

L'INVENTAIRE DES AVALANCHES MORTELLES AU QUÉBEC DEPUIS 1825 ET SES ENSEIGNEMENTS

Bernard Héту et Kati Brown

Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec, Canada, bernard_hetu@uqar.qc.ca

Daniel Germain

Université de Moncton, Campus de Shippagan, Shippagan, Nouveau-Brunswick, Canada

RÉSUMÉ

L'analyse croisée des enquêtes des coroners, des articles publiés dans les journaux et des compilations déjà publiées a permis de retracer 39 avalanches de neige mortelles au Québec depuis 1825. Le bilan provisoire s'élève à 69 morts et 56 blessés. L'une des surprises de cette enquête est le grand nombre d'avalanches qui se sont produites en milieu résidentiel (11 accidents, 37 morts et 42 blessés), principalement dans les villes de Québec et de Lévis. On dénombre 21 accidents reliés aux activités sportives (ski, toboggan, motoneige, etc.), pour un total de 25 morts, auxquels s'ajoutent quelques accidents dans les corridors routiers, dont 3 mortels. La majorité des accidents se sont produits sur des pentes relativement courtes (dénivelée inférieure à 70 m), pendant ou immédiatement après une forte chute de neige (tempête, blizzard). Au Québec, l'inventaire des zones à risque d'avalanche n'a jamais été fait. Il semble, à la lumière des données présentées ici, que le risque soit beaucoup plus répandu qu'on ne l'a cru jusqu'à présent.

ABSTRACT

Analysis of coroner's reports, news articles and previously published materials has permitted to identify 39 avalanche accidents causing 69 deaths and 56 injuries in Québec since 1825. A surprise finding of this research is the large number of residential avalanche accidents (11) causing 37 deaths and 42 injuries since 1825, mainly in Québec City and Lévis. A further 21 accidents causing 25 deaths are related to recreational activities including skiing, tobogganing, and snowmobiling. Avalanche accidents on roads in Gaspésie have also claimed at least 3 lives since 1935. The majority of the accidents occurred on short steep slopes (< 70 m of vertical relief) in the St. Laurence valley subsequent to storm activity. Only four fatal accidents (4 deaths) occurred in mountainous areas. The inventory of avalanche-threatened areas has never been completed in Québec and it is likely that avalanche risk is more widely spread than previously thought.

1. INTRODUCTION

Cet article présente les résultats d'une enquête historique sur la mortalité imputable aux avalanches de neige au Québec. Les divers documents consultés ont permis de remonter jusqu'en 1825. Seuls les accidents mortels seront analysés dans cette contribution.

Les objectifs de cette enquête sont : (1) d'estimer le nombre de morts attribuables aux avalanches de neige au Québec ; (2) de caractériser les groupes affectés (âge, sexe, activités) ; (3) d'identifier les principales zones à risque ; (4) et, enfin, de mieux cerner les conditions propices au déclenchement des avalanches (topographie, conditions météorologiques) dans le contexte spécifique du Québec. Ces informations permettront d'améliorer la prévention et la gestion du risque avalancheux au Québec.

2. MÉTHODOLOGIE

Pour réaliser cette enquête, nous avons consulté divers documents. Pour les cas antérieurs à 1950, les enquêtes des coroners, les journaux et les livres d'histoire locale (Roy, 1920, 1932; Provost, 1977) représentent les principales sources d'information. Nous avons dépouillé les rapports des coroners des districts judiciaires de Beauce (1862-1947), de Charlevoix (1862-1944), de Montmagny

(1862-1952), de Québec (1765-1930), de Sherbrooke (1900-1954) et de Gaspé (1815-1970). Pour les accidents qui sont survenus après 1950, nous avons consulté les rapports des coroners du district de Rimouski (1948-1976), les compilations déjà publiées (Stethem et Schaerer 1979; Stethem et Schaerer 1980; Schaerer 1987; Jamieson et Geldsetzer 1997; Jamieson et Brooks, 1998; Héту et Bergeron, 2004) et les articles parus dans les journaux, auxquels s'ajoutent quelques témoignages pour les accidents les plus récents. Dans la plupart des cas, nous avons confronté aux moins deux sources, soit le rapport d'enquête du coroner (lorsqu'il était disponible) et les articles parus dans les journaux, ce qui a permis de corroborer et de valider les informations colligées.

Toutes les avalanches mortelles ont été considérées, quelles que soient leurs dimensions, sur lesquelles nous n'avons par ailleurs que très peu d'information, voire aucune. Les coulées de neige liquéfiée (*slushflows*) n'ont pas été considérées dans cette enquête. Les résultats présentés ici doivent être considérés comme provisoires, et ce, pour au moins quatre raisons : 1) les enquêtes des coroners, qui n'ont commencé qu'en 1765, étaient plutôt rares durant les 18^e et 19^e siècles et elles étaient surtout tenues en ville ; 2) les documents consultés couvrent des périodes d'une durée limitée (voir ci-dessus) ; 3) plusieurs documents ont été perdus ou détruits dans des incendies ; 4) les statistiques disponibles ne couvrent qu'une partie du

Québec (voir ci-dessus). Il reste encore de nombreuses archives régionales à dépouiller, en particulier sur la Côte-Nord, au Saguenay-Lac-Saint-Jean, en Abitibi-Témiscamingue, en Mauricie, dans Lanaudière et dans les Laurentides. Le nombre d'accidents mortels est donc appelé à augmenter.

