

**Méthodes de validation de  
l'échantillonnage par points  
d'observations**

---

# **Méthodes de validation de l'échantillonnage par points d'observations**

---

**2009**

---

**Réalisé grâce au soutien financier du Ministère des  
ressources naturelles et de la faune**

---

Citation :

Tremblay, M. 2009. Méthode de validation de l'échantillonnage par point d'observation. Groupe des PDFD. 30 pages.

# Table des matières

<b>Table des matières</b> .....	iii
<b>Liste des tableaux</b> .....	iv
<b>1. Introduction</b> .....	1
<b>2. Méthode de validation de l'échantillonnage par points d'observations selon un plan de sondage préalablement défini</b> .....	3
2.1 <i>Le plan de sondage</i> .....	3
2.2 <i>Le pairage des données</i> .....	3
2.3 <i>Les analyses de concordance</i> .....	3
2.3.1 <i>Les types de données</i> .....	3
<i>Catégorie 1 : Les données continues</i> .....	3
<i>Catégorie 2 : Les données catégoriques</i> .....	4
2.3.2 <i>Les données numériques</i> .....	4
2.3.3 <i>Les données ordinales</i> .....	5
2.3.3.1 <i>La transformation des données</i> .....	5
2.3.3.2 <i>Le test de concordance</i> .....	5
2.3.4 <i>Les données nominales</i> .....	5
2.3.4.1 <i>Exemple de comparaison pour une donnée nominale entre l'inventaire conventionnel et l'inventaire par PO</i> .....	5
2.3.4.2 <i>L'analyse de concordance</i> .....	6
2.3.5 <i>Interprétation des statistiques de concordance</i> .....	6
2.4 <i>Les résultats attendus</i> .....	7
2.5 <i>L'Effort d'échantillonnage</i> .....	7
<b>3. Méthode pour quantifier la qualité des projets d'inventaires par points d'observations</b> ...	8
<b>4. Conclusion</b> .....	8
<b>5. Remerciements</b> .....	8
<b>6. Références</b> .....	9
<b>Annexe 1</b> .....	10
<b><i>Les inventaires par points d'observations</i></b> .....	10
<b>1. Introduction</b> .....	11
<b>2. Inventaire des peuplements matures avant les traitements de coupes</b> .....	11
<b>3. Inventaire multiressource par points d'observations</b> .....	12
<b>4. Inventaire avant éclaircie précommerciale mixte</b> .....	14
4.1 <i>Plan de sondage</i> .....	14
4.2 <i>Prise de données des PO</i> .....	15

<i>Annexe 2 Les types de données amassées jusqu'à maintenant avec les méthodes d'inventaires par points d'observations</i> .....	17
--	----

<i>Annexe 3 Autre méthode de validation des données amassées par l'inventaire par points d'observations</i> .....	19
---	----

<b>1. Introduction</b> .....	20
<b>2. Méthode pour la comparaison de la saison d'inventaire par points d'observations avant éclaircie précommerciale mixte en 2006 avec la saison 2007</b> .....	20
2.1 <i>Analyse de la période d'inventaire</i> .....	22
2.2 <i>Résultats de la première analyse par secteur</i> : .....	23
2.3 <i>Deuxième analyse</i> .....	25
2.4 <i>Résultats de la deuxième analyse par secteur</i> :.....	26

### **Liste des tableaux**

<b>Tableau 1</b> : Interprétation des coefficients de la concordance .....	7
--	---

## 1. Introduction

En 1999, un projet de recherche visant à définir une typologie forestière sur le territoire de la sapinière à bouleau jaune de Charlevoix et du Bas-Saguenay a été initié en partenariat avec Abitibi-Consolidated du Canada (CACC), la direction de la recherche forestière (DRF) et la Coop Quatre Temps. À l'époque, le projet visait à faire le portrait des peuplements dégradés à feuillus intolérants cartographiés sur le territoire du Bas-Saguenay et de Charlevoix-Est. Lors de la cueillette de données sur le terrain, il a été observé que la cartographie forestière existante correspondait rarement aux peuplements que l'on retrouvait sur le terrain, causant de sérieux problèmes aux aménagistes forestiers. Ces observations ont menés à la conclusion que la forêt mixte de Charlevoix-Bas-Saguenay est une forêt très hétérogène ayant plusieurs structures de peuplements à l'intérieur de petits territoires.

Cette situation est problématique pour l'acquisition de connaissances sur le territoire de la sapinière à bouleau jaune et pour la réalisation d'aménagements sur le terrain. C'est pourquoi une nouvelle méthodologie d'inventaire a été adoptée pour contrer cette problématique, il s'agit de l'inventaire par points d'observations. Cette méthode permet d'effectuer une visite systématique de la superficie étudiée selon un plan de sondage préalablement défini. L'objectif de cette méthode est de définir la structure des peuplements retrouvés à l'intérieur d'une superficie de territoire afin de pouvoir appliquer les traitements adéquats selon la structure forestière retrouvée. Elle diffère de la méthode actuelle qui consiste à réaliser une moyenne des données amassées lors de l'inventaire du territoire pour ensuite faire une prescription sylvicole. Cette moyenne ne représente généralement pas la réalité observée sur le terrain en raison de l'hétérogénéité des peuplements retrouvés sur le territoire.

Depuis 1999, plusieurs projets d'inventaire par points d'observations ont été réalisés dans la sapinière à bouleau jaune de Charlevoix-Bas-Saguenay. Ce type d'inventaire permet de couvrir toute la superficie du territoire, cependant, il ne fournit pas de données mesurées *quantitativement* sur les peuplements. Il s'agit donc de mesures *qualitatives* évaluées selon les observations du technicien d'inventaire. Ce type de procédure peut soulever certaines inquiétudes sur la fiabilité de la méthode puisqu'aucune mesure quantitative n'est prise. C'est pourquoi il est essentiel de valider cette méthode.

Présentement, plusieurs projets d'inventaire par points d'observations sont combinés avec des inventaires de type conventionnel sur le territoire de la sapinière à bouleau jaune. Il y a aussi des inventaires de suivis des traitements sylvicoles qui seront réalisés dans le futur. Ces inventaires pourront servir de comparatif afin de valider la méthode par points d'observations. Le présent document démontre la procédure pour valider la méthode par points d'observations. Lorsque cette procédure aura été appliquée, il sera possible d'évaluer si l'inventaire par points d'observations est fiable ou si elle doit être bonifiée.

Il sera également important de valider la qualité des projets d'inventaires réalisés par les techniciens. Une procédure pour évaluer, en partie, la qualité de ces projets est suggérée dans ce document.

Pour tous les types d'inventaires par points d'observations réalisés dans la sapinière à bouleau jaune de Charlevoix-Bas-Saguenay, ces procédures de validation devront être appliquées.

