



Sols calcaires

B. Kishchuk¹, D. Maynard¹ et M. Curran²

¹Service canadien des forêts, ²Ministry of Forests, Colombie-Britannique

Importance stratégique

Les sols calcaires résultent de l'altération des roches sédimentaires d'origine marine, soit des matériaux originels à forte teneur en calcaire soit des roches sédimentaires à forte teneur en calcium. Ces sols recouvrent de vastes régions des montagnes Rocheuses, le sillon des Rocheuses et les vallées tributaires, ainsi que certaines parties des provinces des Prairies et de l'Ontario. Les propriétés chimiques et physiques de ces sols sont susceptibles de restreindre l'implantation des semis et la productivité des peuplements implantés, en particulier après qu'ils ont subi des perturbations.

En Colombie-Britannique, la présence de chaux libre dans les sols n'est pas directement prise en compte lors de l'évaluation de la productivité des forêts ou de leur rendement à long terme. Toutefois, la profondeur des sols jusqu'aux carbonates est l'un des critères permettant d'évaluer le risque de déformation de la couverture morte figurant dans le B.C. Forest Practices Code sous la rubrique des clés d'évaluation des risques destinées à évaluer les perturbations des sols. En Alberta, les interprétations des relevés pédologiques effectués dans la région de Hinton-Edson (piémont des Rocheuses) ont permis de mettre en évidence les répercussions des sols d'origine calcaire sur la productivité des forêts de pins tordus latifoliés (y compris une référence à la « toxicité de la chaux »).

Bien qu'un nombre très limité de données soit disponible sur les incidences qu'ont les sols calcaires sur la productivité des forêts, les aménagistes devront identifier ces sols et prendre en compte les incidences potentielles des activités d'aménagement des forêts.

Caractéristiques des sols calcaires

Les calcaires et les roches sédimentaires à forte teneur en calcium produisent des sols riches en calcium. Les sols calcaires



Des sols calcaires perturbés peuvent réduire la productivité et le rendement des semis.

sont caractérisés par la présence de calcium et de carbonates de magnésium libres et par des valeurs de pH supérieures à 7,2 (le niveau de pH où apparaît la chaux libre).

Sur le terrain, on détermine la présence ou l'absence de carbonates en faisant couler quelques gouttes d'acide chlorhydrique dilué (10 % de HCl) sur un petit échantillon de sol. Si l'acide provoque une effervescence (ou « pétilllement »), on pourra conclure que le sol renferme des carbonates de calcium libres.

Sur les sols calcaires, le pH et la teneur en carbonate augmentent en fonction de la profondeur des sols. Au fur et à mesure que les sols se forment sur des matériaux originels calcaires, les minéraux du groupe des carbonates se dissolvent et sont lessivés vers le bas. La dégradation et le lessivage des minéraux carbonatés entraînent l'acidification progressive (baisse du pH) des sols superficiels vers le bas (Tableau 1). Par conséquent, les sols se formant dans des matériaux originels calcaires offriront à la végétation un milieu nutritionnel différent des sols non calcaires.



Tableau 1. Propriétés chimiques des sols dans la région d'exploitation forestière et d'essais de dessouchage à Nine Mile Creek.

Échantillon	pH	CaCO ₃	C org.	N	P	Ca	K	B	Zn	Fe
	(in H ₂ O)	(équiv. du C total en %)	Total (%)		mg kg ⁻¹	(quantité disponible en mg et kg)				
Couverture morte	5,9	N/A	35,9	1,13	1000	9300	1700	1,4	25	75
Sol minéral										
15-30 cm	7,2	5,5	2,95	0,18	4,1	4500	165	0,2	0,5	9
0-15 cm	7,7	8,9	1,85	0,06	1,8	3200	45	0,1	0,2	1

Les précipitations et la teneur des carbonates jouent un rôle sur la dégradation et la formation des sols. Les régions de faibles précipitations devraient être lessivées (ou « se développer ») à un rythme plus lent. Il n'est pas inhabituel de trouver des matériaux calcaires à la surface ou près de la surface. Sur ces sites, les matériaux calcaires sont susceptibles d'être présents à partir de la surface du sol minéral jusqu'à la zone d'enracinement des horizons du sous-sol.

