Les avalanches de neige sur les routes du nord de la Gaspésie (Québec, Canada): prévision, tendance et extrême climatique

F. Gauthier[1], F. Banville-Côté[1] , D. Boucher[2], D. Germain[3]

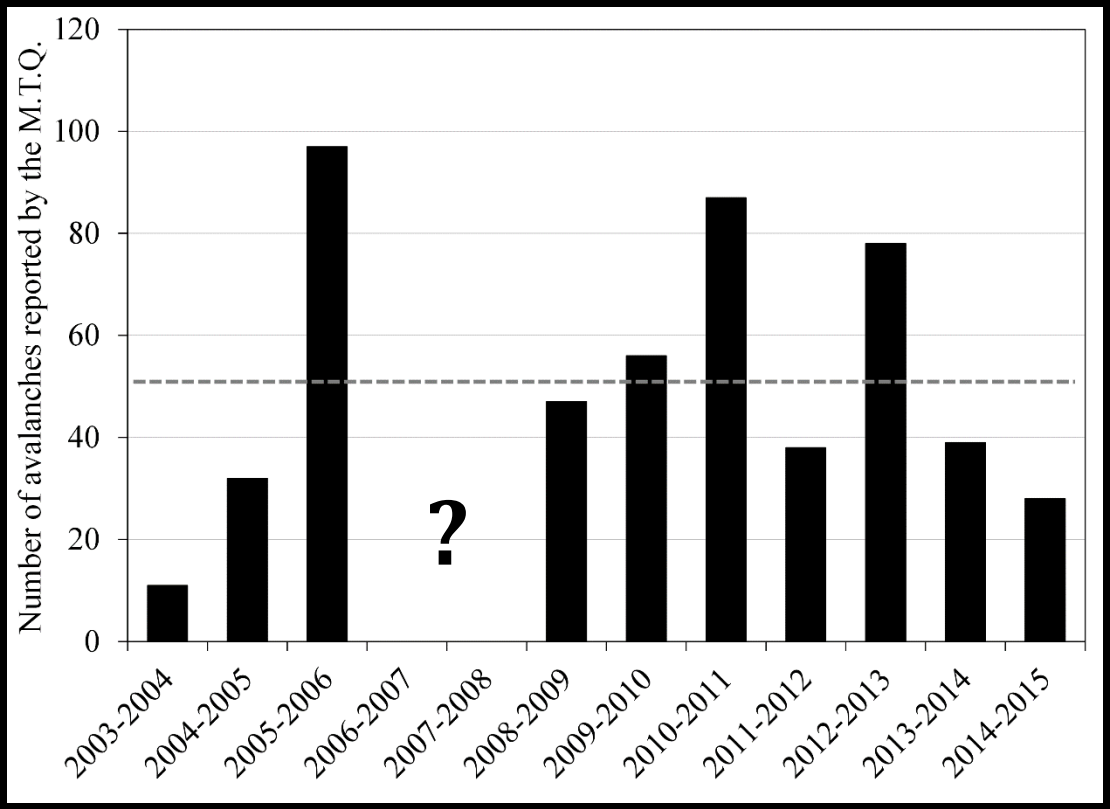
[1]UQAR, [2]Avalanche Québec, [3]UQAM

Photo: M.T.Q. (2010)



PROBLÉMATIQUE

- **2004-2015**
  - **513** interventions de déneigement (avalanches de neige)
  - **12** accidents de la route
    - DJMA = 500-2000 et 2000-5000 (jct. des routes 132 et 198) (M.T.Q., 2004)
    - DJMA (véhicule lourd) = 200-500



Problématique

- Deux régimes avalancheux ont été identifiés sur les versants côtiers du nord de la Gaspésie (p. ex. Hétu, 2007; Fortin et al., 2011; Graveline et Germain, 2016; Gauthier et al., en révision):
  - Un régime hivernal contrôlé par les tempêtes de neige
    - 86% des interventions de déneigement ont été effectués une journée neigeuse: Seuil ?
    - 99% des interventions ont été effectués après une chute de neige cumulée sur trois jours: Seuil ?
  - Un régime printanier associé à la fonte, à la pluie et au chute de bloc de glace
    - 7,8% des interventions de déneigement ont été effectués une journée pluvieuse: Seuil ?

Problématique

- Aucun seuil de déclenchement? 15 cm, 20 cm, 30 cm?
- Aucune donnée sur le manteau neigeux
  - Épaisseur, métamorphisme, distribution spatiale, transport et redistribution par le vent
  - Peu de données météorologiques spécifiques à l'analyse des conditions d'enneigement sur les versants
    - Grande variabilité spatiale des précipitations et accumulation de neige
- Une prévision (entente M.T.Q. – Avalanche Québec) basée sur des données d'enneigement dans les chic-chocs
  - Aucun prévisionniste spécifiquement dédié à l'analyse et l'évaluation de la stabilité du manteau neigeux sur les versants côtiers du Nord de la Gaspésie