## **2. Méthode de validation de l'échantillonnage par points d'observations selon un plan de sondage préalablement défini**

### **2.1 Le plan de sondage**

Afin de valider l'inventaire par points d'observations (PO) d'une manière scientifique, il est nécessaire de combiner le plan de sondage des PO avec le plan de sondage de l'inventaire conventionnel de suivi avant traitement et/ou avec celui après traitement. Un PO doit être placé au même endroit qu'une parcelle conventionnelle afin de pouvoir comparer des données provenant exactement du même peuplement. La superposition des deux types d'inventaires permet une comparaison avec un faible niveau d'erreur.

Par exemple, dans le cas où des parcelles d'inventaire conventionnel avant traitement seraient à réaliser pour le projet, il serait pertinent de se baser sur le plan de sondage de ces parcelles pour implanter les PO et éventuellement les parcelles de suivi afin de réaliser des comparaisons entre les trois types d'inventaires.

Cette superposition des inventaires permet de réaliser des analyses statistiques avec des données pairées.

### **2.2 Le pairage des données**

En théorie, la méthode de validation peut se réaliser pour chacune des données récoltées par la méthode par PO. Cependant, les données correspondantes doivent être récoltées lors des inventaires conventionnels puisque les analyses se font avec des données pairées. Par exemple, les données fauniques récoltées lors de l'inventaire par PO ne pourront pas être évaluées par cette méthode puisqu'aucune donnée ne correspond dans les inventaires conventionnels.

Une fois que les données correspondantes des deux types d'inventaires seront placées par paires, des analyses de concordance seront réalisées. Des exemples de données pouvant être comparées ensemble sont énoncés dans le Tableau 1 de l'Annexe 2.

### **2.3 Les analyses de concordance**

#### **2.3.1 Les types de données**

Il existe trois types de données récoltés lors des inventaires par PO séparées en deux catégories :

##### ***Catégorie 1 : Les données continues***

Les données continues peuvent adopter n'importe quelle valeur qui représente une mesure et les valeurs qui ont un rapport mathématique entre elles.

Les données numériques de l'inventaire par PO sont des mesures quantitatives et ce sont des variables continues.

## ***Catégorie 2 : Les données catégoriques***

Les données catégoriques sont des données qui ont un nombre limité et discret de valeurs possibles et ces valeurs représentent des catégories distinctes.

Les données nominales sont des variables dont les valeurs numériques n'ont aucun lien entre elles. Il serait possible d'attribuer des valeurs complètement différentes aux catégories sans influencer l'interprétation de la variable. Pour l'inventaire par PO, ce type de données exprime généralement une qualité du peuplement comme par exemple le groupe de production prioritaire (GPP) qui exprime les principales essences du peuplement.

Les données ordinales sont des variables pour lesquelles les valeurs numériques représentent des catégories distinctes, mais l'ordre des catégories est important. Par exemple, des classes de densité de tige à l'hectare de 1 à 4 sont des valeurs ordinales car la densité progresse avec l'augmentation de la valeur numérique. Cependant, il n'existe pas de rapport mathématique entre les valeurs numériques. En effet, un peuplement de classe 2 n'est pas nécessairement deux fois plus dense qu'un peuplement de classe 1. Les données ordinales ont généralement une valeur hiérarchique et sont souvent des données regroupées par classes lors de l'inventaire par PO.

Les analyses statistiques de concordances dépendront de la nature des types de données décrits précédemment.

### **2.3.2 Les données numériques**

La concordance entre les données numériques mesurées lors de l'inventaire par PO et celles mesurées lors des inventaires conventionnels se vérifiera avec le coefficient de corrélation intraclasse (coefficient de Shrout-Fleiss [-1,1]) (Shrout et Fleiss 1979). Ce coefficient s'obtient par le rapport de la variance inter-objet sur la variance totale (inter et intra objets) et il varie entre -1 et 1. Il permet de chiffrer l'accord entre une mesure prise par deux techniques différentes lorsque les données sont numériques. Ce coefficient donnera une valeur statistique de la concordance entre les deux inventaires.

*Équation du coefficient intraclasse (ICC) :*

$$ICC = \frac{\sigma^2(b)}{\sigma^2(b) + \sigma^2(w)}$$

$\sigma^2(b)$  = la variance inter-objets

$\sigma^2(w)$  = la variance intra-objets

Le pourcentage de concordance qui représente le pourcentage des données présentant une concordance exacte entre les deux types d'inventaires sera également calculé.

### **2.3.3 Les données ordinales**

#### **2.3.3.1 La transformation des données**

Pour ce type de donnée, il sera important d'attribuer une valeur numérique à chacune des classes. Les données correspondantes de l'inventaire conventionnel devront être attribuées à une classe avant de réaliser les analyses. Par exemple, une densité de 1200 tiges à l'hectare mesurée lors de l'inventaire conventionnel sera placée dans la classe de 1000 à 3000 tiges à l'hectare afin de pouvoir comparer la donnée avec celle de l'inventaire par PO.

#### **2.3.3.2 Le test de concordance**

Le pourcentage de concordance entre les inventaires sera d'abord calculé afin de donner une mesure de l'ampleur de la concordance. Le coefficient Kappa de Cohen pondéré selon la pondération linéaire de Cicchetti-Allison sera calculé (Cicchetti et Allison 1971, Fleiss *et al.* 2003). Le coefficient Kappa pondéré tient compte de la proximité des classes sur une échelle, c'est-à-dire, par exemple, qu'une différence entre une classe 1 et 4 sera plus importante qu'une différence entre une classe 1 et 2. Ce test permettra d'évaluer la concordance entre les deux inventaires sur les données ordinales de l'inventaire par PO.

*Équation du Kappa de Cohen (K) pondéré :*

$$K_w = \frac{P_{o(w)} - P_{e(w)}}{1 - P_{e(w)}}$$

$P_{o(w)}$  = La concordance observée du kappa pondéré en fonction de la matrice des poids de concordance

$P_{e(w)}$  = La concordance aléatoire observée du kappa pondéré en fonction de la matrice des poids de concordance

Le coefficient est donc un chiffre entre -1 et 1.

### **2.3.4 Les données nominales**

Pour ce type de données, lorsque la donnée est prise de façon qualitative lors de l'inventaire conventionnel, il est possible de la comparer directement avec celle de l'inventaire par PO afin de déterminer si les deux données sont similaires. Dans d'autre cas, il faudra analyser ce qui a été mesuré lors de l'inventaire conventionnel et comparer avec ce qui a été observé lors de l'inventaire par PO.

#### **2.3.4.1 Exemple de comparaison pour une donnée nominale entre l'inventaire conventionnel et l'inventaire par PO**

Supposons que pour le type de peuplement les données suivantes ont été mesurées lors de l'inventaire conventionnel :

- 134 bouleaux jaunes (*Betula alleghaniensis* Britt.)
- 14 bouleaux blancs (*Betula papyrifera* Marsh.)
- 28 érables à sucre (*Acer saccharum* Marsh.)
- 11 sapins baumiers (*Abies balsamea* (L.) Mill.)