Les données météorologiques proviennent des archives en ligne d'Environnement Canada (rubrique Temps passé). Dans la région de Québec-Lévis, où sont concentrés près de la moitié des décès, il est possible de remonter jusqu'en 1872. Pour les cas antérieurs, il faut s'en remettre aux journaux qui donnent une assez bonne description des contextes météorologiques entourant les avalanches.

Les sites avalancheux ont été visités à chaque fois que la localisation des accidents a pu être établie avec suffisamment de précision. Ces visites ont permis d'identifier les caractéristiques des pentes avalancheuses au Québec.

Le nombre de cas (n) varie d'un tableau et d'un graphique à l'autre suivant la disponibilité des informations (certaines données sont parfois manquantes : âge, sexe...).

3. LA GÉOGRAPHIE DU QUÉBEC

De nombreuses régions du Québec réunissent les deux conditions requises pour produire une avalanche, à savoir des précipitations solides abondantes et des pentes suffisamment raides pour permettre le départ des coulées de neige.

De manière générale, la quantité de neige reçue annuellement diminue du sud-est vers le nord-ouest de la province, passant de 250-350 cm le long de la vallée du Saint-Laurent à moins de 200-250 cm dans la péninsule d'Ungava (Environnement Canada; normales climatiques en ligne). Quelques hauts massifs du sud du Québec reçoivent de 400 à plus de 500 cm de neige annuellement (Service de la géographie, Québec, 1977). C'est le cas notamment des monts Chic-Chocs en Gaspésie, du massif des Grands Jardins (Charlevoix) et des monts Valin (Saguenay). Au nord de la limite des forêts, les faibles précipitations sont compensées par l'action du vent qui transporte la neige vers les versants sous le vent.

Contrairement à l'opinion populaire, les avalanches ne sont pas l'apanage des milieux alpins tels les Alpes ou les Rocheuses. Même dans ces régions, des avalanches mortelles se sont produites sur des pentes relativement courtes (<100 m), pour peu que l'inclinaison soit suffisante, la fourchette optimale se situant entre 30° et 45° (Jamieson et Geldsetzer, 1997). En fait, la dénivellée est un critère secondaire qui s'efface derrière l'inclinaison et la forme du versant, les caractéristiques du manteau neigeux et la végétation. Ce dernier facteur est particulièrement important puisqu'il contrôle le transport éolien de la neige (Germain *et al.*, 2005). Les pentes dominées par une surface plane, sans couverture forestière, sont particulièrement vulnérables, et ce, quelque soit la dénivellée ou la nature de

la pente. Plusieurs régions du Québec rencontrent ces critères (Héту et Bergeron, 2004). Même si le Québec n'est pas considéré comme une région montagneuse, son relief est tout de même passablement accidenté. Rares sont les espaces parfaitement plats en dehors des zones submergées par les mers postglaciaires et les lacs glaciaires, et, même dans ces régions, on rencontre fréquemment des talus et des falaises suffisamment inclinés pour permettre le départ des avalanches. Pour ces raisons, le risque avalancheux ne concerne pas que les massifs montagneux tels les monts Chic-Chocs (Gaspésie) ou les monts Valin (Saguenay). Comme nous le verrons, toutes les régions du Québec possèdent des pentes susceptibles de produire des avalanches.

4. LA MORTALITÉ À TRAVERS LE TEMPS

4.1 Bilan provisoire

Notre enquête révèle qu'il s'est produit au Québec entre 1825 et 2007 au moins 39 avalanches mortelles qui ont fait au total 69 décès et 56 blessés, soit en moyenne un peu moins de deux décès (1,77) par accident. On notera que le bilan publié antérieurement, qui était de 80 morts (Héту et Brown, 2006), a été révisé à la baisse à la suite d'une enquête réalisée sur le terrain en octobre 2007 dans la région de Charlevoix. Les témoignages recueillis et l'analyse *in situ* des accidents indiquent que les 11 morts de mars 1936 en Charlevoix doivent être attribués à des coulées de neige liquéfiées (*slush flows* ou *slush torrents*) plutôt qu'à des avalanches *sensu stricto*. Ce cas de *slush flows* sera analysé dans une publication ultérieure.