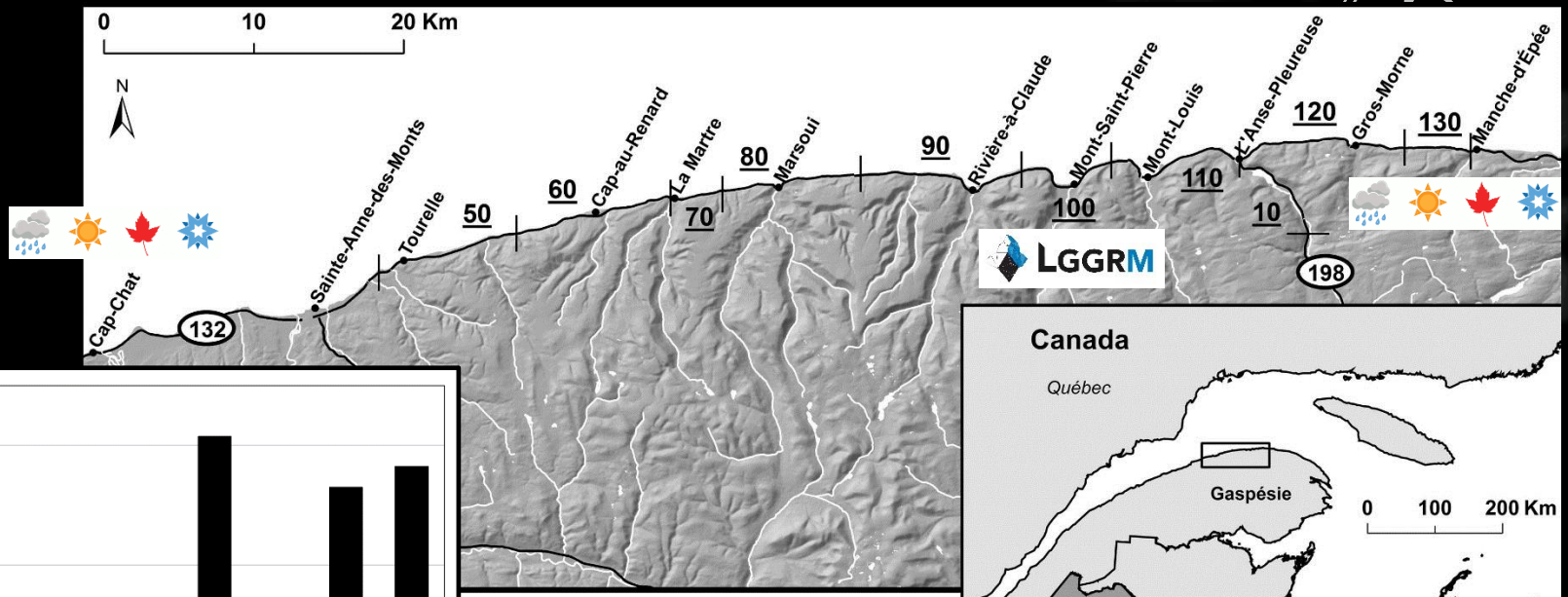
Objectifs

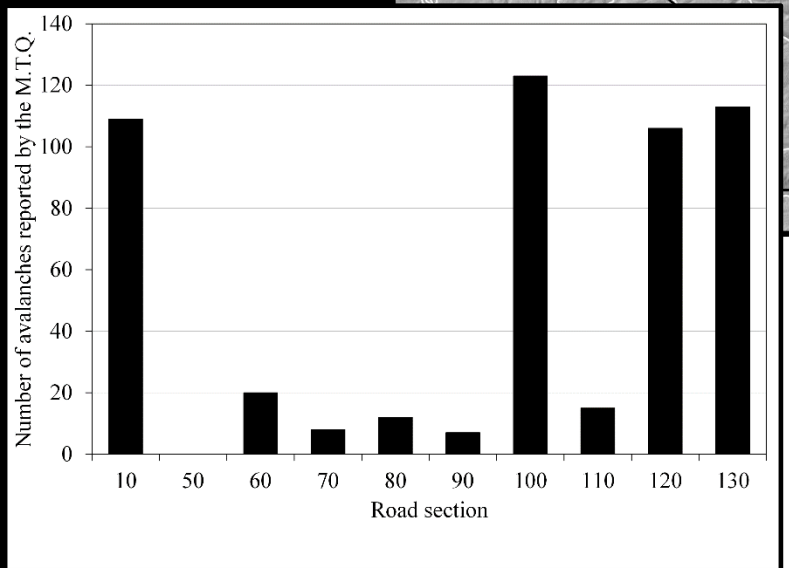
- **Développer une méthode de prévision statistique des avalanches de neige:**
  - **À partir de l'inventaire sur les interventions de déneigement des dépôts d'avalanche de neige du M.T.Q.**
  - **Valider à partir d'une analyse des conditions météorologiques**
  - **Tester et valider les modèles statistiques à partir des méthodes d'analyse (suivi du manteau neigeux et test de stabilité) de l'Association Canadienne des Avalanches (à venir!)**

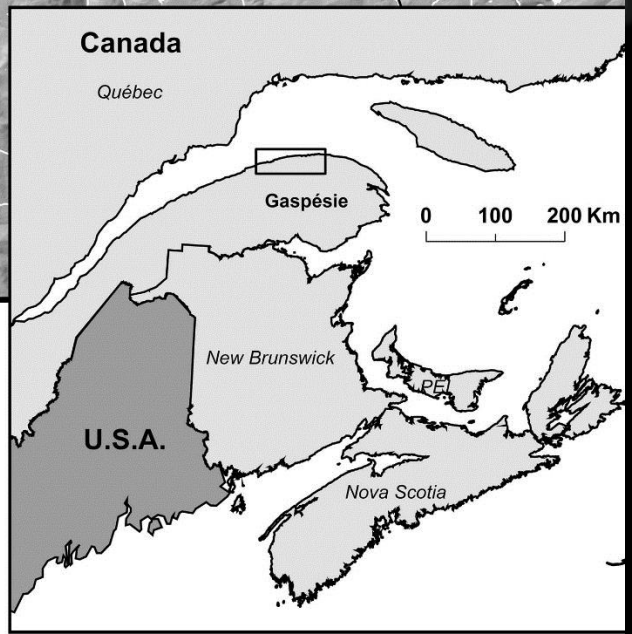
- **Évaluer l'influence des changements climatiques sur les conditions propices aux déclenchements des avalanches**
  - **Un aperçu!**

TERRITOIRE

- 83 km de route, 10 tronçons
  - 4 tronçons très affectés: 100, 120, 130 et 010
- 3 stations météorologiques: Env. Can. et LGGRM/CEN







Territoire

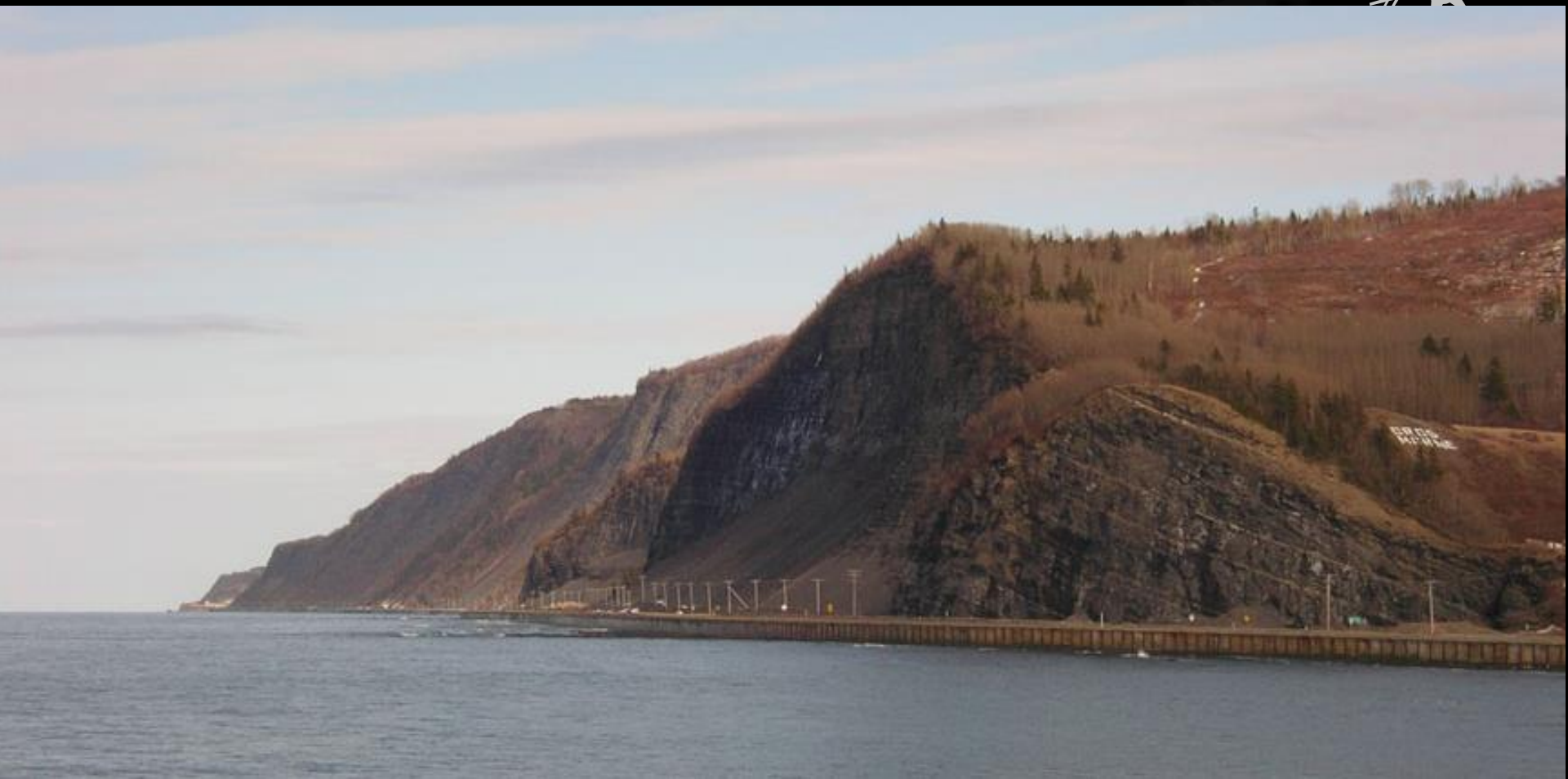
- Tronçon 100: Route 132, Est / Ouest de Mont-Saint-Pierre (Anse!)
- Plusieurs couloirs et des larges talus à pente raide