Et que lors de l'inventaire par PO l'observateur ait évalué que le groupe de production prioritaire (GPP) du peuplement était: Mélangé résineux-feuillus avec dominance de feuillus (M RF(F)).

Il s'agit ensuite de transformer les données du nombre de tiges mesurés lors de l'inventaire conventionnel en GPP pour pouvoir comparer les deux types d'inventaires. Dans ce cas, le peuplement peut être MRF(F) ou MRBOU(F). Donc, pour ce peuplement, il est possible de dire que les deux types d'inventaires correspondent.

#### ***2.3.4.2 L'analyse de concordance***

Premièrement, le pourcentage de concordance entre les deux types d'inventaires peut être calculé pour chacune des données nominales. Encore une fois, il s'agit d'une mesure brute de l'ampleur de la concordance où le pourcentage correspond aux données qui ont une concordance exacte.

Une fois le pourcentage calculé, la concordance entre les données peut être vérifiée avec le coefficient de Kappa de Cohen (Cohen 1960, Fleiss *et al.* 2003). Ce test évalue la concordance entre deux techniques sur des données qualitatives ou nominales et il permet d'évaluer si l'accord entre les inventaires est seulement imputable à la chance.

*Équation du Kappa de Cohen (K) :*

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

$P_o$  : la proportion d'accord observée

$P_e$  : la proportion d'accord aléatoire ou concordance attendue sous l'hypothèse d'indépendance des jugements

Le coefficient est encore une fois un chiffre entre -1 et 1.

#### **2.3.5 Interprétation des statistiques de concordance**

Les coefficients de corrélation intraclasse, les coefficients Kappa de Cohen et les coefficients Kappa de Cohen pondérés peuvent varier entre -1 et 1. Généralement, cependant, le coefficient se retrouve entre 0 et 1. Plus la valeur statistique est élevée et se rapproche de 1, plus la concordance est bonne. Une concordance de 1 indiquerait une concordance parfaite entre les inventaires. Le tableau 1 présente une méthode standard d'interprétation du coefficient Kappa de Cohen qui a également servi à interpréter les valeurs des corrélations intraclasse (Landis et Koch 1977).

**Tableau 1 : Interprétation des coefficients de la concordance**

Valeur du coefficient	Valeur de la concordance
< 0,20	Mauvaise
0,21- 0,40	Passable
0,41- 0,60	Modérée
0,61 – 0,80	Grande
0,81- 1,00	Presque parfaite

L'utilisation du coefficient Kappa de Cohen comporte un inconvénient bien documenté : la distribution des données entre les catégories joue un rôle, car plus la prévalence d'une catégorie est élevée, moins le coefficient de Kappa est élevée, même si le pourcentage de concordance est élevé (Feinstein et Cicchetti 1990, Cicchetti et Feinstein 1990, Byrt *et al.* 1993). Il faut donc être prudent dans l'interprétation des résultats lorsque ce scénario a lieu.

#### **2.4 Les résultats attendus**

Les résultats de cette méthode de validation seront donc des évaluations de la concordance pour chacun des types de données analysés. Cette procédure permettra d'évaluer la fiabilité des données prises par la méthode par PO. Par exemple, il sera possible d'évaluer pour quels types de données les observateurs fournissent les données les plus fiables et les moins fiables. Ceci permettra de bonifier nos méthodes d'inventaires par PO en adaptant la façon de prendre des données soit en éliminant une donnée, en changeant la valeur des classes, en ajoutant un autre type de données, etc.

Il sera également possible d'évaluer la progression dans le temps de la fiabilité des données prises lors des inventaires par PO et de vérifier la fiabilité des observations prises par les techniciens d'inventaires puisque la date de prise de données est normalement compilée. Il suffira d'évaluer la concordance pour une période donnée et le comparer avec celui des autres périodes.

#### **2.5 L'Effort d'échantillonnage**

Le nombre de parcelles à analyser avec cette méthode dépendra de la superficie à traiter et du nombre de parcelles réalisées pour les différents types d'inventaires sur le territoire de la sapinière à bouleau jaune de Charlevoix et du Bas-Saguenay. Plus il y aura de données récoltées plus les résultats seront fiables.

### **3. Méthode pour quantifier la qualité des projets d'inventaires par points d'observations**

Au moyen des analyses de concordance énoncées dans ce document, il sera possible d'évaluer la fiabilité des résultats d'un projet d'inventaire par PO en réalisant des analyses de concordance entre des données qui exprime le même aspect d'un peuplement forestier. Par exemple, comparer le groupe de production prioritaire (GPP) avec le nombre de tiges à l'hectare par espèce pour un même PO. En effet, ces deux données doivent normalement être cohérentes dans un peuplement, c'est-à-dire que l'observateur doit avoir donner des résultats comparables lors du point d'observation. En réalisant des analyses de concordance entre des données qui « s'entrecoupe » dans le PO, il sera possible de quantifier la qualité des projets d'inventaires par PO sur le territoire et de savoir si l'aménagiste peut se fier à ces données pour réaliser sa planification.

### **4. Conclusion**

Lorsque cette procédure sera réalisée à grande échelle, la validation de la méthode d'inventaire par PO sur le domaine de la sapinière à bouleau jaune de Charlevoix-Bas-Saguenay pourra être réalisée. Il sera également possible de quantifier la qualité des projets d'inventaires par PO réalisés sur ce territoire.

### **5. Remerciements**

L'auteur tient à remercier monsieur Gaétan Daigle M.Sc., P.Stat. du service de consultation statistique de l'Université Laval pour ces avis sur les méthodes statistiques énoncés dans le présent travail. Certain aspects de ce travail sont inspirés du document « Rapport sur les activités relatives à la qualité des données- Phase 2 » pour le développement des indicateurs nationaux et de rapports pour les soins à domicile (Institut canadien d'information sur la santé 2004).

## **6. Références**

Byrt, T., Bishop, J., Carlin, J.B., 1993. Bias, prevalence and kappa. *Journal of clinical epidemiology*, 46: 423-429

Cicchetti, D., Allison, T., 1971. A new procedure for assessing the reliability of scoring EEG sleep recordings, *American journal of EEG technology*, 11: 101-109

Cicchetti, D., Fleinstein, A.R., 1990. High agreement but low kappa: II. Resolving the paradoxes, *Journal of clinical epidemiology*, 43: 551-8

Cohen J., 1960. A coefficient of agreement for nominal scales., *Educ. Psychol. Meas.*, **20**, 27-46.

Feinstein, A.R., Cicchetti, D.V., 1990. High agreement but low kappa: I. The problems of two paradoxes. *Journal of clinical epidemiology*, 43: 543-9

Fleiss, J.L., Levin, B., Paik, Cho Paik, M., 2003. *Statistical methods for rates and proportions*, 3<sup>rd</sup> edition, John Wiley and Sons Inc., New-York.

