

--> Voir l'**erratum** concernant cet article

Intérêts des chablis dans l'étude des paléosols The importance of windfalls in the study of paleosols Die Bedeutung des Windfalles im Studium der Palaoboden

Jean-Louis Brown et Yvon Martel

Volume 35, numéro 1, 1981

Quatrième Colloque sur le Quaternaire du Québec

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1000380ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1000380ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (imprimé)

1492-143X (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Brown, J.-L. & Martel, Y. (1981). Intérêts des chablis dans l'étude des paléosols. *Géographie physique et Quaternaire*, 35(1), 87-92.
<https://doi.org/10.7202/1000380ar>

Résumé de l'article

Ce travail vise à souligner l'impact des chablis sur la pédogénèse et à contribuer ainsi à une meilleure interprétation des données pédologiques dont les datations au radiocarbone. Les effets de ce phénomène sont illustrés au moyen de coupes de sol pratiquées sous l'érablière à bouleau jaune. Les résultats de la datation de la matière organique de trois échantillons de sol, prélevés à environ 1 à 2 m les uns des autres dans la partie supérieure de l'horizon B, indiquent des âges apparents variant de 1260 années BP à 2430 années BP. Cette discontinuité dans les âges obtenus confirme l'énoncé de BROWN (1977), à savoir que l'âge des sols forestiers varie beaucoup entre des points très rapprochés à la suite du rajeunissement continu du sol sous forêt par le chablis. Il devient donc important de bien considérer ce dernier phénomène dans l'interprétation des datations au radiocarbone, que ce soit pour des études pédogénétiques ou paléo-pédologiques.

INTÉRÊT DES CHABLIS DANS L'ÉTUDE DES PALÉOSOLS

Jean-Louis BROWN et Yvon MARTEL, respectivement, Service de la recherche forestière, ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, 2700, rue Einstein, Sainte-Foy, Québec G1P 3W8, et Station de recherches, Agriculture Canada, c.p. 90, Lennoxville, Québec J1M 1Z3.

RÉSUMÉ Ce travail vise à souligner l'impact des chablis sur la pédogénèse et à contribuer ainsi à une meilleure interprétation des données pédologiques dont les datations au radiocarbone. Les effets de ce phénomène sont illustrés au moyen de coupes de sol pratiquées sous l'érablière à bouleau jaune. Les résultats de la datation de la matière organique de trois échantillons de sol, prélevés à environ 1 à 2 m les uns des autres dans la partie supérieure de l'horizon B, indiquent des âges apparents variant de 1260 années BP à 2430 années BP. Cette discontinuité dans les âges obtenus confirme l'énoncé de BROWN (1977), à savoir que l'âge des sols forestiers varie beaucoup entre des points très rapprochés à la suite du rajeunissement continu du sol sous forêt par le chablis. Il devient donc important de bien considérer ce dernier phénomène dans l'interprétation des datations au radiocarbone, que ce soit pour des études pédogénétiques ou paléo-pédologiques.

ABSTRACT *The importance of windfalls in the study of paleosols.* The object of this study is to point out the effects of windfall on pedogenesis and more specially to contribute to a better interpretation of radiocarbon dating of soil organic matter. The effects of this phenomenon are illustrated by the means of soil trenches under a sugar maple-yellow birch stand. The results of radiocarbon measurements of soil organic matter in the upper part of the B horizon, for three samples taken at short distances (1-2 m), indicated mean residence times varying from 1260 years BP to 2430 years BP. This discontinuity in dates corroborates the statement by BROWN (1977), to the effect that the age of forest soils changes from place to place at short distances because of soil rejuvenation by windfall. It is therefore important to consider this last phenomenon in the interpretation of radiocarbon dating in the study of paleosols as well as for other pedogenetic studies.