TERRITOIRE

- Tronçon 120 - 130: Route 132 entre Gros-Morne et Manche d'Épée
- Quelques couloirs, mais surtout de large talus à pente raide et fortement exposée au vent (Hétu et Vandelac, 1989)



Territoire

- Tronçon 010: Route 198 le long du lac à L'Anse-Pleureuse
- Versants à pente raide dénudés ou semi-végétalisés

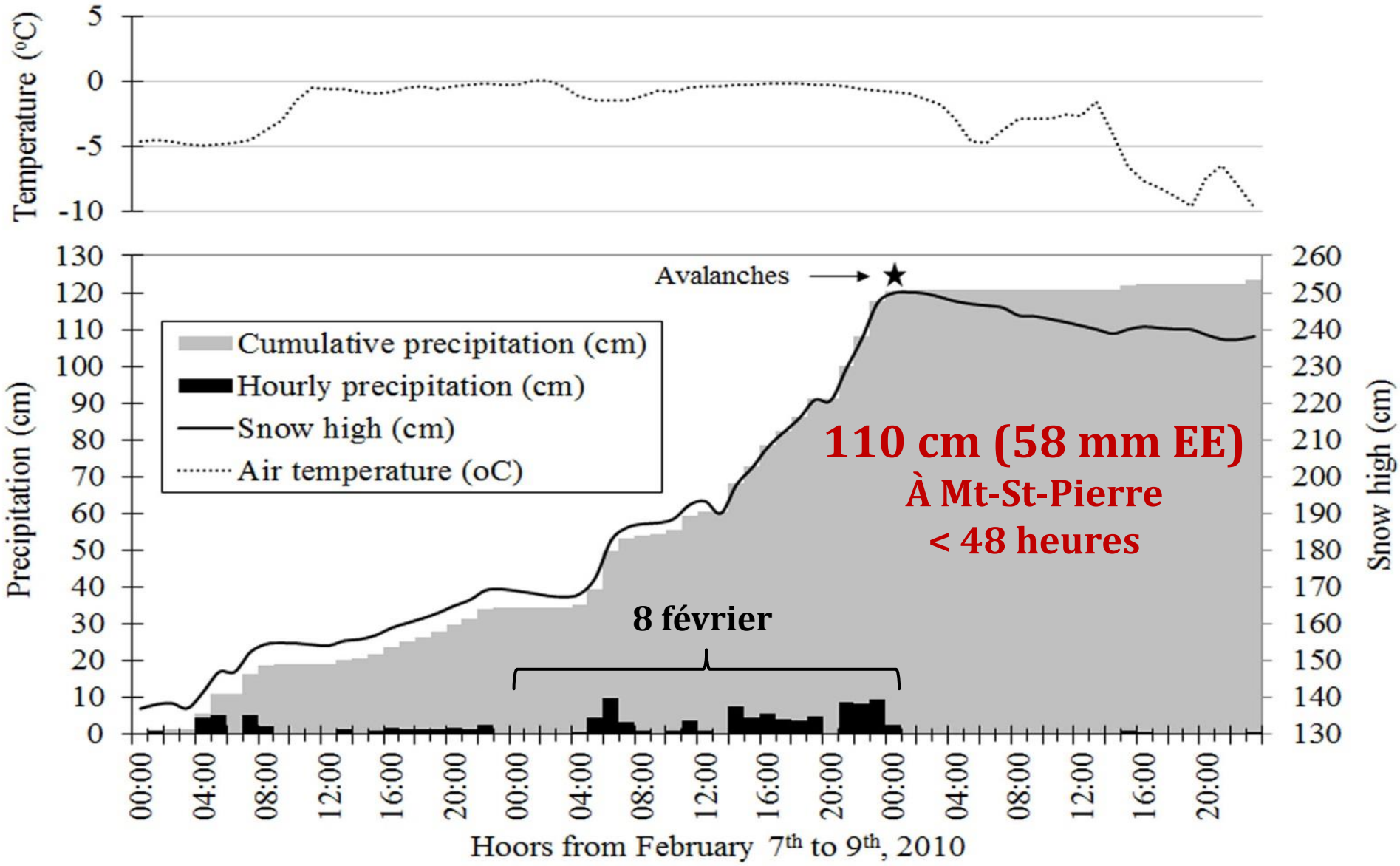


Méthodologie

- Inventaire des avalanches de neige du M.T.Q. (2000-2016)
  - Date des interventions par tronçon
- Données météorologiques de la station d'Environnement Canada à Cap-Chat, à Cap-Madeleine et du LGGRM à Mont-St-Pierre
- Analyse des données
  - Histogrammes de fréquence
  - Confronter les histogrammes avec les données météorologiques
  - Préciser les conditions météorologiques les plus à risque
  - Analyse des tendances climatiques en fonction des variables météorologiques identifiées comme problématiques
    - Precip.: 1882-2016 = 134 ans et Precip. et Temp. = 1939-2016: 77 ans
- Traitement statistique (régression logistique)
  - Calculer la probabilité d'occurrence ou de non occurrence d'un événement

RÉSULTATS: ANALYSE

- Régime avalancheux du 8-9 février 2010



Résultats: Analyse

- Avalanche de neige (9 février 2010)
  - 110 cm de neige (58 mm EE) à Mont-Saint-Pierre (7 au 9 février)
    - 35 mm EE à Cap-Chat;
    - 77 mm EE à Cap-Madeleine!
  - 46 avalanches de neige (tous les tronçons affectés!)