Institut canadien d'information sur la santé, 2004. *Rapport sur les activités relatives à la qualité des données- Phase 2, Développement des indicateurs nationaux et de rapports pour les soins à domicile*. Ottawa. 38 p.

Landis, J.R., Koch, G.G., 1977a. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33 : 159-174

Shrout, P.E., Fleiss, J.L., 1979. Intraclass correlations : uses in assessing rater reliability, *Psychological Bulletin*, 86 : 420-428

## **Annexe 1**

### ***Les inventaires par points d'observations***

## **1. Introduction**

Depuis quelques années, différents projets d'inventaire par points d'observations (PO) ont été réalisés. Cette procédure a été progressivement bonifiée et elle est maintenant appliquée pour plusieurs types de travaux. En effet, elle se veut être une méthode rapide de caractérisation du territoire en fonction d'objectifs précis. Jusqu'à maintenant, des inventaires avant coupe partielle, avant éclaircie précommerciale et des inventaires multiressources ont été réalisés. Ces procédures sont en processus d'amélioration constant et les données amassées sont choisies selon les objectifs d'aménagement à atteindre.

## **2. Inventaire des peuplements matures avant les traitements de coupes**

L'échantillonnage avant coupe est effectué avec un sondage systématique de PO répartie à chaque 100 mètres, donc un PO par hectare. Les plans de sondage sont construits avec le logiciel GSF Sondage.

La prise de données se fait avec un GPS de Type Garmin. Le GPS sert donc d'outil pour inscrire les données et d'outil pour s'orienter vers les PO. Les données amassées lors de l'inventaire par PO avant coupe partielle sont inscrites dans le tableau 1.

**Tableau 1**

Critères d'évaluation des points d'observation [Forêt Mélangée 2007] <b>sur GPS Garmin</b>		
Critères	Possibilités	
1	S.T. (m <sup>2</sup> /ha)	[XX]
2	Volume (m <sup>3</sup> /ha)	[A] 130 et +, [B] 80 à 130, [C] 30 à 80, [D] 0 à 30
3	Densité (nb.ti/ha)	[9] 3000 et +, [8] 1000 à 3000, [7] 500 à 1000, [6] 0 à 500
4	Prod. prioritaire	[A] SEPM, [B] PEU, [C] MPEFIR, [D] MPEFIF, [E] BOP, [F] MBOFIR, [G] MBOFIF, [H] M RIF®, [I] M RF(F), [J] M R-BOU®, [K] M R-BOU(F), [L] M R-Fpt®, [M] M R-Fpt(F), [N] M R-Ft®, [O] M R-Ft(F), [P] M R-Ers®, [Q] M R-Ers(F), [R] F Bop, [S] F Bou, [T] F Chn, [U] F Fpt, [V] F Ers, [W] F Ft.
5	Obs. visuelle (%)	[1] 0 à 25, [2] 26 à 50, [3] 51 à 75, [4] 76 à 100, [5] 0 à 25 RES, [6] 26 à 50 RES, [7] 51 à 75 RES, [8] 76 à 100 RES
6	Structure	[1] Subalpin, [2] Dense, [3] Régulier, [4] Irrégulier
7	Dégagement	[A] 100% dégagées à 50% et +, [B] 75% dégagées à 50% et +, [C] 50% dégagées à 50% et +, [D] 25% dégagées à 50% et +
8	Coef. distribution (%)	[1] 0 à 25, [2] 26 à 50, [3] 51 à 75, [4] 76 à 100
9	Traitements	[A] CJ, [B] CPE, [C] EC, [D] CRS, [E] CPRS, [F] ATTENDRE

### 3. Inventaire multiressource par points d'observations

La méthode par PO a été adaptée afin d'intégrer des critères fauniques. Depuis sa création, la méthode des PO a évolué afin de dresser une image plus complète des territoires inventoriés.

Le nombre maximum de caractères disponibles dans l'encodage des GPS Garmin est restreint à 26. Donc, pour cette méthode, l'encodage prend 23 caractères pour décrire les caractéristiques forestières observées et trois autres pour inscrire le numéro du PO.

**Tableau 2**

Critères d'évaluation des points d'observation, <b>inventaire multiressource</b> en forêt mixte (2007) sur GPS Garmin				
Critères		Possibilités		
Titre	1	S.T. Ft	Nombre de tige X 2	
	2	S.T. Fi	Nombre de tige X 2	
	3	S.T. res	Nombre de tige X 2	
	4	Diamètre moyen	XX	
	5	GPP	[A] SEPM, [B] PEU, [C] MPEFIR, [D] MPEFIF, [E] BOP, [F] MBOFIR, [G] MBOFIF, [H] M RFi®, [I] M RFi(F), [J] M R-BOU®, [K] M R-BOU(F), [L] M R-Fpt®, [M] M R-Fpt(F), [N] M R-Ft®, [O] M R-Ft(F), [P] M R-Ers®, [Q] M R-Ers(F), [R] F Bop, [S] F Bou, [T] F Chn, [U] F Fpt, [V] F Ers, [W] F Ft.	
	6	Structure	[A] Subalpin [B] Dense [C] Régulier [D] Irrégulier	
Commentaires	7	Âge	[1] Régénération, [2] Jeune, [3] Immature, [4] Mature, [5] Suranné	
	8	Dégagement	[A] 76 à 100% dégagées à 50% et +, [B] 51 à 75% dégagées à 50% et +, [C] 26 à 50% dégagées à 50% et +, [D] 0 à 25% dégagées à 50% et +	
	9	Cote de régénération	[1] Res [2] Feuill, [3] R + F, [4] F + R, [5] Faible	
	10	Densité (nb.gaulles/ha)	[A] 0 à 200, [B] 200 à 500, [C] 500 à 1000, [D] 1000 à 2000, [E] 2000 à 3000, [F] 3000 et plus	
	11	Hauteur des gaules	[1] 15 à 150 cm, [2] 151 à 300 cm, [3] 301 à 700 cm, [4] 700 cm et +	
	12	Débris ligneux	[A] 0 à 10%, [B] 10% à 30%, [C] 30% et +	
	13	Chicots	a) Nombre de chicots dhp de 10 à 18 b) Nombre de chicots dhp de 20 à 28 c) Nombre de chicots dhp 30 et +	*si présence de plus de 9 chicots d'une même catégorie; mettre 9
	14	Obs. visuelle	0-1m résineux	[A] 0 à 30%, [B] 31 à 70%, [C] 70% et +
		Obs. visuelle	0-1m feuillu	[A] 0 à 30%, [B] 31 à 70%, [C] 70% et +
		Obs. visuelle	1-2m résineux	[A] 0 à 30%, [B] 31 à 70%, [C] 70% et +
Obs. visuelle		1-2m feuillu	[A] 0 à 30%, [B] 31 à 70%, [C] 70% et +	

Dans un contexte où le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.) est un élément déterminant de la prescription sylvicole et donc de la méthode d'intervention en forêt, une lacune est remarquée dans la prise de données des PO multiressources de 2007, la surface terrière ne dissocie pas le tremble des autres feuillus intolérants. La proposition pour la méthode de 2008 est de limiter la caractérisation des chicots à deux classes et l'obstruction visuelle à trois classes afin de libérer deux caractères pour la surface terrière du tremble. Ce qui donne ces nouveaux critères pour 2008.