Perturbations des sols calcaires

Les sols calcaires ont tendance à présenter une texture fine. S'ils sont argileux, les sols à texture fine seront plus susceptibles d'être l'objet de compactage, alors que s'ils sont limoneux, ils seront plutôt soumis à l'érosion. Les actions physiques que subissent les sols calcaires sont notamment la cimentation des agrégats, le compactage et la cimentation des horizons pédologiques, et l'encroûtement de surface.

La perturbation des sols est susceptible d'intensifier les conditions défavorables en exposant les sous-sols non altérés ou en mélangeant le sous-sol calcaire avec des horizons superficiels plus acides. Les perturbations altèrent la couche arable fragile et peu profonde non perturbée et affectent, de ce fait, la capacité du sol à soutenir la productivité des forêts.

La construction de routes, l'aménagement des sites et le dessouchage pour contrôler le pourridié des racines sont des exemples de perturbations importantes. Dans les sols calcaires, le dessouchage a entraîné la formation de dépôts calcaires recouvrant de 25 % à 35 % des aires de coupe, comparativement à moins de 5 % dans les aires non dessouchées. Ces travaux peuvent faire remonter la chaux libre des sols calcaires plus près de la surface. La présence de chaux libre est susceptible de réduire la disponibilité des éléments nutritifs de la couverture morte peu profonde et des horizons des sols arables. Les perturbations peuvent également accroître le pH des sols superficiels. Les essais d'exploitation forestière effectués sur les arbres déracinés à Whitetail Brook dans le cadre du Projet pilote sur la gestion améliorée des forêts de la région d'Invermere est un exemple de l'impact de ces perturbations (Tableau 2).

Une expérience de laboratoire simulant le lessivage des dépôts calcaires superficiels sur une durée de 5 ans a révélé que le pH de la couverture morte est passé de 6,8 à plus de 7,5 sous un dépôt de 8 cm de profondeur. Il s'agit d'une très forte augmentation de l'alcalinité (le pH est une échelle logarithmique). Une expérience faite dans une serre a révélé que le carbonate présent dans l'eau d'irrigation (comme le carbonate de sodium) réduit l'émergence, la survie et la croissance des semis d'épinettes blanches.

Productivité des forêts

Dans le centre-ouest de l'Alberta, le pH des sols a été considéré comme un facteur important dans la définition de classes de productivité appliquées aux forêts de pins tordus latifoliés. (Tableau 3). La croissance sur les sols calcaires

Tableau 2. Résultats de la première année concernant les répercussions chimiques des dépôts calcaires dans les essais d'exploitation forestière sur des arbres déracinés à Whitetail Brook.

Type de perturbation	Niveau	pH
Non perturbé	Couverture morte et sol minéral	6,1
Trou laissé par les souches	Sol minéral au fond	8,1
Dépôt	Dépôt de sol minéral	8,4
Dépôt	Sous la couverture morte	7,3

Tableau 3. Interprétations de la productivité des forêts basées sur le relevé des sols à Hinton-Edson.

Group de pH	Gamme de pH	Facteur d'ajustement de la productivité des forêts
fortement acide	5,1 à 5,5	réduire de 5%
moyennement acide	5,6 à 6,0	accroître de 20%
légèrement acide	6,1 à 6,5	aucun ajustement
neutre	6,6 à 7,3	réduire de 10%
légèrement alcalin	7,4 à 7,8	réduire de 20%
modérément alcalin	7,9 à 8,4	réduire de 30%

D'après J. Dumanski; T.M. Macyk; C.F. Veauvy; J.D. Lindsay. 1972. Alberta Institute of Pedology.

peut être de 40 % à 50 % inférieure à la croissance sur les sols modérément acides issus d'autres matériaux originels. La productivité des portions calcaires de l'association des sols de Marlboro (Hinton-Edson, la région où des relevés pédologiques ont été exécutés en Alberta), était de 36 % inférieure à celle des portions non calcaires.