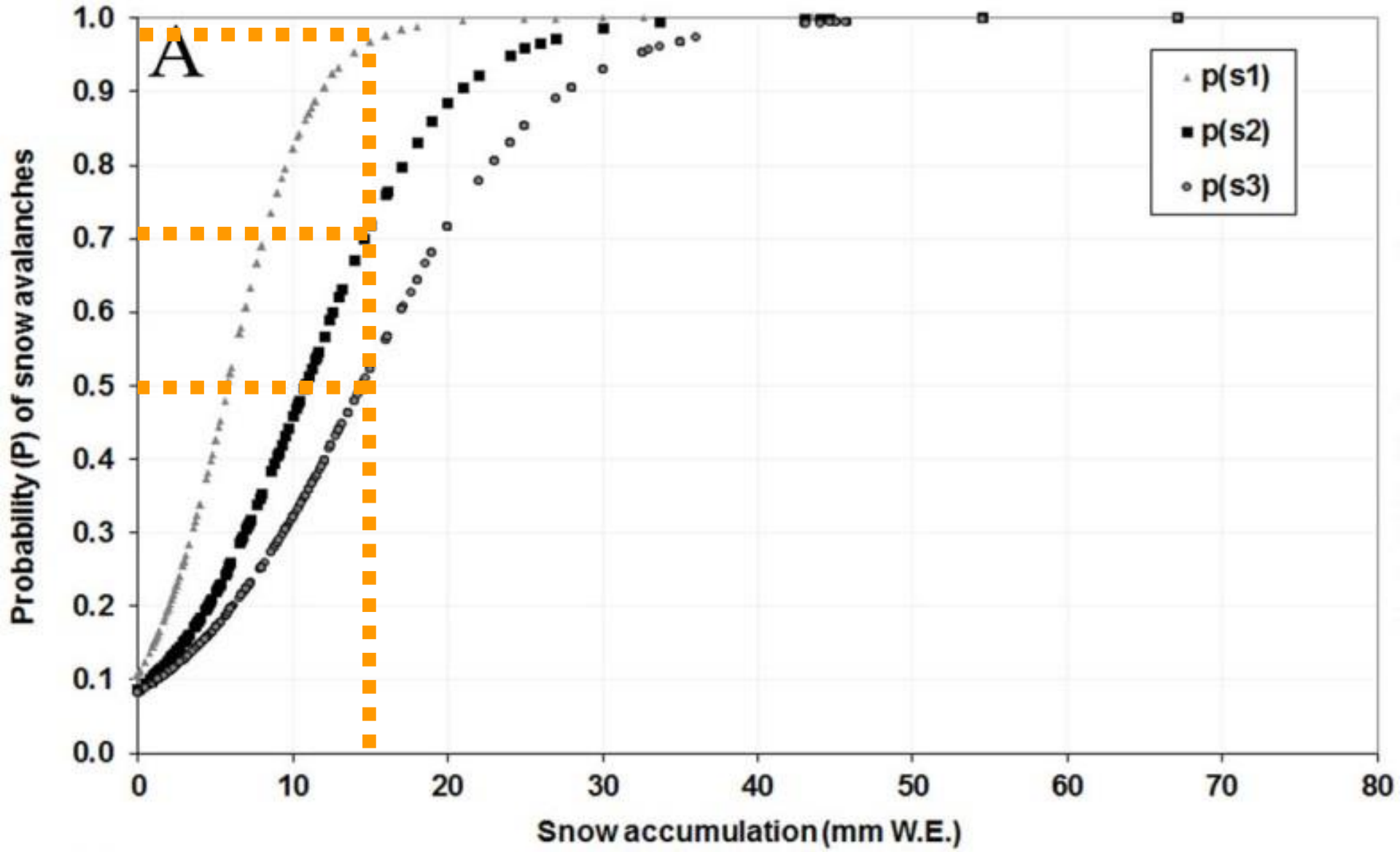
Photo: M.T.Q. (2010)



Photo: M.T.Q. (2010)

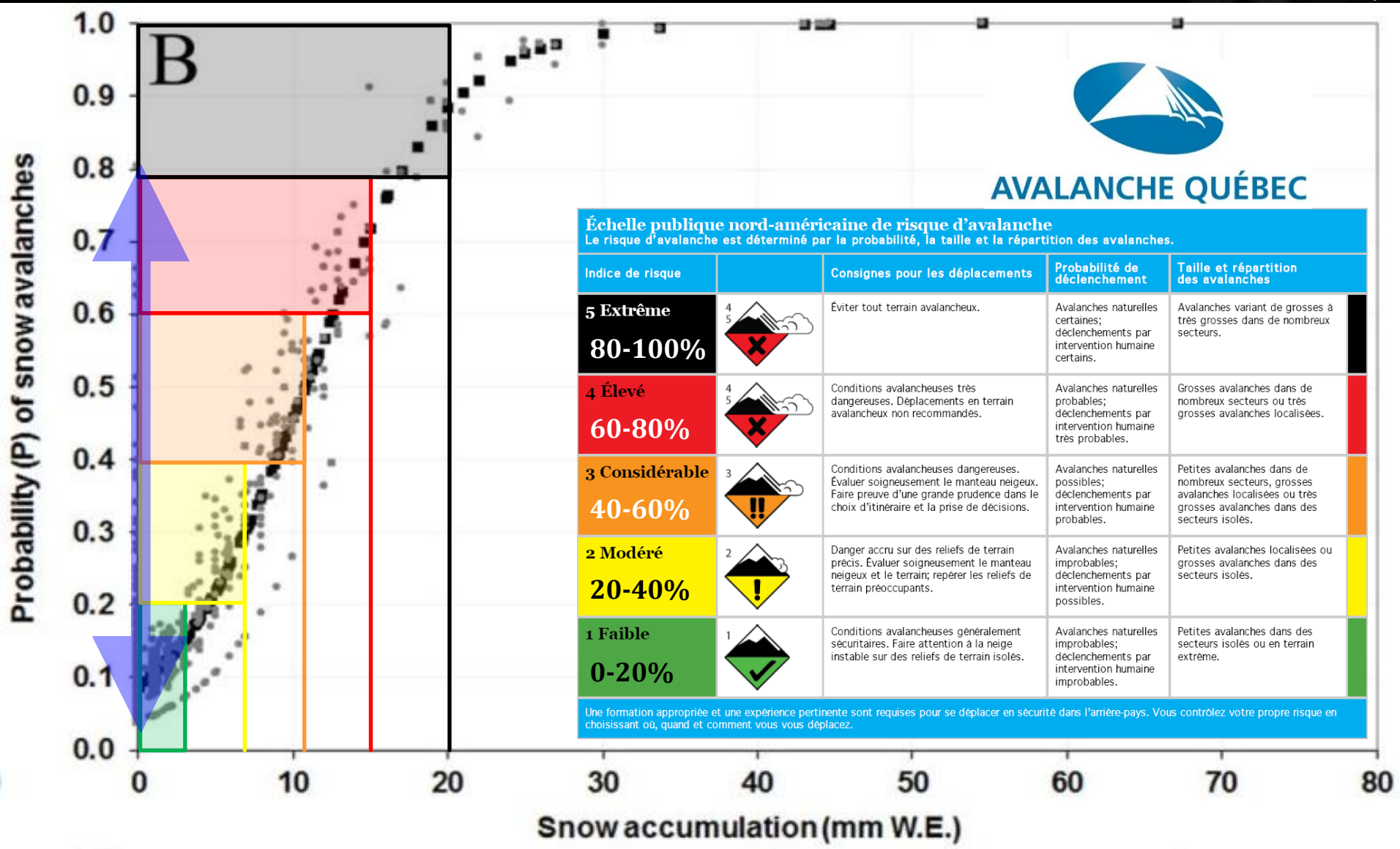
RÉSULTATS: PRÉVISION

- Probabilité d'occurrence des avalanches de neige (route 132 et 198)



RÉSULTATS: PRÉVISION

- Probabilité d'occurrence des avalanches de neige (route 132 et 198)