ZUSAMMENFASSUNG *Die Bedeutung des Windfalles im Studium der Paläoböden.* Der Gegenstand dieser Forschungsarbeit ist es zu zeigen welche Auswirkungen der Windfall auf die Pedogenese hat, und besonders um zu einer besseren Auslegung der Radio-Karbon Datierungen von pedologischen Material beizutragen. Die Folgen dieser Phänomäne werden an Hand von Bodenschnitten eines Zuckerahorn-Birken standes erläutert. Die Resultate der Datierung des organischen Materials von drei Bodenproben, die mit ca 1-2m Abstand im oberen Teil des Horizontes B gemacht wurden, zeigen ein sichtbares Alter mit Schwankungen von 1260 Jahren v.u.Z bis 2430 Jahren v.u.Z. Diese in den Altern erreichte Unterbrechung bestätigt die Angaben von BROWN (1977) d. h. dass sich das Alter des Waldbodens von einem Ort zum anderen und über kurze Strecken, auf Grund der Verjüngung des Bodens durch Windfall ändert. Es ist daher wichtig dieses Phänomän bei der Auslegung von Radio-Karbon Datierungen im Studium der Paläoböden sowohl, als auch in anderen pedogenetischen Studien zu berücksichtigen.

INTRODUCTION

Un des facteurs de la pédogénèse, souvent oublié mais d'une grande importance pour l'étude et la compréhension des sols forestiers, qu'ils soient fossilisés ou non, est le chablis ou le renversement des arbres par le vent. Nous l'avons déjà reconnu (BROWN, 1977, 1978, 1979) comme la principale cause de la grande variabilité, sur de courtes distances, des propriétés physico-chimiques de ces sols. Cet article veut attirer l'attention plus particulièrement sur les difficultés que ce phénomène entraîne pour l'interprétation des datations au radiocarbone de la matière organique colloïdale de ces sols. À cet effet, nous rappellerons brièvement le réarrangement des horizons du sol par différents types de renversés, tout en gardant à l'esprit que ces mêmes phénomènes ont pu se passer dans les sols enfouis de couches géologiques plus profondes.

IMPORTANCE DES CHABLIS

Lorsqu'ils ne sont pas récoltés par l'homme, les arbres retournent au sol en se cassant ou en étant déracinés par le vent. Ils peuvent être renversés isolément, par petits groupes ou sur des superficies plus importantes selon leur vigueur et selon la violence des vents (tornade, cyclone). Les feux de forêts, les épidémies d'insectes et les maladies qui affaiblissent les racines favorisent aussi le déracinement des arbres par le vent.

Le volume de sol déplacé par un arbre qui se renverse dépend entre autres de son type d'enracinement, de sa taille et de sa vigueur. Les arbres, qui sont déjà morts avant d'être renversés déplacent moins de sol que ceux qui sont renversés alors qu'ils sont encore vivants. De même, les arbres en pleine croissance et, par conséquent, bien ancrés au sol déplacent un volume de sol considérable pour leur taille lorsqu'ils sont entraînés par la chute d'un plus gros arbre. Plusieurs tonnes de sol peuvent être ainsi déplacées. À titre d'exemple, un monticule de sol, produit par la chute d'un gros bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britton), mesurait environ de 9 à 10 m³ et pesait plus de 15 tonnes. Le sol peut être perturbé jusqu'à une profondeur de 1 m, sur une superficie importante, comme en témoigne ce gros pin blanc (*Pinus Strobus* L.) dont les racines dressées s'étaient sur plus de 40 m² (fig. 2)

MÉTHODE

Ce travail repose sur l'étude de l'arrangement des horizons du sol dans plusieurs coupes, pratiquées dans une érablière à bouleau jaune au Témiscamingue (Québec) (fig. 1). Nous avons également mis à profit des observations faites dans plusieurs autres coupes effectuées dans quelques renversés récents. La datation au radiocarbone de la matière organique colloïdale a été

