

Appauvrissement de la couche neigeuse en hiver dans une forêt de feuillus, mont Saint-Hilaire, Québec

Bhawan Singh and John E. Lewis

Volume 34, Number 2, 1980

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1000402ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1000402ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (print)

1492-143X (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this note

Singh, B. & Lewis, J. E. (1980). Appauvrissement de la couche neigeuse en hiver dans une forêt de feuillus, mont Saint-Hilaire, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 34(2), 247–251. <https://doi.org/10.7202/1000402ar>

Article abstract

Field measurements were undertaken in winter 1977-78 so as to gauge the amount of snow removed by the creation of dough-nut shaped depressions around the trunk of hardwood trees. Assuming that the snow removed either sublimates or discharges completely from the snowpack and that the geometry of these holes resembles that of a cylinder, we have found that 2.6% of the snowpack of depth 61 cm is replaced by these holes and that a further 1.3% is occupied by trunk space. This value of 2.6% however relates to a dense and compacted snowpack, and thus could be higher if applied to snow conditions at time of accumulation. Furthermore the size of the holes which grow in dimensions towards the end of winter can also lead to an increase in this value. Thus, the errors produced by these holes in the snowpack further adds to the error limits in the measurement of snow precipitation, especially in large basins.

APPAUVRISSEMENT DE LA COUCHE NEIGEUSE EN HIVER DANS UNE FORÊT DE FEUILLUS, MONT SAINT-HILAIRE, QUÉBEC

Bhawan SINGH et John E. LEWIS, respectivement, Département de géographie, université de Montréal, c.p. 6128, Montréal H3C 3J7, et Department of Geography, McGill University, 805, rue Sherbrooke ouest, Montréal H3A 3K6.

RÉSUMÉ Des mesures ont été effectuées en hiver 1977-78 afin d'estimer la quantité de neige enlevée par la formation de trous en forme de beigne autour de troncs d'arbres dans une forêt de feuillus. En admettant que la neige enlevée disparaît complètement de la couche neigeuse et que la géométrie de ces trous est semblable à celle d'un cylindre, nous avons calculé que 2,6% de la couche neigeuse est remplacée par ces trous et qu'un volume additionnel de 1,3% est occupé par les troncs. Cette valeur de 2,6% correspond à une couche de neige dense et compacte et pourrait être plus élevée si on l'appliquait à une accumulation de neige fraîche. De plus, la taille de ces trous, qui s'élargissent vers la fin de l'hiver, peut modifier le pourcentage de 2,6%. Ainsi, la présence de ces trous dans la couche neigeuse augmente le risque d'erreur dans le calcul des précipitations neigeuses, spécialement dans les plus grands bassins-versants.

ABSTRACT Field measurements were undertaken in winter 1977-78 so as to gauge the amount of snow removed by the creation of dough-nut shaped depressions around the trunk of hardwood trees. Assuming that the snow removed either sublimates or discharges completely from the snowpack and that the geometry of these holes resembles that of a cylinder, we have found that 2.6% of the snowpack of depth 61 cm is replaced by these holes and that a further 1.3% is occupied by trunk space. This value of 2.6% however relates to a dense and compacted snowpack, and thus could be higher if applied to snow conditions at time of accumulation. Furthermore the size of the holes which grow in dimensions towards the end of winter can also lead to an increase in this value. Thus, the errors produced by these holes in the snowpack further adds to the error limits in the measurement of snow precipitation, especially in large basins.

INTRODUCTION

Dans une étude récente (LEWIS et SINGH, 1978), nous avons abordé la question des dépressions circulaires dans le couvert de neige autour du tronc des arbres et ceci dans une forêt de feuillus. Ces dépressions nommées parfois «*quaminia*» et parfois «*melt holes*» résulteraient des processus d'échange radiatif entre la couche de neige et le tronc d'arbre (GEIGER, 1965) ainsi que de l'action turbulente du vent autour du tronc (LETTAU, 1966). Dans un article précédent, nous avons tenté de déterminer l'importance des processus d'échange radiatif lors de la formation de ces dépressions. La présente étude a pour but d'évaluer l'espace relatif occupé par ces creux de fonte ou de déflation et celui occupé par les troncs d'arbre, en pourcentage du volume total occupé par la couche de neige dans une forêt de feuillus.