**Tableau 3**

Critères d'évaluation des points d'observation, inventaire multiressource en forêt mixte (2008) sur GPS Garmin				
Critères		Possibilités		
Titre	1	S.T. PET	Nombre de tige X 2	
	2	S.T. Fi	Nombre de tige X 2	
	3	S.T. res	Nombre de tige X 2	
	4	S.T. Ft	Nombre de tige X 2	
	5	Diamètre moyen	XX	
	6	GPP	[A] SEPM, [B] PEU, [C] MPEFIR, [D] MPEFIF, [E] BOP, [F] MBOFIR, [G] MBOFIF, [H] M RFi®, [I] M RFi(F), [J] M R-BOU®, [K] M R-BOU(F), [L] M R-Fpt®, [M] M R-Fpt(F), [N] M R-Ft®, [O] M R-Ft(F), [P] M R-Ers®, [Q] M R-Ers(F), [R] F Bop, [S] F Bou, [T] F Chn, [U] F Fpt, [V] F Ers, [W] F Ft.	
	7	Structure	[A] Subalpine [B] Dense [C] Régulière [D] Bi-étagée [E] Irrégulière	
Commentaires	8	Âge	[1] Régénération, [2] Jeune, [3] Immature, [4] Mature, [5] Suranné	
	9	Dégagement	[A] 76 à 100% dégagées à 50% et +, [B] 51 à 75% dégagées à 50% et +, [C] 26 à 50% dégagées à 50% et +, [D] 0 à 25% dégagées à 50% et +	
	10	Cote de régénération	[1] Res [2] Feuil, [3] R + F, [4] F + R, [5] Faible	
	11	Densité (nb.gaulles/ha)	[A] 0 à 200, [B] 200 à 500, [C] 500 à 1000, [D] 1000 à 2000, [E] 2000 à 3000, [F] 3000 et plus	
	12	Hauteur des gaules	[1] 15 à 150 cm, [2] 151 à 300 cm, [3] 301 à 700 cm, [4] 700 cm et +	
	13	Débris ligneux	[A] 0%, [B] 1 à 5%, [C] 6 à 10%, [D] 11 à 20%, [E] 20 à 30%, [F] 30% et +	
	14	Chicots	a) Nombre de chicots DHP entre 10 et 24 b) Nombre de chicots DHP 26 et +	*si présence de plus de 9 chicots d'une même catégorie; mettre 9
	15	Obs. visuelle	0-1m résineux et feuillus	[A] 0 à 30%, [B] 31 à 70%, [C] 70% et +
	Obs. visuelle	1-2m résineux	[A] 0 à 30%, [B] 31 à 70%, [C] 70% et +	
	Obs. visuelle	1-2m feuillu	[A] 0 à 30%, [B] 31 à 70%, [C] 70% et +	

#### **4. Inventaire avant éclaircie précommerciale mixte**

L'inventaire par PO dans ce type de projet a été combiné avec l'inventaire conventionnel. L'inventaire conventionnel permet de calculer les taux à l'hectare attribués pour l'application du traitement et de permettre de comparer cette méthode avec celle par PO.

##### **4.1 Plan de sondage**

Selon les normes du ministère, le nombre de parcelles à effectuer est évalué en fonction de la superficie du territoire à inventorier. Ainsi, en connaissant le nombre de parcelles à planifier, on déduit l'équidistance des parcelles afin que celles-ci couvrent le plus de territoire possible.

L'équidistance est trouvée à l'aide de la formule suivante :