Les travaux réalisés dans les peuplements de pins tordus latifoliés de 60 ans, dans le piémont albertain, ont également montré que la profondeur jusqu'à la chaux constituait un facteur important de la croissance. On a pu établir une corrélation positive entre la profondeur croissante jusqu'à la chaux et la hauteur et la surface terrière des pins tordus latifoliés de peuplements équiennes.

Dans l'Inventaire des terres du Canada, on reconnaît les contraintes potentielles que les sols calcaires font subir à la production dans la « Sous-classe L » utilisée pour indiquer des niveaux excessifs de calcium. Ces régions sont situées principalement à basses altitudes et dans les principales vallées fluviales des montagnes Rocheuses et du sillon des Rocheuses. Des niveaux excessifs ou élevés de carbonates constituent une des contraintes les plus fréquentes exercées sur la croissance des forêts d'intérêt commercial des classes 4 et 5.

Actions chimiques et productivité des forêts

La morphologie et la composition chimique des sols constituent la base de la productivité des cultures. Bien que l'on puisse observer plus facilement la morphologie des sols, comme les agrégats, l'épaisseur des horizons et la matière organique, que ses propriétés chimiques, ces deux composantes doivent être prises en considération dans toute prescription.

Il existe un lien entre les actions chimiques associées aux dépôts calcaires et les éléments nutritifs du sol. La disponibilité de l'azote, du calcium et du magnésium est susceptible d'être plus grande avec l'accroissement du pH, alors que celle des autres éléments tels le phosphore, le bore, le fer, le manganèse ou le zinc, est susceptible d'être moindre. Les carences en éléments nutritifs, l'excès d'éléments nutritifs et les déséquilibres nutritifs peuvent entraîner des pertes

de productivité ainsi que des modifications dans la qualité du bois.

Les épinettes de l'intérieur (épinette blanche et épinette d'Engelmann)

Lors des essais de rendement réalisés sur des familles d'épinettes dans la région d'East Kootenay, on a relevé que la hauteur et le diamètre des arbres étaient d'environ 25 % supérieurs sur les sites acides que sur les sites calcaires, même si la hauteur et le diamètre des familles provenant des sites calcaires étaient supérieurs à la fois sur les sites calcaires et sur les sites acides. La hauteur et le diamètre des épinettes de l'intérieur diminuent avec la profondeur décroissante jusqu'aux carbonates à East White River (Tableau 4).

On n'a observé aucune réduction de croissance au second emplacement des épinettes de l'intérieur (Lussier River) où la profondeur moyenne jusqu'aux carbonates est de 31 cm.

Le pin tordu latifolié

Deux tests de provenance appliqués au pin tordu latifolié dans la région du Projet pilote sur la gestion améliorée des forêts de la région d'Invermere sont en cours d'évaluation. La hauteur et le diamètre des pins tordus latifoliés étaient d'environ 13 % inférieurs lorsque les premiers 40 cm du sol arable renfermaient des carbonates (Tableau 5). Au second emplacement des pins tordus latifoliés, la profondeur jusqu'aux carbonates excédait 40 cm, et il n'existait aucun lien entre la profondeur jusqu'aux carbonates et la productivité.

Tableau 4. Épinettes de l'intérieur – Comparaison de la hauteur et du diamètre en fonction des profondeurs des carbonates à East White River (C.-B.).

Profondeur jusqu'aux carbonates (cm)	Hauteur des épinettes	Diamètre des épinettes (mm)
0-15	319 ± 20	44,6 ± 4,9
15-30	318 ± 14	43,2 ± 2,9
30-45+	362 ± 30	56,7 ± 4,1

Tableau 5. Pin tordu latifolié – Comparaison de la hauteur et du diamètre en fonction des profondeurs des carbonates à Lussier River (C.-B.).

Profondeur jusqu'aux carbonates	Bonne provenance		Provenance moyenne		Mauvaise provenance	
	Hauteur (cm)	Diamètre (mm)	Hauteur (cm)	Diamètre (mm)	Hauteur (cm)	Diamètre (mm)
< 40 cm	650 ± 24	94 ± 4	589 ± 27	79 ± 5	382 ± 27	58 ± 5
> 40 cm	752 ± 48	102 ± 9	649 ± 34	96 ± 6	465 ± 34	68 ± 6

Résumé

L'élévation du pH des sols et la présence de carbonates auront des répercussions sur la disponibilité et l'équilibre de plusieurs éléments nutritifs indispensables. Jusqu'à ce jour, toutefois, très peu de données sont disponibles démontrant que ces sols sont moins productifs que les sols acides ou qu'ils sont plus sensibles aux perturbations causées par les travaux d'exploitation forestière.

