

Étendue et sévérité du compactage sur les dépôts à texture fine et les dépôts à texture grossière de l'Abitibi

S. Brais, Ph.D., UQAT

Volet : Résilience et productivité

Introduction

Le compactage engendré par la circulation de la machinerie au moment des opérations forestières est identifié comme un des mécanismes de dégradation de la structure des sols qui est susceptible d'avoir des effets néfastes sur la croissance des peuplements forestiers. La coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) vise à réduire l'étendue des surfaces compactées en limitant la circulation à des sentiers régulièrement espacés. Pour appliquer judicieusement ce traitement, il importe de bien comprendre le phénomène du compactage, son ampleur, ses conséquences sur la croissance des arbres ainsi que la susceptibilité de différents types de sols. Les éléments présentés ici sont issus de trois études réalisées dans la région de l'Abitibi et devraient permettre aux lecteurs de mieux comprendre chacun de ces aspects.

Caractéristiques physiques des sols et compactage

La structure du sol est une propriété difficile à décrire. Afin de comprendre quand se produit le compactage et de quelle manière il affecte la croissance des arbres, il faut se familiariser avec certaines des caractéristiques physiques qui servent à évaluer la structure. La **porosité totale** d'un sol est constituée par l'ensemble des canaux et des pores qu'on y retrouve. Elle contrôle les mouvements de l'eau dans le sol, et par le fait même, les échanges d'oxygène et de gaz carbonique entre le sol et l'extérieur. La **masse volumique**, qui est le poids sec du sol pour un volume donné, est l'inverse de la porosité totale. Plus un sol est poreux, moins il est lourd.

La **macroporosité** comprend l'ensemble des pores supérieurs à 0,060 mm. L'eau y circule rapidement par gravité. Une macroporosité élevée permet un drainage interne rapide du sol et une bonne aération. La **microporosité** constitue l'ensemble des pores inférieurs à 0,060 mm. À l'intérieur de ces derniers, l'eau se déplace par capillarité dans toutes les directions.

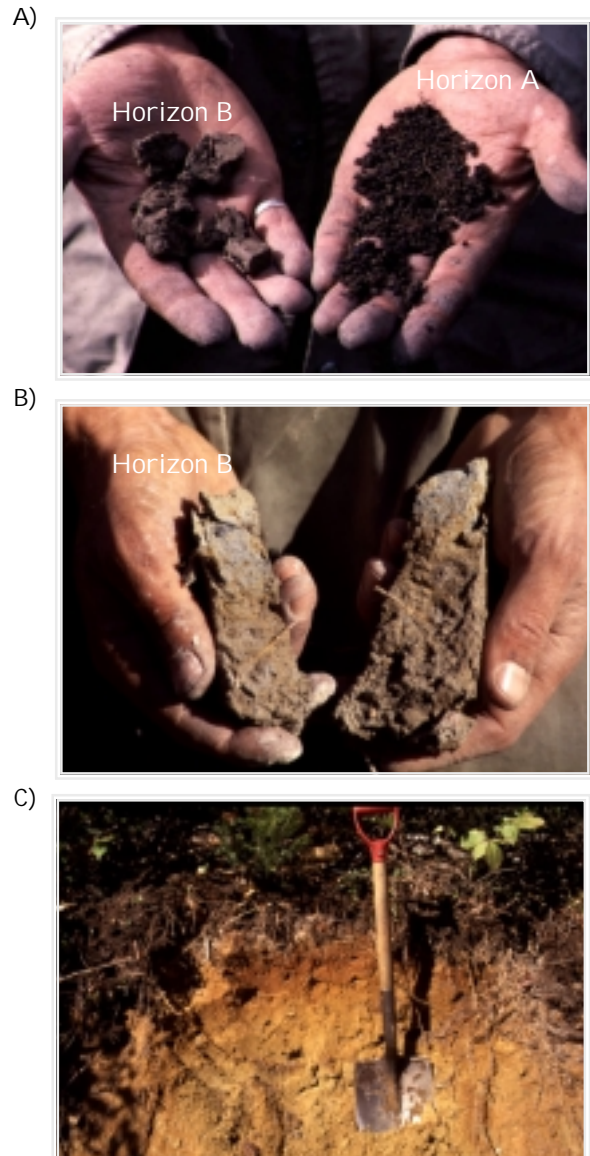


Figure 1. Les sols à texture fine de l'Abitibi sont caractérisés par une macroporosité élevée dans l'horizon A (1A) et beaucoup plus faible dans l'horizon B (1A,1B). Cette discontinuité structurale ralentit le drainage interne. Les sols à texture grossière présentent une bonne aération mais ont une faible capacité de rétention en eau (1C).

