

Organisation de travail du reboisement : Analyse du changement d'orientation de livraison des récepteurs-PFD

À l'Attention de Mr Stéphane Lebel

Direction des évaluations économiques et des opérations financières
Bureau de mise en marché des bois

Bruno Farbos¹, Daniel Imbeau¹, Denise Dubeau²

¹ *École Polytechnique de Montréal*

Département de mathématiques et génie industriel

Bruno.farbos@polymtl.ca, Daniel.imbeau@polymtl.ca,

Téléphone : (514) 340 4711 # 3356 (Bruno Farbos), # 4868 (Daniel Imbeau)

² *Direction de la recherche forestière,*

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune,

Denise.dubeau@mrnf.gouv.qc.ca

Téléphone : (418) 643-7994 # 6534

Table des matières

Liste des tableaux	III	
Liste des photos	III	
CHAPITRE 1 :	Introduction	1
CHAPITRE 2 :	Démarche.....	2
CHAPITRE 3 :	Résultats	3
3.1	Modes opératoires.....	3
3.2	Déchargement des contenants	6
3.3	Chargement des contenants sur les véhicules	7
3.4	Quantités de contenants	7
3.5	Modes organisationnels.....	9
3.5	Durée des modes organisationnels.....	10
3.6	Cas de figure d'une journée de reboisement.....	11
CHAPITRE 4 :	Discussion et conclusion	13

Liste des tableaux

Tableau 1 : Présentation des opérations de reboisement	3
Tableau 2 : Nombre de personnes par opération et par véhicule de transport	4
Tableau 3 : Durée moyenne de déchargement de racks, par heure x personne, pour des bacs (cas de figure pour un plant de type 310 cm ³)	6
Tableau 4 : Durée moyenne de déchargement de racks, par heure x personne, pour des récipients (cas de figure pour un plant de type 310 cm ³)	6
Tableau 5 : Durées et heures x personnes par type de transport (cas de figure pour un plant de type 310 cm ³).	7
Tableau 6 : Détails des quantités observées (min et max) de racks, et de plants par véhicule (cas de figure pour des plants de type 25-310).	8
Tableau 7 : Surfaces pour des bacs et récipients (cas de figure pour des plants de type 25-310). ..	9
Tableau 8 : Détails des modes organisationnels.....	9
Tableau 9 : Temps minimal et maximal observés par mode organisationnel.....	11
Tableau 10 : Étude de cas pour une équipe de 10 reboiseurs	11

Liste des photos

Photo 1 : Exemple de <i>Bobcat</i> et d'une débusqueuse.....	5
Photo 2 : Exemple de pick-up et d'une remorque.....	5
Photo 3 : Exemple d'une chenillette et d'un chemin d'hiver.	5
Photo 4 : Exemple d'une remorque contenant des récipients type 67-50.....	8

CHAPITRE 1 : Introduction

La Direction générale des pépinières et des stations piscicoles (DGPSP) a décidé à partir de 2010 d'utiliser le récipient comme unique mode d'emballage pour les plants de forte dimension (REC-PFD). Ce nouveau mode de fonctionnement vise deux principaux aspects, le maintien de la qualité des plants jusqu'aux sites de reboisement et la diminution des coûts sur l'ensemble des activités reliées à la production de plants.

Face à cette nouvelle orientation, la Coopérative forestière du Haut St-Maurice écrit en 2011 au sous-ministre associé aux opérations forestières afin de le sensibiliser aux coûts supplémentaires que cette coopérative défraya pour le reboisement d'une plus grande proportion de REC-PFD : de l'ordre de 125 000\$ ou 45,80 \$/Mplants.

Suite à ce constat, le Bureau de Mise en Marché des Bois (BMMB), demanda à notre équipe de documenter en quoi le différentiel d'organisation de travail du REC-PFD livré en récipients par rapport à la livraison en bacs (mode d'emballage utilisé auparavant) entraîne une problématique pour la Coopérative du Haut-St-Maurice, notamment en termes de main d'œuvres et de machineries.

Ce présent rapport documente les différences organisationnelles de travail observées lors du reboisement de plants PFD en bacs et en récipients.

