

**ESTIMATION DES VOLUMES
DE BOIS AFFECTÉS
PAR LES OPÉRATIONS DE RÉCOLTE**

INSTRUCTIONS

Produit en février 2004

Remerciements

Remerciements à M. Gilles Désaulniers, Ph.D.
pour sa collaboration dans l'élaboration de la
mathématique, de la statistique et de l'échantillonnage

Réalisation

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs
Direction de l'assistance technique
Division des permis d'intervention et de l'utilisation polyvalente
M. Léon Beaulieu, ing. f.
880, chemin Sainte-Foy, 9^e étage
Québec (Québec)
G1S 4X4
Téléphone : (418) 627-8656
Télécopieur : (418) 646-9267
Courriel : assistance.technique.forets@mrnfp.gouv.qc.ca

Diffusion

Code de diffusion : 2003-3509

© Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs
Dépôt légal- Bibliothèque nationale du Québec, 2004

Table des matières

1.	INTRODUCTION	1
2.	CADRE DE RÉFÉRENCE	1
2.1	Définition de la notion de «volume sain»	2
2.2	Méthodes d'estimation des volumes affectés par les opérations de récolte (VAOR)	2
2.2.1	Méthode par échantillonnage des aires de récolte	2
2.2.2	Méthode basée sur un inventaire d'intervention	3
2.2.2.1	Par secteur d'intervention	3
2.2.2.2	Par strate regroupée d'inventaire	3
2.2.2.3	Évaluation des résultats	4
2.2.3	Méthode d'échantillonnage dans les îlots non récoltés	5
3.	MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE	6
3.1	Secteur d'intervention	6
3.2	Placette d'échantillonnage	7
3.3	Établissement du nombre de placettes échantillons	7
3.3.2	Localisation cartographique des placettes d'échantillonnage	9
3.3.3	Dimension de la placette	9
3.4	AEÉT	9
4.	OPÉRATIONS SUR LE TERRAIN	11
4.1	Secteurs d'intervention	12
4.1.1	Virées d'inventaire	12
4.1.2	Placette d'échantillonnage	12
4.2	AEÉT	13
4.2.1	Virées d'inventaire	13
4.3	Observations	13
4.3.1	Équipement requis	13
4.3.2	Formulaire de prise de données	14
4.3.3	Matière ligneuse marchande	14
4.3.4	Mesures des pièces de bois	15
4.3.4.1	Mesure de la surlongueur des souches	15
4.3.4.2	Mesure des arbres (debout ou renversés)	16
4.3.4.3	Mesure des billes et tronçons	16
4.3.4.4	Mesure des branches	17
5.	CALCUL DU VOLUME NET	17
6.	ESTIMATION DU VOLUME TOUCHÉ PAR LES OPÉRATIONS DE RÉCOLTE DANS UNE AIRE COMMUNE	18
6.1	Glanures	18
6.2	Volume mesuré	18
6.3	Niveau de précision	18
7.	RÉFÉRENCES	20

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de ses activités de contrôle, le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs doit s'assurer que les volumes marchands de matière ligneuse qui sont affectés par les opérations de récolte ne dépassent pas la possibilité forestière établie par essence pour chaque aire commune.

Les présentes instructions décrivent les méthodes à utiliser pour évaluer ces volumes.

2. CADRE DE RÉFÉRENCE

La Loi sur les forêts stipule que le volume attribué par contrat, par essence ou par groupement d'essences ne peut dépasser la possibilité annuelle de coupe à rendement soutenu de l'unité d'aménagement sur laquelle il est attribué. De plus, l'article 86.1 de la loi permet au ministère de réduire le volume d'un permis annuel lorsqu'il constate un dépassement pour une année donnée en regard du volume autorisé. Pour assurer le respect de ces dispositions légales, il est requis de procéder à la mesure et à la comptabilisation des volumes « coupés » annuellement par les bénéficiaires de CAAF, de CtAF et de CvAF.

Les « volumes marchands coupés » en relation avec le permis annuel d'intervention sont, en théorie, ce qui devrait être quantifié pour établir une correspondance avec la possibilité annuelle de coupe. Cependant, les données à comptabiliser ne sont pas constituées uniquement des volumes coupés. En effet, il arrive que des arbres ou groupes d'arbres verts ou morts contenant du volume sain, situés dans une aire où la récolte a été réalisée, n'aient pas été coupés ou récoltés alors qu'ils auraient normalement dû l'être.

La correspondance avec les volumes par essence de la possibilité forestière doit être faite avec les volumes marchands affectés par les opérations de récolte (VAOR), constitués par la sommation :

- des volumes effectivement coupés et mesurés;
- des volumes des glanures laissées sur le site de récolte;
- des volumes de bois présents dans des îlots boisés qui n'ont pas été coupés mais qui devaient l'être.

En principe, lorsqu'une activité de récolte est réalisée, tous les volumes marchands doivent être récoltés et mesurés. Or, il arrive que des bois marchands ne soient pas nécessairement récoltés (c'est-à-dire coupés et amenés dans les empilements) ni mesurés. Pour établir le volume affecté par les opérations de récolte, il est donc nécessaire de procéder aussi à une évaluation du volume de bois marchand qui a été laissé dans les aires de récolte.

Par la suite, il y a lieu d'établir, par aire commune, la correspondance entre les volumes marchands affectés par les opérations de récolte et la possibilité forestière.

2.1 Définition de la notion de «volume sain»

Toutes les tiges d'essences résineuse et feuillue vivantes laissées sur les aires de récolte doivent être mesurées. L'inventaire doit également tenir compte du volume sain des arbres morts ou des parties d'arbres morts d'essence résineuse laissés sur les aires de récolte.