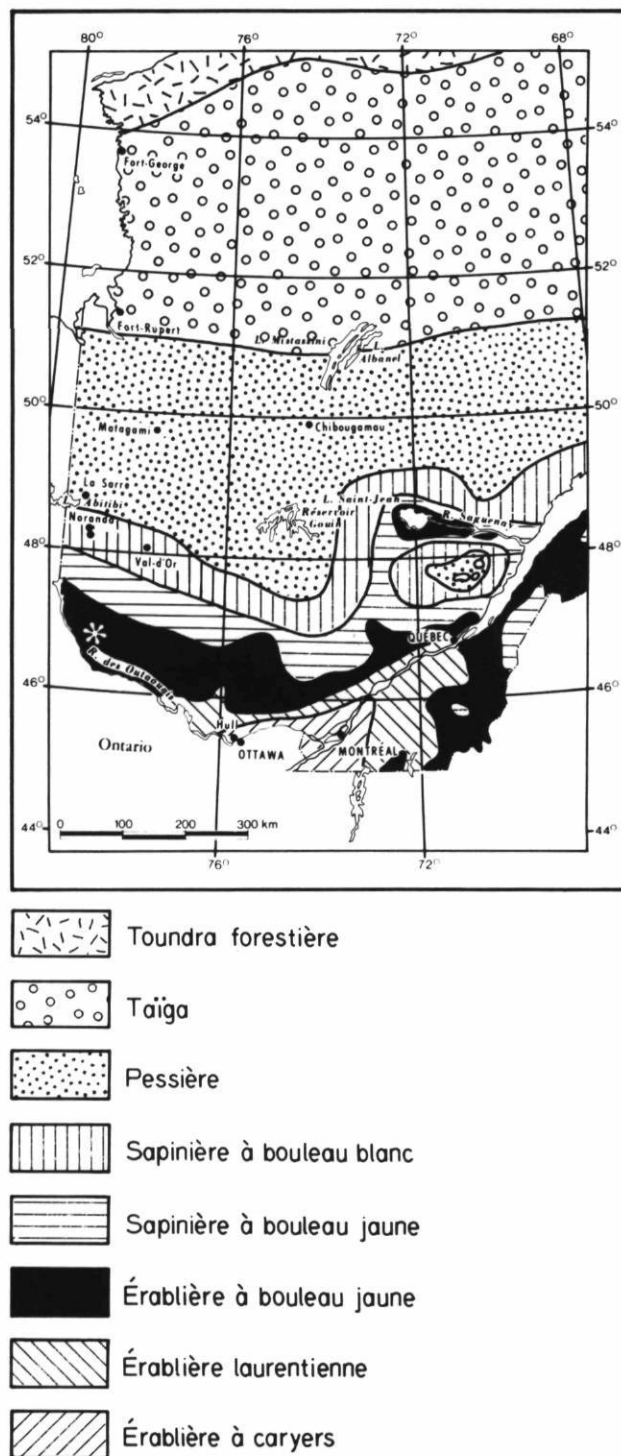


FIGURE 1. Localisation de la station étudiée, par rapport aux principales unités de végétation du Québec (GRANDTNER, 1966; RICHARD, 1978).

Location of the study area in relation to the main vegetational units of Québec (GRANDTNER, 1966; RICHARD, 1978).



FIGURE 2. Renversé «normal» d'un gros pin blanc. À noter l'étalement hors sol des racines sur plus de 40 m² (photo de droite). La photo de gauche illustre que même pour un enracinement de type fasciculée, celui-ci peut descendre jusqu'à une profondeur de 1 m et perturber ainsi le sol jusqu'à cette profondeur et sur une superficie assez grande. Le chapeau au sol indique l'extrémité de la micro-butte créée par ce chablis (réserve écologique de Malakisis, Témiscamingue, Québec).

«Normal» windfall of a big white pine. Note the spreading above ground of the roots on more than 40 m² (right picture). The left picture illustrates that even flat rooted trees may go down to 1 m and disturb soil down to that depth on a relatively large area. The hat on the ground shows the end of the windfall mound.

faite pour trois échantillons prélevés dans la partie supérieure de l'horizon B d'un sol podzolisé sous une érablière à bouleau jaune.

Nous avons suivi la même procédure que MARTEL et LASALLE (1977) pour la préparation des échantillons de sol destinés à être datés au radiocarbone, c'est-à-dire séchage du sol à l'air, tamisage à 2 mm et élimination des débris végétaux tels que les racines et les tissus morts, en brassant le sol dans l'eau puis en le centrifugeant pour faire flotter ces débris qui ont ensuite été décantés. Puis le sol a été séché à 70°C et traité avec HCl 1N pour détruire toutes traces possibles de carbonates. Il a été séché à nouveau avant de subir la combustion en présence d'oxygène. Le CO₂ qui en résultait a été absorbé dans du NaOH pour former du Na₂CO₃ que l'on a précipité sous forme de CO₃Sr par l'addition de Cl₂Sr. Le CO₃Sr, après avoir été séché à 70°C, a été envoyé au laboratoire de géochronologie du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec où on a effectué la datation. Celle-ci a été déterminée selon la méthode décrite par SCHARPENSEEL et PIETIG (1969), qui repose sur la synthèse du benzène à partir du carbone du sol et sur une technique de comptage par scintillation liquide.