La **résistance** du sol à la pénétration est une mesure indirecte de l'ensemble des forces qui s'opposent à l'enracinement. Elle est un bon indicateur du degré de compactage et se mesure facilement. La figure 1(a-c) illustre certaines des caractéristiques physiques des dépôts à texture fine et à texture grossière de l'Abitibi.

Le **compactage** résulte des pressions et des vibrations exercées par la machinerie. Il constitue une modification des caractéristiques de structure du sol que nous venons d'exposer plus haut. Ainsi, les sols compactés présentent des conditions d'aération moins bonnes (macroporosité réduite), offrent une plus grande résistance à l'accroissement des racines (résistance plus élevée) et sont plus susceptibles d'être saturés d'eau que les sols non compactés.

Susceptibilité au compactage des dépôts fins et grossiers de l'Abitibi

La figure 2 nous montre comment la susceptibilité au compactage varie selon le taux d'humidité du sol pour deux grandes classes texturales. Pour une pression donnée, le compactage (masse volumique) augmente avec l'humidité du sol, et cela, jusqu'à un certain seuil au delà duquel l'eau contenue dans le sol l'empêche de se compacter (elle favorise cependant l'orniérage). À l'inverse, au fur et à mesure que le sol s'assèche et s'éloigne de ce seuil, il devient plus résistant aux pressions de la machinerie.

Au printemps, sur les sols argileux bien drainés, le taux d'humidité approche approximativement la capacité au champ (zone hachurée, ± 38 %). Au fur et à mesure que la saison de croissance avance, le sol s'assèche progressivement pour atteindre d'abord des taux favorisant le compactage (31 %) avant d'atteindre des taux d'humidité plus bas et plus propices aux opérations. Sur les sols sableux, au printemps, l'humidité du sol s'éloigne tout de suite de la zone dangereuse.

La fenêtre propice aux opérations sur les sols à texture fine bien drainés est plus longue à atteindre que sur les sols sableux et, certaines années, ne se produit pas avant le mois d'août.

La figure 3 illustre les relations entre le nombre de voyages effectués par une débusqueuse chargée et le degré de compactage du sol (résistance). Les résultats obtenus lors de l'établissement de pistes d'essai ont montré que sur les sols à texture fine, la moitié des changements induits par la machinerie prennent place au cours des deux premiers passages.

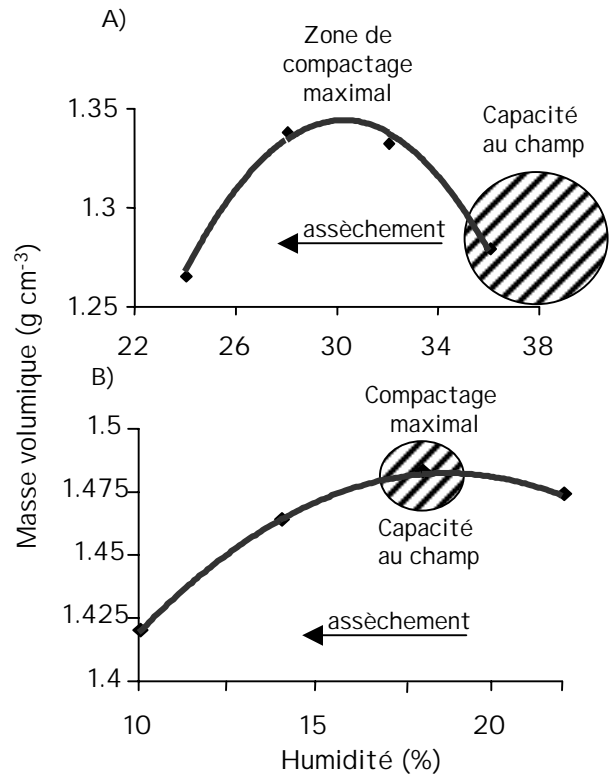


Figure 2. Relation entre le degré de compactage (masse volumique) et l'humidité du sol suite à l'application d'une force donnée. 2A) dépôts à texture fine et 2B) dépôts à texture grossière.

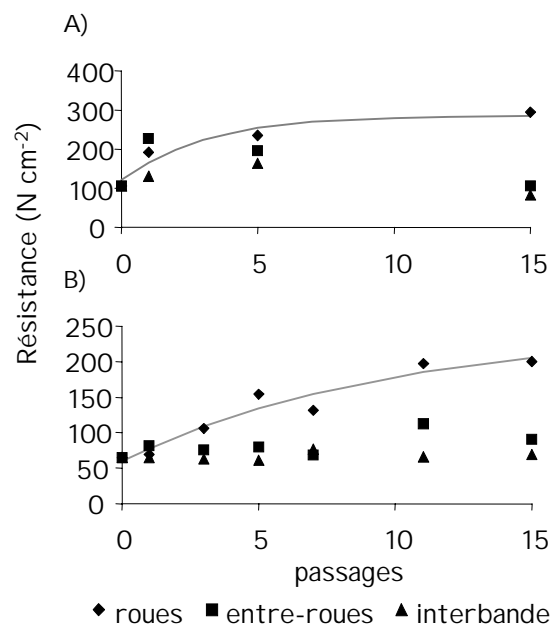


Figure 3. Relations entre le degré de compactage (résistance), le nombre d'allers-retours exercés par une débusqueuse et la position relative au sentier de débarquement. 3A) dépôts à texture fine et 3B) dépôts à texture grossière.