Les arbres morts ou parties d'arbres morts d'essence résineuse dont le volume sain est mesuré, répondent aux critères suivants :

- la fibre est sèche et difficile à briser lorsqu'une éclisse de bois d'une épaisseur d'environ 2,5 cm, prélevée à la hache, est soumise à la pression moyenne des mains;
- l'écorce est absente ou se détache facilement;
- absence de couronne de matière ligneuse friable, complète ou incomplète;
- absence de mousse sur le dessus du rondin.

Cependant, l'estimateur peut rejeter un arbre mort ou une partie d'arbre mort d'essence résineuse de l'inventaire s'il retrouve au moins 1 défaut, continu ou discontinu, sur plus du tiers de la longueur de l'arbre ou du tronçon.

2.2 Méthodes d'estimation des volumes affectés par les opérations de récolte (VAOR)

Les bénéficiaires de contrats doivent, au préalable, aviser les unités de gestion de la méthode d'estimation qu'ils utiliseront pour leur aire commune. De plus, ils devront choisir une seule méthode pour l'ensemble de l'aire commune.

La prise de mesure doit être faite entièrement par essence. Les compilations, par la suite, pourront être effectuées par essence ou groupe d'essences.

2.2.1 Méthode par échantillonnage des aires de récolte

Pour déterminer dans une aire commune, les volumes marchands par essence qui sont affectés par les opérations de récolte, il est nécessaire d'additionner les volumes mesurés et les volumes des glanures laissées sur le terrain, dans les aires de récolte (CPRS coupes avec abatteuses, CPRS coupes avec multifonctionnelles et les coupes partielles), dans les aires ayant servi à l'empilement, à l'ébranchage et au tronçonnage des bois (AEÉT) et dans les îlots de bois debout qui auraient dû être récoltés.

Dans les coupes effectuées avec le procédé de récolte multifonctionnelle où il n'y a pas d'AEÉT, le secteur d'intervention se limite au chemin et doit être échantillonné au complet.

En ce qui concerne les volumes des bois mesurés, les résultats sont facilement accessibles par la compilation des données de mesurage inscrites dans Mesubois¹.

La méthode par échantillonnage des aires de récolte est décrite en détail, dans le présent document, à partir de la Section 3.

2.2.2 Méthode basée sur un inventaire d'intervention

À partir de la saison 2003-2004, un inventaire d'intervention pourra être utilisé pour calculer les volumes affectés par les opérations de récolte. Cet inventaire pourra être réalisé soit par secteur d'intervention, soit par strates regroupées d'inventaire.

La précision recherchée est de 90 % au niveau des essences principales, à l'échelle du plan d'intervention. Toutefois, si la précision recherchée n'est pas atteinte, l'estimateur doit ajouter des placettes échantillons afin de l'obtenir. Sinon l'inventaire doit être repris avec la méthode par échantillonnage des aires de récolte.

2.2.2.1 Par secteur d'intervention

Le plan de sondage doit être établi conformément à la Section 3.1 du manuel «Méthodes d'échantillonnage pour les inventaires d'intervention (inventaire avant traitement) et le suivi des interventions forestières (après martelage, après coupe et années antérieures) exercice de 2003-2004». Lors de la prise de données, les tiges résineuses mortes contenant du «volume sain» doivent être considérées et compilées.

2.2.2.2 Par strate regroupée d'inventaire

Le plan de sondage devra se faire selon la méthode décrite à la Section 3.1 du manuel «Méthodes d'échantillonnage pour les inventaires d'intervention (inventaire avant traitement) et le suivi des interventions forestières (après martelage, après coupe et années antérieures) exercice de 2003-2004». Lors de la prise de données, il faudra ajouter les tiges résineuses mortes contenant du «volume sain».

Cependant, les observations à recueillir sont :

- l'identification ;
- le point de départ ;
- le point d'arrivée ;
- le dénombrement (classe de DHP ayant 10 cm et plus) :
 - o essence ;
 - o diamètre (classe de 2 cm) ;
 - o hauteur totale des tiges vivantes et mortes debout ;
- la ou les remarques.

¹ Système informatique gouvernemental soutenant le processus de mesurage et de facturation, notamment par la saisie et la compilation des données de mesurage pour les fins de facturation des droits à payer sur les volumes récoltés.

2.2.2.3 Évaluation des résultats

Pour les coupes avec protection de la régénération et des sols, les volumes marchands globaux affectés par les opérations de récolte sont obtenus en appliquant les volumes à l'hectare aux superficies de récolte (superficies récoltées et celles qui auraient dû l'être).

Dans le cas des coupes partielles, les volumes marchands globaux affectés par les opérations de récolte sont obtenus en appliquant la différentielle des volumes marchands à l'hectare, avant et après coupe, obtenus par inventaire des superficies de récolte (superficies récoltées et celles qui auraient dû l'être).

Lorsque des coupes avec protection de la régénération et des sols et des coupes partielles sont effectuées dans une même aire commune, le VAOR de cette aire correspond à la sommation des valeurs obtenues pour chacun de ces types d'intervention, pondérées selon leurs superficies respectives.