Ce document constituera un complément d'information au projet de recherche de la Direction de la Recherche Forestière sur le reboisement visant (1) une étude de productivité comparative entre les gabarits de plants et (2) l'examen des différents modes organisationnels de travail du processus de reboisement, de la pépinière jusqu'à la mise en terre des plants.

CHAPITRE 2 : Démarche

La démarche utilisée pour évaluer les différences organisationnelles de travail d'une livraison en bacs ou en récipients, fut d'identifier, dans un premier temps, les exploitants soumis à ces deux types de régimes.

Au total, 5 exploitants de 3 régions du Québec furent sollicités (Abitibi, Lac-St-Jean et Mauricie). D'autres exploitants furent également contactés, toutefois, la plupart n'effectuaient pas le reboisement de plants de forte dimension (REC-PFD) au moment de cette étude.

Les prises de mesures et d'informations réalisées lors des visites sur site furent les suivantes :

- chronométrage des temps de transports et des opérations,
- comptage du personnel par opération,
- mesures des quantités de plants par véhicule,
- discussions semi-dirigées auprès des contremaitres et reboiseurs afin de comprendre le fonctionnement des opérations et leurs enchainements,
- Prises de photos.

Au total, 7 visites ont été programmées et réalisées. De plus, des appels téléphoniques ont été réalisés afin de compléter certaines informations.

L'ensemble de ces données a permis de décrire les opérations de reboisement et de quantifier les différences entre des livraison de plants en bacs et en récipients.

CHAPITRE 3 : Résultats

3.1 Modes opératoires

Au total, 5 principales opérations s’observent lors du reboisement. Le tableau 1 précise les détails de ces opérations.

Tableau 1 : Présentation des opérations de reboisement

Opérations	Détails
1	- Arrivée du camion remorque (van) transportant les plants. Lors de cette opération un lieu de rencontre est défini entre le chauffeur du van et le contremaître en charge du reboisement. Le lieu ou zone de stockage, peut être ou non proche de la zone de reboisement, mais préférentiellement à coté d’un point d’eau.
2	- Déchargement des structures (ou racks) + contenants, de la remorque. Cette opération est souvent effectuée à partir d'un engin de type <i>Bobcat</i> (photo 1) ou à partir d’un dispositif de levage couplé au camion lui-même.
3	- Dépôt des récipients ou bacs bleus au sol. Ce dépôt est effectué le plus souvent en même temps que le déchargement. Dans certains cas, les racks et leurs contenants peuvent rester ainsi (c’est à dire les contenants restant sur les racks), faute de temps ou de personnels : le déchargement des contenants s’effectuant alors plus tard dans la journée. Soulignons que le chargement dans le van des racks vides peut s’effectuer en même temps que le dépôt au sol des contenants.
4	- Transports ou livraison des plants (photo 2). Les moyens de transports pour acheminer les plants vers les reboiseurs sont les suivants : pick-up, pick-up et remorque (c’est à dire au bord des chemins des zones de reboisement), débusqueuse (c’est à dire à l’intérieur des terrains des zones de reboisement), VTT, chenillette ou tous autres engins tout-terrains. Cette opération nécessite le chargement des contenants, le plus souvent par l’opérateur conduisant le véhicule.
4’	- Transports des plants par chenillette (photo 3). Dans le cas de chemins quasi impraticables (cas de figure en Abitibi) par des pick-up, VTTs ou débusqueuses, un autre moyen de transport est utilisé pour apporter les plants aux reboiseurs, une chenillette couplée par exemple avec une ou deux remorques.
5	- Livraison des plants (bacs ou récipients) auprès des reboiseurs – soit au bord du chemin ou dans le terrain. L’accès aux reboiseurs peut être long en raison des conditions de terrain ou du type de transport utilisé. La livraison terminée, l’opérateur en charge de celle-ci retournera vers la zone de stockage et recommencera un nouveau cycle de transport (opération 4).

Le tableau 2 présente le nombre minimum de personnes requis pour les opérations de déchargement ainsi que pour les différents types de véhicules utilisés lors de la livraison de plants aux reboiseurs.