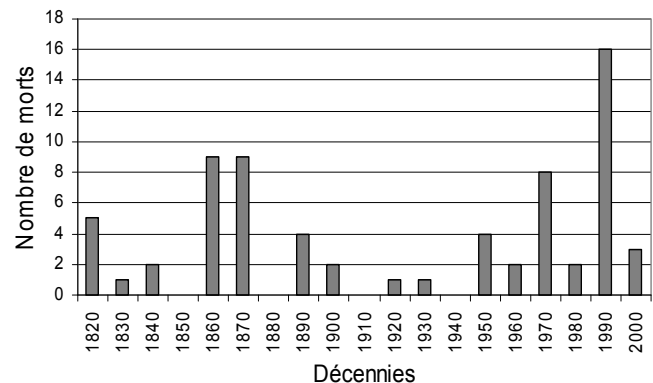


Figure 1. Nombre de morts par décennie entre 1825 et 2007 (n = 69).

Même si ils ne sont pas complets, les chiffres disponibles (69 morts et 56 blessés) placent les avalanches de neige au 2^e rang des aléas naturels les plus meurtriers au Québec derrière les mouvements de terrain (toutes catégories confondues).

4.2 Mortalité annuelle et tendance à long terme

La figure 1 montre la distribution des décès par décennie. Au Québec, les avalanches de neige ont tué, en moyenne, 3,8 personnes par décennie depuis 1825, ce qui correspond à un taux de mortalité annuel de 0,4 personne. Les données disponibles suggèrent une forte augmentation du taux de mortalité depuis 1950. Alors qu'il était de 0,27 par an entre 1825 et 1949, ce taux est passé à 0,61 entre 1950 et 2007. Cette augmentation récente du nombre de décès – une tendance lourde observée dans de nombreux pays (Page *et al.*, 1999; Irwin et Owens, 2004), incluant le Canada (Jamieson et Stethem, 2002) – pourrait refléter, en partie du moins, les lacunes de notre inventaire. Les accidents antérieurs à 1970, qui sont d'autant plus difficiles à répertorier qu'ils sont anciens, sont peut-être sous-représentés.

4.3 Comparaisons

Au Canada, les avalanches de neige ont tué plus de 700 personnes depuis le milieu du 18^e siècle, la plupart dans les provinces de l'ouest. Les décès se répartissent comme suit : 61% en Colombie-Britannique, 13% en Alberta, 10% au Québec, 10% à Terre-Neuve et au Labrador et 6% dans les autres régions (Campbell *et al.*, 2007). Au Canada, le taux annuel de décès imputables aux avalanches a été multiplié par 6 durant la seconde moitié du 20^e siècle, passant de 2 à la fin des années 1950 à plus de 12 vers la fin des années 1990 (Jamieson et Stethem, 2002; Stethem *et al.*, 2003). Le taux québécois est 20 fois moindre.

La situation à Terre-Neuve et au Labrador est comparable à celle qui prévaut au Québec : on y a retracé au moins 22 avalanches mortelles depuis 1781 pour un total de 69 morts (Batterson *et al.*, 1999; Liverman *et al.*, 2001; Government of Newfoundland and Labrador, 2007), ce qui correspond à 0,3 décès par an, un taux similaire à ce qui est observé au Québec.

5. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ACCIDENTS

La figure 2 présente la distribution géographique des avalanches mortelles au Québec et le Tableau 1 le nombre de morts par région administrative. La majorité des avalanches mortelles se sont produites sur les berges escarpées du Saint-Laurent, dans les zones qui sont les plus densément peuplées (figure 2). Deux régions administratives concentrent à elles seules plus de 65% des décès imputables aux avalanches de neige, soit Chaudière-Appalaches et la région de la Capitale-Nationale (tableau 1). Cela tient au fait que près la moitié des décès (32 morts en 14 accidents) sont survenus sur le territoire urbain des villes de Québec et de Lévis, plus précisément sur les escarpements qui encadrent le fleuve Saint-Laurent (figures 3 et 4) où plusieurs grosses avalanches ont frappé au cours du 19^e siècle¹. Quatre d'entre elles se distinguent par le

nombre de morts qu'elles ont provoqué : celle du 4 février 1825 à la Pointe Lévis (une maison ensevelie, 5 morts), celle du 11 mars 1869 à Lévis (2 maisons détruites, 4 morts, 7 blessés), celle du 3 février 1875 sur le Promontoire de Québec (une maison détruite, 8 morts) et celle du 22 février 1898 à Lévis (4 morts et 7 blessés).

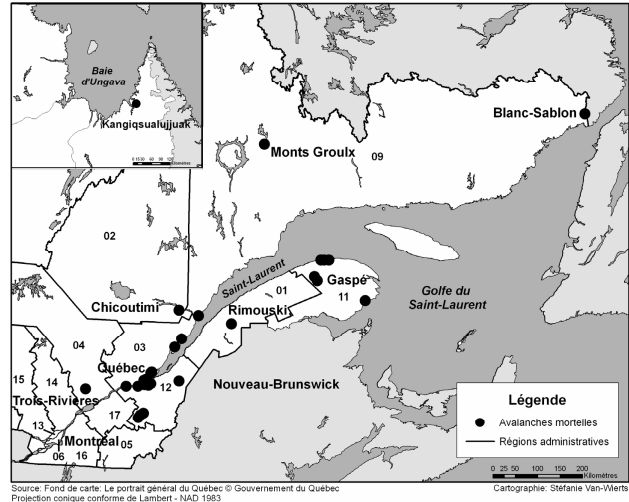


Figure 2. Distribution des 39 avalanches mortelles inventoriées sur le territoire québécois entre 1825 et 2007.