Exemple de résultats (groupe d'essences SEPM)

VOLUME SEPM							
Coupes CPRS		SAB	EPB	MEL	PIG	TOTAL	
	Volume à l'hectare (m ³ /ha) :	47,59	72,04	0	0	119,63	
	Superficie de coupe (ha) :					1 025	
	VAOR (volume à récolter en m ³):	48 780 ²	73 841	0	0	122 621	
	Mesurage de bois (m ³):					112 578	
	Glanures (m ³):	(122 621 m ³ – 112 578 m ³)				10 043	
Coupes partielles		Avant coupe			Après coupe		
		SAB	EPB	TOTAL	SAB	EPB	TOTAL
	Volume à l'hectare (m ³ /ha) :	30.35	90.99	121,34	25.64	66.99	92,63
	Superficie de coupe (ha) :	479,5			479,5 ha		
	Volume total	14 553 ³	43 630	58182	12 295	32 121	44 416
	VAOR (volume à récolter en m ³):	58 182 m ³ - 44 416 m ³				13 767	
	Mesurage de bois (m ³):	11 987 m ³					
	Glanures (m ³):	13 767 m ³ - 11 987 m ³				1 780	

² Volume affecté par les opérations de récolte est égal au produit du volume à l'hectare par la superficie

³ Idem

2.2.3 Méthode d'échantillonnage dans les îlots⁴ non récoltés

La prise de données devra se faire selon le document «Normes d'inventaire forestier – placettes échantillons temporaires – peuplement de 7 m et plus de hauteur – Édition 2002 – DIF, MRN». Il faudra tenir compte des tiges résineuses mortes contenant du «volume sain».

Cependant, les observations à recueillir consistent à :

- l'identification ;
- le point de départ ;
- le point d'arrivée;
- le dénombrement (classe de DHP ayant 10 cm et plus) :
 - essence ;
 - diamètre (classe de 2 cm) ;
 - hauteur totale des tiges mortes debout;
- la ou les remarques.

On entend par «îlots de bois non récoltés mais qui auraient dû l'être» les îlots résiduels⁵ : les fonds de secteurs non récoltés, les lisières boisées trop larges, des secteurs de pentes fortes non récoltés, etc. Toutefois, il y a lieu de valider si l'îlot ne sera pas récolté dans le cadre d'un PAIF ultérieur.

On définit les forêts morcelées⁶ :

- comme un peuplement enclavé :

Un peuplement forestier productif accessible qui est réduit sur tout l'horizon de simulation peut importer son stade de développement. Ce peuplement ne pourra pas, dans un horizon assez éloigné, faire l'objet d'une intervention forestière en raison de contraintes physiques (topographiques) ou légales qui font en sorte de le rendre inaccessible.

- ou comme un peuplement orphelin :

Un peuplement orphelin est un peuplement forestier productif accessible qui a atteint la maturité et qui est entouré de peuplements n'ayant pas atteint l'âge de maturité. Il est souvent le résultat d'activités forestières sur les superficies environnantes qui font en sorte que le peuplement est momentanément inaccessible pour des interventions forestières. Il y a deux classes de peuplements orphelins, soit ceux qui sont récupérables à court terme (horizon de 5 à 10 ans) et ceux qui sont non récupérables à court terme. Dans ces situations, le peuplement est soustrait de la simulation entre 5 à 10 ans ou jusqu'à ce que les peuplements adjacents aient atteint la maturité. La gestion de ces

⁴ Îlots de bois non récoltés alors qu'ils auraient dû l'être.

⁵ Synonyme de forêts morcelées ou de peuplements orphelins.

⁶ Tiré du registre de décision du CCCP, novembre 2003.

peuplements lors des simulations pourrait se faire par compartimentage. Les peuplements orphelins qui deviennent disponible à la récolte font partie des contraintes opérationnelles tel que décrit dans l'OM2002-03.

3. MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'unité d'échantillonnage de l'inventaire du terrain est constituée de 4 ensembles :

1. Tous les secteurs d'intervention d'une aire commune ayant fait l'objet d'une opération de récolte dans les CPRS ou CBPRS ;
2. Tous les secteurs d'intervention d'une aire commune ayant fait l'objet d'une opération de récolte dans les coupes partielles ;
3. Toutes les aires ayant servi à l'empilement, à l'ébranchage et au tronçonnage des bois (AEÉT) d'une aire commune (jetées) ;
4. Tous les îlots de bois non récoltés.

Étant donné les caractéristiques propres à chacune de ces entités, celles-ci doivent être inventoriées de façon distincte.

Les méthodes d'échantillonnage qui sont décrites dans les pages suivantes tiennent compte des caractéristiques distinctes de ces quatre types d'unités d'échantillonnage.

Lors de la confection du plan d'échantillonnage, le responsable de l'inventaire peut déterminer les limites des coupes à partir des informations et documents suivants :

- le rapport annuel d'intervention forestière ;
- le plan annuel d'intervention forestière ;
- toute information recueillie sur le terrain ;
- tout autre document pertinent (par exemple, une imagerie satellite).

3.1 Secteur d'intervention

Dans l'ensemble des secteurs d'intervention, un plan d'échantillonnage doit être établi avec des placettes distribuées systématiquement sur le territoire de l'aire commune ayant fait l'objet d'une récolte au cours d'un exercice.

Dans une même aire commune, si l'aménagement forestier est fait de façon équiennne (CPRS dans le résineux) et de façon inéquiennne (coupes de jardinage dans les peuplements feuillus ou mélangés), il est nécessaire de préparer 1 plan de sondage pour chaque type d'aménagement. De plus, une stratification supplémentaire pourrait être effectuée afin d'obtenir des résultats significatifs par essence ou par groupe d'essences.

Les îlots ou les lisières de forêt qui auraient dû être récoltés mais qui ne l'ont pas été devraient être considérés comme des secteurs d'intervention pour le calcul du nombre de placettes à inventorier.

3.2 Placette d'échantillonnage

La placette est l'élément de base de cet inventaire. La cueillette d'observations dans des placettes vise leur recensement complet et rigoureux du volume de bois sain compris dans les tiges laissées debout ou renversées, dans les tronçons laissés au sol et dans les souches. Ainsi, les calculs de précision de l'inventaire reflètent la sommation de ces trois résultats.