Tableau 2 : Nombre de personnes par opération et par véhicule de transport

Opérations	Personnel	Détails
Opérations 2	N=2 / Chauffeur du camion et contremaître	- Seules 2 personnes sont requises quand il n'y a pas de dépôts des contenants au sol (c'est à dire pas d'opération 3). Plus précisément, dans ce dernier cas, le chauffeur du camion soit a) déchargera les racks à partir de son camion, lui même doté d'un équipement de lift, ou b) travaillera dans le van avec un « diable » pour approcher les racks vers l'arrière de ce van, de telle sorte que le second opérateur puisse plus facilement les prendre (exemple avec un Bobcat) et poser au sol ces racks avec les contenants
Opérations 2 et 3	N=3 ou 4 / Chauffeur du camion, contremaître et deux opérateurs	- Lors d'un déchargement et d'un dépôt au sol, le travail s'effectue de la façon suivante : un opérateur (Bobcat) pour sortir puis déposer les structures + contenants au sol, le chauffeur aide à amener vers l'arrière du van les racks remplis et une ou deux personnes pour décharger les récipients ou bacs au sol

Véhicule de transport	Personnel	Détails
Pick-up	N=1 pour le pick-up minimum et N=2 pour pick-up et remorque	Le chargement des contenants (c'est à dire soit des bacs ou récipients) est effectué sur les différents étages de stockage des pick-up ou des remorques. Le nombre et la surface de ces étages sont toutefois différents d'un véhicule à un autre. Ces variances sont aussi observées pour les remorques.
Débusqueuse ou Jack	N=2 / Conducteur et opérateur	Une personne au minimum pour le chargement des contenants sur les différents étages de la débusqueuse et une personne, le conducteur, pour livrer ces contenants vers la zone de reboisement
Chenillette	N=2 / Conducteur et opérateur	Une personne au minimum pour le chargement des contenants sur les différents étages de la chenillette et une personne pour charger les étages de remorque



Photo 1 : Exemple de Bobcat et d'une débusqueuse



Photo 2 : Exemple de pick-up et d'une remorque



Photo 3 : Exemple d'une chenillette et d'un chemin d'hiver.

3.2 Déchargement des contenants

Les tableaux 3 et 4 précisent les temps moyens observés, puis les heures x personnes lors des opérations de déchargement de bacs et de récipients.

Tableau 3 : Durée moyenne de déchargement de racks, par heure x personne, pour des bacs (cas de figure pour un plant de type 310 cm³)

Nombre de personnes	Durée du déchargement (minutes)	Heure x personnes (heures décimales)	Opérations	Heures x personnes par opération (heures décimales)
N = 2	50,0 ± 1,4	1,7	Déchargement des racks	1,7
N = 3	70,7 ± 4,0	3,5	Déchargement des racks	1,2
N = 4	54,0 ± 0,0	3,5	+ dépôt des contenants + chargement des racks vides	1,2

Tableau 4 : Durée moyenne de déchargement de racks, par heure x personne, pour des récipients (cas de figure pour un plant de type 310 cm³)

Nombre de personnes	Durée du déchargement (minutes)	Heure x personnes (heures décimales)	Opérations	Heures x personnes par opération (heures décimales)
N = 2	47,0 ± 5,7	1,6	Déchargement des racks	1,7
N = 3	62,5 ± 0,7	3,1	Déchargement des racks	1,0
N = 4	54,0	3,6	+ dépôt des contenants + chargement des racks vides	1,2

Au total, ces tableaux indiquent respectivement que :

- le déchargement d'un camion remorque (van) + le dépôt au sol de bacs bleus ou de récipients + le chargement de racks vides nécessitent en moyenne **entre 47 et 62 minutes pour des récipients, et entre 70 et 54 minutes pour les bacs**,
- lors du déchargement des racks, que les plants soient en bacs ou en récipients le nombre d'heures x personne est identique, ce résultat s'explique par l'absence d'actions de l'opérateur sur le contenant.

3.3 Chargement des contenants sur les véhicules

Pour les pick-up, remorques ou débusqueuses (ou jack) les temps moyens de chargement de plants et les heures x personnes pour cette opération sont présentés par le tableau 5.

Tableau 5 : Durées et heures x personnes par type de transport (cas de figure pour un plant de type 310 cm³).