Il est indispensable de comprendre les processus affectant la productivité des forêts croissant sur les sols calcaires. Les aménagistes devraient poser les questions suivantes liées à leurs activités d'aménagement forestier :

- Quel est le lien entre la profondeur des carbonates et la productivité?
- Quelles sont les répercussions des sols calcaires sur la disponibilité des éléments nutritifs?
- Quelles sont les relations entre la nutrition des arbres et la productivité sur les sols calcaires?
- Les sols calcaires sont-ils plus sensibles que les autres types de sol aux perturbations causées par les pratiques forestières?
- Quelle interaction existe-t-il entre les sols calcaires et les autres propriétés des sites, telles que l'élévation, la pente et l'aspect?
- Existe-t-il des possibilités d'améliorer les déficiences nutritionnelles et la croissance des arbres sur ces sols?

Lectures supplémentaires

British Columbia Ministry of Forests. 1995. Hazard Assessment Keys for Evaluation Site Sensitivity to Soil Degrading Processes Guidebook. Victoria, British Columbia Forest Practices Code Guidebook.

Dumanski, J.; Macyk, T.M.; Veauvy, C. F.; Lindsay, J.D. 1972. Soil Survey and Land Evaluation of the Hinton-Edson Area. Alberta Soil Survey Report No. 31, Alberta Institute of Pedology.

Gouvernement du Canada. 1970. The Canada Land Inventory Objectives, Scope and Organization. The Canada Land Inventory Report No. 1 (2e édition), Department Regional Economic Expansion, Ottawa.

Hall, K. L.; Curran, M.P. 1999. Calcareous soil deposit effects on underlying forest floor. Extension Note EN-045, Nelson Forest Region, British Columbia Ministry of Forests.

Lacelle, L.E.H. 1990. Biophysical Resources of the East Kootenay Area, Rapport no 20, British Columbia Soil Survey, British Columbia Ministry of Environment, Victoria (C.-B.).

Personnes ressources

Doug Maynard
Service canadien des forêts
506 West Burnside Rd.
Victoria (Colombie-Britannique) V8Z 1M5
Tél. : (250) 363-0722
Courriel : dmaynard@pfc.forestry.ca

Barbara Kishchuk
Service canadien des forêts
5320-122 Street
Edmonton (Alberta) T6H 3S5
Tél. : (780) 435-7336
Courriel : Bkishchuk@NRCan.gc.ca

Mike Curran
Ministry of Forests, Colombie-Britannique
518 Lake Street
Nelson (Colombie-Britannique) V1L 4C6
Tél. : (250) 354-6274
Courriel : Mike.Curran@gems5.gov.bc.ca

Remerciements

Le financement du présent projet a été assuré par le Projet pilote sur l'aménagement amélioré des forêts de la région d'Invermere. Nous tenons à remercier tout particulièrement Greg Anderson (Ministry of Forests, C.-B., Invermere), ainsi que John Senyk et Ed Wass.

Dean Mills, SCF, éditeur

Pour de plus amples renseignements sur le Service canadien des forêts et sur les études présentées ici, visitez notre site Web au:

<http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca>

Maynard, D.G.; Mallett, K.I.; Myrholm, C.L. 1997. Sodium carbonate inhibits emergence and growth of greenhouse-grown white spruce. *Canadian Journal Soil Science* 77: 99-105.

Runka, G.G. 1970. Lands of the East Kootenay, Their Characteristics and Capability for Agriculture and Forestry. Report to the BC Soil Capability for Agriculture and Forestry Committee.

Xie, C.-Y.; Yanchuk, A.D.; Kiss, G.K. 1998. Genetics of interior spruce in British Columbia: Performance and variability of open-pollinated families in the east Kootenays. Research Report 07, British Columbia Ministry of Forests Research Program, Victoria (C.-B.).