Le rayon de la placette doit être horizontal. Afin d'assurer l'horizontalité de chaque rayon mesuré lorsque la pente est supérieure à 10 %, on utilise un clinomètre pour trouver le pourcentage de pente et, à l'aide du tableau ci-après, on effectue les corrections nécessaires.

Rayon en mètres en fonction du pourcentage de la pente et de la longueur du rayon

Pente %	Rayon suivant la pente selon la placette (m)		Pente %	Rayon suivant la pente selon la placette (m)	
	11,28 m	14,56 m		11,28 m	14,56 m
10	11,34	14,63	45	12,37	15,97
15	11,41	14,72	50	12,61	16,28
20	11,50	14,85	55	12,87	16,62
25	11,63	15,01	60	13,15	16,98
30	11,78	15,20	65	13,45	17,36
35	11,95	15,42	70	13,77	17,77
40	12,15	15,68	75	14,10	18,20

3.3 Établissement du nombre de placettes échantillons

Il faut déterminer le nombre de placettes pour chacun des types d'inventaires suivant :

- Aire de coupes de régénération (méthodes conventionnelle et multifonctionnelle) et aire de coupes partielles ;
- Îlots de bois.

Le nombre de placettes à réaliser doit être calculé au moyen de la formule suivante tirée des travaux de Gilles Désaulniers.

$$N = ES \left[\min \left(2A, (5 + 3\sqrt{A}) + (-1 + \sqrt{J}) \right) \right]$$

où

- ES : entier supérieur
- \min : minimum
- A : superficie coupée dans l'aire commune durant l'exercice
- J : nombre de secteurs d'intervention ayant subi une coupe
- N : nombre de PÉ

L'expression de la superficie totale A devient :

$$A = \sum_{j=1}^J A_j$$

où A_j : aire du j^e secteur d'intervention ayant subi une coupe

Il est suggéré de prévoir un plus grand nombre de placettes dans le plan de sondage pour tenir compte des placettes rejetées parce qu'elles se trouveront dans un endroit inapproprié, tels un chemin ou une aire ayant servi à l'empilement, l'ébranchage et le tronçonnage des bois.

Étant donné que le nombre de placettes par secteur d'intervention se fera proportionnellement à leur superficie, il y a lieu d'utiliser une méthode particulière afin de répartir les placettes de façon optimale pour tenir compte autant des grands que des petits secteurs d'intervention. On évite ainsi que les placettes ne se retrouvent en proportion trop élevée dans les grands secteurs (selon Désaulniers, 2000).

L'allocation des placettes par secteur d'intervention s'effectue donc selon deux processus particuliers décrits en 3.3.1.

3.3.1 Répartition des placettes d'échantillonnage

Le nombre de placettes déterminé au moyen de la formule en 3.3, est divisé par 2 et chacune des parties (N_1 et N_2) est répartie selon les modalités décrites ci-après.

Le nombre de placettes de la partie N_1 est réparti dans les secteurs d'intervention au prorata de la superficie selon la puissance 1.

Le nombre de placettes de la partie N_2 est réparti dans les secteurs d'intervention au prorata de la superficie de chacun affectée d'un exposant 1/3, c'est-à-dire selon la racine cubique.

3.3.2 Localisation cartographique des placettes d'échantillonnage

Le responsable de l'inventaire prépare le plan d'échantillonnage de la façon suivante :

- a) il utilise la méthode qu'il juge la plus adéquate⁷ pour appliquer, sur la carte des secteurs d'intervention, un quadrillage avec une équidistance de 100 m entre les lignes (échelle 1:20 000) ;
- b) les points d'intersection des lignes constituent les endroits où pourraient se situer les placettes. Le responsable numérote ces points d'intersection et tire au hasard les sites où des placettes seront effectivement installées après la détermination du nombre de placettes par secteur d'intervention.

Les placettes sont maintenant localisées aux points d'intersection des virées et de leurs perpendiculaires.

En élaborant ce plan de sondage, le responsable détermine les azimuts des virées et la distance entre les placettes.

3.3.3 Dimension de la placette

La placette circulaire d'échantillonnage, pour les secteurs de coupe CPRS ou pour les îlots de bois, doit avoir un rayon 11,28 mètres correspondant à une superficie de 1/25 d'hectare (0,04 ha).

Lorsque l'on ne peut établir une placette circulaire dans un îlot de bois, l'évaluateur doit implanter une placette d'une autre forme, soit rectangulaire ou carrée dont la superficie correspond à 400 mètres carrés.

Dans le cas d'inventaire dans des peuplements de feuillus tolérants, de pins blanc ou rouge, ou dans un secteur d'intervention ayant subi une coupe de jardinage ou d'éclaircie, le rayon de la placette doit être de 14,56 mètres, soit 1/15 d'hectare.

Le responsable de l'inventaire fait le choix entre les deux dimensions de placette. Toutefois, il est essentiel que l'ensemble d'une unité d'échantillonnage soit réalisée avec des placettes de même dimension.

3.4 AEÉT

L'inventaire doit porter sur toutes les aires annuelles ayant servi à l'empilement, l'ébranchage et le tronçonnage des bois (AEÉT) qui ont été utilisées dans l'aire commune au cours de l'exercice. On peut également inclure au plan d'échantillonnage les aires où du tronçonnage a été effectué par les camionneurs avant de quitter les

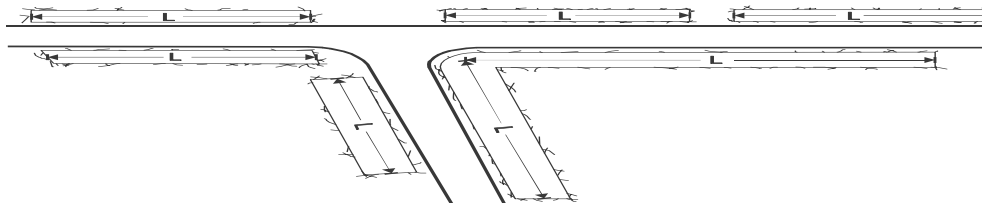
⁷ Il existe également sur le marché, des logiciels commerciaux qui localisent les placettes en utilisant la géomatique.

chantiers. Dans ce dernier cas, on doit pouvoir démontrer la provenance des bois et s'assurer qu'il s'agit de bois non mesuré.