Pour la classification du sol, nous nous sommes servi du Système canadien de classification des sols (COMMISSION CANADIENNE DE PÉDOLOGIE, 1978).

DESCRIPTION DU PHÉNOMÈNE

Le réarrangement du matériel arraché par les racines dépend principalement de l'angle que fait avec l'horizontale la galette de sol prélevée par les racines. BROWN (1977) a reconnu, selon cet angle, trois types de renversé (fig. 3 a, b, c): a) soit celui où cet angle est voisin de 90°; ce type, qualifié de normal, est le plus répandu en terrain à pentes faibles; 2) soit celui où cet angle est beaucoup plus grand que 90°, ce qui se produit sur des pentes abruptes; 3) enfin, lorsque cet angle est plus faible que 90°, soit, par exemple, lorsque la cime de l'arbre renversé «se branche», c'est-à-dire s'enchevêtre dans les autres cimes. Il existe aussi un autre type (fig. 3d), où le sol est repoussé par les racines, produisant exceptionnellement la micro-cuvette du côté du tronc.

Sans reprendre ici en détail le processus de bouleversement et de réarrangement des horizons du sol par un renversé «normal» (BROWN 1977), rappelons, en nous référant à la figure 4, les principales parties d'un tel renversé. Sur cette figure, qui laisse voir une coupe d'environ 3 m de longueur pratiquée dans un renversé, qui s'est produit il y a 80 ans, on aperçoit, de gauche à droite, d'abord la zone d'arrachement, puis un premier talus situé du côté d'où venait le vent (talus amont) et constitué de matériel puisé en grande partie à la base du solum. Au centre, la galette de sol dressée