Tableau 1. Mortalité par région administrative entre 1825 et 2007 (n = 69). Le chiffre entre parenthèses correspond au numéro de la région (voir la carte, fig. 2).

Régions	Nombre de morts	%
Bas-Saint-Laurent (01)	2	2,9
Saguenay-Lac-St-Jean (02)	1	1,4
Capitale-Nationale (03)	19	27,6
Mauricie (04)	1	1,4
Estrie (5)	0	0
Montréal (6)	0	0
Outaouais (7)	0	0
Abitibi-Témiscamingue (08)	0	0
Côte-Nord (09)	5	7,2
Nord-du-Québec (10)	9	13,0
Gaspésie – Les Îles (11)	6	8,7
Chaudière-Appalaches (12)	26	37,8
Laval (13)	0	0
Lanaudière (14)	0	0
Laurentides (15)	0	0
Montégérégie (16)	0	0
Centre-du-Québec (17)	0	0

Alors que les avalanches sont généralement associées à la montagne, seulement 4 accidents mortels se sont produits à ce jour dans les massifs montagneux du Québec, soit un dans les hautes terres du Saguenay (Montagne Blanche, 1985, un mort), un dans les monts Groulx (1996, un mort) et

¹ Bien qu'elles soient situées dans deux régions administratives distinctes, les villes de Québec et de Lévis sont situées face à face, de part et d'autre du fleuve Saint-Laurent.

deux dans les monts Chic-Chocs (mars 2000, 2 accidents à une semaine d'intervalle, 2 morts).



Figure 3. La falaise de Lévis (vue du traversier Québec-Lévis) a produit de nombreuses avalanches mortelles, principalement au 19^e siècle. Photo B. Héту



Figure 4. Extrait d'une gravure parue le 22 février 1879 dans *Canadian Illustrated News* illustrant une avalanche (à gauche) qui s'est abattue au pied du Cap Diamant (ville de Québec) dans la nuit du 11 février, brisant les fenêtres du Commissariat de l'école protestante dont le rez-de-chaussée s'est rempli de neige. Source : Archives nationales du Québec.

6. RÉPARTITION MENSUELLE

Sur la figure 5, qui présente la distribution mensuelle des 67 avalanches mortelles dont la date est connue, on peut constater qu'au Québec la majorité des décès sont survenus en janvier et en février, situation assez courante dans l'hémisphère nord (Atkins et Williams, 2000; Jarry et Sivardière, 2001). Dans l'ouest canadien, c'est plutôt le mois de mars qui est le plus meurtrier, suivi de près par janvier, puis février (Jamieson et Geldsetzer, 1997).

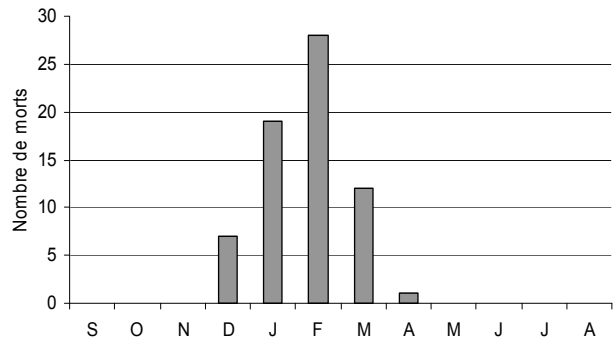


Figure 5. Répartition mensuelle des 67 décès dont la date est connue (Québec). Période : 1825 à 2007.

7. TYPOLOGIE DES ACCIDENTS

Le tableau 2 propose une classification des accidents en cinq catégories. On a vu dans la section 5 que la plupart des accidents se sont produits en zones urbaines, principalement à Lévis et à Québec. Il n'est donc pas surprenant que la majorité des décès soient survenus alors que les victimes étaient à l'intérieur d'un édifice (37 morts, 42 blessés), qui était généralement leur propre résidence (8 accidents, 24 morts). La catégorie « activités récréatives » concerne principalement des enfants qui jouaient sur une pente enneigée à proximité de leur domicile (12 décès), un motoneigiste (Tadoussac, 1976) et des jeunes gens qui glissaient ou skiaient sur les terrils de la région de Thetfords Mines – Robertsonville (figure 6). De plus, trois décès sont survenus sur les routes du nord de la Gaspésie dans des accidents provoqués par des avalanches (Héту, 2008). À Québec, un piéton a été enseveli par une coulée de neige. Curieusement, les milieux alpins auxquels sont généralement associés les risques les plus élevés dans la perception du public, n'ont fait à ce jour que 4 victimes en 4 accidents distincts (voir section 5).