Toutefois, il y a lieu de prévoir un plus grand nombre de placettes pour obtenir des données par essences ou par groupe d'essences (par exemple, les jetées où il y a seulement des érables devraient faire partie d'un plan d'échantillonnage distinct).

Le responsable de l'inventaire localise et mesure en longueur les AEÉT ayant été utilisées dans une aire commune, sur une carte ou une photographie aérienne. Il détermine alors la longueur totale des AEÉT.

Lorsque la distance entre deux aires est inférieure à cinq mètres, la superficie continue d'être associée à ces aires. Par contre, dans le cas où l'aire cesse d'être continue sur une distance supérieure à cinq mètres, la superficie est exclue de l'aire pour être associée à la superficie du secteur d'intervention.



Il est suggéré, dans un premier temps, de localiser au moins 20 sites de placettes systématiquement réparties sur toute la longueur des aires identifiées⁸.

La formule à utiliser pour déterminer le «pas d'échantillonnage» est la suivante :

$$D = \frac{L}{20}$$

où D = distance entre les centres de 2 placettes échantillons voisines
(le pas d'échantillonnage est en mètres)

L = longueur totale des AEÉT en mètres

La 1^{re} placette est localisée à une distance aléatoire (d) à partir du début de l'unité d'échantillonnage. Cette première placette doit être située dans l'intervalle suivant :

$$5 \leq d \leq D - 5$$

⁸ L'intensité d'échantillonnage n'est pas la même que dans les secteurs d'intervention parce que les placettes sont plus homogènes.

La placette est de forme rectangulaire avec une largeur fixe déterminée à dix mètres et une profondeur variable. La mesure de largeur est prise parallèlement au chemin d'accès longeant les AEÉT. La mesure de profondeur quant à elle est prise perpendiculairement à la mesure de largeur. Elle est mesurée en mètre et dixième de mètre.

Exemple : Largeur : 10 mètres Profondeur : 18,3 mètres Superficie : 183 m²

4. OPÉRATIONS SUR LE TERRAIN

Dans cette section, nous indiquerons la marche à suivre pour effectuer l'inventaire de la matière ligneuse marchande non utilisée dans les aires récoltées. Nous parlerons aussi des pièces de matière ligneuse qui doivent être enregistrées lors de la prise de données.

Les opérations sont effectuées en utilisant les outils disponibles (Boussole et Topofil, télémètre, GPS, etc) de localisation des virées et des placettes. Comme tout projet d'inventaire, les évaluateurs doivent rattacher les placettes à un ou des points connus et facilement accessibles.

Le rayon des placettes doit être mesuré avec un ruban gradué. La virée et la placette sont en projection horizontale et les évaluateurs doivent faire des corrections de distance afin de compenser les pentes rencontrées sur le terrain.

Le tableau suivant illustre les corrections à ajouter à une longueur de 50 mètres en fonction de la pente.

Tableau de correction de la pente

% de pente	Mètres à ajouter	% de pente	Mètres à ajouter
10	0,25	80	14,03
15	0,56	85	15,62
20	0,99	90	17,27
25	1,54	95	18,97
30	2,20	100	20,71
35	2,97	105	22,50
40	3,85	110	24,33
45	4,83	115	26,20
50	5,90	120	28,10
55	7,06	125	30,04
60	8,31	130	32,01
65	9,63	135	34,00
70	11,03	140	36,02
75	12,50	145	38,07

4.1 Secteurs d'intervention

4.1.1 Virées d'inventaire

Les points de départ et d'arrivée des virées d'inventaire sont identifiés de façon à demeurer en place afin qu'une vérification puisse être effectuée si nécessaire. Le marquage doit être visible et permanent quelle que soit la méthode employée. On suggère de marquer les points de départ et d'arrivée par un poteau blanchi sur quatre faces et enrubanné.

Sur deux faces opposées dans le sens du cheminement, on indique le numéro de la virée et son azimut.

Les lignes de virée peuvent être enrubannées et il est suggéré d'utiliser une autre couleur de ruban que celle utilisée par les exploitants au cours de leurs opérations. La couleur du ruban utilisée devra être notée sur le feuillet d'inventaire.

4.1.2 Placette d'échantillonnage

Lorsqu'une placette est située en tout ou en partie sur un chemin, dans une AEÉT, dans une lisière boisée qui n'avait pas à être récoltée, ou encore dans un endroit non récolté que le responsable de l'inventaire juge inaccessible et qui ne fait pas partie du calcul de la possibilité forestière, elle doit être annulée. La méthode pour déterminer le nombre de placettes prévoit un plus grand nombre de ces placettes afin de pallier à telle situation.

Cependant, une placette pourrait être déplacée en suivant rigoureusement la méthode suivante :

À partir du centre de la placette originale :

- On additionne 90° à l'azimut de la virée et on se déplace de 50 mètres. Le point d'arrivée devient le nouveau centre de la placette.
- Si la placette ne peut être installée à ce nouveau point, on doit retourner au centre de la placette originale. Ensuite, on ajoute 180° à l'azimut de la virée et on se déplace de 50 mètres. Le point d'arrivée devient le nouveau centre de la placette.
- Si le deuxième déplacement s'avère improductif, on répète l'opération un autre fois avec l'azimut de 270° .
- Si à ce nouveau point, on ne peut établir la placette, la placette est annulée.