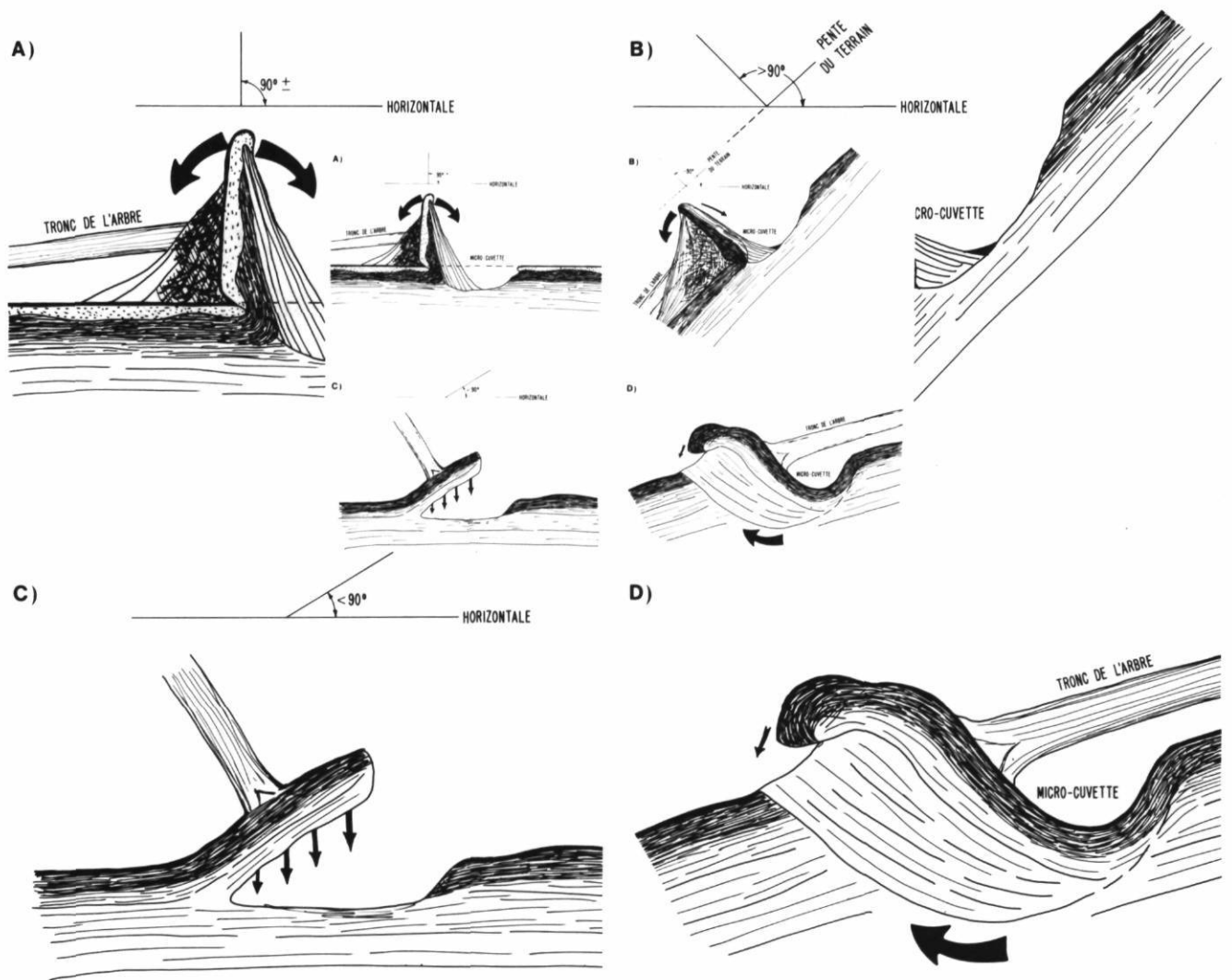


FIGURE 3. Illustration des quatre principaux types de renversés. A) le renversé «normal»; B) le renversé en pente forte; C) le renversé incomplet; et D) le renversé qui repousse le sol, pour produire la micro-cuvette du côté du tronc.

Illustration of the four main types of windfall. A) «normal» windfall; B) windfall on steep slope; C) incomplete windfall; and D) the push-mound windfall with the pit on the side of the fallen tree.

à la verticale par les racines (c'est-à-dire l'horizon Ae et quelques décimètres de B sous le Ae dressé à la verticale); à droite de cette galette, le talus aval formé par le retournement de la partie supérieure du solum, qui recouvre un mince horizon Ae développé sur la butte d'un renversé antérieur. En effet, la coupe laisse voir dans cette dernière butte la présence d'un horizon Aeb juste au-dessus de la grosse pierre. On remarque donc dans cette même coupe la preuve de deux renversés, le plus vieux s'étant produit à droite de celui que nous venons de décrire.

La figure 5 illustre, pour un sol de l'érablière à bouleau jaune, la grande variabilité, sur de courtes distances, de la morphologie de ce sol. On y reconnaît encore

un renversé normal avec les principales parties que nous venons de décrire. Dans la micro-butte et plus particulièrement dans le talus amont, le profil de sol demeure très peu podzolé, avec un horizon B de couleur brun jaunâtre (10 YR 5/6 h) dans la partie supérieure du solum, tandis que sur le replat, situé à l'extrême droite, on observe un podzol très évolué avec un horizon B brun rougeâtre foncé (5 YR 3/4 h) et induré (ortstein).

Le sol de la micro-butte a été rajeuni par le chablis, et le profil qui s'y développe n'évolue que depuis quelques siècles, sous un climat favorable à la croissance d'une érablière à bouleau jaune. Il ne reste plus aucune trace (dans le sol) des racines de l'arbre qui s'est

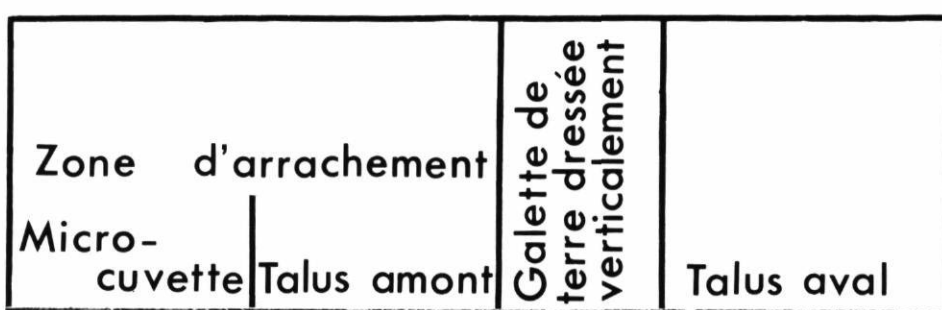


FIGURE 4. Illustration des parties d'un renversé normal, daté d'environ 80 ans, au moyen d'une coupe perpendiculaire au grand axe de la micro-butte et passant entre le centre de celle-ci et son extrémité. De gauche à droite, on remarque: a) la zone d'arrachement partiellement recouverte par le talus amont; b) la micro-cuvette; c) le talus amont; d) la galette de terre (Ae + quelques dm de B sous-jacent) dressée verticalement; e) le talus aval qui recouvre un Ae mince développé sur une autre micro-butte de chablis.

