bois de cœur : 81 % ; aubier : 133 % (163).

RETRAIT DU BOIS (de vert à 6 % d'humidité) : radial : 5,3 % ; tangentiel : 7,4 % ; volumétrique : 12,6 % (15).

CARACTÉRISTIQUES : le bois de cœur est d'un brun jaunâtre pâle. Le bois d'aubier est blanc crème ou beige pâle et se confond discrètement avec le bois de cœur (163). Le bois est mou et léger. Il possède une texture uniforme et son grain droit facilite l'utilisation d'outils pour le façonner. Le retrait en largeur et en épaisseur est élevé lors du séchage mais par la suite le bois est stable (163). Le tilleul peut produire des billes de haute qualité pour le sciage sur une rotation plus courte que beaucoup d'autres feuillus (460, 328).

UTILISATION : utilisé principalement pour la fabrication de stores vénitiens, de boîtes de portes et de châssis, de moulures, de ruches et de boîtes d'emballage (163). Il est très apprécié également des sculpteurs Il sert aussi en placage et en tonnellerie (163) Du très bon miel est obtenu de la pollinisation par les abeilles (354).



APPLICATIONS SYLVICOLES

DYNAMIQUE : espèce persistante (232).

BRANCHES ADVENTIVES ET GOURMANDS : nombreux (332, 354, 475)

ÉLAGAGE NATUREL : très bon

REJETS DE SOUCHE : abondants peu importe le diamètre de la souche (93, 354, 459).

Peuplements naturels

Semis, fourré et gaulis

SCÉNARIOS SYLVICOLES POSSIBLES (consulter le chapitre 3) :
Dégagement
Nettoiement
Gainage
Taille de formation (consulter le chapitre 6).

Éléments particuliers pour l'espèce : un dégagement en bas âge doit être pratiqué après trois ans de croissance (461) afin de bien développer la cime (459). Les ouvertures lui permettent de bien rivaliser avec l'érable à sucre et le frêne d'Amérique (459), car il réagit fortement au dégagement (354). Après une dizaine d'années, la dominance des tiges est bien exprimée et permet de faire une sélection pour les dégagements subséquents (508).

Perchis et jeune futaie (conduite du peuplement)

SCÉNARIOS SYLVICOLES POSSIBLES (consulter le chapitre 3) :
Éclaircie
Détourage
Élagage (consulter le chapitre 6)

Futaie (récolte et régénération)

SCÉNARIOS SYLVICOLES POSSIBLES (consulter le chapitre 3) :

PEUPLEMENT INÉQUIENNE OU STRUCTURE IRRÉGULIÈRE
Jardinage par groupe
Jardinage par trouée

ÉLÉMENTS PARTICULIERS POUR L'ESPÈCE : la proportion idéale du tilleul dans un peuplement est de 15 à 25 % (461). Cependant, le tilleul n'assure pas de façon convenable sa régénération par semis pour atteindre ces niveaux (461, 459). Ainsi, son maintien dans un peuplement passe majoritairement par la gestion des rejets de souches nombreux après coupe (459, 29). Le jardinage par pied d'arbre, habituellement appliqué aux érablières, s'ajoute à cette problématique car il diminue la

proportion de tilleuls La croissance améliorée des érables déjà présents en haute régénération après ce traitement supprime rapidement les chances des jeunes semis de tilleuls si présents et élimine graduellement les gaules obtenues par rejet de souche (460)

Pour maintenir une bonne proportion de tilleuls, la surface terrière devra être plus basse que les normes actuelles du jardinage par pied d'arbre, soit moins de 16 m^2/ha La réalisation de trouées est souhaitable (460), car les coupes intensives le favorisent (72) Ces dernières peuvent être amendées d'un enrichissement en tilleul Cependant, les plants de tilleul sont habituellement difficiles à obtenir des pépinières, l'aménagiste peut donc se tourner vers l'utilisation de sauvageons Un dégagement mécanique des plantes en compétition est également requis (460)

Si la présence des rejets de souche est suffisante, il est important d'intervenir dans les vingt premières années avec des dégagements qui encourageront la hiérarchisation et la production de bois de haute qualité (460) La sélection de trois rejets par souche est suggérée (459)

Après deux récoltes sur une même souche, il faut diriger les prochaines récoltes sur des arbres plein pied, afin d'éviter une perte de qualité des billes de pied (459)

Plantation et enrichissement
(consulter le chapitre 4)

Éléments particuliers pour l'espèce : il s'adapte bien après la transplantation et ses feuilles sont bien adaptées pour les rayons chauds du soleil et pour les vents, ce qui lui donne une bonne croissance (500) La protection contre le chevreuil et le lièvre et le contrôle de la végétation pendant les premières années sont essentielles pour le succès de la plantation (500) Même si peu de plants sont produits par les pépinières, les mordus peuvent se procurer de jeunes semis au printemps en remuant délicatement la litière sous des tilleuls identifiés dans un milieu ouvert Par la suite, repiquer dans un contenant pour une période de deux à trois ans Ils pourront être introduits en milieu forestier ou en friche par la suite (exp pers)

ESSENCES COMPAGNES POUR LA PLANTATION OU L'ENRICHISSEMENT (consulter l'annexe 5 pour le code des essences) :

COMBINAISONS	
prioritaire	FRN, FRP, NOC
mixte	CET, ERA
d'accompagnement	BOJ, CAC, CAF, CHB, CHE, CHG, CHR, ERS, FRA, NON, MIC

Taille de formation et élagage
(consulter le chapitre 6)

Éléments particuliers pour l'espèce : il développe peu de branches adventives si l'arbre est vigoureux, dominant ou codominant Deux ou trois branches basses de moins de 5 cm devraient être élaguées tous les trois à quatre ans

Plantes indicatrices
(consulter l'annexe 4 pour la valeur des groupes d'espèces indicatrices)

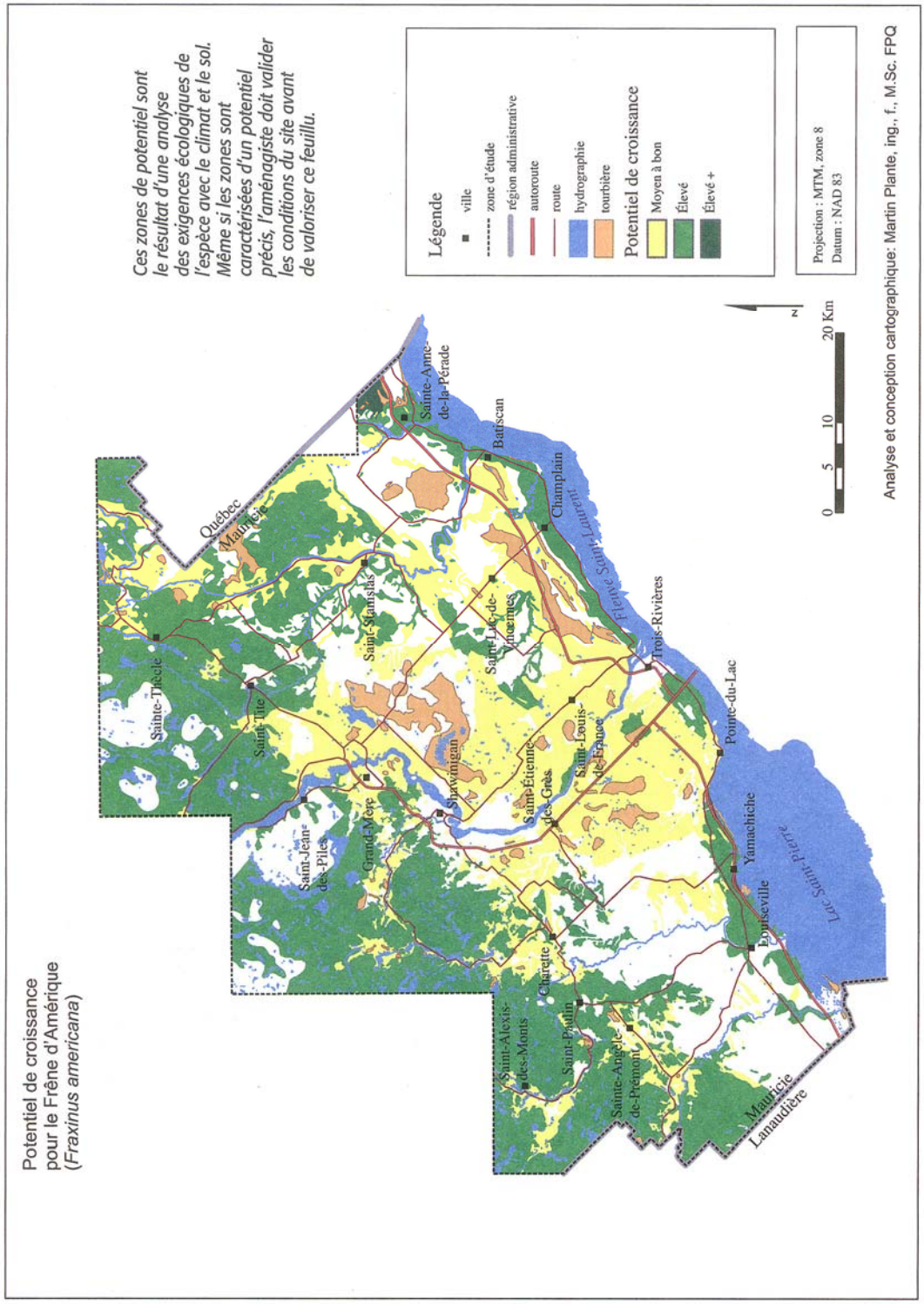
Domaine de l'érablière à tilleul			
Peuplements	***Dépôts de surface**	**** Drainage**	**Groupes de plantes indicatrices**
Feuillus	1a, 5s, 6s	2-3	COA, DRS, ERE, ERP, GRS, VIL
	1a, 5a, 5s	3-4	AUR, DRS, ERE, ERP, GRS, RUI, TIC, VIL