Une fois la prise de données effectuée dans la nouvelle placette, on revient sur la virée originale et on continue sur celle-ci.

Cette méthodologie doit être conservée toute la saison et doit assurer un choix aléatoire de l'emplacement de la placette.

On localise le centre de la placette à l'aide d'un piquet blanchi sur quatre faces et enrubanné. Sur deux faces dans le sens du cheminement, on indique le numéro de virée, le numéro de placette et l'azimut.

4.2 AEÉT

Étant donné que les débris des AEÉT peuvent être mis en andains assez rapidement après la récolte, ce qui rend toute évaluation du volume résiduel impossible, l'inventaire doit en être fait avant cette opération. Le responsable de l'inventaire de Forêt Québec doit pouvoir effectuer la vérification de l'inventaire avant que ces bois soient mis en andains.

4.2.1 Virées d'inventaire

Les virées d'inventaire suivent le bord du chemin qui longe les AEÉT dans un secteur d'intervention.

On indique les points de départ et d'arrivée de façon voyante. Le marquage doit être visible et permanent quelle que soit la méthode employée. On suggère d'utiliser un poteau blanchi sur quatre faces et enrubanné.

On inscrit sur deux faces opposées dans le sens du cheminement qu'il s'agit du point de départ ou du point d'arrivée à une virée d'inventaire des AEÉT.

4.2.2 Placette d'échantillonnage

Sur la virée d'inventaire, on localise le début et la fin de la placette à l'aide d'un piquet blanchi sur quatre faces et enrubanné. Sur deux faces opposées dans le sens du cheminement, on indique le numéro de virée et le numéro de la placette.

En général, la placette étant une tranchée, il est facile après coup de la localiser et dans ce cas, il n'est pas nécessaire de placer des bornes pour en indiquer la profondeur. Par contre, si la placette est installée à un endroit où il y a peu de débris, il sera nécessaire d'installer des piquets blanchis et enrubannés pour indiquer cette profondeur.

4.3 Observations

4.3.1 Équipement requis

L'équipement requis pour l'estimation des volumes affectés par les opérations de récolte est le même que pour une opération d'inventaire forestier.

Lorsqu'on effectue des placettes dans les AEÉT, le responsable de l'inventaire peut juger nécessaire d'utiliser de l'équipement forestier, tels une scie à chaîne et un chargeur à grappin, pour déplacer ou trier des bois se retrouvant dans la placette.

4.3.2 Formulaire de prise de données

Le formulaire à utiliser pour procéder à la prise de données doit contenir toutes les informations nécessaires à la compilation des résultats.

Un formulaire doit être utilisé pour chaque placette. Afin d'identifier chaque formulaire à une placette précise, et pour s'assurer de ne pas en perdre, il est nécessaire dans tous les cas de remplir la partie supérieure. Le responsable de l'inventaire devra s'assurer que cette consigne est respectée.

4.3.3 Matière ligneuse marchande

Le volume de matière ligneuse marchande est le volume sain présent dans une pièce de bois jusqu'à l'endroit où le diamètre sous écorce⁹ de cette pièce devient inférieur au diamètre minimal d'utilisation servant aux calculs de la possibilité.

Les titulaires de permis d'une aire commune doivent récolter tous les arbres ou parties d'arbres des essences ou groupes d'essences inscrits aux permis, y compris les arbres préalablement abattus, les arbres encroués, renversés ou affectés par le feu, les insectes ou la maladie.

Dans une placette, on doit donc prendre les mesures des arbres debout non récoltés ou renversés, des souches, des tronçons laissés quelle que soit leur longueur. Les volumes de bois qui ne répondent pas aux critères définissant le volume sain énoncés au point 2.1 ne sont pas comptabilisés.

Toutefois, pour les coupes partielles et les coupes de jardinage où il y a du martelage, les tiges à considérer sont celles incluses dans le tableau suivant :

Tableau des volumes à rapporter en fonction des tiges dans les placettes

TYPES DE TIGES		DONNÉES À RAPPORTER
Tige martelée coupée	récoltée	au mesurage
	non récoltée	au VAOR
Tige martelée non coupée		au VAOR
Tige non martelée coupée	récoltée	au mesurage
	non récoltée	au VAOR
Tige non martelée non coupée		N/A
Tige renversée (machinerie)	récoltée	au mesurage
	non récoltée	au VAOR

⁹ Sauf pour les tiges debout ou partiellement renversées dont le volume est évalué à partir du diamètre sur écorce au DHP et à l'aide d'un tarif de cubage.

4.3.4 Mesures des pièces de bois

La prise de données pour chacune des pièces de bois à l'intérieur d'une placette se fait en utilisant certains éléments de la technique décrite dans le document « Méthode de mesurage des bois - Instructions » (Lemieux, mai 2003) pour les bois tronçonnés en longueurs variables.