$$É = \sqrt{(s/p)}$$

Avec É = l'équidistance

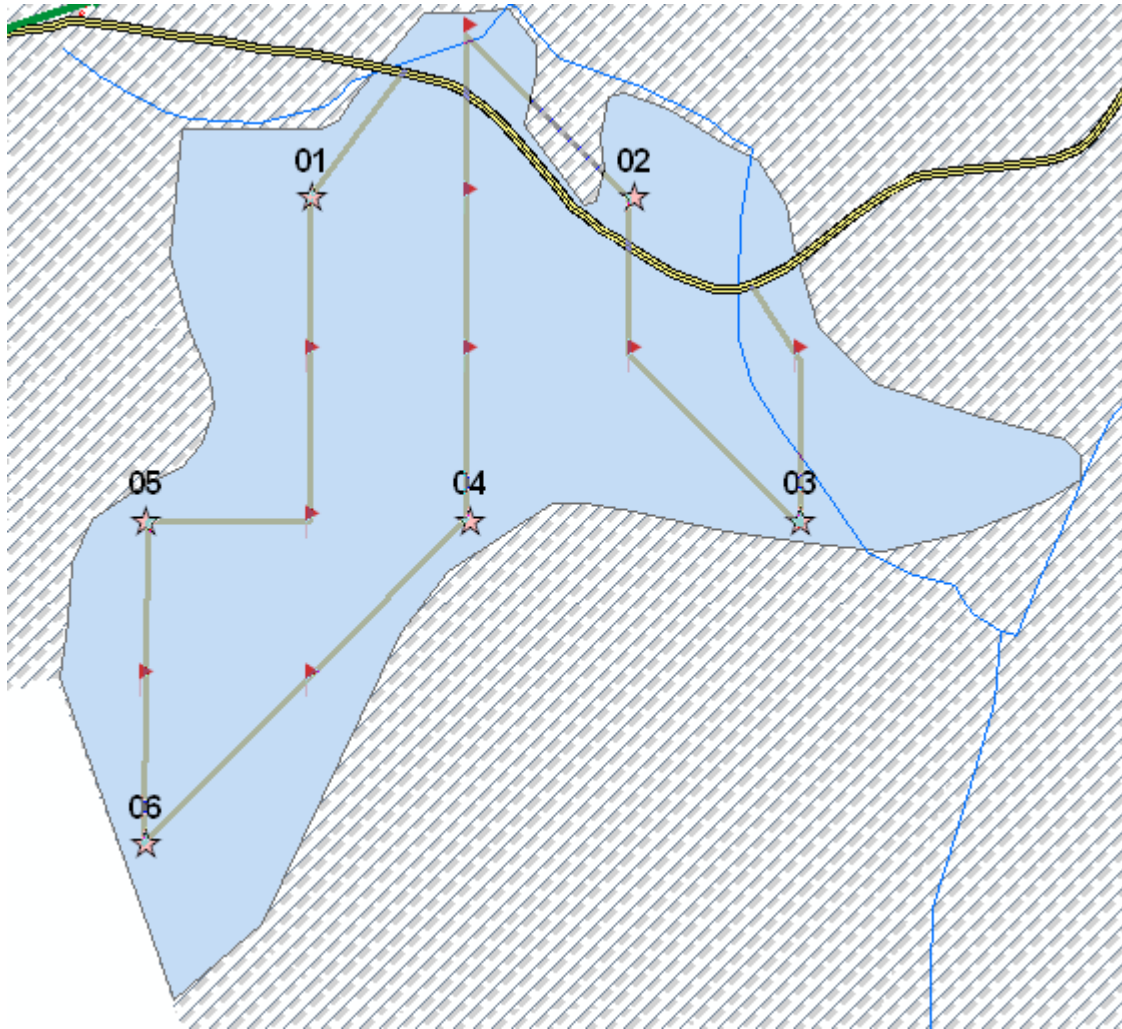
S = la superficie

P = le nombre de parcelles à planifier

Dans les secteurs n'ayant pas une géométrie parfaite, il est toujours préférable de réduire l'équidistance obtenue car il peut être difficile de planifier la totalité des parcelles en gardant la valeur obtenue. Il a été préalablement recommandé de planifier les PO à tous les 50 mètres pour obtenir une image fidèle de l'ensemble du territoire. Cependant, étant donné que cette méthode est combinée à un inventaire conventionnel (suivi 10 ans), on propose de diviser l'équidistance des parcelles d'inventaire par deux et de placer ainsi un PO à égale distance entre deux parcelles. Cette mesure permet de construire un quadrillage dont les intersections, une fois superposées aux blocs permettront de décider de l'emplacement des parcelles et des PO. Des PO seront également réalisés au centre des parcelles conventionnelles afin de pouvoir faire un suivi des deux types d'inventaires.

Il est à noter qu'en divisant l'équidistance par deux, on multiplie par quatre le nombre de points. Il est important, lors du positionnement des parcelles, de respecter l'équidistance adoptée au départ. Les PO sont ensuite positionnés entre les parcelles sur les lignes de virées.

La carte ci-dessous (Figure 1) illustre une combinaison de parcelles d'inventaire (suivi 10 ans) (étoiles) et de PO (drapeaux rouges). Les parcelles d'inventaire sont situées à une équidistance d'au moins 120 mètres, tandis qu'on retrouve un PO à tous les 60 mètres à l'intérieur du bloc. Noter qu'un PO est également fait à l'emplacement de chacune des parcelles.



**Figure 1 :** Exemple de plan de sondage selon la méthodologie par PO combinée à l’inventaire conventionnel (suivi 10 ans). Les étoiles représentent les parcelles d’inventaire (suivi 10 ans) et les drapeaux rouges représentent les PO.

#### 4.2 Prise de données des PO

Comme pour les autres inventaires par PO, la prise de données se fait sur le GPS de type Garmin. Le tableau 4 énumère les données qui sont prises dans les PO.

**Tableau 4** : Légende utilisée pour la prise de donnée au GPS Garmin pour l'inventaire par PO avant éclaircie précommerciale mixte

Format de saisi : 1 2a 2b 2c 3a 3b 3c 4 5 6

Caractère	Description	Légende
1.	Surface terrière des feuillus rémanents	1 = 2 m <sup>2</sup> /ha et moins 2 = > 2 m <sup>2</sup> /ha
2a. 2b. 2c.	% de recouvrement en gaules résineux % de recouvrement en gaules feuillus commerciaux % de recouvrement en gaules feuillus non-commerciaux	A = 76 à 100% B = 51 à 75% C = 26 à 50% D = 25% et moins
3a. 3b. 3c.	Hauteur des gaules de résineux Hauteur des gaules de feuillus commerciaux Hauteur des gaules de feuillus non-commerciaux	1 = < 1,5 m 2 = 1,5 m à 6 m 3 = > 6 m
4.	Présence d'essence noble (semis ou gaules)	A = Pib B = Tho C = Frn D = Boj E = Ers F = Combinaison de plusieurs essences
5.	Piste faunique	0 = Rien 1 = Indicateur d'original 2 = Indicateur de lièvre 3 = Observation de gélinotte 4 = Autre 5 = Combinaison de plusieurs indicateurs
6.	Information sur le terrain	A = pente nulle et terrain sec. B = pente nulle et terrain humide. C = Pente faible (3 à 9%) D = Pente moyenne (10 à 20%) E = Pente forte (>20%)

## Annexe 2

*Les types de données amassées jusqu'à maintenant avec les méthodes d'inventaires par points d'observations*

Le tableau suivant présente le type de donnée pour chacune des observations réalisées lors des différents inventaires par PO. Les données sont pairées avec leurs données correspondantes des inventaires conventionnels. Le type de donnée indique le type d'analyse de concordance qu'il faut réaliser pour valider cette observation selon la procédure décrite dans le présent document.

**Parallèle entre les données d'inventaire par PO avec les données des inventaires conventionnels ainsi qu'avec le type de donnée.**

<b>Donnée des inventaires par PO</b>	<b>Donnée des inventaires conventionnels</b>	<b>Type de donnée</b>
Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	Calcul de la Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	Donnée numérique
Volume par classes (m <sup>3</sup> /ha)	Calcul du volume (m <sup>3</sup> /ha)	Donnée ordinale
Densité par classe (n.b. ti./ha)	Densité (n.b. ti./ha)	Donnée ordinale
Production prioritaire	Dénombrement par essence	Donnée nominale
Obstruction visuelle (%)	Dénombrement des gaules par essence	Donnée ordinale
Structure	Structure diamétrale du peuplement	Donnée nominale
Dégagement par classes	Taux de dégagement de la cime vivante ou densité	Donnée ordinale
Coefficient de distribution %	Inventaire des semis	Donnée numérique
Traitement	Analyse des données	Donnée nominale
Diamètre moyen observé	Diamètre moyen mesuré	Donnée numérique
Âge	Inventaire des gaules et des tiges, étude d'arbre	Donnée nominale
Cote de régénération	Inventaire des semis et des gaules	Donnée nominale
Hauteur des gaules par classes	Hauteur mesurée	Donnée ordinale
Débris ligneux observés	Débris ligneux observés	Donnée ordinale
Nombre de chicots	Nombre de chicots	Donnée numérique
Obstruction visuelle par classes	Dénombrement des gaules	Donnée ordinale
Surface terrière des feuillus rémanents	Dénombrement des feuillus rémanents	Donnée numérique
Pourcentage de recouvrement en gaules par classes	Dénombrement des gaules	Donnée ordinale
Hauteur des gaules par classes	Hauteur moyenne des gaules	Donnée ordinale
Présence d'essence noble	Inventaire des tiges	Donnée nominale
Piste faunique	Piste faunique	Donnée nominale
Information sur le terrain	Information sur le terrain	Donnée nominale

## **Annexe 3**

***Autre méthode de validation des données récoltées par  
l'inventaire par points d'observations***

## **1. Introduction**

Une autre méthode a été développée pour valider certains types de données prises lors de l'inventaire par points d'observation (PO) avant éclaircie précommerciale mixte. Cette méthode pourra éventuellement être utilisée pour répondre à d'autres questions au sujet des inventaires par PO lorsque se sera applicable.