MÉTHODES

En supposant que le volume de neige qui occupe ces dépressions se sublime ou pénètre la neige puis, finalement, le sol et disparaisse complètement tel que

corroboré par le débit uniforme des ruisseaux locaux, nous avons tenté de calculer le volume total que représentent les dépressions et les troncs d'arbres à l'intérieur d'un bassin-versant. Dans nos calculs, nous avons assumé que le tronc d'un arbre et la dépression ont la configuration d'un cylindre. Il convient toutefois de signaler que ces cavités peuvent avoir une forme hémisphérique au début de l'hiver (fig. 1a) ou une forme cylindrique, vers la fin de l'hiver et au début du printemps (fig. 1b). Nos mesures ayant été prises entre le milieu et la fin de l'hiver, nous avons retenu la dernière forme.

À la lumière de ces considérations, nous avons évalué le volume occupé par la dépression en calculant la différence entre le volume total (volume occupé par le tronc d'arbre et l'auréole) et le volume du tronc. Ces valeurs ont été calculées à partir de la mesure du diamètre du tronc à hauteur de poitrine et du diamètre nord-sud de la cavité. Cette orientation peut occasionner une légère sous-estimation étant donné que le diamètre nord-sud était toujours inférieur à celui orienté est-ouest (tableau I), ceci dû à un facteur résultant de la déclinaison et de l'angle azimutal du soleil dans la région à l'étude.

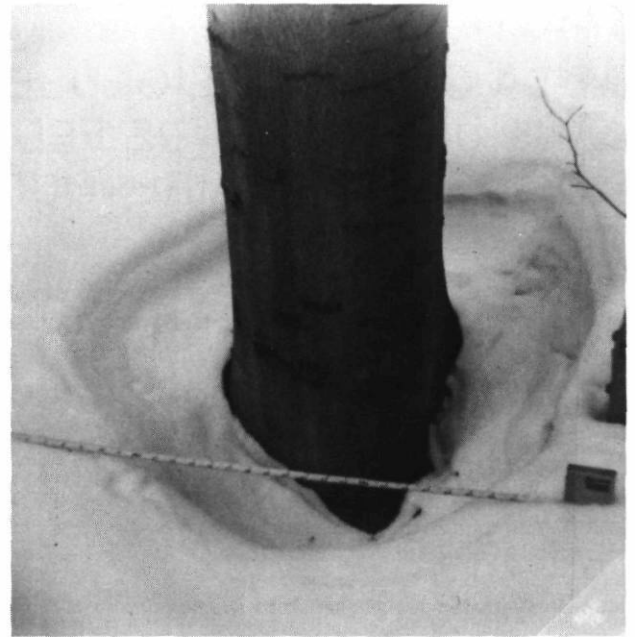


FIGURE 1a. Dépression dans le couvert de neige au début de l'hiver.

Depression in the snowpack towards the beginning of winter.

FIGURE 1b. Dépression dans le couvert de neige à la fin de l'hiver.

Depression in the snowpack toward the end of winter.

Toutes les mesures ont été effectuées au mont Saint-Hilaire, Québec (45°33' N et 73°10' O : fig. 2). Cette montagne est en grande partie couverte d'une forêt à dominance d'érables à sucre (*Acer saccharum* Marsh) et de hêtres (*Fagus grandifolia*, Ehrh). L'aire d'étude se situe du côté sud de la colline East Hill sur une pente modérée, d'exposition sud-est (voir fig. 2). Ce site a été choisi en raison de sa facilité d'accès et du caractère relativement uniforme du micro-relief. Toutes les mesures ont été effectuées le 3 mars 1978 alors que l'accumulation de la neige se rapprochait de la valeur maximale pour l'hiver. L'épaisseur de la couche de neige était de 50 cm et de 61 cm. Ces mesures furent prises à 2 endroits considérés représentatifs c'est-à-dire où la surface était presque horizontale et où l'action du vent sur la neige était négligeable. Nous avons choisi la dernière mesure (61 cm) pour représenter l'épaisseur du couvert nival puisque l'accumulation de neige, mesurée à la station météorologique la plus proche (l'aéroport de St-Hubert), était de 205 cm à la même date (Bulletin météorologique, 1977-78). Notons que cette dernière valeur (205 cm) représente la

chute totale de neige alors que le changement de densité créé par la compaction de la neige, la fonte périodique causée par une élévation des températures, la pluie et l'interception de la neige par les branches des arbres ne sont pas considérés. Cette compaction et érosion de la neige réduira la chute totale (205 cm) de neige à une valeur semblable à celle de l'accumulation (61 cm).