4.3.4.1 Mesure de la surlongueur des souches

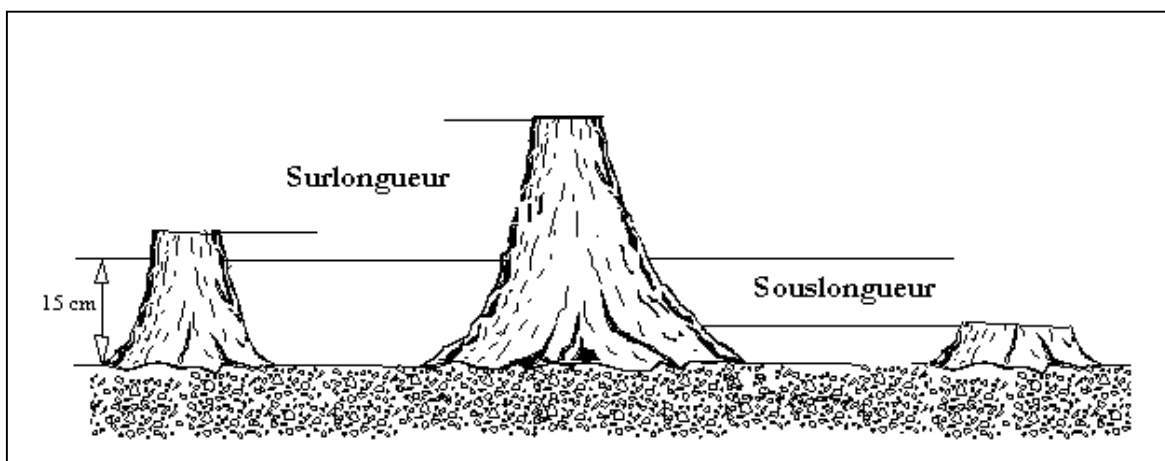
La mesure de la hauteur des souches doit être prise au centimètre près (exemple : 14,5 cm = 15 cm; 14,3 cm = 14 cm).

Les observations à prendre sur une souche sont :

- la longueur au-dessus du plus haut niveau du sol autour de la souche ;
- le diamètre sous écorce de la souche à 15 cm de hauteur ;
- le diamètre sous écorce à la découpe ;
- le diamètre de carie à la découpe.

Lorsque qu'il y a de la sphaigne vivante à la base de l'arbre, on écrase cette dernière avec le pied afin de s'assurer que la baguette étalonnée atteigne bien le plus haut niveau du sol (Normes d'inventaire forestier, placettes échantillons temporaires, peuplements de plus de mètres, MRN, édition 2002).

On considère que le diamètre de la carie à 15 cm est le même qu'à la découpe. Dans tous les cas, la longueur est calculée en soustrayant 15 cm à la longueur mesurée.¹⁰



¹⁰ Si la longueur est inférieure à 15 cm, un crédit de volume est actuellement accordé. La donnée à saisir devient alors négative.

Hauteur de Souche (Classe de 1 cm)	Longueur à saisir (Classe de 1 cm) À la découpe	Diamètre à saisir (Classe de 2 cm)	
		À la découpe	À 15 cm
18 cm	3 cm (18 – 15)	16 cm	18 cm
58 cm	43 cm (58– 15)	16 cm	22 cm
10 cm	-5 cm (10 – 15)	24 cm	---

Le volume brut et celui de la carie sont calculés comme au mesurage des bois abattus.

4.3.4.2 Mesure des arbres (debout ou renversés)

La mesure du diamètre des arbres debout ou renversés doit être prise au DHP par classe de deux centimètres près (exemple :14,5 cm = 14 cm, 13,2 cm = 14 cm). Pour la hauteur de la tige, on doit l'indiquer en mètre et dixième de mètre.

Toutes les tiges qui ont plus de la demie de leur découpe de souche à l'endroit où la coupe aurait dû être faite, à l'intérieur de la placette et qui auraient dû être récoltées, doivent faire l'objet d'une observation. Toutes les tiges ayant un DHP plus grand que 9,0 cm avec écorce font l'objet d'une prise de données, même si le diamètre minimal d'utilisation est atteint avant 2,50 mètres de hauteur.

Pour les tiges debout ou partiellement renversées, les observations à prendre sont le DHP avec écorce et la longueur totale même si la projection au sol sort de la placette. On utilisera un tarif de cubage général de l'essence pour évaluer le volume.

Dans tous les cas des tiges renversées, les données sont prises sur les parties des tiges à l'intérieur de la placette, selon les techniques utilisées pour le mesurage des bois abattus pour déterminer le volume net. Une longueur de 15 cm à la souche doit être soustraite.

Une réduction pour la carie doit être appliquée en utilisant le taux de carie du projet de mesurage concerné.

Dans les traitements sylvicoles autres que la CPRS, un arbre renversé par le vent après l'application du traitement ne doit pas être échantillonné, sauf s'il aurait dû être récolté préalablement. Par contre, une tige renversée par la machinerie doit être échantillonnée dans tous les cas.

Dans les opérations de CPRS, une tige marchande renversée par le vent ou par la machinerie fait l'objet d'une observation.

4.3.4.3 Mesure des billes et tronçons

La mesure doit être prise pour le diamètre (gros bout et fin bout) et le diamètre de la carie par classe de deux centimètres (14,5 cm = 14 cm; 13,2 cm = 14 cm) et la longueur de la bille ou du tronçon en mètre et centimètres pairs (3,52 m).

Toutes les billes, tous les tronçons et toutes les portions de tige marchande qui sont à l'intérieur de la placette, doivent faire l'objet d'une prise de données selon la technique utilisée pour le mesurage des bois abattus, quelle que soit leur longueur.

4.3.4.4 Mesure des branches

Les branches de 1 mètre et plus de longueur dont le diamètre au fin bout est de plus de 9,0 cm sous écorce doivent être considérées dans l'inventaire lorsqu'elles ont été incluses dans le calcul de la possibilité.

La mesure doit être prise pour le diamètre (gros bout et fin bout) et le diamètre de la carie par classe de deux centimètres (14,5 cm = 14 cm ; 13,2 cm = 14 cm) et la longueur de la bille ou du tronçon en mètre et centimètres pairs (3,52 m).