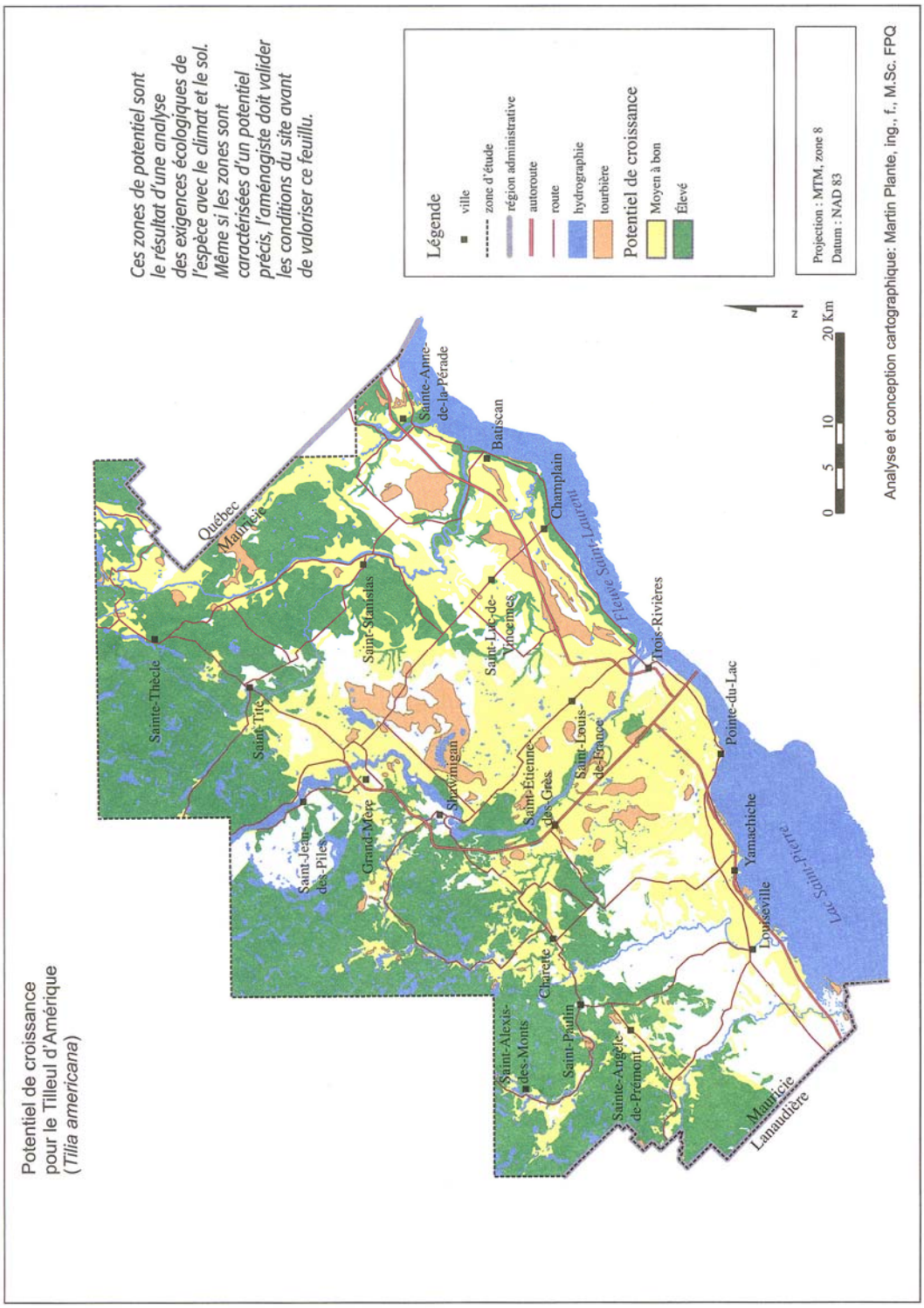
Domaine de l'érablière à bouleau jaune			
Peuplements	***Dépôts de surface**	**** Drainage**	**Groupes de plantes indicatrices**
Feuillus	1a, 5s	2-3	ERE, ERP, GRS, RUI
	1a, 5s	3-4	ERE, ERP, VIL, TIC