Contenant	Nombre de personne	Chargement du pick-up		Chargement du remorque		Chargement de la débusqueuse	
		Durée (min)	Heures x personnes (heures décimales)	Durée (min)	Heures x personnes (heures décimales)	Durée (min)	Heures x personnes (heures décimales)
Bacs	1	20,8	0,3				
	2			16,8	0,4	24,0	0,8
	3						
Récipients	1	16,8	0,3				
	2			14,5	0,5	21,3	0,7
	3					16	0,8

Globalement, les temps indiquent que le chargement des bacs prend plus de temps que le récipient. Les temps sont légèrement plus élevés pour les débusqueuses que pour les autres types de transports et ceci à la fois pour les bacs et récipients. Selon cette même logique, la remorque constitue l'élément le plus rapide à charger.

3.4 Quantités de contenants

Lorsqu'on s'applique à observer la quantité de récipients ou de bacs par pick-up, débusqueuses et remorques, nos chiffres indiquent les constats suivants (tableau 6) :

- **Pour une même remorque de 53'** contenant 39 racks, on transportera 34320 plants en bac contre 23400 avec des récipients, **soit une différence de 10920 plants ou 32% en moins** (les bacs permettent de transporter 47% plus de plants par remorque),
- **Pour le pick-up, on transportera entre 28% (valeur min) et 32% (valeur max) en moins** de plants lorsqu'on utilisera des récipients,
- **Dans le cas des remorques, ces ratios sont de 36% à 40% (valeur max) et pour la débusqueuse, les chiffres seront de 43% à 45%.**

Tableau 6 : Détails des quantités observées (min et max) de racks, et de plants par véhicule (cas de figure pour des plants de type 25-310).

	Bacs		Récipients	
	Min	Max	Min	Max
Racks par remorque (van)	31	39	31	39
Contenants par rack	16		24	
Plants par contenants	52	55	25	
Total de plants par remorque (van)	25792	34320	18600	23400
Contenants et plants par remorque (van)	60/3120	84/4368	81/2025	100/2500
Contenants et plants par pick-up	70/3640	81/4212	83/2075	95/2375
Contenants et plants par débusqueuse	90/4680	100/5200	110/2750	126/3150

On soulignera également deux autres faits importants en rapport avec ces véhicules :

- **Pour un même type de véhicule, les quantités de contenants transportées peuvent varier.** Ces variations s'expliquent en grande partie par le nombre d'étages (ou surface de transport) attribués au débusqueuse, pick-up et remorque ; ce nombre dépendant des propriétaires de ces véhicules,
- **Il est impossible de déterminer par véhicule la quantité minimale ou maximale de récipients ou de bacs pouvant être transportés.** L'aménagement de ces véhicules est très différent d'une compagnie de reboisement à une autre. Par exemple, la remorque présentée par la photo 4, contenant dans ce cas de figure 1076 récipients de type 67-50, pourrait, selon un calcul de surface, contenir environ 686 récipients de 25-310, soit un plus grand nombre de récipients que les 100 récipients de 25-310 que nous avons pu observer lors d'une de nos visites (voir tableau 6).



Photo 4 : Exemple d'une remorque contenant des récipients type 67-50.

Compte tenu de ces différences, un ratio semble donc plus approprié pour différencier les quantités de bacs et de récipients par véhicule. Le tableau 7 présente une analyse des surfaces de ces 2 contenants exprimées en plants/m². Ce tableau révèle un ratio de 1,4 plants/m² entre ces 2 contenants. En d'autre terme, ce ratio précise que pour une même surface les bacs transportent 1,4 plants/m² de plus que les récipients.

Tableau 7 : Surfaces pour des bacs et récipients (cas de figure pour des plants de type 25-310).

Contenant	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Surface (cm ²)	Nombre de plants	Nombre de plants au m ²
Bac	54	33	1782	52	292
Récipient	34,8	34,8	1211	25	206
Ratio de plants au m ² entre les bacs et récipients					1,4136

3.5 Modes organisationnels

En plus de ces contraintes de transport pour ces deux types de contenants, d'autres particularités s'observent lors des opérations de reboisement. Plusieurs modes organisationnels sont en effet possibles pour livrer les plants aux reboiseurs. Le tableau 8, en référence avec le tableau 1 présente ces modes.