Illustration of the parts of a normal windfall, of about 80 years old, by means of a trench oriented parallel to the direction of tree fall. From left to right we can see: a) the ablation area partly overlapped by the windward slope; b) the pit; c) the windward slope; d) the upturned mass (Ae horizon + a few dm of underlying B horizon); e) the lee slope overlaying a thin Ae of another windfall mound.

FIGURE 5. Coupe de sol, d'environ 2 m de longueur, pratiquée dans une érablière à bouleau jaune. On remarque, au centre de la photo sous le talus aval, un Aeb caractéristique des renversés normaux; dans le tiers gauche, le talus amont très peu podzolisé, tandis qu'on aperçoit dans le tiers droit de la photo un profil stable depuis plusieurs millénaires probablement jamais retourné par le chablis. Ce profil très évolué est un podzol humo-ferrique à ortstein.

Trench of about 2 m length dug under a sugar maple-yellow birch stand. Note, at the center of the picture under the lee slope, an Aeb horizon with an upturned end like in a normal windfall; in the left third of the picture the very slightly podzolized windward slope contrasting with the right third where the soil has probably never been upturned by windfall.



renversé, mais la forme de la micro-butte demeure très élevée, le matériel du solum meuble, la teinte de l'horizon B plus jaune et le Aeb encore clair. Par contre, le profil développé sur le replat est un vestige du sol qui a dû se développer sous un climat plus rigoureux et une végétation résineuse plus acidifiante, comme en témoignent le degré de podzolisation et des traits pédologiques hérités de la structure du matériau d'origine.

DISCUSSION

Dans le cas étudié ci-dessus, on passe, en moins de 1,50 m, d'un profil proche de celui d'un brunisol dystrique à celui d'un podzol humo-ferrique orthique à ortstein.

Quelles sont les causes de tant de variations dans le sol? Depuis la fin de la dernière glaciation (plus de 10 000 ans dans cette région d'après PREST 1974, fig. 6), plusieurs types de climat et de végétation se sont succédé. À mesure que le climat devenait plus clément, la végétation du sud gagnait le nord, repoussant par le fait même la végétation plus septentrionale.

RICHARD (1977) a mis en évidence au moyen de diagrammes polliniques, pour le Québec méridional, une telle succession de la végétation en un même site, qui correspond à l'actuelle zonation latitudinale de la végétation du Québec. Différents domaines climatiques se sont donc succédé, depuis la toundra et même le désert périglaciaire jusqu'à l'érablière à bouleau jaune actuelle où se situe la région à l'étude (fig. 1).

Chacun de ces types de végétation, avec le climat qui le favorisait, a contribué à l'édification du sol tel qu'on le connaît aujourd'hui. Ainsi, le processus de podzolisation a déjà été très intense sous des végétations composées d'épinette noire et de sapin. C'est alors qu'ont pu se former les podzols orthiques et les podzols orthiques à ortstein comme celui qui apparaît à l'extrême droite de la photo (fig. 5).

Aujourd'hui, sous le climat et la végétation actuels, le processus de podzolisation est ralenti, de sorte qu'à la suite des chablis qui rajeunissent continuellement le sol, celui-ci n'évolue que lentement vers le podzol. Ainsi, le sol de la micro-butte (fig. 5) demeure très peu podzolisé parce qu'il évolue depuis quelques siècles seulement sous un climat propice à une végétation feuillue peu podzolizante.

Le travail de cette « charrue de la nature », le chablis, étant irrégulier et incomplet, il reste encore par endroits des lambeaux de podzol orthique à ortstein, vestiges qui datent vraisemblablement du temps où la pessière noire occupait ces stations.