Nous avons délimité au hasard une parcelle de 75 m × 25 m (1875 m²) dans laquelle nous avons mesuré la circonférence des troncs d'arbres à hauteur de poitrine, le diamètre nord-sud et est-ouest et la longueur des troncs dans la neige autour de 34 arbres (un nombre égal d'érables à sucre et de hêtres (fig. 1)). De plus, nous avons compté le nombre total d'arbres à l'intérieur de la parcelle. Cependant, dans nos calculs, nous n'avons tenu compte que des arbres dont le diamètre du tronc était supérieur à 10 cm parce que les arbres de moindre diamètre n'ont pas engendré la formation de dépressions dont les dimensions soient significatives dans la neige (fig. 3 et 4). Ces données ont été utilisées

TABLEAU I
Mesures des arbres et des trous

Site arbre	Espèce arbre	Circ. Tronc	Diam. S/N Tronc	Diam. E/W Tronc	Profondeur du trou	Diam. arbre	Vol. total dépression ($\times 10^4 \text{cm}^3$)	Vol. total arbre ($\times 10^3 \text{cm}^3$)	Vol. partiel dépression ($\times 10^4 \text{cm}^3$)	Diamètre arbres (log-cm)
1	Érable	124,5	96,5	94	22,9	39,6	16,7	28,1	13,8	1,60
2	Érable	109,2	99,1	94	20,3	34,8	15,6	19,2	13,5	1,54
3	Érable	73,7	55,9	53,3	22,9	23,4	5,6	9,8	4,5	1,36
4	Hêtre	66	50,8	50,1	17,8	21,1	3,6	6,1	3,1	1,32
5	Hêtre	116,8	88,9	91,4	27,9	37,1	17,3	30,3	14,4	1,57
6	Hêtre	71,1	61	66	17,8	22,6	5,1	7,1	4,5	1,35
7	Hêtre	144,8	121,9	119,4	20,3	50	23,7	33,8	20,3	1,70
8	Hêtre	101,6	78,7	91,4	22,9	32,3	11,1	18,7	9,3	1,51
9	Érable	43,2	35,6	35,6	15,2	13,7	1,5	2,1	1,4	1,14
10	Hêtre	58,4	48,3	48,3	20,3	18,5	3,7	5,5	3,1	1,27
11	Hêtre	121,9	91,4	106,7	30,5	38,9	20	36	16,4	1,59
12	Hêtre	71,1	43,2	45,7	17,8	22,6	2,6	7,1	1,9	1,35
13	Hêtre	83,8	71,1	68,6	22,9	26,7	9	12,7	7,9	1,43
14	Érable	68,6	45,7	48,3	15,2	21,8	2,5	5,7	1,9	1,34
15	Érable	88,9	63,5	68,6	15,2	28,2	4,8	9,5	3,9	1,45
16	Érable	86,4	58,4	61,0	25,4	27,4	6,8	15	5,3	1,44
17	Hêtre	154,9	109,2	124,5	25,4	49,3	23,7	48,5	18,9	1,69
18	Érable	83,8	66	66	22,9	26,7	7,8	12,7	6,5	1,42
19	Érable	40,6	33	27,9	20,3	13	1,7	2,6	1,4	1,11
20	Érable	55,9	50,8	45,7	20,3	17,8	4,1	5	3,6	1,25
21	Hêtre	121,9	91,4	91,4	27,9	38,9	18,3	33	15	1,59
22	Hêtre	111,8	86,4	81,3	22,9	35,6	13,3	22,7	11	1,55
23	Hêtre	116,8	91,4	94	20,3	37,1	13,3	22	11	1,57
24	Érable	73,7	55,9	63,5	15,2	23,4	3,7	6,5	3,1	1,37
25	Érable	101,6	76,2	81,3	15,2	32,3	6,9	12,5	5,6	1,51
26	Érable	76,2	63,5	58,4	17,8	24,1	5,6	8,2	4,8	1,38
27	Érable	76,2	63,5	68,6	17,8	24,1	5,6	8,2	4,8	1,38
28	Érable	55,9	45,7	45,7	17,8	17,8	2,9	4,4	2,5	1,25
29	Hêtre	91,4	81,3	88,9	20,3	29,2	10,5	13,5	9	1,47
30	Hêtre	73,7	58,4	63,5	20,3	23,4	5,4	8,7	4,5	1,37
31	Crable	68,6	58,4	58,4	17,8	21,8	4,7	6,6	3,9	1,34
32	Hêtre	121,9	106,7	111,8	30,5	38,9	27,2	36	23,5	1,59
33	Hêtre	76,2	68,6	66	17,8	24,1	6,5	8,2	5,6	1,38
34	Érable	45,7	35,6	35,6	20,3	14,5	2	3,3	1,6	1,16