AVALANCHE QUÉBEC

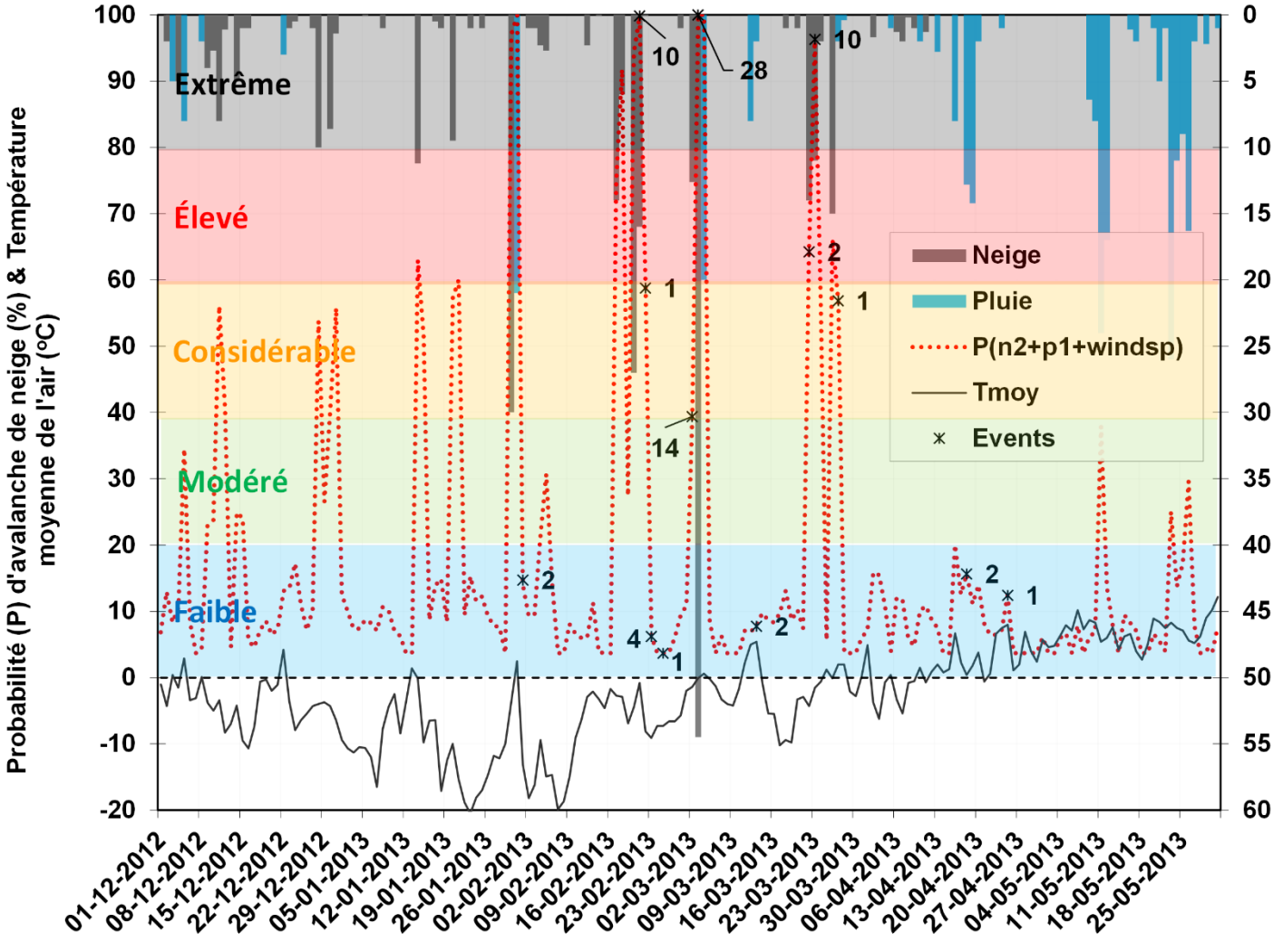
Échelle publique nord-américaine de risque d'avalanche
Le risque d'avalanche est déterminé par la probabilité, la taille et la répartition des avalanches.

Indice de risque		Consignes pour les déplacements	Probabilité de déclenchement	Taille et répartition des avalanches
5 Extrême 80-100%	4 5	Éviter tout terrain avalancheux.	Avalanches naturelles certaines; déclenchements par intervention humaine certains.	Avalanches variant de grosses à très grosses dans de nombreux secteurs.
4 Élevé 60-80%	4 5	Conditions avalancheuses très dangereuses. Déplacements en terrain avalancheux non recommandés.	Avalanches naturelles probables; déclenchements par intervention humaine très probables.	Grosses avalanches dans de nombreux secteurs ou très grosses avalanches localisées.
3 Considérable 40-60%	3	Conditions avalancheuses dangereuses. Évaluer soigneusement le manteau neigeux. Faire preuve d'une grande prudence dans le choix d'itinéraire et la prise de décisions.	Avalanches naturelles possibles; déclenchements par intervention humaine probables.	Petites avalanches dans de nombreux secteurs, grosses avalanches localisées ou très grosses avalanches dans des secteurs isolés.
2 Modéré 20-40%	2	Danger accru sur des reliefs de terrain précis. Évaluer soigneusement le manteau neigeux et le terrain; repérer les reliefs de terrain préoccupants.	Avalanches naturelles improbables; déclenchements par intervention humaine possibles.	Petites avalanches localisées ou grosses avalanches dans des secteurs isolés.
1 Faible 0-20%	1	Conditions avalancheuses généralement sécuritaires. Faire attention à la neige instable sur des reliefs de terrain isolés.	Avalanches naturelles improbables; déclenchements par intervention humaine improbables.	Petites avalanches dans des secteurs isolés ou en terrain extrême.

Une formation appropriée et une expérience pertinente sont requises pour se déplacer en sécurité dans l'arrière-pays. Vous contrôlez votre propre risque en choisissant où, quand et comment vous vous déplacez.

RÉSULTATS: PRÉVISION

- Prévision avalanche de neige – Hiver 2012-2013
  - P (n2+p1+windsp): 78 avalanches de neige sur 13 journées avalancheuses



48 ava (62%)

2 ava (3%)