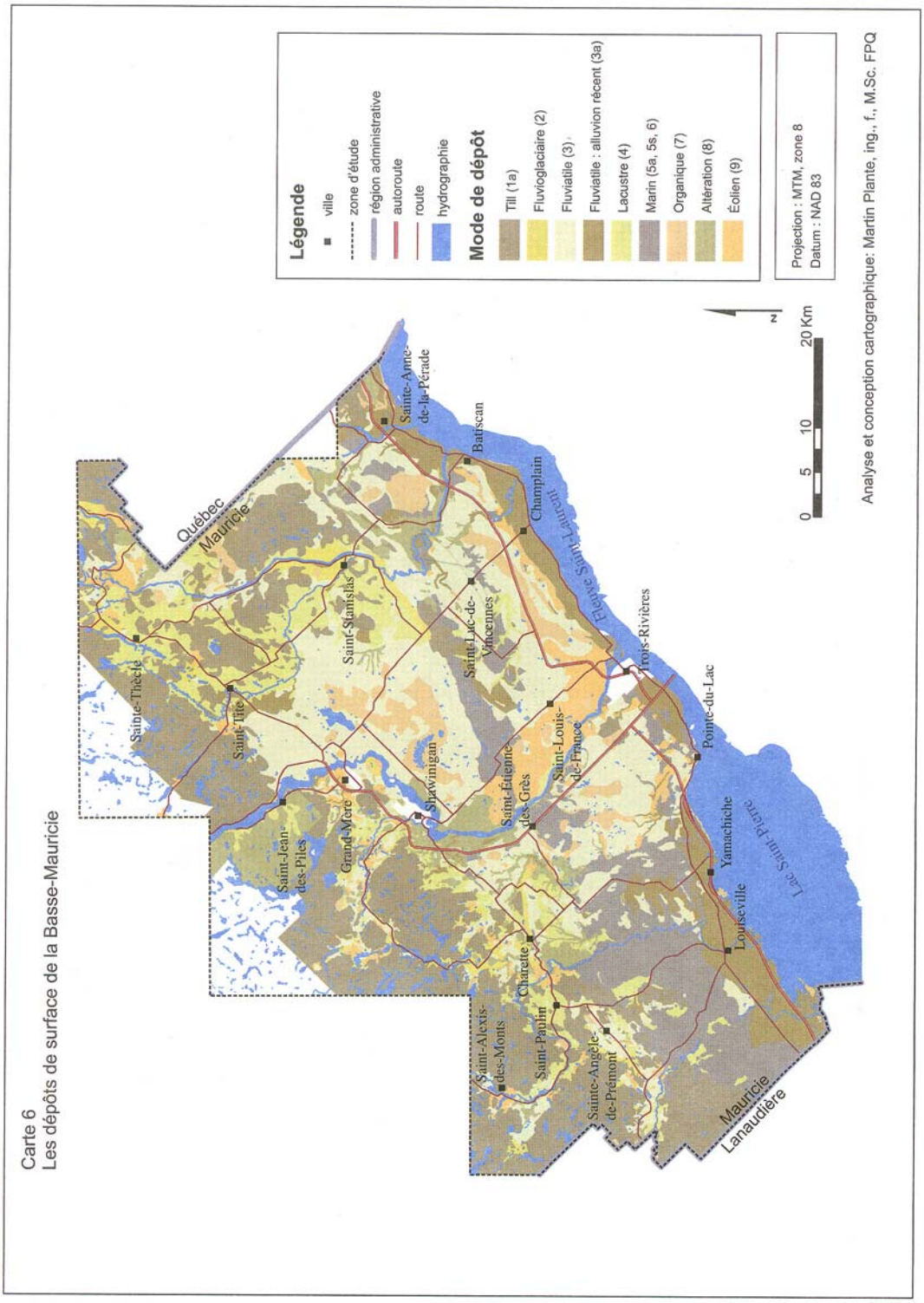
* Consulter le chapitre 2
** Consulter l'annexe 3

CARACTÈRES FAUNIQUES

Produit beaucoup de nectar qui devient une source de nourriture importante pour les abeilles. Les petits mammifères se nourrissent des graines et les arbres creux sont d'excellents nichoirs (354)


Potentiel de croissance
pour le Frêne d'Amérique
(Fraxinus americana)
Ces zones de potentiel sont le résultat d'une analyse des exigences écologiques de l'espèce avec le climat et le sol. Même si les zones sont caractérisées d'un potentiel précis, l'aménagiste doit valider les conditions du site avant de valoriser ce feuillu.
Légende
ville
zone d'étude
région administrative
autoroute
route
hydrographie
tourbière
Potentiel de croissance
Moyen à bon
Élevé
Élevé +
Projection : MTM, zone 8
Datum : NAD 83
N
0 5 10 20 Km
Analyse et conception cartographique: Martin Plante, ing., f., M.Sc. FPQ
Québec
Mauricie
Sainte-Anne-de-la-Pérade
Batiscan
Champlain
Fleuve Saint-Laurent
Trois-Rivières
Pointe-du-Lac
Yamachiche
Louiseville
Lac Saint-Pierre
Mauricie
Lanaudière
Saint-Louis-de-France
Saint-Étienne-des-Grès
Shawinigan
Saint-Luc-de-Vincennes
Saint-Stanislas
Grand-Mère
Saint-Jean-des-Piles
Saint-Tite
Sainte-Thècle
Charette
Saint-Paulin
Saint-Alexis-des-Monts
Sainte-Angèle-de-Prémont


Potentiel de croissance
pour le Tilleul d'Amérique
(Tilia americana)
Ces zones de potentiel sont le résultat d'une analyse des exigences écologiques de l'espèce avec le climat et le sol. Même si les zones sont caractérisées d'un potentiel précis, l'aménagiste doit valider les conditions du site avant de valoriser ce feuillu.
Légende
ville
zone d'étude
région administrative
autoroute
route
hydrographie
tourbière
Potentiel de croissance
Moyen à bon
Élevé
Projection : MTM, zone 8
Datum : NAD 83
0 5 10 20 Km
N
Analyse et conception cartographique: Martin Plante, ing., f., M.Sc. FPQ
Québec
Mauricie
Sainte-Thècle
Saint-Tite
Saint-Jean-des-Piles
Grand-Mère
Shawinigan
Saint-Stanislas
Saint-Luc-de-Vincennes
Saint-Étienne-des-Grès
Saint-Louis-de-France
Charette
Saint-Paulin
Saint-Alexis-des-Monts
Sainte-Angèle-de-Prémont
Mauricie
Lanaudière
Sainte-Anne-de-la-Pérade
Batiscan
Champlain
Fleuve Saint-Laurent
Trois-Rivières
Pointe-du-Lac
Yamachiche
Louiseville
Lac Saint-Pierre


Carte 6
Les dépôts de surface de la Basse-Mauricie
Légende
ville
zone d'étude
région administrative
autoroute
route
hydrographie
Mode de dépôt
Till (1a)
Fluvioglaciaire (2)
Fluviatile (3)
Fluviatile : alluvion récent (3a)
Lacustre (4)
Marin (5a, 5s, 6)
Organique (7)
Altération (8)
Éolien (9)
Projection : MTM, zone 8
Datum : NAD 83
0 5 10 20 Km
N
Analyse et conception cartographique: Martin Plante, ing., f., M.Sc. FPQ
Québec
Mauricie
Sainte-Thècle
Saint-Tite
Saint-Jean-des-Piles
Grand-Mère
Shawinigan
Saint-Stanislas
Saint-Luc-de-Vincennes
Saint-Étienne-des-Grès
Saint-Louis-de-France
Champlain
Batiscan
Sainte-Anne-de-la-Pérade
Fleuve Saint-Laurent
Trois-Rivières
Pointe-du-Lac
Yamachiche
Louiseville
Lac Saint-Pierre
Saint-Alexis-des-Monts
Charette
Saint-Paulin
Sainte-Angèle-de-Prémont
Mauricie
Lanaudière