La principale différence avec cette méthode est quelle utilise des moyennes par secteurs pour procéder aux analyses.

Il est important de noter que le niveau de précision dans cette analyse est moins important que la méthode de validation développé dans ce document.

## **2. Méthode pour la comparaison de la saison d'inventaire par points d'observations avant éclaircie précommerciale mixte en 2006 avec la saison 2007**

Pour le projet sur les éclaircies précommerciales adaptées à la forêt mixte, les inventaires par PO ont été réalisés sur deux ans par deux équipes d'inventaire différentes. L'objectif est de valider la méthodologie par PO avant éclaircie précommerciale dans les peuplements mixtes. La réalisation d'inventaires par PO et d'inventaires conventionnels sur deux ans dans le même secteur permet de procéder à des analyses de comparaison afin de bonifier la méthode.

La carte de la figure 1 montre les PO réalisés en 2006 et ceux réalisés en 2007.



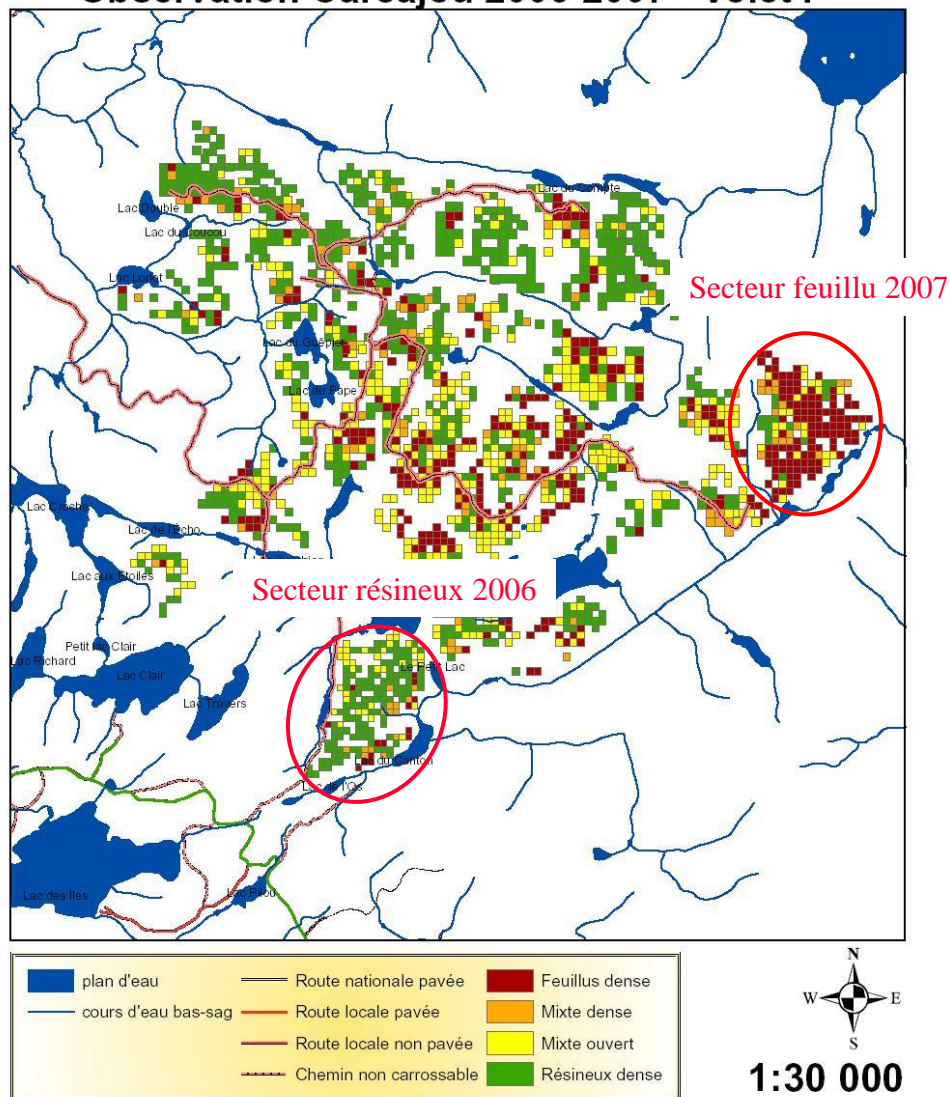
## 2.1 Analyse de la période d'inventaire

Les inventaires en 2006 et en 2007 n'ont pas été réalisés à la même période au cours de la saison d'inventaire. En 2006, l'inventaire a été réalisé pendant la période du 17 octobre au 9 novembre alors qu'en 2007, c'était du 19 septembre au 16 octobre. Il a donc été suggéré que la période pendant laquelle l'inventaire est réalisé a une influence sur l'observation des techniciens. Si l'inventaire est réalisé lorsque les feuilles sont tombées, le pourcentage de couvert résineux apparaîtra plus important qu'il n'est en réalité.

Afin de tester cette hypothèse, une analyse par secteur a été réalisée. À partir de la carte du type de couvert forestier, deux secteurs échantillonnés à des années différentes ont été ciblés. Ces secteurs semblent composés des types de peuplement les plus opposés selon l'inventaire par PO. Il y a un secteur constitué majoritairement de peuplements résineux denses qui a été inventorié à la fin de l'automne lorsque les feuilles des feuillus étaient tombées et un secteur constitué principalement de peuplements feuillus denses qui a été inventorié au début de l'automne lorsque les feuilles étaient toujours dans les arbres. La comparaison des données du nombre de tiges de résineux et de feuillus des parcelles d'inventaire conventionnel (inventaire par grappes) réalisées dans ces deux secteurs avec les données du pourcentage de couvert de résineux et de feuillus des PO devrait permettre de tester l'hypothèse et de valider cet aspect de la méthode par PO.

Les analyses statistiques sont des Test de t entre les pourcentages de recouvrement en gaules. Les calculs ont été réalisés avec le logiciel Jump In version 5.1 (SAS Institute Inc. 2003).