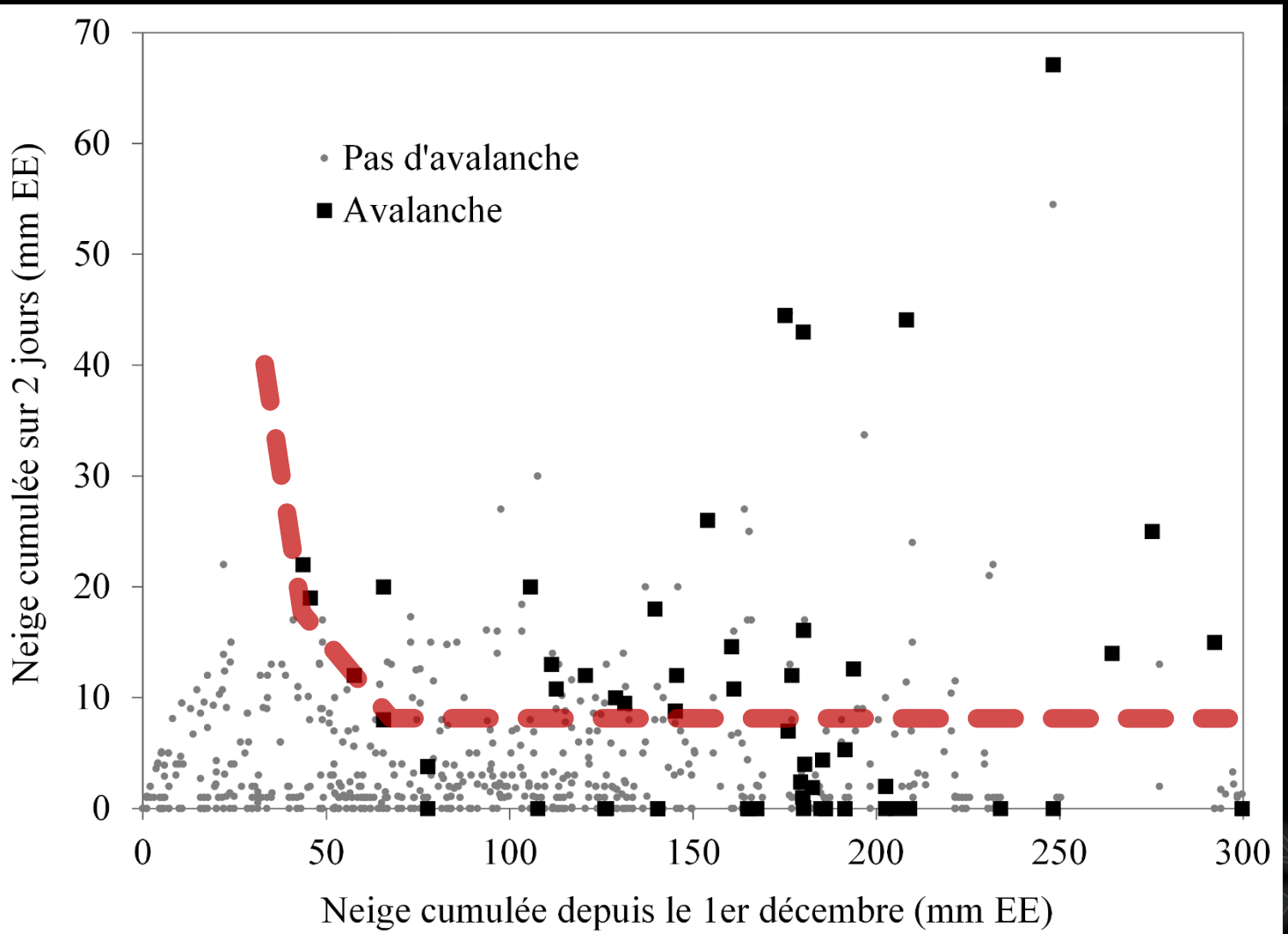
16 ava (21%)

0 ava (0%)

12 ava (15%)

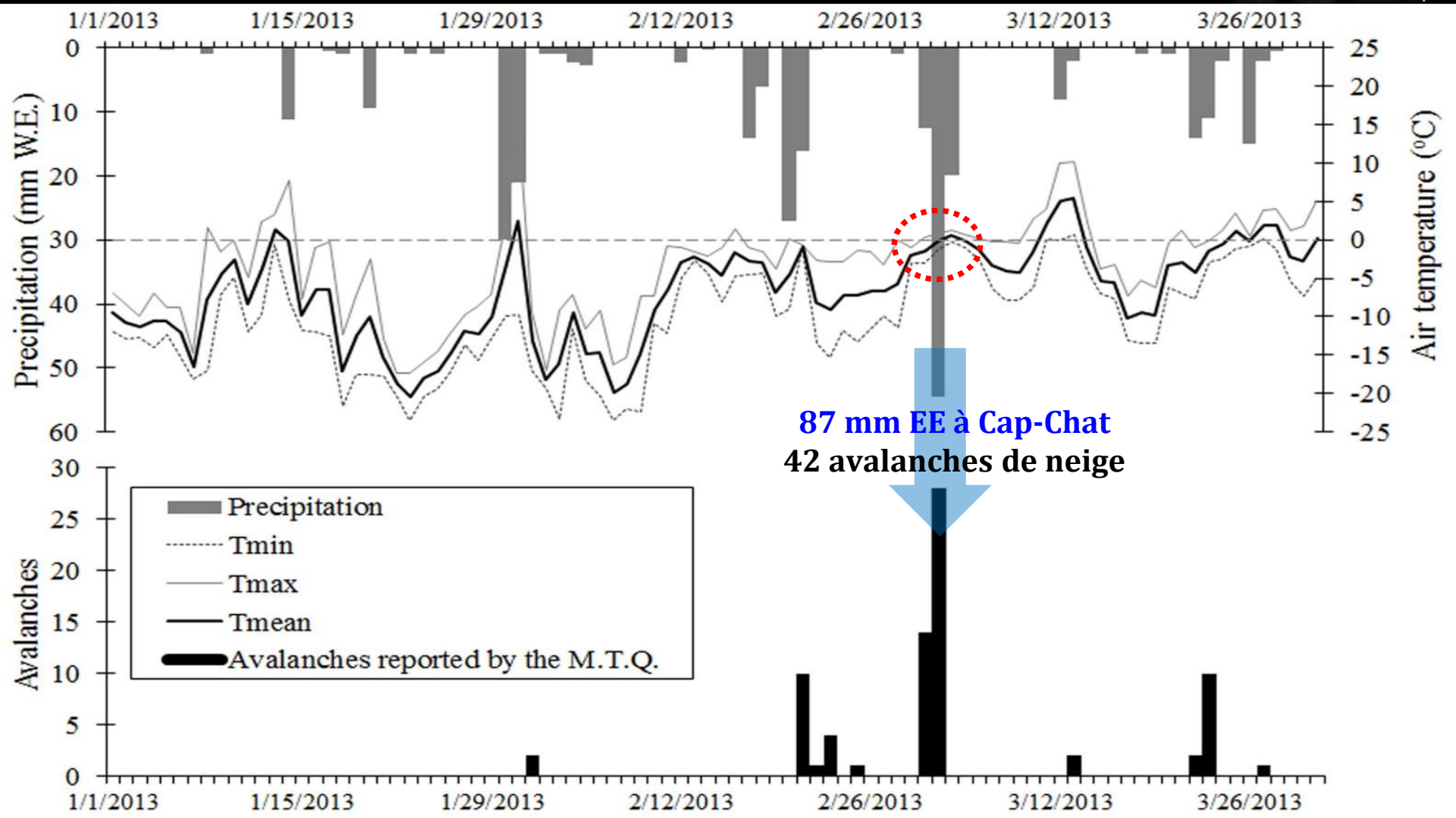
RÉSULTATS: ANALYSE

- Les avalanches de neige (« de tempête ») en fonction du rapport neige cumulée sur 2 jour / neige cumulée depuis le 1er décembre



RÉSULTATS: ANALYSE

- Régime avalancheux du 2 et 3 mars 2013



Résultats: Analyse

- Régime avalancheux du 2 et 3 mars 2013
  - 87 mm EE à Cap-Chat
  - 140 mm EE à Cap-Madeleine!
  - 42 avalanches de neige



Photo: Avalanche Québec (2013)