Figure 6. Les terrils de la région de Thetford Mines – Robertsonville ont fait au moins 6 morts entre 1969 et 1995,

pour la plupart de jeunes enfants qui glissaient ou skiaient sur leurs flancs abrupts. Photo J.-M. Dubois

Tableau 2. Nombre de morts recensés dans chaque catégorie d'accident au Québec avant et après 1950 (n = 69).

Type	1825-1949	1950-2007
Dans un édifice	25	12
Activités récréatives	5	21
Transport	3	1
Indéterminé / autre	2	0

Les chiffres présentés au tableau 2 démontrent que le nombre de personnes décédées dans un édifice a diminué après 1950. Le dernier accident en date dans cette catégorie est celui du 1^{er} janvier 1999 à Kangiqsualujjuak (Nord-du-Québec) qui a fait à lui seul 9 morts et 25 blessés. On se souviendra qu'une école a été enfoncée par une grosse avalanche de plaque alors que les résidents du village étaient rassemblés dans le gymnase pour y fêter la Saint-Sylvestre. En dehors de cet accident majeur – l'un des pire au Canada – il n'y a eu au Québec que 3 décès dans un édifice après 1950.

En revanche, le Québec connaît depuis 1950 une augmentation substantielle du nombre de décès dans la catégorie « activités récréatives », une tendance observée dans tous les pays développés (Atkins et Williams, 2000; Jamieson et Stethem, 2002). Les sports d'hiver sont actuellement en plein essor au Québec, en particulier les activités dans l'arrière-pays (Boucher, 2000). Régulièrement, des skieurs imprudents, mal informés, sous équipés ou tout simplement victimes de la fatalité, sont emportés, blessés, voire enfouis par les avalanches. De nombreux incidents, souvent relativement graves, nous sont régulièrement rapportés. Le 4 mars 2003, une catastrophe a été évitée de justesse (Gagnon, 2003) : une avalanche majeure est survenue alors que 14 skieurs étaient en progression vers le mont Hog's Back (Gaspésie).

Compte tenu de l'augmentation fulgurante du nombre de personnes qui fréquentent les pentes enneigées de l'arrière-pays (skieurs, planchistes, randonneurs, motoneigistes), où les activités sont plus difficiles à encadrer (Boucher, 2000), et plus particulièrement l'intervention des secouristes, il est à prévoir que le nombre d'accidents mortels augmentera. Le travail d'encadrement et de sensibilisation réalisé par le Centre d'Avalanche de la Haute-Gaspésie nous apparaît plus que jamais comme essentiel.

8. PROFIL DÉMOGRAPHIQUE DES VICTIMES

8.1 Âge des victimes

La moyenne d'âge des personnes décédées dans une avalanche est restée à peu près stable au cours de la période considérée : elle est passée de 23 ans pour la période 1825-1949 (n = 31) à un peu moins de 20 ans de 1950 à 2007 (n = 28). Ce qui ressort tout particulièrement des statistiques québécoises, c'est le nombre très élevé de

jeunes victimes (< 20 ans; cf. tableau 3), en particulier chez les enfants de moins de 10 ans (classe d'âge de 0 à 9 ans; figure 7). Cette situation s'explique par la nature des accidents qui ont prévalu historiquement au Québec : on a vu plus haut que la majorité des avalanches mortelles se sont produites en zones résidentielles, notamment à Québec et à Lévis où plusieurs habitations ont été détruites. Ce sont des familles entières qui ont été décimées, plus particulièrement au 19^e siècle qui a été marqué par une série d'avalanches très meurtrières (1825, 1869, 1875, 1898). Or, les jeunes enfants étaient beaucoup plus nombreux dans les familles de l'époque. Il est inutile de rappeler à quel point les enfants sont vulnérables lors de telles catastrophes. Ce profil d'accident impliquant des édifices et des résidences est typique des états qui n'ont pas de politique de zonage eu égard au risque d'avalanche. Les états qui ont implanté de telles politiques ont considérablement réduit ce type d'accident.

Tableau 3. Mortalité par classe d'âge (en pourcentage) entre 1825 et 2007. Entre parenthèses : période couverte par les données.

Classes d'âge	Canada ¹ (1984-96)	États-Unis ² (1950-99)	Nouvelle-Zélande ³ (1860-1999)	Québec ⁴ (1825-2007)
> 60	3	5	3	8
50 à 59	14	12	7	5
40 à 49	17	25	13	5
30 à 39	24	41	23	8
20 à 29	37	17	51	16
< 20	5	3	3	58

Sources : 1) Jamieson et Geldsetzer 1997, 2) Atkins et Williams 2000, 3) Irwin et Owens 2004, 4) cette étude.