ANNEXE 6 – DÉFINITION DES CODES DE TYPE DE DÉPÔTS

Source : Le point d'observation écologique

TYPE DE DÉPÔTS	CODE MÉCANOGRAPHIQUE	CODE CARTOGRAPHIQUE	DESCRIPTION	ORIGINE ET MORPHOLOGIE
1. DÉPÔTS GLACIAIRES			Dépôts lâches ou compacts, sans triage, constitués d'une farine de roches et d'éléments allant d'anguleux à subanguleux. La granulométrie des sédiments peut varier de l'argile au bloc, selon les régions.	Dépôts mis en place par un glacier, sans intervention majeure des eaux de fonte, à la suite de l'érosion du substratum rocheux. Ils présentent une topographie très variable.
1.1 Dépôts glaciaires sans morphologie particulière	1A		*Idem*	Dépôts glaciaires qui ne forment que peu ou pas de relief sur les formations meubles ou rocheuses sous-jacentes et qui doivent leur origine à l'action d'un glacier.
Till indifférencié	1A	1a	*Idem*	Till mis en place à la base d'un glacier (till de fond), lors de la progression glaciaire, ou à travers la glace stagnante, lors de la régression (till d'ablation).
Till dérivé de roches cristallines	1AC	1ac	Généralement, la matrice du till dérivé de roches cristallines est pauvre en argile et riche en sable. Elle ne contient que peu ou pas de minéraux carbonatés, mais beaucoup de blocs.	Les éléments qui composent le till sont dérivés d'un substratum rocheux d'origine ignée ou métamorphique (il peut renfermer un certain pourcentage d'éléments d'origine sédimentaire).
Till dérivé de roches sédimentaires	1AS	1as	La matrice du till dérivé de roches sédimentaires se compose ordinairement de sable, de limon et d'argile, en parties égales. Elle contient de 5 % à 50 % de minéraux carbonatés. Les blocs de plus de 60 cm de diamètre sont rares.	Les éléments qui composent le till sont dérivés d'un substratum rocheux d'origine sédimentaire (il peut renfermer un certain pourcentage d'éléments d'origine cristalline).
Till délavé	1AD	1ad	Till dont la matrice pauvre en matières fines se caractérise par une forte concentration d'éléments grossiers (cailloux, pierres, blocs).	Se retrouve principalement dans les dépressions où l'eau a lessivé les particules fines. Il se rencontre occasionnellement sur les versants fortement inclinés et les sommets des collines. La surface est fréquemment très inégale.
Champ de blocs glaciaires	1AB	1ab	Accumulation de pierres et de blocs subarrondis, sans matrice fine.	Se retrouve dans les secteurs de moraine de décrépitude et, notamment, dans les grandes dépressions. La surface est très inégale.
1.2 Dépôts glaciaires caractérisés par leur morphologie	1B		Ces formes glaciaires sont généralement composées de till.	Dépôts glaciaires qui doivent leur origine à l'action d'un glacier. Ils sont suffisamment épais pour créer un relief sur des formations meubles ou rocheuses.
Drumlins et drumlinoïdes	1BD	1bd	Les crêtes sont composés de till et elles peuvent comporter un noyau rocheux.	Ils se sont formés sous un glacier en progression et s'alignent dans le sens de l'écoulement glaciaire. Ce sont des collines ovales ou allongées, généralement groupées. Les drumlinoïdes se distinguent des drumlins par une forme plus étroite et plus effilée.
Buttes à traînée de débris	1BT	1bt	Les crêtes sont composées de till et elles comportent une butte rocheuse à l'amont glaciaire.	Comme les drumlins et les drumlinoïdes, les buttes à traînée de débris ont une forme profilée et allongée dans le sens de l'écoulement glaciaire. Elles prennent toutefois naissance à l'aval d'un noyau rocheux qui a fait obstacle à l'écoulement du glacier.

TYPE DE DÉPÔTS	CODE MÉCANOGRAPHIQUE	CODE CARTOGRAPHIQUE	DESCRIPTION	ORIGINE ET MORPHOLOGIE
Moraine de décrépitude	1BP	1bp	Cette moraine est généralement constituée de till lâche, délavé, et souvent mince par rapport au till sous-jacent. Elle renferme une forte proportion d'éléments grossiers. Elle peut aussi comporter des poches de sédiments stratifiés.	La moraine est déposée lors de la fonte d'un glacier. Les débris s'accumulent généralement sur le till de fond, beaucoup plus dense et compact. Elle présente une topographie typique, en creux et en bosses, sans orientation précise.
Moraine côtelée (de Rögen)	1BC	1bc	Les crêtes qui forment la moraine côtelée se composent de till riche en blocs. Celui-ci peut renfermer des couches de sédiments triés par l'eau.	Ce type de moraine est mis en place sous le glacier. Il présente une succession de crêtes alignées parallèlement au front glaciaire et entrecoupées de creux occupés par des lacs. Les crêtes peuvent atteindre une longueur de quelques kilomètres.
Moraine ondulée	1BN	1bn	Les petites crêtes qui forment la moraine ondulée se composent de till.	Ce type de moraine est mis en place en bordure d'une marge glaciaire active. Les crêtes basses (de 3 m à 10 m) s'alignent parallèlement au front glaciaire. Elles sont séparées par de petites dépressions, parfois humides.
Moraine de De Geer	1BG	1bg	Les petites crêtes qui forment la moraine de De Geer se composent de till, parfois délavé en surface, généralement pierreux et parfois recouvert de blocs ou de graviers	Ce type de moraine est mis en place dans des nappes d'eau peu profondes, au front des glaciers. Il présente une topographie formée de petites crêtes (de 3 m à 10 m) parallèles au front glaciaire.
Moraine frontale	1BF	1bf	Les moraines frontales comportent une accumulation importante de sédiments glaciaires : sable, gravier, blocs. Les dépôts sont stratifiés à certains endroits et sans structure sédimentaire apparente ailleurs.	Ce type de moraine, formé au front des glaciers, marque avec précision la position ancienne d'un front glaciaire. Il atteint parfois plusieurs dizaines de mètres de hauteur et des centaines de kilomètres de longueur.
2. DÉPÔTS FLUVIO-GLACIAIRES			Les dépôts fluvioglaciaires sont composés de sédiments hétérométriques, dont la forme va de subarrondie à arrondie. Ils sont stratifiés et peuvent renfermer des poches de till (till flué).	Dépôts mis en place par l'eau de fonte d'un glacier. La morphologie des accumulations varie selon la proximité du milieu sédimentaire et du glacier (juxtaglaciaire et proglaciaire).
2.1 Dépôts juxtaglaciaires	2A	2a	Dépôts constitués de sable, de gravier, de cailloux, de pierres et, parfois, de blocs allant d'arrondis à subarrondis. Leur stratification est souvent déformée et faillée. La granulométrie des éléments varie considérablement selon les strates. Ces dépôts renferment fréquemment des poches de till.	Dépôts mis en place par l'eau de fonte, au contact d'un glacier en retrait. Ils ont souvent une topographie bosselée, parsemée de kettles.
Esker	2AE	2ae	*Idem*	L'esker se forme dans un cours d'eau supra- intra- ou sous-glaciaire, lors de la fonte d'un glacier. Il se présente comme une crête allongée, rectiligne ou sinueuse, continue ou discontinue.
Kame	2AK	2ak	*Idem*	Le kame se forme avec l'accumulation de sédiments dans une dépression d'un glacier stagnant. Une fois la glace fondue, il a l'allure d'une butte ou d'un monticule de hauteur variable, aux pentes raides.

TYPE DE DÉPÔTS	CODE MÉCANOGRAPHIQUE	CODE CARTOGRAPHIQUE	DESCRIPTION	ORIGINE ET MORPHOLOGIE
Terrasse de Kame	2AT	2at	*Idem*	La terrasse de kame se forme par l'accumulation de sédiments abandonnés par les eaux de fonte, entre le glacier et un versant de vallée. La topographie résiduelle montre une terrasse bosselée, accrochée au versant, et qui peut être parsemée de kettles et de kames.
2.2 Dépôts proglaciaires	2B	2b	Les dépôts proglaciaires sont surtout composés de sable, de gravier et de cailloux émoussés. Ces sédiments sont triés et disposés en couches bien distinctes. Dans un complexe, les dimensions des particules diminuent de l'amont vers l'aval.	Ces dépôts sont mis en place par les eaux de fonte d'un glacier et déposés par des cours d'eau fluvioglaciaires.
Delta fluvioglaciaire	2BD	2bd	Dépôt principalement composé de sable et de gravier, triés et déposés en couches bien distinctes. Les accumulations peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur.	Dépôt mis en place à l'extrémité aval d'un cours d'eau fluvioglaciaire, dans un lac ou dans la mer. Sa surface est souvent plane et, vue des airs, elle a parfois une forme conique.
Delta d'esker	2BP	2bp	*Idem*	Dépôt mis en place dans un lac proglaciaire ou une mer, à l'extrémité aval d'un esker. Sa surface est souvent plane, criblée de kettles et bordée de pentes abruptes (front deltaïque).
Épandage	2BE	2be	*Idem*	Dépôt mis en place le long d'un cours d'eau fluvioglaciaire. La surface généralement uniforme de l'épandage est entaillée d'anciens chenaux d'écoulement. Les terrasses fluvioglaciaires situées en bordure des rivières actuelles correspondent fréquemment à des épandages résiduels défoncés par l'érosion.
3. DÉPÔTS FLUVIATILES			Les dépôts fluviatiles sont bien stratifiés. Ils se composent généralement de gravier et de sable, ainsi que d'une faible proportion de limon et d'argile. Ils peuvent aussi renfermer de la matière organique.	Dépôts qui ont été charriés et mis en place par un cours d'eau. Ils présentent une surface généralement plane.
3.1 Dépôts alluviaux	3A	3a	*Idem*	Dépôts mis en place dans le lit mineur ou majeur d'un cours d'eau. Ils présentent généralement une succession de surfaces planes (terrasses) séparées par des talus.
Actuel	3AC	3ac	*Idem*	Dépôt mis en place dans le lit mineur d'un cours d'eau (îlots, bancs).
Récent	3AE	3ae	*Idem*	Dépôts mis en place dans la plaine inondable (lit majeur) d'un cours d'eau, lors des crues.
Ancien	3AN	3an	*Idem*	Dépôt ancien qui faisait partie du lit d'un cours d'eau abandonné lors de l'encaissement ou du déplacement de celui-ci (hautes terrasses non inondables).