## Type de couvert Observation Carcajou 2006-2007 - Volet I



**Figure 2 :** Identification des deux secteurs soumis à la première analyse par secteur

### 2.2 Résultats de la première analyse par secteur :

**Tableau 1 :** Comparaison du nombre de tiges par grappe de l'inventaire conventionnel pour les deux secteurs analysés

Secteur	Nombre de grappe	Nombre moyen de tiges résineuses par grappe	Nombre moyen de tiges feuillues par grappe
<b>Secteur résineux 2006</b>	25	26	47
<b>Secteur feuillu 2007</b>	12	9	85
<b>T-test</b>		$P < 0,0001$	$P = 0,0788$

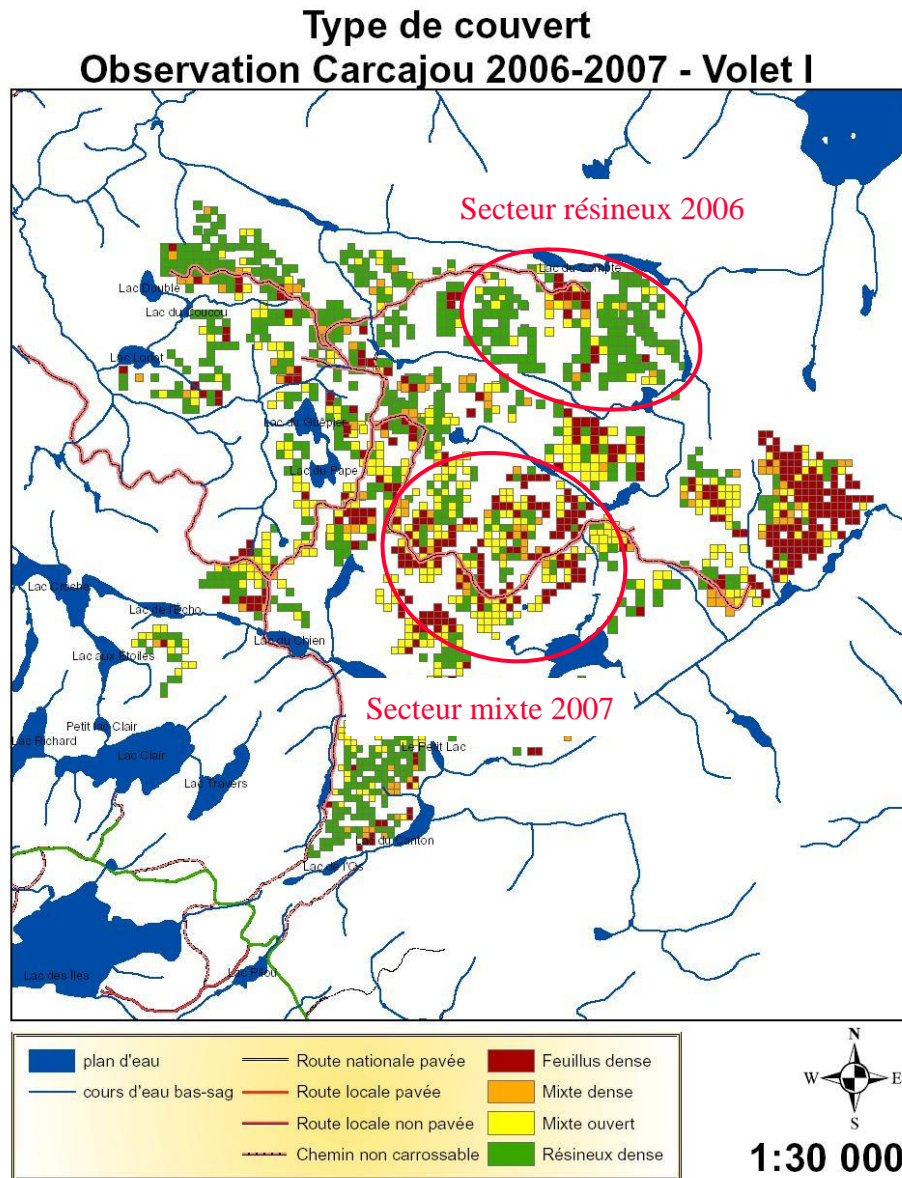
Les résultats du test de T (*T-test*) sont significatif jusqu'à  $P = 0,05$

L'analyse des résultats montre que le secteur résineux dense inventorié en 2006 a significativement ( $P < 0,0001$ ) plus de tiges résineuses en moyenne (26 tiges) que le secteur feuillu dense inventorié en 2007 (9 tiges). Pour le nombre moyen de tiges feuillues, le résultat n'est pas significatif ( $P = 0,0788$ ). Cependant, le nombre moyen de tiges feuillues par grappe est supérieur dans le secteur feuillu de 2007 (85 tiges) que dans le secteur résineux de 2006 (47 tiges). L'inventaire conventionnel réalisé avec des données numériques confirment donc ce qui a été observé lors de l'inventaire par PO. Ces résultats suggèrent que les données de PO sont valables même si l'inventaire de 2006 a été réalisé à la fin de l'automne lorsque les feuilles étaient tombées.

Bien que le secteur résineux inventorié en 2006 ait un pourcentage de recouvrement en gaules de résineux supérieur au pourcentage de recouvrement en gaules de feuillus selon les PO, ce résultat ne se confirme pas dans l'inventaire conventionnel (26 tiges résineuses en moyenne contre 47 tiges feuillues). Ceci s'explique probablement par le fait qu'une gaule de résineux occupe plus d'espace en largeur qu'une gaule de feuillu. Donc, une gaule de résineux a un pourcentage de recouvrement supérieur à une gaule de feuillu.

### 2.3 Deuxième analyse

D'autres secteurs ont été analysés selon la même méthodologie. Ces secteurs présentent toutefois un contraste de peuplements moins important que l'analyse précédente. En effet, le secteur inventorié en 2007 présente un mélange de peuplements mixtes, résineux et feuillus alors que le secteur inventorié en 2006 est toujours composé de peuplements résineux.



**Figure 3 :** Indentification des deux secteurs soumis à la deuxième analyse par secteur

## 2.4 Résultats de la deuxième analyse par secteur :

**Tableau 2 :** Comparaison du nombre de tiges par grappe de l'inventaire conventionnel pour les deux secteurs analysés

Secteur	Nombre de grappe	Nombre moyen de tiges résineuses par grappe	Nombre moyen de tiges feuillues par grappe
Secteur résineux 2006	21	24	42
Secteur mixte 2007	21	12	55
<i>T-test</i>		<i>P= 0,0093</i>	<i>P=0,4200</i>

Les résultats du test de T (*T-test*) sont significatif jusqu'à  $P = 0,05$

L'analyse des résultats montre que le secteur résineux dense inventorié en 2006 a encore significativement ( $P = 0,0093$ ) plus de tiges résineuses en moyenne (24 tiges) que le secteur mixte inventorié en 2007 (12 tiges). Pour le nombre moyen de tiges feuillues le résultat n'est toujours pas significatif ( $P = 0,4200$ ). Cependant, le nombre moyen de tiges feuillues par grappe est supérieur dans le secteur mixte de 2007 (55 tiges) que dans le secteur résineux de 2006 (42 tiges).

Ces résultats sont similaires à ceux de la première analyse et donnent un certain niveau de confiance à la méthode par PO puisque les données numériques confirment en partie les observations réalisés sur le terrain.