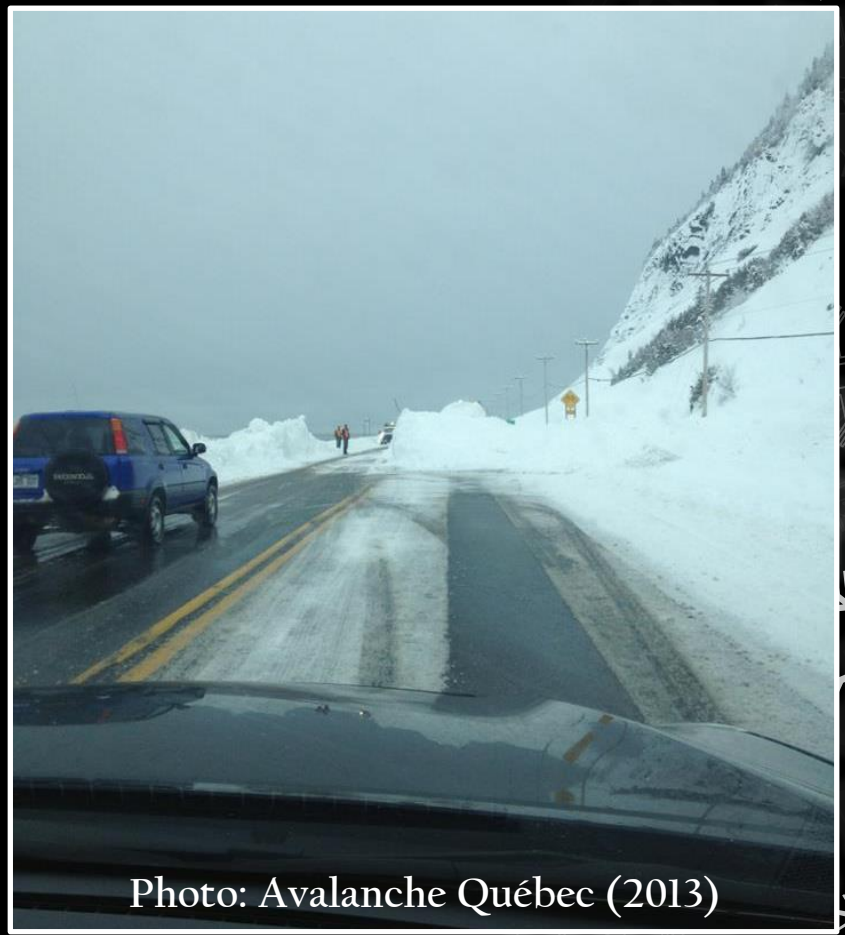
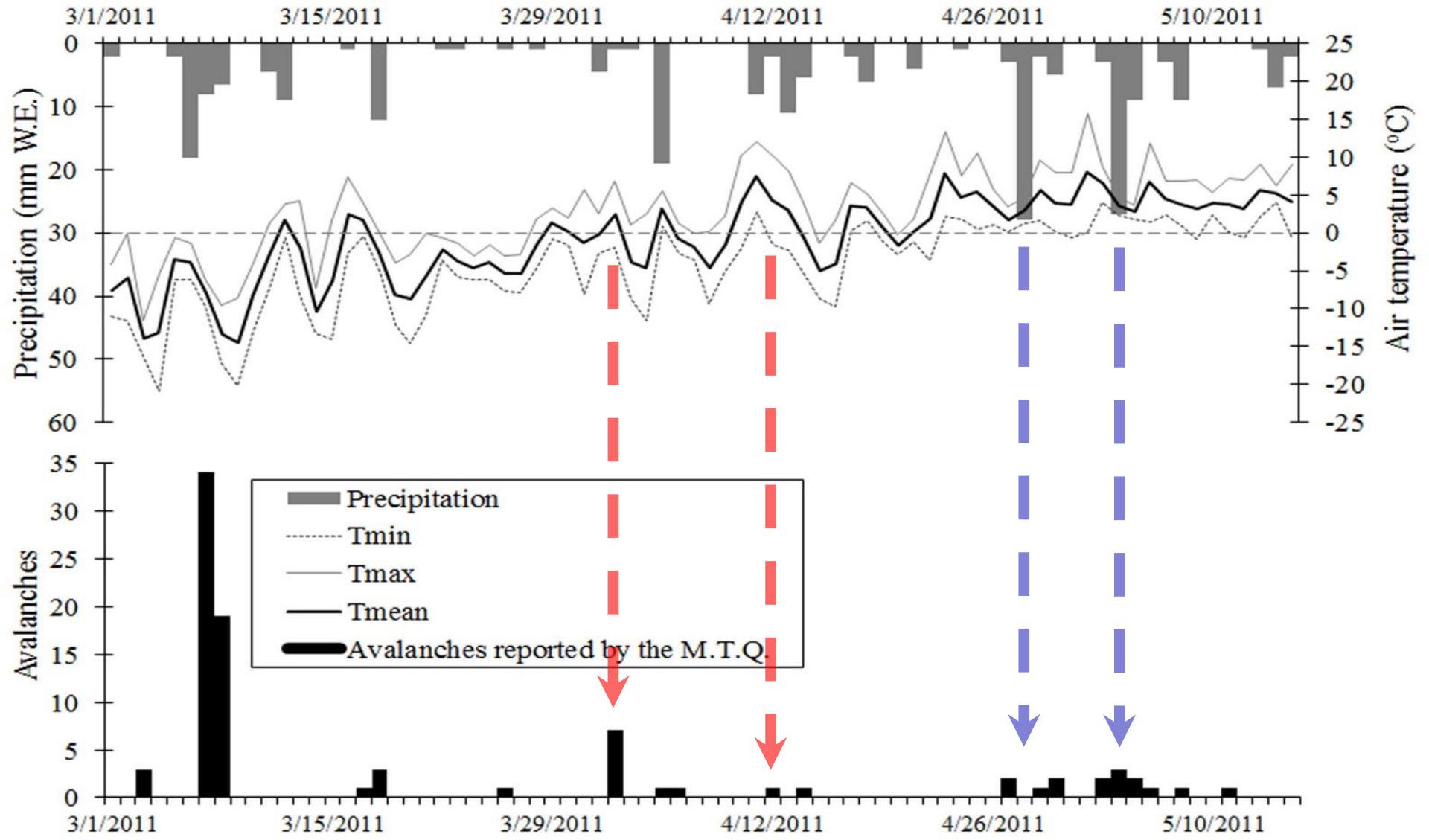


Photo: Avalanche Québec (2013)