Dans de telles conditions, il apparaît évident qu'il vaille mieux concentrer la circulation de la machinerie dans des sentiers espacés. Il faut cependant faire attention à la possibilité que le sol cède sous le poids de la machinerie (voir **orniérage** ici-bas). Sur les sols à texture grossière, les avantages sont moins évidents car il faut entre 3 et 14 passages, dépendant de l'indice mesuré et de la profondeur du sol, avant d'observer la moitié des changements.

La susceptibilité des sols au compactage dépend de leur origine, leur texture, leur pierrosité et leur porosité et du taux d'humidité au moment des opérations. La grille suivante (Tableau 1) a été produite à partir de données empiriques obtenues dans la Forêt modèle du lac Abitibi (Ontario) et sur le territoire de l'Abitibi. Les sols appartenant à la classes texturale fine/moyenne contenaient entre 30 et 76 % de particules argileuses alors que les limons et argiles combinés pouvaient représenter jusqu'à 100% des particules fines (< 0,002 mm) du sol. Les sols de la classe texturale grossière étaient composés à plus de 74 % de particules de sable. Le régime hydrique fait référence aux variations saisonnières du taux d'humidité et non au taux d'humidité du sol au moment des opérations. Les différences entre le till de Cochrane et les argiles glacio-lacustres tiennent au fait que le till, par définition, est plus compact. Les quelques sondages réalisés dans le till de Cochrane, au nord de la région, semblent indiquer une discontinuité structurale (Figure 1) plus importante dans ce dépôt que dans les argiles lacustres.

Tous les sols humides sont susceptibles à l'**orniérage**, même si au cours des premiers voyages, le sol semble résister aux pressions. Au fur et à mesure que le nombre de passages augmente, le sol se compacte. L'air étant expulsé plus rapidement que l'eau, le taux d'humidité du sol augmente donc aussi. Éventuellement, le sol atteint un taux d'humidité où il perd toute cohésion. Il se déforme ou cède sous la pression. Le moment précis où se produira ce phénomène demeure difficile à prédire.

Persistence du compactage

Des mesures prises entre 6 et 12 ans après la coupe montrent que les surfaces situées sous le passage des roues y sont toujours compactées. Une certaine amélioration de la porosité est par contre observée en surface. Il semble donc faux de croire que nos cycles annuels de gel/dégel redonnent rapidement une structure au sol compacté.

Tableau 1: Susceptibilité des sols de l'Abitibi au compactage

Origine	Code	Classe texturale	Régime hydrique		
			Sec-frais	Humide	Très humide
Till de Cochrane	1a	Fine à Moyenne	Élevé	Très élevé	O R N I È R A G E
Glacio-lacustre	4ga	Fine à Moyenne	Modéré	Élevé	
Esker	2a/2b	Grossière	Très faible		
Glacio-lacustre	4gs	Grossière	Faible	Modéré	G A G E

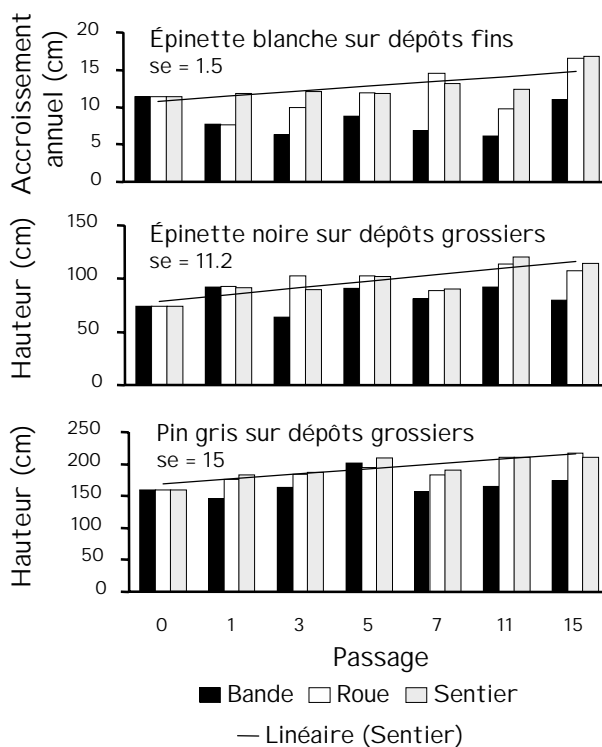


Figure 4. Performance de la régénération artificielle, 5 ans après plantation, en fonction de la position relativement au sentier de débardage.