par la suite pour le calcul du bilan hydrique dans un sous-bassin-versant à titre d'échantillon pour le bassin hydrographique à l'étude (fig. 2).

RÉSULTATS

Les résultats sont résumés dans les tableaux I et II et les figures 3, 4 et 5. La figure 3 montre bien une relation curvilinéaire assez forte entre le volume partiel de la dépression autour des troncs et le diamètre des arbres (DHP) des deux espèces, érables et hêtres. Le fait que les arbres les plus gros génèrent les dépressions les plus grandes est dû essentiellement à leur plus grande surface permettant d'émettre la chaleur nécessaire à la fonte de la neige, ou de créer des turbulences responsables de l'enlèvement de la neige. De façon générale,

le hêtre, en raison de sa plus grande dimension, produit une dépression plus grande que l'érable.

Une transformation logarithmique sur l'axe horizontal (le diamètre des arbres) fait ressortir davantage la corrélation et la linéarité des données (fig. 4). De plus, l'intersection sur l'axe horizontal nous indique la dimension minimale de l'arbre (en diamètre) requise pour créer un creux dans la neige (10 cm). Ainsi, dans les mesures de densité (nombre d'arbres par superficie) des arbres, nous n'avons tenu compte que des arbres dont le diamètre était de 10 cm et plus. La répartition des diamètres d'arbres apparaît sur la figure 5. Elle est bi-modale; la première concentration (20 à 25 cm) de valeurs représentant surtout les érables et la deuxième (35 à 40 cm), principalement les hêtres.

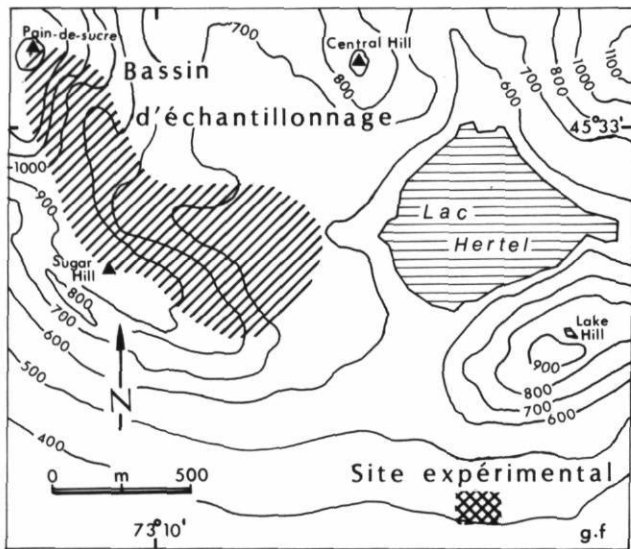


FIGURE 2. Carte de localisation, mont Saint-Hilaire, Québec.
Site location, mont Saint-Hilaire, Québec.