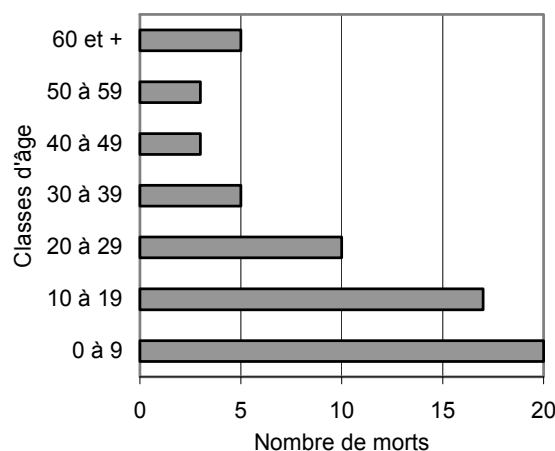


Figure 7. Répartition des décès par classes d'âge au Québec (n = 59). Avalanches mortelles, 1825-2007.

8.2 Sexe des victimes

Non seulement les avalanches ont tué au Québec davantage d'hommes que de femmes, mais l'écart entre les deux groupes s'est creusé avec le temps (tableau 4). Comment expliquer cette disparité ? L'analyse de la mortalité en fonction de la typologie des accidents présentée dans la section 7 (tableau 2) permet de dégager quelques éléments d'explication. Chez les victimes décédées dans un édifice, on compte autant d'hommes (15) que de femmes (15), ce qui n'est guère surprenant étant donné la nature des accidents (exposition involontaire de familles entières). Il faut donc chercher l'explication ailleurs. C'est dans le cadre des activités récréatives que les hommes et les femmes se distinguent le plus : les 21 accidents mortels répertoriés dans cette catégorie ont tué 21 hommes et seulement 3 femmes. Il semble d'après les statistiques disponibles que les garçons sont beaucoup plus nombreux que les filles à s'aventurer sur les pentes enneigées de leur voisinage. Rappelons que l'accident typique dans la catégorie « activités récréatives » implique un jeune garçon qui glissait sur une pente enneigée à proximité de son domicile. Le ski hors-piste dans les massifs montagneux de l'arrière-pays n'a fait à ce jour au Québec que 4 victimes.

Tableau 4. Mortalité selon le sexe au Québec avant et après 1960 (n = 57).

Sexe	1825-1959	1960-2007
Homme	20	20
Femme	12	5

9. CONDITIONS FAVORISANT LE DÉCLENCHEMENT DES AVALANCHES AU QUÉBEC

Une autre surprise de cette enquête concerne la nature des versants propices au déclenchement des avalanches dans le contexte québécois. Contrairement à une idée largement répandue, les avalanches ne sont pas confinées aux massifs montagneux. En fait, comme nous l'avons vu plus haut, seulement 4 accidents mortels ont été observés à ce jour dans des reliefs qui peuvent être qualifiés de montagneux en raison des fortes dénivelées qui les caractérisent (150 m à plus de 300 m). La majorité des accidents connus sont survenus sur des pentes qui font entre 30 et 80 mètres de dénivelée et certaines d'entre elles ont moins de 20 mètres de relief vertical. Des avalanches mortelles ont été observées sur toutes sortes de pentes, pour peu que l'inclinaison soit suffisante, allant des parois d'une gravière aux flancs abrupts d'un terail (figure 6), en passant par les talus des terrasses marines ou fluviales, les falaises mortes (figures 3 et 4) ou vives (figure 7), les flancs d'un ravin, etc. L'inclinaison des pentes avalancheuses est généralement comprise entre 30° et 50°, mais elle peut descendre à 25° (cas de Blanc-Sablon). Plusieurs versants avalancheux de Lévis, qui correspondent en fait à une ancienne falaise, ont une pente qui approche – et même dépasse dans certains cas – les 50°. Les valeurs les plus courantes à Québec sont comprises entre 40° et 45°.

La pente avalancheuse typique est généralement déboisée (figure 6), mais on peut y observer des arbustes et des arbres épars (figures 3 et 7). Autre caractéristique importante, elle est généralement dotée au sommet d'une surface plane (replat d'une terrasse, plateau, champ agricole, sommet plat d'un terail), totalement ouverte ou très peu boisée, qui sert de fetch pour les transports éoliens (figures 6 et 7). Par grands vents, le haut des pentes avalancheuses se charge de neige soufflée qui alimente des corniches et des plaques à vent volumineuses, créant des surcharges et des instabilités qui compensent largement les faibles dénivelées (Héту et Bergeron, 2004; Germain *et al.*, 2005). La rupture de corniches ou de plaques à vent a été nommément mentionnée dans plusieurs accidents, notamment ceux de La Malbaie en 1991 (5 février), de Blanc-Sablon en 1995 (10 mars), de Kangiqsualujjuak en 1999 (1^{er} janvier) et de Château-Richer en 2000 (14 février).