Tableau 8 : Détails des modes organisationnels.

Organisation 1	Organisation 2	Organisation 3 (spécifique à l'Abitibi)
Opération 2 : Déchargement de la remorque (van)		
Opération 3 : Dépôts des contenants au sol		
Opération 4 : Utilisation de la débusqueuse, pick-up et/ou pick-up avec remorque	Opération 4 : Étape 1 : Utilisation du pick-up et/ou remorque pour le transport de plants Étape 2 : Utilisation de la débusqueuse	Opération 4' : Utilisation de la chenillette (cas pour la région d'Abitibi)
Opération 5 : Livraison des plants aux reboiseurs	Opération 5 : Livraison des plants aux reboiseurs	Opération 5 : Livraison des plants aux reboiseurs

L'organisation 1 suggère que la zone de reboisement se trouve à quelques centaines de mètres (1 à 5 km) de la zone de déchargement de la remorque (van). Dans ce cas précis, les opérateurs/livreurs utilisent tous les moyens de transports pour apporter les plants aux reboiseurs, c'est-à-dire débusqueuse pour apporter des contenants à l'intérieur des terrains de reboisement, pick-up et/ou pick-up avec remorque pour livrer les plans au bord des chemins des zones de reboisement.

L'organisation 2 est souvent rencontrée lorsque la zone de reboisement est éloignée de la zone de déchargement des plants de la remorque (plus de 5km). Dans ce cas, les opérateurs/livreurs amènent les contenants à partir de pick-up et remorques vers une débusqueuse, c'est l'étape 1. Par la suite, étape 2, une débusqueuse sera chargée de contenants, laquelle ira livrer les plants à l'intérieur des terrains. Ceci doublera donc le nombre de transport pour la distribution des plants aux reboiseurs.

L'organisation 3 a été observée dans la région d'Abitibi et correspond à un chargement de plants sur une chenillette ayant ou non une remorque. Ce tandem ainsi chargé franchira alors les chemins d'hiver pour aller vers les zones de reboisement. Les reboiseurs seront dans ce cas livrés, uniquement à partir d'une chenillette. Ce cas de figure suggère qu'il sera difficile d'apporter lors d'un seul voyage un grand nombre de plants. De nombreux allers et retours devront être effectués vers la zone de reboisement : c'est à dire au bord du chemin et/ou à l'intérieur du terrain.

Soulignons que ces modes organisationnels ne sont pas propres à une seule entreprise de reboisement ou à une seule région. Ces modes s'utilisent au gré des zones de reboisement. Cette dynamique est inévitable dans la mesure où chaque zone de reboisement peut être différente.

Toutefois, bien que variés, ces modes organisationnels dépendent avant tout de deux facteurs importants :

- Facteur 1 : la distance entre les zones de reboisement et de stockage des plants;
- Facteur 2 : l'accessibilité du chemin (carrossable ou non) à partir duquel l'approvisionnement s'effectuera jusqu'au reboiseur – cas notamment de la chenillette.

3.5 Durée des modes organisationnels

En référence avec les tableaux 1 et 2, le tableau 9 précise les temps min et max nécessaires pour le transport de plants de leur zone de stockage au reboiseur. Ces données corroborent les points précédents.

En outre, les durées totales des modes organisationnels varient selon la localisation de la zone de stockage et l'état des chemins :

- Par exemple entre les modes organisationnels 1 et 2, les différences de temps de livraison s'expliqueront par les 2 types de transport employés (étapes 1 et 2 – voir tableau 7), c'est-à-dire l'utilisation de pick-up puis de la débusqueuse. En effet, lorsque

la remorque (van) ne pourra se rendre près de la zone de reboisement, seuls les pick-up et remorques transporteront les plants jusqu'à la débusqueuse, laquelle livrera les plants aux reboiseurs.

- De la même façon, entre les modes organisationnels 1 et 3, les temps livraisons seront plus importants avec une chenillette et d'autant plus lorsque le chemin d'accès à la zone de reboisement est très impraticable : de 30 à 60 min uniquement pour un aller.

Tableau 9 : Temps minimal et maximal observés par mode organisationnel.