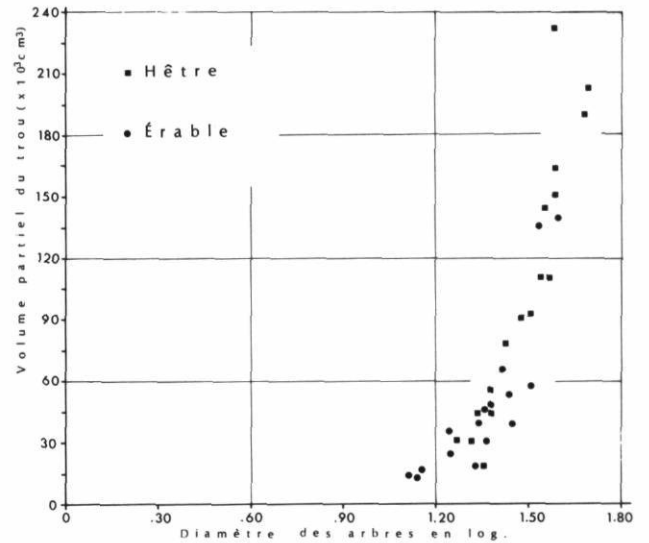


FIGURE 4. Volume partiel des trous par rapport au log du diamètre des arbres.
Partial volume of melt-holes as related to the log of tree trunk diameter.

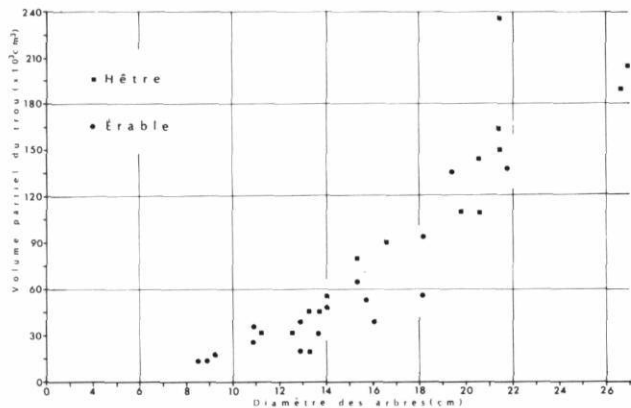


FIGURE 3. Volume partiel des trous par rapport au diamètre des arbres.
Partial volume of melt-holes as related to tree trunk diameter.

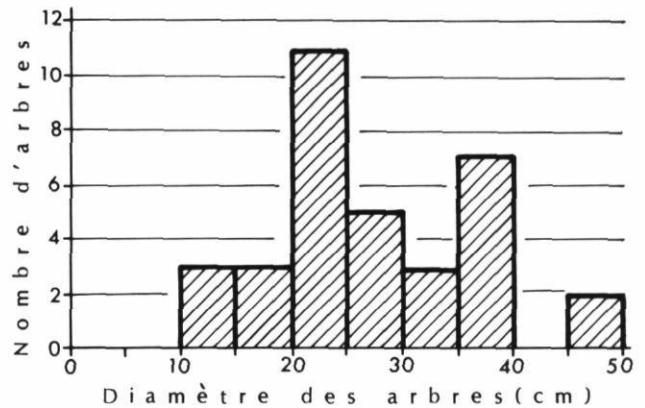


FIGURE 5. Nombre d'arbres par classe de diamètre.
Frequency distribution of tree trunk diameter.

TABLEAU II

Volume (cm³) et pourcentage (%) de neige occupé par les troncs et par les trous

	Volume total de neige	Volume Occupé par les troncs	Volume Occupé par les trous	Couche neigeuse manquante
Volume cm ³	1,14 × 10 ⁹	1,43 × 10 ⁷	2,93 × 10 ⁷	1,12 × 10 ⁹
Pourcentage %	100	1,3	2,6	96,1

Dans nos calculs du volume total de neige absente autour des arbres, nous avons supposé que la répartition des dimensions et des espèces des 35 arbres choisis au hasard s'applique au nombre total (390) des arbres inclus dans l'emplacement délimité (1875 m²). De plus, dans le calcul du volume total de la couche de neige, nous avons utilisé la différence entre le volume de la couche neigeuse (quelle que soit sa densité) dont la profondeur est de 61 cm dans la parcelle choisie, et le volume occupé par les troncs sur une hauteur équivalente à celle de la neige (61 cm) pour les 390 arbres de la parcelle, c'est-à-dire le volume total de la neige moins le volume total des troncs dans la neige.