Figure 7. Avec une dénivelée de moins de 60 m et une pente moyenne de l'ordre de 30° à 31°, cette courte pente située près de Tadoussac, dans le secteur dit des « dunes de sable », a déjà provoqué deux avalanches mortelles qui ont fait chacune un mort, soit un motoneigiste (1976) et une jeune touriste française (1993). Une autre adolescente a souffert d'hypothermie après avoir été projetée dans l'estuaire par une avalanche. Photo B. Héту

Dans ce relief de courtes pentes qui est celui du Québec, les avalanches se produisent principalement lors des événements météorologiques qui favorisent une surcharge rapide des versants, c'est-à-dire pendant ou dans les heures qui suivent une tempête. Sur les 34 accidents pour lesquels nous disposons d'informations météorologiques, 27 avalanches mortelles, soit près de 80% des cas, se sont produites le jour, le lendemain ou le surlendemain d'une forte précipitation (15 à 30 cm de nouvelle neige, parfois plus), souvent accompagnée ou suivie par des vents très violents. Des tempêtes majeures comme celle du 21 au 23 février 1898 dans la région de Québec (60 cm de neige en trois jours avec des vents violents) ont provoqué de nombreuses avalanches.

10. DISCUSSION ET CONCLUSION

L'inventaire des avalanches mortelles au Québec a permis de retracer de nombreux accidents qui démontrent de manière éloquente le risque qu'elles représentent pour la population. Notre enquête révèle que la victime type d'une avalanche mortelle au Québec est un jeune garçon tué dans sa résidence ou pendant qu'il jouait sur une courte pente sur-enneigée à proximité de son domicile, durant ou immédiatement après une tempête. Il n'est plus possible de soutenir que le risque d'avalanche ne concerne que les skieurs hors-piste qui fréquentent les massifs montagneux de l'arrière-pays québécois. Notre enquête démontre que le risque avalancheux est beaucoup plus répandu qu'on ne le croyait jusqu'à maintenant. La majeure partie des avalanches mortelles connues à ce jour se sont produites dans des villes et des villages, ce qui soulève la question des plans de zonage. Au Québec, de toute évidence, les schémas d'aménagement et les plans de zonage ne tiennent pas compte du risque avalancheux.

Notre enquête a permis de mieux cerner les conditions propices au déclenchement des avalanches de neige dans le contexte spécifique du Québec, ce qui constitue la première étape vers une meilleure gestion du risque avalancheux. La pente avalancheuse typique au Québec correspond à un court versant de moins de 50 m de dénivelée qui est dominé au sommet par un espace plat et dénudé (i. e. non forestier) favorable aux transports éoliens (figures 6 et 7). De telles pentes, il y en a dans toutes les régions du Québec. Il peut s'agir d'un simple talus de terrasse, d'une falaise, d'un terril, etc. La plupart des accidents se sont produits dans des contextes météorologiques propices à une surcharge rapide des hauts de versant, donc principalement durant les tempêtes (fortes précipitations accompagnées de vents violents). L'orientation des versants par rapport aux vents de tempête est un facteur déterminant (Hétu et Bergeron, 2004).

Certaines mesures, parmi d'autres, pourraient contribuer à réduire le risque avalancheux au Québec : repérer et cartographier les versants à risque, les intégrer aux schémas d'aménagement et aux politiques qui régissent l'utilisation du sol (plans de zonage), prévoir une marge de recul non constructible au bas des pentes à risque, favoriser le reboisement des versants raides, conserver des bandes forestières protectrices en bordure des plateaux et des terrasses afin de réduire les transports éoliens, implanter des clôtures à neige en bordure des plateaux et des structures de support dans les versants, intégrer le risque avalancheux aux schémas de sécurité civile que les municipalités auront à produire conformément à la nouvelle loi sur la sécurité civile et, enfin, sensibiliser la population concernant les risques associés aux courtes pentes du voisinage. C'est l'un des objectifs que poursuit le Centre d'Avalanche de la Haute-Gaspésie de concert avec l'Association canadienne des avalanches.

11. REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes nous ont aidé à rassembler, à traiter et à analyser l'information présentée dans cette publication : le personnel du bureau du Ministère des transports à Sainte-Anne-des-Monts, en particulier Guy St-Pierre et Alain Dumont; Jean-Pierre Gagnon et Dominic Boucher du Centre d'avalanche de la Haute-Gaspésie; Samuel Bolduc, Catherine Plante, Catherine Denis, Stéphanie Friesinger, Jean-François Girard (actuellement professeur au Collège de Rimouski) et Pierre Collins (archiviste) de l'Université du Québec à Rimouski. La carte a été réalisée par Stéphanie Van-Wierts et Kati Brown. La révision linguistique a été effectuée par Monique Bellavance. Les auteurs remercient les évaluateurs du manuscrit : John Kelly, du Canadian Avalanche Centre, et Vincent Jomelli, du CNRS (France). Ces recherches ont été supportées par le CRSNG, le Ministère des Transports du Québec et la Fondation communautaire Gaspésie – Les Îles.