TYPE DE DÉPÔTS	CODE MÉCANOGRAPHIQUE	CODE CARTOGRAPHIQUE	DESCRIPTION	ORIGINE ET MORPHOLOGIE
3.2 Dépôts deltaïques	3D	3d	Les dépôts deltaïques sont généralement composés de sable et de gravier lités.	Dépôts accumulés par l'eau, à l'embouchure d'un cours d'eau ou à la rupture de pente d'un torrent. Ils engendrent des formes variées, souvent coniques.
Delta	3DD	3dd	*Idem*	Dépôt subaquatique mis en place par l'eau, à l'embouchure d'un cours d'eau, dans un lac ou dans la mer. Sa surface est plane.
Cône alluvial	3DA	3da	Dépôt mal trié et grossièrement stratifié composé de limon, de sable et de gravier.	Dépôt subaérien mis en place par un cours d'eau, au pied d'une pente raide. Vu des airs, il a la forme d'un « éventail ». Sa pente longitudinale est généralement inférieure à 14 %.
Cône de déjection	3DE	3de	Dépôt mal trié et grossièrement stratifié composé de sable et de gravier plus grossiers que ceux du cône alluvial.	Dépôt mis en place par un torrent aux ruptures de pente. Vu des airs, il forme un « éventail », et sa pente est généralement inférieure à 14 %.
4. DÉPÔTS LACUSTRES			Dépôts constitués de matière organique, de sable fin, de limon et d'argile stratifiés ou de sédiments plus grossiers (sable et gravier).	Dépôts mis en place par décantation (argile, limon), par les courants (sable fin, limon) et par les vagues (sable et gravier).
Plaine lacustre	4A	4a	Dépôt constitué de matière organique, de sable fin, de limon et d'argile. Il peut renfermer une certaine quantité de matière organique.	Dépôt mis en place en bordure ou aux extrémités d'un lac et qui forme des platières une fois exondé.
Glaciolacustre (faciès d'eau profonde)	4GA	4ga	Dépôt constitué de limon, d'argile et de sable fin rythmés (varvés).	Dépôt à la surface généralement plane, qui s'est formé dans un lac proglaciaire.
Glaciolacustre (faciès d'eau peu profonde)	4GS	4gs	Dépôt constitué de sable et parfois de gravier.	*Idem*
Delta glaciolacustre	4GD	4gd	Dépôt constitué de sable, de limon et, parfois, de gravier stratifiés.	Dépôt subaquatique déposé par l'eau à l'embouchure d'un cours d'eau fluvioglaciaire, dans un lac proglaciaire.
Plage	4P	4p	Dépôt composé de sable et de gravier triés. Dans certains cas, il peut renfermer une proportion de limon.	Dépôt mis en place par les vagues, dans la zone littorale d'un lac. Il a la forme de crêtes allongées qui marquent les niveaux actuels ou anciens (plages soulevées) du lac.
5. DÉPÔTS MARINS			Dépôts fins, composés d'argile, mais pouvant renfermer du limon et du sable fin.	Dépôts mis en place dans une mer. Ils présentent une topographie relativement plane, ravinée par les cours d'eau lors de l'exondation.
Marin (faciès d'eau profonde)	5A	5a	Dépôt constitué d'argile et de limon renfermant parfois des pierres et des blocs glaciels.	Dépôt mis en place dans un milieu marin.
Marin (faciès d'eau peu profonde)	5S	5s	Dépôt constitué de sable et parfois de gravier, généralement bien triés.	Dépôt mis en place dans un milieu marin. Il correspond souvent à un dépôt remanié.
Glaciomarin	5G	5g	Dépôt composé d'argile et de limon renfermant des lentilles de sable souvent caillouteuses.	Dépôt mis en place dans un milieu marin en contact avec le front glaciaire. Il a le faciès caractéristique d'un dépôt marin d'eau peu profonde.

TYPE DE DÉPÔTS	CODE MÉCANOGRAPHIQUE	CODE CARTOGRAPHIQUE	DESCRIPTION	ORIGINE ET MORPHOLOGIE
6. DÉPÔTS LITTORAUX MARINS			Dépôts constitués d'argile, de sable, de gravier, de cailloux, de pierres et de blocs généralement émoussés.	Dépôts remaniés ou mis en place par l'eau et les glaces flottantes, entre les niveaux des marées les plus hautes et les plus basses.
Plage soulevée	6S	6s	Dépôt de sable, de gravier et de cailloux bien triés et stratifiés. Ce dépôt renferme parfois des blocs glaciels.	Dépôt mis en place par les vagues, qui marque les niveaux autrefois atteints par la mer.
Plage actuelle, haut de plage, cordon, flèche, tombolo	6A	6a	*Idem*	Dépôt mis en place par les vagues, qui marque le niveau supérieur du rivage actuel.
Champ de blocs glaciels soulevé	6G	6g	Dépôt constitué de cailloux, de pierres et de blocs émoussés qui repose généralement sur des sédiments plus fins, littoraux marins ou marins. Cette accumulation de sédiments grossiers crée généralement des pavages.	Dépôt mis en place par l'action des glaces flottantes. Vu des airs, la morphologie de ce dépôt nous rappelle celle d'une flèche littorale, d'un cordon littoral, etc.
7. DÉPÔTS ORGANIQUES			Dépôts constitués de matière organique plus ou moins décomposée provenant de sphaignes, mousses, litière forestière, etc.	Dépôt qui se forme dans un milieu où le taux d'accumulation de la matière organique excède son taux de décomposition. Les lacs et les dépressions humides, qui retiennent une eau presque stagnante, sont des sites propices à de telles accumulations.
Organique épais	7E	7e	Accumulation de matière organique de plus de 1 m d'épaisseur.	*Idem*
Organique mince	7T	7t	Accumulation de matière organique de moins de 1 m d'épaisseur.	*Idem*
8. DÉPÔTS DE PENTES ET D'ALTÉRATIONS			Dépôts constitués de sédiments généralement anguleux, dont la granulométrie est très variée.	Dépôts qui résultent soit de l'altération de l'assise rocheuse, soit du ruissellement des eaux de surface ou encore de la gravité.
Éboulis rocheux (talus)	8E	8e	Dépôt constitué de pierres et de blocs anguleux. On trouve généralement les sédiments les plus grossiers au pied du talus.	Dépôt recouvrant un versant, en tout ou en partie. Il est mis en place par gravité, à la suite de l'altération mécanique du substratum rocheux (principalement la gélifraction).
Colluvions	8C	8c	Dépôt généralement constitué de sédiments fins, parfois lités, accumulés dans le bas d'un versant.	Dépôt mis en place par le ruissellement diffus et la gravité. Ce phénomène peut se produire dans tous les types de sédiments, y compris à la surface du substratum rocheux friable. Il explique en bonne partie les concavités au bas des versants.
Matériaux d'altération	8A	8a	Dépôt constitué de sédiments anguleux de dimensions variées. Il est généralement fin (argile à gravier) lorsqu'il provient du substratum rocheux sédimentaire et plus grossier (sable à cailloux) en milieu cristallin.	Dépôt produit par la désagrégation, la dissolution ou l'altération chimique du substratum rocheux.
Glissement de terrain	8G	8g	Dépôt composé d'un amoncellement de sédiments en tout genre, mais le plus souvent d'argile ou de limon.	Dépôt attribuable à un mouvement de terrain, lent ou rapide, qui se produit le long d'un versant constitué de sédiments meubles. On reconnaît le glissement de terrain à la cicatrice en forme de « coup de cuillère », ainsi qu'à l'empilement chaotique (bourrelet) de sédiments au pied du versant.