5. CALCUL DU VOLUME NET¹¹

Le volume marchand net de chacune des pièces de bois est calculé en déterminant, dans un premier temps, le volume brut réel à l'aide de la formule de Smalian, soit :

$$V = \frac{(D^2 + d^2)}{2} \times L \times 0,07854$$

où $V = \text{volume (dm}^3 \text{)}$

$D = \text{diamètre au gros bout (classe de 2 cm) sous écorce}$

$d = \text{diamètre au fin bout (classe de 2 cm) sous écorce}$

$L = \text{longueur de la bille ou de la section exprimée en mètres et en centimètres pairs (ex. : 3,52 m)}$

Le volume est arrondi à la deuxième décimale pour l'écriture, mais conserve tous ses chiffres significatifs dans l'ordinateur pour les calculs ultérieurs.

On détermine ensuite le volume de réduction du défaut qu'on doit soustraire du volume brut de la bille pour obtenir finalement le volume net.

Le volume marchand présent dans la placette est ensuite cumulé.

On calcule le volume marchand moyen présent dans l'unité d'échantillonnage en effectuant la moyenne arithmétique des résultats de chacune des placettes.

¹¹ Moyenne de volume présent dans les placettes, multipliée par l'ensemble de la superficie ayant été récoltée dans l'ensemble des secteurs d'intervention moins la superficie des aires ayant servi à l'empilement.

6. ESTIMATION DU VOLUME TOUCHÉ PAR LES OPÉRATIONS DE RÉCOLTE DANS UNE AIRE COMMUNE

6.1 Glanures

Le volume de matière ligneuse laissé sur le parterre de coupe est le résultat des données compilées des observations recueillies selon le tableau suivant :

Tableau des données de glanures à prendre

Dans l'aire de coupe (CPRS et coupes partielles)	+	Arbres debout
	+	Tronçons
	+	Souches > 15 cm
	-	Souches < 15 cm (crédit)
Total des aires de coupe		
AEÉT	+	Tronçons
Îlots de bois	+	Arbres debout

6.2 Volume mesuré

Le volume marchand des bois récoltés par essence ou groupe d'essences est mesuré dans l'aire commune. De plus, ce volume est ramené en volume moyen à l'hectare en fonction des superficies des aires de coupe, des AEÉT et des îlots de bois.

6.3 Niveau de précision

Le niveau minimal de précision recherché est de 80% avec une probabilité de 95% par unité de sondage. Si on n'atteint pas ce niveau, soit dans les secteurs d'intervention, soit dans les AEÉT, on devra continuer l'inventaire jusqu'à ce qu'on atteigne ce niveau de précision.

On doit d'abord déterminer le coefficient de variation (CV) de l'inventaire réalisé dans les secteurs d'intervention ou de celui des AEÉT.

$$CV = \frac{s(100\%)}{\bar{x}}$$

$$\text{où } s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \left(\frac{(\sum x_i)^2}{n}\right)}{n-1}} : \text{écart-type}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i : \text{moyenne pour l'entité}$$

Exemple pour un parterre de coupe :

$$s = 57,9573$$

$$\bar{x} = 71,965$$

Le coefficient de variation est :

$$\begin{aligned} CV &= \frac{57,9573 \times 100\%}{71,965} = 0,805354 \\ &= 80,5354\% \end{aligned}$$

On vérifie ensuite si le nombre de placettes réalisées dans les aires de coupes est suffisant, sinon il faut en ajouter d'autres. On utilise la formule suivante :

$$n_o = \left(\frac{t \times CV}{\varepsilon} \right)^2$$

où t = le «t» de la table de Student selon $\alpha = 0,05$ et selon le nombre de degrés de liberté

$\varepsilon = 20\%$: marge d'erreur

$$n = \frac{n_o}{1 + n_o/N}$$

Exemple pour un parterre de coupe :

$$\begin{aligned} n &= \left(\frac{1,96 \times 80,5354\%}{20\%} \right)^2 \text{ si } t = 1,96 \\ &= 62,29 \approx 63 \text{ placettes} \end{aligned}$$

Si ça n'avait pas été le cas, on aurait dû compléter l'échantillonnage en déterminant un nouveau nombre de placettes, en faisant une nouvelle répartition par unité de sondage. Il est à noter que les placettes déjà installées font partie du nouveau lot de placettes.

Un premier échantillonnage de 41 placettes s'étant révélé insuffisant, on détermine un nouveau nombre de placettes, soit 63. On doit donc établir 22 placettes (63 - 41).

Après la réalisation des nouvelles placettes, on doit refaire une analyse du niveau de précision pour vérifier si le nouveau résultat est suffisant.

7. RÉFÉRENCES

Baillargeon, Gérald ; 1984. Techniques statistiques. Les Éditions SMG. Trois-Rivières, Québec.

Désaulniers, Gilles ; 2000. Comptabilisation des volumes de bois lors de la récolte. Direction de l'assistance technique, Québec (en préparation).

Lemieux, René et al. ; 2003. Méthodes de mesurage des bois – Instructions. Ministère des Ressources naturelles. Québec, mai 2003, 270 pages.

MRN, Direction des inventaires forestiers; Édition 2002. Normes d'inventaire forestier - Placettes-échantillons temporaires, Mai 2002, 198 pages.

MRN, Direction des inventaires forestiers; Édition 2001. Normes d'inventaire forestier - Placettes-échantillons permanentes, Mai 2001, 226 pages.

Plasse, Jean-Guy ; 1999. Inventaire de la matière ligneuse utilisable mais non récoltée dans les aires de coupe – Instructions. Ministère des Ressources naturelles. Québec.

Plasse, Jean-Guy ; 2000. Estimation des volumes affectés par les opérations de récolte – Instructions. Ministère des Ressources naturelles. Québec.