Ce phénomène, qui agit sporadiquement depuis plusieurs siècles et même quelques millénaires, finit par retourner la plus grande partie du sol, de sorte que le

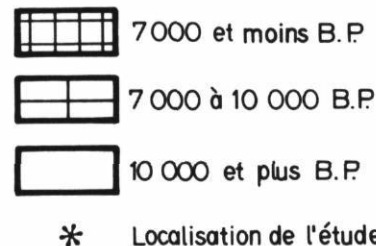
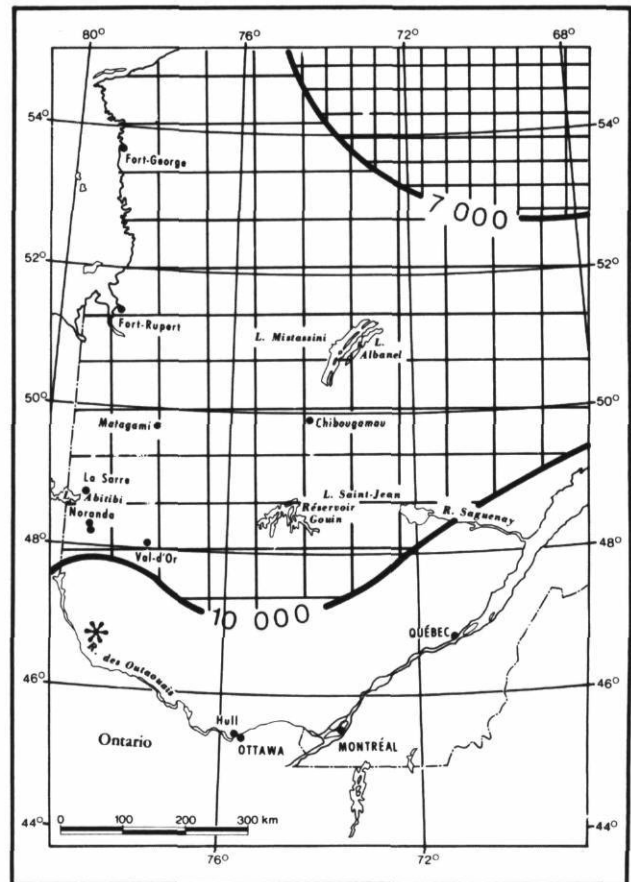


FIGURE 6. Localisation de la station étudiée, par rapport à la carte du recul du glacier (PREST, 1974).

Location of the study in relation to the retreat of the last ice sheet (PREST 1974).

degré d'évolution de celui-ci varie beaucoup d'un endroit à un autre à l'intérieur d'une même station. En effet, dans la formule classique de JENNY (1941): sol = f (climat, organismes, roche-mère, relief et temps), le facteur temps, ou la durée pendant laquelle les processus pédogénétiques se sont exercés, peut varier beaucoup entre des points très rapprochés.

Ceci a été confirmé par la datation au radiocarbone de la matière organique colloïdale de trois échantillons, qui a donné des âges apparents (mean residence time)

de 2430 ± 120 ans (QU-452), 1350 ± 90 ans (QU-453) et 1260 ± 90 ans BP (QU-454), soit pour le premier, un âge égal au double ou presque de celui obtenu pour chacun des deux autres échantillons prélevés à seulement 1 et 2 m respectivement du premier.

Ce chambardement des horizons du sol par les renversés peut aussi expliquer plusieurs différences observées entre les relations établies par la datation au radiocarbone pour les sols des prairies et celles établies pour les sols forestiers. Ainsi, GERASIMOV (1971) mentionne que les sols forestiers (podzoliques) sont caractérisés principalement par des dates au radiocarbone de l'ordre de centaines d'années, tandis que les sols de la steppe (chernozems) donnent des dates vieilles de milliers d'années. Cette différence peut s'expliquer par le rajeunissement continu des sols forestiers par le chablis. De même, la relation qui existe pour les chernozems (sols de prairie) entre l'âge et la profondeur de l'horizon daté ne tient plus pour les podzols (sols forestiers); SCHARPENSEEL (1971) en attribue la cause à la percolation très prononcée de la matière organique dans les podzols. En fait, comme nous venons de le voir, l'enfouissement et le retournement d'horizons évolués (L-H, Ae, B) et la mise en place à la surface de matériaux frais provenant de la base du solum contribuent pour beaucoup à compliquer cette relation.

CONCLUSION

Le labour sporadique par les chablis, répété au cours des millénaires, finit par retourner la plus grande partie du sol sous forêt. Il est responsable de la grande variabilité, observée sur de courtes distances, dans les propriétés physico-chimiques de ces sols. Il est aussi la cause d'anomalies plus ou moins apparentes dans la séquence verticale des horizons à l'intérieur d'un même profil.