DESCRIPTION	ORIGINE ET MÉCANOGRAPHIQUE	CARTOGRAPHIQUE		MORPHOLOGIE
Glissement pelliculaire	8P	8p	Dépôt composé d'un amoncellement de sédiments divers (minéraux et organiques).	Dépôt accumulé dans la partie inférieure d'un versant par le glissement d'une pellicule de sédiments meubles et organiques sur une surface rocheuse fortement inclinée.
9. DÉPÔTS ÉOLIENS			Dépôts lités et bien triés, généralement composés de sable, dont la granulométrie varie de fine à moyenne.	Dépôts en forme de buttes allongées ou de « croissants », édifiés par le vent.
Dune active	9A	9a	*Idem*	Dépôt activé par le vent (dune dynamique).
Dune stabilisée	9S	9s	*Idem*	Dépôt qui n'est plus activé par le vent et qui est stabilisé par la végétation.
10. SUBSTRATUM ROCHEUX				
Roc	R	R	Formation de roches sédimentaires, cristallines ou métamorphiques recouvertes d'une mince couche (< 25 cm) de matériel minéral ou organique. Le roc, qui occupe plus de 50 % de la surface, peut avoir été désagrégé par la gélifraction.	Substratum rocheux constitué de roches ignées métamorphiques ou sédimentaires.
Roc sédimentaire	RS	Rs	Substratum rocheux sédimentaire	
Roc cristallin	RC	Rc	Substratum rocheux igné ou métamorphique	

ANNEXE 7 – MATRICES DE CORRÉLATION

Matrices de corrélations basées sur les données par placettes

Le Système SAS

La procédure CORR

```
 8 Avec Variables :    Nb_FRA       Nb_FRN       Nb_TIL       Nb_Total     ST_FRA       ST_FRN       ST_TIL       ST_Total
16      Variables :    Nbha_TIL_113 Nbha_FRA_113 Nbha_FRN_113 Nbha_TIL_282 Nbha_FRA_282 Nbha_FRN_282 CD_TIL_113
                       CD_FRA_113   CD_FRN_113   CD_TIL_282   CD_FRA_282   CD_FRN_282   CD_QUA_TIL   CD_QUA_FRA
                       CD_LIB_TIL   CD_LIB_FRA
```

Statistiques simples

Variable	Nb	Moyenne	Écart-type	Médiane	Minimum	Maximum
Nb_FRA	298	10.81299	54.40612	0	0	530.95000
Nb_FRN	298	2.61101	23.48317	0	0	254.65000
Nb_TIL	298	2.55879	18.01730	0	0	254.65000
Nb_Total	298	538.69104	317.64260	463.26000	46.22000	2169
ST_FRA	298	0.20134	0.86051	0	0	6.00000
ST_FRN	298	0.03356	0.25731	0	0	2.00000
ST_TIL	298	0.14094	0.89533	0	0	10.00000
ST_Total	298	18.60403	6.77967	18.00000	2.00000	50.00000
Nbha_TIL_113	298	5.03356	54.04356	0	0	750.00000
Nbha_FRA_113	298	11.74497	93.27366	0	0	1250
Nbha_FRN_113	298	7.55034	66.04538	0	0	750.00000
Nbha_TIL_282	298	1.74497	16.48309	0	0	200.00000
Nbha_FRA_282	298	20.40268	155.84625	0	0	2320
Nbha_FRN_282	298	0.80537	7.99973	0	0	120.00000
CD_TIL_113	298	0.00168	0.01917	0	0	0.30000
CD_FRA_113	298	0.00369	0.02633	0	0	0.30000
CD_FRN_113	298	0.00302	0.02642	0	0	0.30000
CD_TIL_282	298	0.00235	0.02235	0	0	0.30000
CD_FRA_282	298	0.01074	0.04874	0	0	0.40000
CD_FRN_282	298	0.00201	0.02000	0	0	0.30000
CD_QUA_TIL	298	0.00235	0.02235	0	0	0.30000
CD_QUA_FRA	298	0.00973	0.04576	0	0	0.40000
CD_LIB_TIL	298	0.00235	0.02235	0	0	0.30000
CD_LIB_FRA	298	0.00839	0.04453	0	0	0.40000

Coefficients de corrélation de Pearson, N = 298
Prob > |r| under H0: Rho=0

	Nbha_ TIL_113	Nbha_ FRA_113	Nbha_ FRN_113	Nbha_ TIL_282	Nbha_ FRA_282	Nbha_ FRN_282	CD_TIL_ 113	CD_FRA_ 113
Nb_FRA	-0.01857	0.13652	0.15616	0.00487	0.23837	0.21632	-0.01745	0.20105
	0.7495	0.0184	0.0069	0.9333	<.0001	0.0002	0.7642	0.0005
Nb_FRN	-0.01039	-0.01405	0.40187	-0.01181	-0.00159	-0.01123	-0.00976	-0.01564
	0.8582	0.8092	<.0001	0.8391	0.9782	0.8469	0.8667	0.7880
Nb_TIL	0.31044	0.30569	-0.01629	0.29128	-0.00921	-0.01435	0.26311	0.28311
	<.0001	<.0001	0.7794	<.0001	0.8743	0.8052	<.0001	<.0001
Nb_Total	-0.07446	0.00701	0.04521	0.15624	0.04982	0.05219	-0.07191	0.03808
	0.1999	0.9041	0.4368	0.0069	0.3915	0.3693	0.2158	0.5125
ST_FRA	-0.02187	0.11726	0.06203	0.14606	0.38102	0.09375	-0.02055	0.17512
	0.7070	0.0431	0.2858	0.0116	<.0001	0.1063	0.7239	0.0024
ST_FRN	-0.01219	-0.01648	0.28223	-0.01385	-0.00370	-0.01317	-0.01145	-0.01834
	0.8340	0.7770	<.0001	0.8118	0.9493	0.8208	0.8439	0.7525
ST_TIL	0.22884	0.22202	-0.01806	0.54909	0.00056	-0.01590	0.18233	0.20636
	<.0001	0.0001	0.7562	<.0001	0.9924	0.7846	0.0016	0.0003
ST_Total	0.15708	0.12452	-0.08917	0.22434	0.15451	-0.09840	0.16315	0.10817
	0.0066	0.0316	0.1245	<.0001	0.0075	0.0900	0.0048	0.0622

Coefficients de corrélation de Pearson, N = 298
Prob > |r| under H0: Rho=0

	CD_FRN_ 113	CD_TIL_ 282	CD_FRA_ 282	CD_FRN_ 282	CD_QUA_ TIL	CD_QUA_ FRA	CD_LIB_ TIL	CD_LIB_ FRA
Nb_FRA	0.15616	-0.00499	0.64861	0.21632	-0.00499	0.57863	-0.00499	0.61784
	0.0069	0.9316	<.0001	0.0002	0.9316	<.0001	0.9316	<.0001
Nb_FRN	0.40187	-0.01173	0.07945	-0.01123	-0.01173	0.08710	-0.01173	0.09285
	<.0001	0.8403	0.1713	0.8469	0.8403	0.1336	0.8403	0.1097
Nb_TIL	-0.01629	0.29174	0.01092	-0.01435	0.29174	-0.00672	0.29174	-0.00261
	0.7794	<.0001	0.8511	0.8052	<.0001	0.9081	<.0001	0.9643
Nb_Total	0.04521	0.17860	0.21838	0.05219	0.17860	0.13564	0.17860	0.18293
	0.4368	0.0020	0.0001	0.3693	0.0020	0.0192	0.0020	0.0015
ST_FRA	0.06203	0.08037	0.79919	0.09375	0.08037	0.78813	0.08037	0.81682
	0.2858	0.1664	<.0001	0.1063	0.1664	<.0001	0.1664	<.0001
ST_FRN	0.28223	-0.01375	0.07855	-0.01317	-0.01375	0.08656	-0.01375	0.09288
	<.0001	0.8131	0.1762	0.8208	0.8131	0.1360	0.8131	0.1096
ST_TIL	-0.01806	0.55549	0.04236	-0.01590	0.55549	0.03216	0.55549	0.03780
	0.7562	<.0001	0.4663	0.7846	<.0001	0.5803	<.0001	0.5157
ST_Total	-0.08917	0.21726	0.24318	-0.09840	0.21726	0.20241	0.21726	0.21289
	0.1245	0.0002	<.0001	0.0900	0.0002	0.0004	0.0002	0.0002