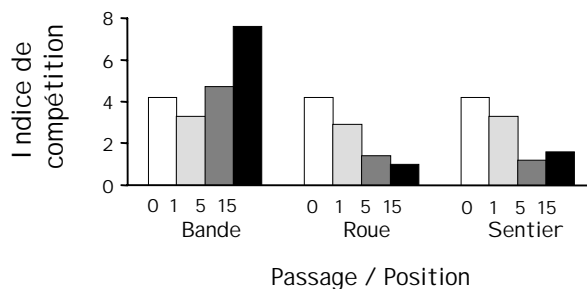


Figure 5. Sévérité de la compétition à proximité des plants d'épinette noire en fonction de la position relativement au sentier et du nombre de passages, sur dépôts à texture grossière.

Étendue du compactage dans les CPRS

La figure 3 indique aussi que le compactage est essentiellement limité aux superficies situées directement sous les zones de contact entre la machine et le sol. Dans une CPRS réalisée à l'aide d'une débusqueuse à câble et où la circulation est concentrée sur 33% de la superficie totale du parterre, les superficies compactées occupent de 13 à 15 % du parterre. Dans la Forêt modèle du lac Abitibi, où on avait utilisé des porteurs à chenilles et où les sentiers couvraient entre 45 et 50 % des parterres de coupe, l'étendue des zones compactées était de l'ordre de 34 à 41 %.

Croissance de la régénération artificielle dans les sentiers de débardage

Les arbres plantés dans les sentiers profitent de la réduction de la compétition végétale engendrée par la circulation. Leur performance est donc meilleure là où la circulation a pris place (Figure 4).

Sur les sols sableux, la compétition est inversement proportionnelle au nombre de passages (Figure 5). Indépendamment de la compétition, le compactage favorise l'établissement des plants. Ceci s'explique par le fait que ces sols sont naturellement limités par une faible capacité de rétention en eau (microporosité). Le compactage a probablement augmenté la capacité du sol à fournir de l'eau aux plants.

Sur les sols à texture fine, 15 % des arbres plantés directement dans la trace des roues sont morts au cours des deux premières années suivant la plantation, comparativement à 8 % dans le centre du sentier et 0 % dans la bande non perturbée. Les relations entre la croissance et le degré de compactage sont plus complexes que sur les sols sableux, en raison des différences prononcées entre les horizons A et B (Figure 1). Les données actuelles semblent indiquer que l'augmentation de la microporosité dans l'horizon B induite par le compactage limiterait la croissance.

Conclusion

Le compactage du sol est un phénomène inévitable. Il est cependant possible d'exercer un contrôle sur sa sévérité et son étendue.

Le choix de la machinerie et de la saison des opérations conjointement à une meilleure connaissance théorique et pratique du terrain demeurent les moyens à privilégier. La CPRS constitue une pratique extrêmement valable. Cependant, le compromis entre l'étendue de la perturbation et sa sévérité, c'est à dire les normes relatives à l'espacement entre les sentiers, devrait tenir compte des caractéristiques des sols et de la régénération naturelle.

Références

Brais, S. 1997. Careful logging and soil compaction on upland sites, Project report to the Lake Abitibi Model Forest, 26p.

Brais, S. et Camiré, C. 1998. Compaction induced by careful logging in the claybelt region of northwestern Quebec (Canada). *Can. J. Soil Sci.* 78:197-206.

Brais, S. 2001. Persistence of soil compaction and effects on seedling growth in northwestern Quebec. *Soil Sci. Soc. Am. J.*: 65 (4) (sous presse).

La Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM

La Chaire a pour mission d'assurer le développement et la qualité des activités de recherche, formation et transfert technologique nécessaires à l'élaboration et à l'application de stratégies et de pratiques d'aménagement forestier durable. En collaboration avec ses partenaires régionaux, elle fixe les priorités de recherche et participe à des actions concertées répondant aux grandes problématiques régionales et nationales en foresterie.

Révision scientifique

Jean-Pierre Jetté, Ing. F. Ministère des ressources naturelles du Québec, Direction de l'environnement.

Remerciements

Cette étude a été rendue possible grâce au financement du Service canadien des forêts (Programme EETTF, Projet No. 4034) et du ministère des Ressources naturelles du Québec (Projet No: 0705 0903 457S). Nos remerciements les plus sincères aux techniciens et techniciennes : Ginette Baril, Roger LaSalle, Marie-Hélène Longpré et Jean Goyard, pour leur participation. Nous remercions aussi les Industries Norbord pour leur collaboration.