Dans la partie supérieure de l'horizon B, les grandes différences d'âge, obtenues au radiocarbone pour des échantillons prélevés à 1 m l'un de l'autre, viennent confirmer ce que la morphologie et les propriétés physico-chimiques avaient déjà permis de constater (BROWN, 1977, 1979 et 1981). Une bonne connaissance de ce phénomène et de ses mécanismes s'avère donc nécessaire pour mieux comprendre ces sols avant d'entreprendre des études pédologiques plus poussées tant des paléosols que des sols contemporains.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à exprimer leur gratitude à Fabien Caron du ministère de l'Énergie et des Ressources ainsi qu'aux deux évaluateurs anonymes pour les commentaires qui ont permis d'améliorer la présentation de ce texte; à P. LaSalle et L. Barrette également du

ministère de l'Énergie et des Ressources pour les datations au radiocarbone. Ils sont aussi redevables à C. Deschênes d'Agriculture Canada et D. Lebel du ministère de l'Énergie et des Ressources pour leur aide technique. R. Castonguay s'est chargé de la mise au propre des figures et Nicole Durand de la dactylographie du texte.

RÉFÉRENCES

- BROWN, J.-L. (1977): Étude de la perturbation des horizons du sol par un arbre qui se renverse et de son impact sur la pédogénèse, *Can. J. Soil. Sci.*, 57: 173-186.
- (1978): *L'impact du chablis sur la pédogénèse et la variabilité des sols forestiers*, Conférence présentée à la Commission V du 11^e Congrès de l'Association internationale de la science du sol, du 19 au 27 juin 1978, Edmonton, Canada.
- (1979): Étude systématique de la variabilité d'un sol podzolique, le long d'une tranchée dans une érablière à bouleau jaune, *Can. J. Soil. Sci.*, 59: 131-146.
- (1981): *Les forêts du Témiscamingue, Québec. Écologie et photo-interprétation*, Études écologiques n° 5, lab. écologie forestière, Univ. Laval, Québec. 447 p.
- COMMISSION CANADIENNE DE PÉDOLOGIE (1978): *Le système canadien de classification des sols*, publ. n° 1646, min. de l'Agriculture du Canada, Ottawa, Approvisionnements et Service Canada, 170 p.
- GERASIMOV, I.P. (1971): Nature and originality of paleosols, p. 15-27, in *Paleopedology — origin, nature and dating of paleosols*, D.H. Yaalon, édit., Intern. Soc. Soil Sci. et Israel Univ. Press. Jerusalem.
- GRANDTNER, M.M. (1966): *La végétation forestière du Québec méridional*, Press. Univ. Laval, Québec, 216 p.
- JENNY, H. (1941): *Factors of soil formation*, McGraw-Hill, New York, 281 p.
- MARTEL, Y.A. et LASALLE, P. (1977): La datation au radiocarbone de la matière organique de quelques sols du Québec, *Géogr. phys. Quat.*, 31 (3-4): 373-378.
- PREST, V.K. (1974): Recul des glaciers, carte à l'échelle de 1/15 000 000, in *Atlas national du Canada*, 4^e éd. (révisée), Macmillan, Toronto, avec le concours du min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources et d'Information Can., Ottawa.
- RICHARD, P. (1977): *Histoire post-wisconsinienne de la végétation du Québec méridional par l'analyse pollinique*, Serv. de la rech., Dir. gén. des for., min. des Ter. et For. du Québec (Publications et rapports divers), t. 1, XXIV + 312 p.
- (1978): Aires ombrothermiques des principales unités de végétation du Québec, *Naturaliste can.*, 105: 195-207.
- SCHARPENSEEL, H.W. (1971): Radiocarbon dating of soils — problems, troubles, hopes, p. 77-81, in *Paleopedology — origin, nature and dating of paleosols*. D.H. Yaalon, édit., Intern. Soc. Soil Sci. et Israel Univ. Press., Jerusalem.
- SCHARPENSEEL, H.W., et PIETIG, F. (1969): Einfache Boden- und Wasserdatierung durch Datierung der ¹⁴C- und Tritiumkonzentration, *Geoderma*, 2: 273-289.