Le Système SAS
La procédure CORR

Coefficients de corrélation de Spearman, N = 298
Prob > |r| under H0: Rho=0

	Nbha_ TIL_113	Nbha_ FRA_113	Nbha_ FRN_113	Nbha_ TIL_282	Nbha_ FRA_282	Nbha_ FRN_282	CD_TIL_ 113	CD_FRA_ 113
Nb_FRA	-0.02630	0.14748	0.07713	0.08366	0.63963	0.09369	-0.02630	0.14780
	0.6512	0.0108	0.1843	0.1497	<.0001	0.1065	0.6512	0.0106
Nb_FRN	-0.01317	-0.02026	0.19045	-0.01524	0.07576	-0.01524	-0.01317	-0.02026
	0.8209	0.7276	0.0010	0.7934	0.1922	0.7934	0.8209	0.7276
Nb_TIL	0.34332	0.32765	-0.02557	0.58947	0.09565	-0.02283	0.34271	0.32725
	<.0001	<.0001	0.6602	<.0001	0.0994	0.6947	<.0001	<.0001
Nb_Total	-0.11143	0.04192	0.09324	0.01066	0.17399	0.11846	-0.11151	0.04203
	0.0547	0.4710	0.1082	0.8547	0.0026	0.0410	0.0545	0.4697
ST_FRA	-0.02630	0.14299	0.07098	0.09484	0.63593	0.08683	-0.02630	0.14331
	0.6511	0.0135	0.2218	0.1022	<.0001	0.1348	0.6511	0.0133
ST_FRN	-0.01317	-0.02026	0.18839	-0.01524	0.07577	-0.01524	-0.01317	-0.02026
	0.8208	0.7276	0.0011	0.7934	0.1921	0.7934	0.8208	0.7276
ST_TIL	0.33794	0.32328	-0.02557	0.59980	0.09671	-0.02283	0.33733	0.32288
	<.0001	<.0001	0.6602	<.0001	0.0957	0.6947	<.0001	<.0001
ST_Total	0.14518	0.07882	-0.10034	0.16540	0.18362	-0.08554	0.14524	0.07863
	0.0121	0.1748	0.0838	0.0042	0.0015	0.1407	0.0121	0.1758

Coefficients de corrélation de Spearman, N = 298
Prob > |r| under H0: Rho=0

	CD_FRN_ 113	CD_TIL_ 282	CD_FRA_ 282	CD_FRN_ 282	CD_QUA_ TIL	CD_QUA_ FRA	CD_LIB_ TIL	CD_LIB_ FRA
Nb_FRA	0.07713	0.08328	0.64345	0.09369	0.08328	0.66200	0.08328	0.63289
	0.1843	0.1516	<.0001	0.1065	0.1516	<.0001	0.1516	<.0001
Nb_FRN	0.19045	-0.01524	0.07834	-0.01524	-0.01524	0.08274	-0.01524	0.10083
	0.0010	0.7934	0.1774	0.7934	0.7934	0.1542	0.7934	0.0822
Nb_TIL	-0.02557	0.58948	0.09882	-0.02283	0.58948	0.02997	0.58948	0.04576
	0.6602	<.0001	0.0886	0.6947	<.0001	0.6063	<.0001	0.4312
Nb_Total	0.09324	0.01064	0.17720	0.11846	0.01064	0.15661	0.01064	0.18357
	0.1082	0.8549	0.0021	0.0410	0.8549	0.0068	0.8549	0.0015
ST_FRA	0.07098	0.09442	0.64012	0.08683	0.09442	0.65862	0.09442	0.63393
	0.2218	0.1038	<.0001	0.1348	0.1038	<.0001	0.1038	<.0001
ST_FRN	0.18839	-0.01524	0.07835	-0.01524	-0.01524	0.08275	-0.01524	0.10084
	0.0011	0.7934	0.1774	0.7934	0.7934	0.1542	0.7934	0.0822
ST_TIL	-0.02557	0.59982	0.09993	-0.02283	0.59982	0.03160	0.59982	0.04759
	0.6602	<.0001	0.0851	0.6947	<.0001	0.5869	<.0001	0.4130
ST_Total	-0.10034	0.16532	0.18394	-0.08554	0.16532	0.16393	0.16532	0.14887
	0.0838	0.0042	0.0014	0.1407	0.0042	0.0045	0.0042	0.0101

Matrices de corrélations basées sur les données par strates

Le Système SAS

La procédure CORR

8 Avec Variables :	ST_FRA	ST_FRN	ST_TIL	ST_Tot	Nbha_FRA	Nbha_FRN	Nbha_TIL	Nbha_toutes
16 Variables :	nb_TIL_113	nb_FRA_113	nb_FRN_113	nb_TIL_282	nb_FRA_282	nb_FRN_282	cd_TIL_113	cd_FRA_113
	cd_FRN_113	cd_TIL_282	cd_FRA_282	cd_FRN_282	cd_QUA_TIL	cd_QUA_FRA	cd_LIB_TIL	cd_LIB_FRA

Statistiques simples

Variable	Nb	Moyenne	Écart-type	Médiane	Minimum	Maximum
ST_FRA	18	0.19389	0.26681	0	0	0.80000
ST_FRN	18	0.03056	0.06150	0	0	0.20000
ST_TIL	18	0.15222	0.37258	0	0	1.50000
ST_Tot	18	18.43167	3.14766	18.07000	14.00000	23.67000
Nbha_FRA	18	10.33333	14.51166	0	0	43.00000
Nbha_FRN	18	2.44444	5.20432	0	0	16.00000
Nbha_TIL	18	2.72222	6.13386	0	0	21.00000
Nbha_toutes	18	535.55556	147.67899	518.00000	312.00000	948.00000
nb_TIL_113	18	5.22222	22.15601	0	0	94.00000
nb_FRA_113	18	11.72222	29.89158	0	0	125.00000
nb_FRN_113	18	7.77778	26.29372	0	0	109.00000
nb_TIL_282	18	1.72222	5.24467	0	0	20.00000
nb_FRA_282	18	19.00000	64.99321	0	0	278.00000
nb_FRN_282	18	0.88889	2.58705	0	0	8.00000
cd_TIL_113	18	0.00174	0.00737	0	0	0.03125
cd_FRA_113	18	0.00364	0.00791	0	0	0.03125
cd_FRN_113	18	0.00313	0.01056	0	0	0.04375
cd_TIL_282	18	0.00231	0.00689	0	0	0.02500
cd_FRA_282	18	0.01003	0.01712	0	0	0.06111
cd_FRN_282	18	0.00208	0.00606	0	0	0.01875
cd_QUA_TIL	18	0.00231	0.00689	0	0	0.02500
cd_QUA_FRA	18	0.00910	0.01654	0	0	0.06111
cd_LIB_TIL	18	0.00231	0.00689	0	0	0.02500
cd_LIB_FRA	18	0.00787	0.01227	0	0	0.03500