La profondeur maximale des troncs dans la neige étant de 30 cm environ et l'épaisseur de la neige étant deux fois plus grande, c'est-à-dire de 61 cm, nous avons choisi une valeur équivalente à deux fois la profondeur de trous pour calculer la longueur totale des troncs implantés dans la couche de neige.

Les résultats apparaissent au tableau II. Le pourcentage de la couche nivale absente à cause de la présence de ces troncs dans la neige, est de 2,6%. Cette valeur de 2,6% semble très petite puisqu'elle s'insère dans la limite de $\pm 10\%$ d'erreur admise dans la mesure des précipitations neigeuses (GRAY, 1970). Cependant, si l'on applique cette valeur à l'ensemble du bassin versant étudié, d'une superficie totale de $5,1095 \times 10^5$ m², elle équivaut à une profondeur de neige de 1,5 cm soit un volume de $7,65 \times 10^9$ cm³.

Il faut également se rappeler que ce pourcentage de neige (2,6%) s'applique à une couche ancienne de neige compactée dont la densité est normalement plus élevée que celle d'une neige fraîche. Ainsi, si l'on appliquait ce pourcentage de 2,6% à l'accumulation neigeuse toujours en tenant compte de la différence de densité, le pourcentage final peut vraisemblablement s'approcher de la valeur critique de $\pm 10\%$ déjà citée. De plus, si l'on ajoute à ceci l'espace occupé par le tronc des arbres, le pourcentage passe de 2,6% à 3,9% toujours par rapport à une couche de neige compactée. Il importe donc de tenir compte de la quantité de neige absente à cause de la présence de troncs et de dépressions autour de ceux-ci, lorsque l'on mesure la quantité totale de neige dans une forêt de bois franc, particulièrement dans les bassins hydrographiques de grande superficie.

CONCLUSION

Nos calculs démontrent que le pourcentage du volume de neige occupé par les dépressions autour du tronc des arbres voisine 2,6%, ce qui réduit quelque peu la quantité totale de neige dans un bassin hydrographique.

De même, il faut se rappeler que les valeurs calculées ici s'appliquent à une couche de neige du milieu de l'hiver alors que les dépressions dans la neige n'ont pas encore atteint leurs dimensions maximales (fig. 1a et 1b). Vers la fin de l'hiver, ces creux s'agrandissent encore quelque peu en raison de l'altitude plus élevée du soleil et d'une plus grande fréquence de jours ensoleillés. Ainsi la quantité totale de neige, remplacée par la présence de ces dépressions, est peut être plus grande que 2,6% au moment de la fonte de la neige.

Ce pourcentage appliqué à un bassin hydrographique de grande dimension équivaut à un volume substantiel de neige soit à $7,65 \times 10^9$ cm³ de neige dans le bassin étudié. Nous recommandons donc que les études portant sur le bilan hydrique de la couche de neige dans une forêt de feuillus tiennent compte du volume occupé par les dépressions circulaires se formant autour du tronc des arbres et de l'espace occupé par les troncs eux-mêmes.

RÉFÉRENCES

- DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX (1977-1078): *Bulletin météorologique*, Québec, min. des Richesses naturelles, sept. 1977 à avril 1978.
- GEIGER, Rudolph (1965): *The Climate Near the ground*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 611 p.
- GRAY, Donald M. (édit.) (1970): *Handbook on the Principles of Hydrology*, Secretariat, Canadian National Committee for the IHD, Ottawa, Can. Section II, p. 2.1-2.111.
- LETTAU, Bernhard (1966): The Use of the Sub-arctic Bogs as Natural Climatic Indicators. *Tech. Rept.*, n° 23, dept. of meteor., University of Wisconsin, Madison.
- LEWIS, John E. and SINGH, B. (1978): An Initial Investigation of Radiative Exchange Around a Tree Trunk Surrounded by Snow, *Climatological Bulletin* n° 23, p. 15-29.