12. RÉFÉRENCES

- Atkins, D. et Williams, K., 2000. 50 years of avalanche deaths in the United States. *Proc. of the International Snow Science Workshop*, Big Sky, pp. 16-20.
- Batterson, M. J., Liverman, D. G. E., Taylor, D. et Ryan, J., 1999. The assessment of geological hazards in Newfoundland – an update. *Current Research*, Newfoundland Department of Mines and Energy, Geological Survey Branch, Report 99-1, pp. 95-124.
- Boucher, D., 2000. *Projet d'implantation d'un centre d'avalanche dans le parc de la Gaspésie*, MRC de Denis-Riverin, 26 p.
- Campbell, C., Bakermans, L., Jamieson, B. et Stethem, C., 2007. *Current and future snow avalanche threats and mitigation measures in Canada*. Canadian Avalanche Center, 103 p.
- Centre d'Avalanche de la Haute-Gaspésie (4 janvier 2008). <http://www.centreavalanche.qc.ca/index.php#>
- Colbeck, S. C., et Jamieson, J. B., 2001. The formation of faceted layers above crusts. *Cold Regions Science and Technology*, vol. 33, pp. 247-252.
- Environnement Canada, données météorologiques, 2007. http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/Welcome_f.html
- Gagnon, S., 2003. Avalanche incident comes as a Choc in Quebec. *Avalanche News*, 66 (Fall): 52-53.
- Germain, D., Filion, L. et Hétu, B., 2005. Snow avalanche activity after fire and logging disturbances, northern Gaspé Peninsula, Québec, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 42, pp. 2103-2116.
- Government of Newfoundland and Labrador, 3 janvier 2008. <http://www.nr.gov.nl.ca/mines&en/geosurvey/disasters/avalanches/>
- Hétu, B., 2008. Les conditions propices au déclenchement des avalanches de neige dans les corridors routiers du nord de la Gaspésie, *Géographie physique et Quaternaire*, à paraître.
- Hétu, B. et Bergeron, A., 2004. *Les avalanches au Québec : analyse des conditions météorologiques et des facteurs de terrain propices au déclenchement des avalanches*.

- Secrétariat général de Recherche et Sauvetage Canada, PCSAQ, 84 p.
- Hétu, B. et Brown, K., 2006. Inventaire des avalanches mortelles au Québec depuis 1825. *Avalanche.ca*, vol. 79, hiver 2006/07, pp. 56-59.
- Irwin, D. et Owens, I., 2000. A history of avalanche accidents in Aotearoa, New Zealand. *Proc. of the International Snow Science Workshop*, Jackson Hole, pp. 484-491.
- Jamieson, B. et Geldsetzer, T., 1997. *Avalanches au Canada*. Volume 4 : 1984-1996. Canadian Avalanche Association, Revelstoke, 210 p.
- Jamieson, B. et G. R. Brooks, 1998. Regional snow avalanche activity and known fatal avalanche accidents for Canada (1863 to June 1997), Geological Society of Canada.
- Jamieson, B. et Stethem, C., 2002. Snow avalanche hazards and management in Canada : challenges and progress. *Natural Hazards*, vol. 26, pp. 35-53.
- Jarry, F. et Sivadrière, F., 2000. Characteristics of fatal avalanche accidents in France 1989-1999. *Proc. of the International Snow Science Workshop*, Big Sky, pp. 8-15.
- Liverman, D., Batterson, M., Taylor, D. et Ryan, J., 2001. Geological hazards and disasters in Newfoundland and Labrador. *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 38, pp. 936-956.
- Page, C. E., Atkins, D., Shockley, L. W. et Yaron, M., 1999. Avalanche deaths in the United States: a 45-year analysis. *Wilderness and Environmental Medicine*, vol. 10, pp. 146-151.
- Provost, H., 1977. *Notre-Dame-de-la-Garde de Québec, (1877-1977)*. Cahiers d'histoire, Société historique de Québec, 277 p.
- Ressources Naturelles Canada. Atlas en ligne. <http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environnement/climate>
- Roy, P.-G., 1920. *Glanures lévisiennes*. Lévis.
- Roy, P.-G., 1932. *Dates lévisiennes*. Lévis.
- Schaerer, P. A., 1987. *Avalanche Accidents in Canada. III. A Selection of Case Histories 1978-1984*. Ottawa, National Research Council of Canada, 138 p.
- Service de la géographie du Québec, 1977. Précipitation nivale annuelle, moyenne de 1941 à 1970. Richesses naturelles, Service de météorologie (carte à 1/250 000).
- Stethem, C., Jamieson, B., Schaerer, P., Liverman, D., Germain, D. et Wlaker, S., 2003. Snow avalanche hazard in Canada: a review. *Natural Hazards*, vol. 28, pp. 487-515.
- Stethem, C. J. et Schaerer, P. A., 1979. *Avalanche Accidents in Canada. I. A Selection of Case Histories of Accidents 1955 to 1976*. Ottawa, National Research Council of Canada, Division of Building Research, 114 p.
- Stethem, C. J. et Schaerer, P. A., 1980. *Avalanche Accidents in Canada. II. A Selection of Case Histories of Accidents 1943 to 1978*. Ottawa, National Research Council of Canada, Division of Building Research, 75 p.