Coefficients de corrélation de Pearson, N = 18
Prob > |r| under H0: Rho=0

	nb_TIL_ 113	nb_FRA_ 113	nb_FRN_ 113	nb_TIL_ 282	nb_FRA_ 282	nb_FRN_ 282	cd_TIL_ 113	cd_FRA_ 113
ST_FRA	0.17408	0.39237	0.00089	0.16854	0.50770	-0.09393	0.17408	0.49672
	0.4897	0.1073	0.9972	0.5038	0.0315	0.7108	0.4897	0.0360
ST_FRN	-0.12400	0.06953	0.35986	0.04792	-0.08904	0.20376	-0.12400	0.17175
	0.6240	0.7840	0.1424	0.8502	0.7253	0.4174	0.6240	0.4956
ST_TIL	0.90278	0.82882	-0.12796	0.79746	-0.03243	-0.14864	0.90278	0.74851
	<.0001	<.0001	0.6128	<.0001	0.8984	0.5561	<.0001	0.0004
ST_Tot	0.24328	0.30222	-0.32871	0.41497	0.46963	-0.30937	0.24328	0.32152
	0.3307	0.2229	0.1829	0.0868	0.0493	0.2116	0.3307	0.1932
Nbha_FRA	-0.10892	0.15062	0.31470	0.01829	0.38313	0.14206	-0.10892	0.28741
	0.6670	0.5508	0.2034	0.9426	0.1166	0.5739	0.6670	0.2475
Nbha_FRN	-0.11722	0.07042	0.60258	0.16858	-0.08591	0.38836	-0.11722	0.16792
	0.6432	0.7813	0.0081	0.5037	0.7346	0.1112	0.6432	0.5054
Nbha_TIL	0.58092	0.51095	-0.13900	0.52773	-0.06979	-0.16146	0.58092	0.44786
	0.0115	0.0302	0.5823	0.0244	0.7832	0.5221	0.0115	0.0623
Nbha_toutes	-0.37779	-0.27347	0.22384	0.00500	0.00773	0.36569	-0.37779	-0.20420
	0.1222	0.2722	0.3719	0.9843	0.9757	0.1356	0.1222	0.4163

Coefficients de corrélation de Pearson, N = 18
Prob > |r| under H0: Rho=0

	cd_FRN_ 113	cd_TIL_ 282	cd_FRA_ 282	cd_FRN_ 282	cd_QUA_ TIL	cd_QUA_ FRA	cd_LIB_ TIL	cd_LIB_ FRA
ST_FRA	0.00065	0.16288	0.83369	-0.09393	0.16288	0.85689	0.16288	0.92016
	0.9979	0.5184	<.0001	0.7108	0.5184	<.0001	0.5184	<.0001
ST_FRN	0.35960	0.07780	0.29904	0.20376	0.07780	0.23288	0.07780	0.41453
	0.1427	0.7590	0.2280	0.4174	0.7590	0.3524	0.7590	0.0872
ST_TIL	-0.12806	0.75629	0.12057	-0.14864	0.75629	0.13148	0.75629	0.22865
	0.6126	0.0003	0.6337	0.5561	0.0003	0.6030	0.0003	0.3615
ST_Tot	-0.32877	0.43465	0.71486	-0.30937	0.43465	0.64542	0.43465	0.69086
	0.1828	0.0715	0.0009	0.2116	0.0715	0.0038	0.0715	0.0015
Nbha_FRA	0.31438	0.04087	0.72887	0.14206	0.04087	0.69840	0.04087	0.78614
	0.2039	0.8721	0.0006	0.5739	0.8721	0.0013	0.8721	0.0001
Nbha_FRN	0.60226	0.21578	0.26252	0.38836	0.21578	0.14004	0.21578	0.31050
	0.0082	0.3898	0.2926	0.1112	0.3898	0.5794	0.3898	0.2098
Nbha_TIL	-0.13910	0.50348	0.00942	-0.16146	0.50348	0.00707	0.50348	0.06984
	0.5820	0.0332	0.9704	0.5221	0.0332	0.9778	0.0332	0.7830
Nbha_toutes	0.22427	0.07433	0.22121	0.36569	0.07433	0.06337	0.07433	0.15672
	0.3710	0.7694	0.3777	0.1356	0.7694	0.8027	0.7694	0.5346

Le Système SAS

La procédure CORR

Coefficients de corrélation de Spearman, N = 18
Prob > |r| under H0: Rho=0

	nb_TIL_ 113	nb_FRA_ 113	nb_FRN_ 113	nb_TIL_ 282	nb_FRA_ 282	nb_FRN_ 282	cd_TIL_ 113	cd_FRA_ 113
ST_FRA	0.28244	0.66714	-0.04255	0.26986	0.88579	-0.05614	0.28244	0.66714
	0.2561	0.0025	0.8669	0.2788	<.0001	0.8249	0.2561	0.0025
ST_FRN	-0.12850	0.49003	0.28179	0.16622	0.36403	0.25756	-0.12850	0.49003
	0.6113	0.0390	0.2573	0.5098	0.1375	0.3022	0.6113	0.0390
ST_TIL	0.50288	0.19008	-0.21524	0.56918	0.07879	-0.21561	0.50288	0.19008
	0.0334	0.4500	0.3910	0.0137	0.7560	0.3902	0.0334	0.4500
ST_Tot	0.25712	0.27296	-0.31369	0.43841	0.57320	-0.30666	0.25712	0.27296
	0.3030	0.2731	0.2049	0.0688	0.0129	0.2158	0.3030	0.2731
Nbha_FRA	0.07698	0.68680	0.15455	0.21783	0.86525	0.13092	0.07698	0.68680
	0.7614	0.0016	0.5403	0.3852	<.0001	0.6046	0.7614	0.0016
Nbha_FRN	-0.12837	0.49135	0.33081	0.23222	0.36368	0.30409	-0.12837	0.49135
	0.6117	0.0384	0.1800	0.3538	0.1379	0.2199	0.6117	0.0384
Nbha_TIL	0.44409	0.16543	-0.21541	0.54452	0.05951	-0.21579	0.44409	0.16543
	0.0649	0.5118	0.3906	0.0195	0.8145	0.3898	0.0649	0.5118
Nbha_toutes	-0.39736	0.08751	0.43841	-0.03212	0.22435	0.44295	-0.39736	0.08751
	0.1025	0.7299	0.0688	0.8993	0.3708	0.0656	0.1025	0.7299

Coefficients de corrélation de Spearman, N = 18
Prob > |r| under H0: Rho=0

	cd_FRN_ 113	cd_TIL_ 282	cd_FRA_ 282	cd_FRN_ 282	cd_QUA_ TIL	cd_QUA_ FRA	cd_LIB_ TIL	cd_LIB_ FRA
ST_FRA	-0.04255	0.26986	0.88456	-0.05614	0.26986	0.90777	0.26986	0.91035
	0.8669	0.2788	<.0001	0.8249	0.2788	<.0001	0.2788	<.0001
ST_FRN	0.28179	0.16622	0.40815	0.25756	0.16622	0.35653	0.16622	0.39041
	0.2573	0.5098	0.0927	0.3022	0.5098	0.1464	0.5098	0.1092
ST_TIL	-0.21524	0.56918	0.03417	-0.21561	0.56918	0.02525	0.56918	0.02525
	0.3910	0.0137	0.8929	0.3902	0.0137	0.9208	0.0137	0.9208
ST_Tot	-0.31369	0.43841	0.58808	-0.30666	0.43841	0.56225	0.43841	0.55756
	0.2049	0.0688	0.0103	0.2158	0.0688	0.0152	0.0688	0.0162
Nbha_FRA	0.15455	0.21783	0.88529	0.13092	0.21783	0.88014	0.21783	0.88529
	0.5403	0.3852	<.0001	0.6046	0.3852	<.0001	0.3852	<.0001
Nbha_FRN	0.33081	0.23222	0.40453	0.30409	0.23222	0.34329	0.23222	0.37069
	0.1800	0.3538	0.0959	0.2199	0.3538	0.1631	0.3538	0.1299
Nbha_TIL	-0.21541	0.54452	0.02230	-0.21579	0.54452	0.00743	0.54452	0.00743
	0.3906	0.0195	0.9300	0.3898	0.0195	0.9766	0.0195	0.9766
Nbha_toutes	0.43841	-0.03212	0.29463	0.44295	-0.03212	0.22655	-0.03212	0.23594
	0.0688	0.8993	0.2353	0.0656	0.8993	0.3660	0.8993	0.3459