		Organisation 1		Organisation 2		Organisation 3	
		Bacs	Récipients	Bacs	Récipients	Bacs	Récipients
Opérations 2 et 3		De 47 à 70 min					
Opération 4	Débusqueuse	De 15 à 25 min	De 17 à 25 min			Dans ce cas précis une durée de 30 min au moins est estimée pour remplir une chenillette et une remorque (temps estimé par un contremaître, non observé)	
	Pick-up	De 16 à 25 min	De 14 à 18 min	De 16 à 25 min	De 14 à 18 min		
	Pick-up et remorque	De 26 à 36 min	De 27 à 42 min	De 26 à 36 min	De 27 à 42 min		
Opération 4	Débusqueuse			De 15 à 25 min	De 17 à 25 min		
Opération 5		De 20 à 55 min de trajets jusqu'au lieu de reboisement notamment lors de l'utilisation de pick-up et remorques.		Avec la débusqueuse, nos observations mentionnent que les temps peuvent être de 45 à 80 minutes.		Pour un aller, les temps estimés varient de 30 à 60 min selon l'état des chemins	

3.6 Cas de figure d'une journée de reboisement

À titre d'exemple, le tableau 10 présente le cas d'une journée type d'une équipe de 10 reboiseurs effectuant la plantation de plants 25-310.

Tableau 10 : Étude de cas pour une équipe de 10 reboiseurs

Nombre de reboiseurs	10
Rendement par reboiseur (plants/8heures)	2000 / jour ou 4 plants/min
Nombre de récipients par pick-up	81,5 ± 2,2
Nombre de récipients par débusqueuse	110,5 ± 0,71
Nombre d'allers et retours – pick-up	8
Nombre d'allers et retours – débusqueuse	2
Durée du cycle : chargement des contenants à la zone de stockage des plants, livraison aux reboiseurs et retour à la zone de stockage	51min (moyenne) pour pick-up 100min (moyenne) pour débusqueuse

Au total, 21700 plants avaient été livrés pour cette journée aux reboiseurs, complétant ainsi leur besoin en plants c'est à dire 2000 plants/jour pour 10 reboiseurs soit 20,000 plants.

Si l'on se réfère aux temps :

- 408min ont été utilisées pour effectuer 8 allers et retours et donc un transport de 16200 plants avec pick-up,
- Pour la débusqueuse c'est 2 allers et retours pour un total de 5500 plants en 200min,
- Au total, 21700 plants ont été livrés pour un total de 10 allers et retours, avec 2 types de véhicules et un temps cumulé de 608 min.

En compilant ces résultats avec notre ratio du tableau 7 (ratio de 1,41), on peut ainsi calculer que pour une même surface de livraison, 30675 plants auraient pu être livrés en bacs bleus. Ces calculs suggèrent également que pour une même quantité de plants mais en bacs :

- seuls 8 allers et retours en pick-up (calcul sur une base de 57 bacs – équivalent à une surface de 81 récipients) auraient été nécessaires,
- ou 6 voyages avec une débusqueuse (calcul sur une base de 110 bacs – équivalent à une surface de 78 récipients). Dans ce derniers cas, l'utilisation exclusive d'une débusqueuse aurait permis un gain de temps de 200 min.

CHAPITRE 4 : Discussion et conclusion

Le choix de privilégier le récipient comme unique mode d'emballage pour les plants de forte dimension (REC-PFD) fut validé par la Direction générale des pépinières et des stations piscicoles (DGPSP) en 2010. Trois principales raisons expliquent ce choix :

- Le bac entraîne des contraintes de qualités pour les plants. En bac, il y a un agrégat des plants. Cette situation entraîne parfois la présence de champignons voire la prolifération du système racinaire. De plus, par temps de pluie, sur le terrain les plants peuvent souvent être inondés,
- Le coût des bacs et des récipients n'est pas le même. Le bac coûte de 6 à 7 dollars alors que le récipient 2 à 3 dollars. Rajoutons que la DGPSP indique que depuis plusieurs années, entre 20000 à 25000 de bacs sont perdus annuellement,
- En choisissant le bac, les pépinières évite une opération celle de la mise en bacs des plants : cette opération diminuant ainsi leur coût de production.

Sur le terrain, les livraisons de plants PFD en récipients entraînent plusieurs conséquences :

1. Le nombre de plants transportés est moins important avec des récipients (tableau 6) :
 - Pour une même remorque de 53' contenant 39 racks, on transportera 34320 plants en bac contre 23400 avec des récipients, soit une différence de 10920 plants ou 32% en moins (les bacs permettent de transporter 47% plus de plants par remorque),
 - Pour le pick-up, on transportera entre 28% (valeur min) et 32% (valeur max) en moins de plants lorsqu'on utilisera des récipients,
 - Dans le cas des remorques, ces ratios peuvent être de 36% (valeur min) à 40% (valeur max) et pour la débusqueuse, les chiffres seront de 43% (valeur min) à 45% (valeur max)
2. Les livraisons de plants en récipients seront plus fréquentes,
 - Cette fréquence sera d'autant plus élevée lorsque les véhicules de transport ne pourront livrer un grand nombre de récipients. Par ailleurs, comme nous avons pu l'observer les aménagements des véhicules sont très différents d'une compagnie de reboisement à une autre. Il est donc impossible de définir par véhicule la quantité minimale ou maximale de récipients pouvant être transportés,
 - Cette fréquence augmentera également selon le mode organisationnel utilisé par les équipes de reboiseurs (tableau 7). En d'autres termes, plus la distance entre les zones de reboisement et de stockage des plants sera longue et plus l'accessibilité du chemin (carrossable ou non) jusqu'à la zone de reboisement sera difficile, plus la fréquence de livraisons de plants en récipients sera importante.

En résumé, les moyens de transports utilisés pour les bacs et les récipients ne représentent pas une problématique en soi car 1) pick-up, remorques et débusqueuses peuvent transporter facilement ces types de contenants et 2) les temps de chargements pour ces contenants restent quasi similaires.

Les différences bacs-récipients reposeront donc sur le nombre d'allers et retours qui seront effectués pour livrer les plants de la zone de déchargement jusqu'à celle des reboiseurs. Ces transports dépendront également du mode organisationnel que l'équipe de reboisement utilisera et des contraintes rattachées à ces modes d'opérations : c'est à dire 1) la distance zone stockage-zone reboisement et 2) la qualité du terrain permettant l'accès jusqu'à la zone de reboisement.

Compte tenu de ces variances, l'un des indices imaginé pour quantifier plus précisément le différentiel d'organisation d'une livraison en récipients ou en bacs peut être le rapport correspondant au nombre de plants par mètre carré. Les calculs présentés par le tableau 7 révèlent un ratio de 1,4 plants/m² entre ces types 2 contenant. En d'autre terme, ce ratio précise que pour une même surface de « transport », le choix de livrer des plants en récipients entrainera une baisse de 1,4 plants/m² par voyage et par véhicule de transport, en comparaison avec une livraison en bacs.

Enfin et de façon plus globale, nos observations suggèrent que d'autres idées pourraient être envisageables pour optimiser ce changement d'orientation de livraison en récipients-PFD. Ce présent rapport ne vise pas à les préciser. Ces détails seront évoqués dans le rapport du projet de recherche de la Direction de la Recherche Forestière sur le reboisement visant (1) une étude de productivité comparative et (2) l'examen des différents modes organisationnels de travail des opérations de reboisement.

De façon succincte, ces réflexions concerneront les points suivants :

- L'hypothèse d'un contenant plus adéquat capable de stocker convenablement le plant, mais en plus grand nombre de façon 1) à éviter de nombreux trajets de livraison de plants jusqu'aux zones de reboisement, et 2) d'optimiser les transports des plants par van, lesquels devront à l'avenir être plus fréquents en raison de l'utilisation de récipients,
- L'hypothèse d'arrêter de reboiser des plants PFD pour des zones de reboisement confrontées à des chemins d'hiver,
- La réalisation d'un outil capable d'aider les compagnies de reboisement à mieux planifier leurs mains d'œuvres et leurs machineries notamment pour leurs prochaines saisons de reboisement en récipient-PFD,
- La proposition de recommandations pour faciliter la planification des opérations de reboisement.