RÉSULTATS: ANALYSE

- Avalanches printanières de mars, avril et mai 2011



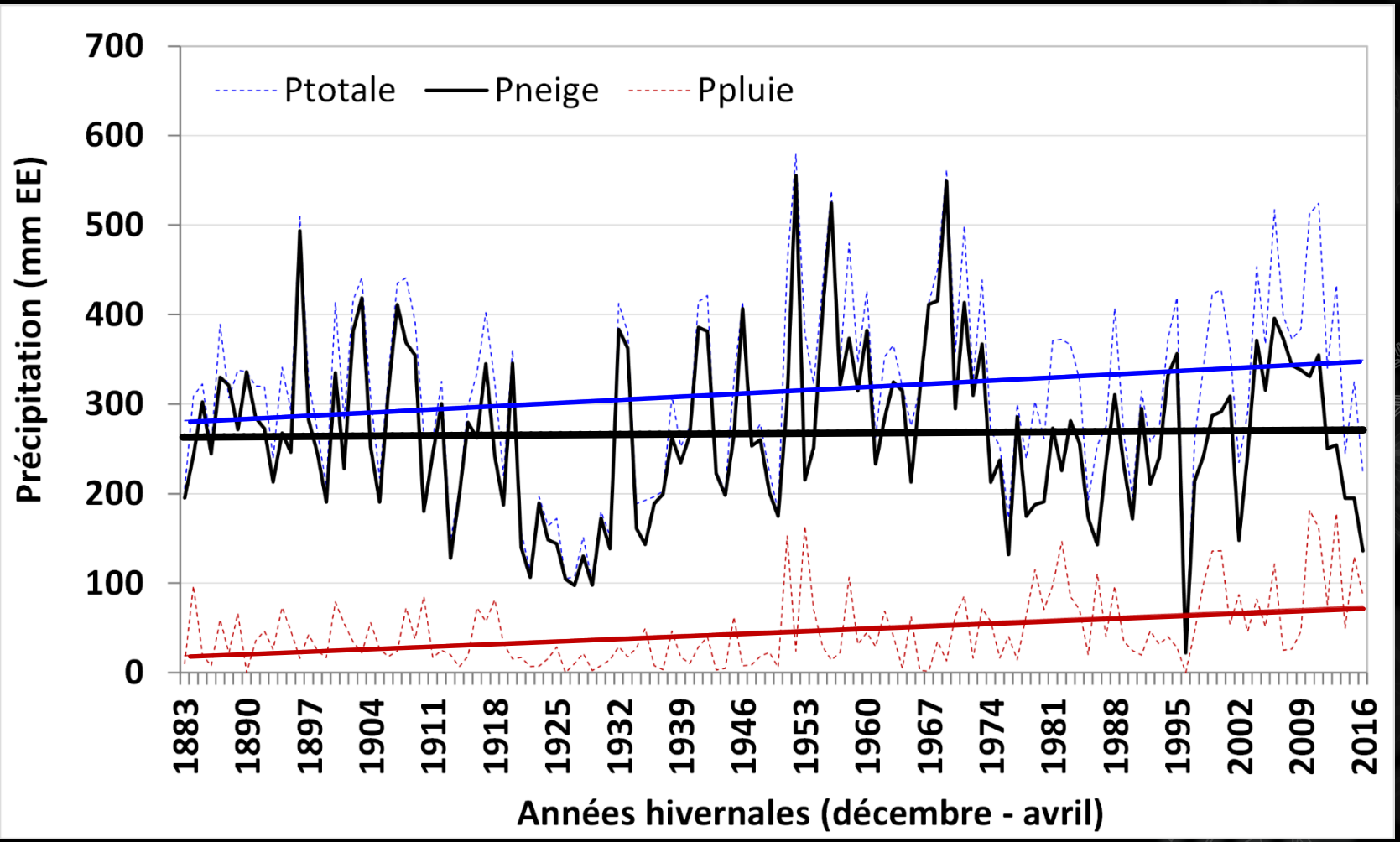
Résultats: Analyse

- Avalanche de neige (14 avril 2011)
  - Température positive (>10oC) depuis quelques jours
  - 10.9 et 5.3 mm de pluie les 13 et 14 avril



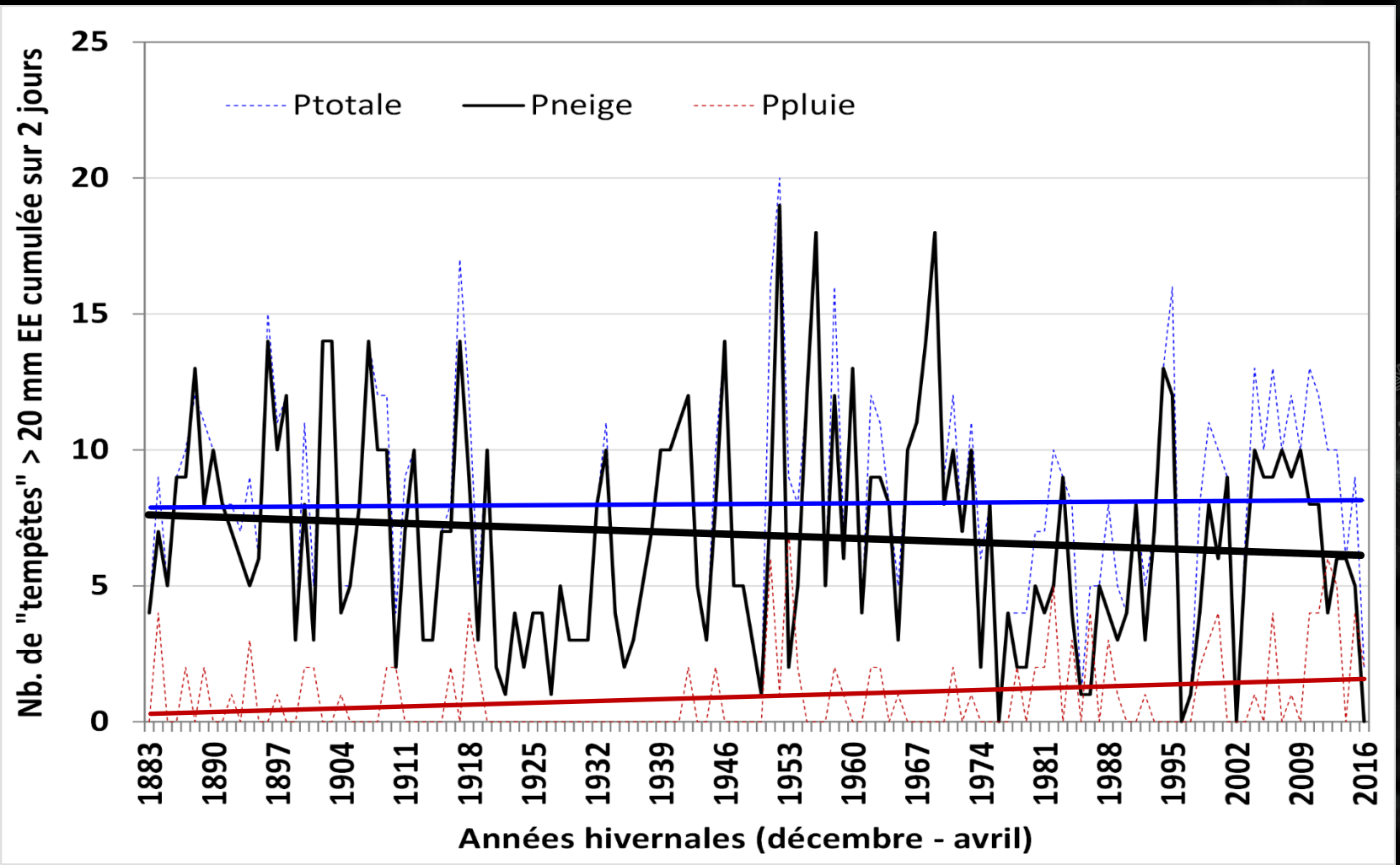
Résultats : Tendance

- Précipitation totale (totale, neige et pluie) en hiver (décembre à avril) depuis l'hiver 1882-1883 (1883): station de Cap-Madeleine



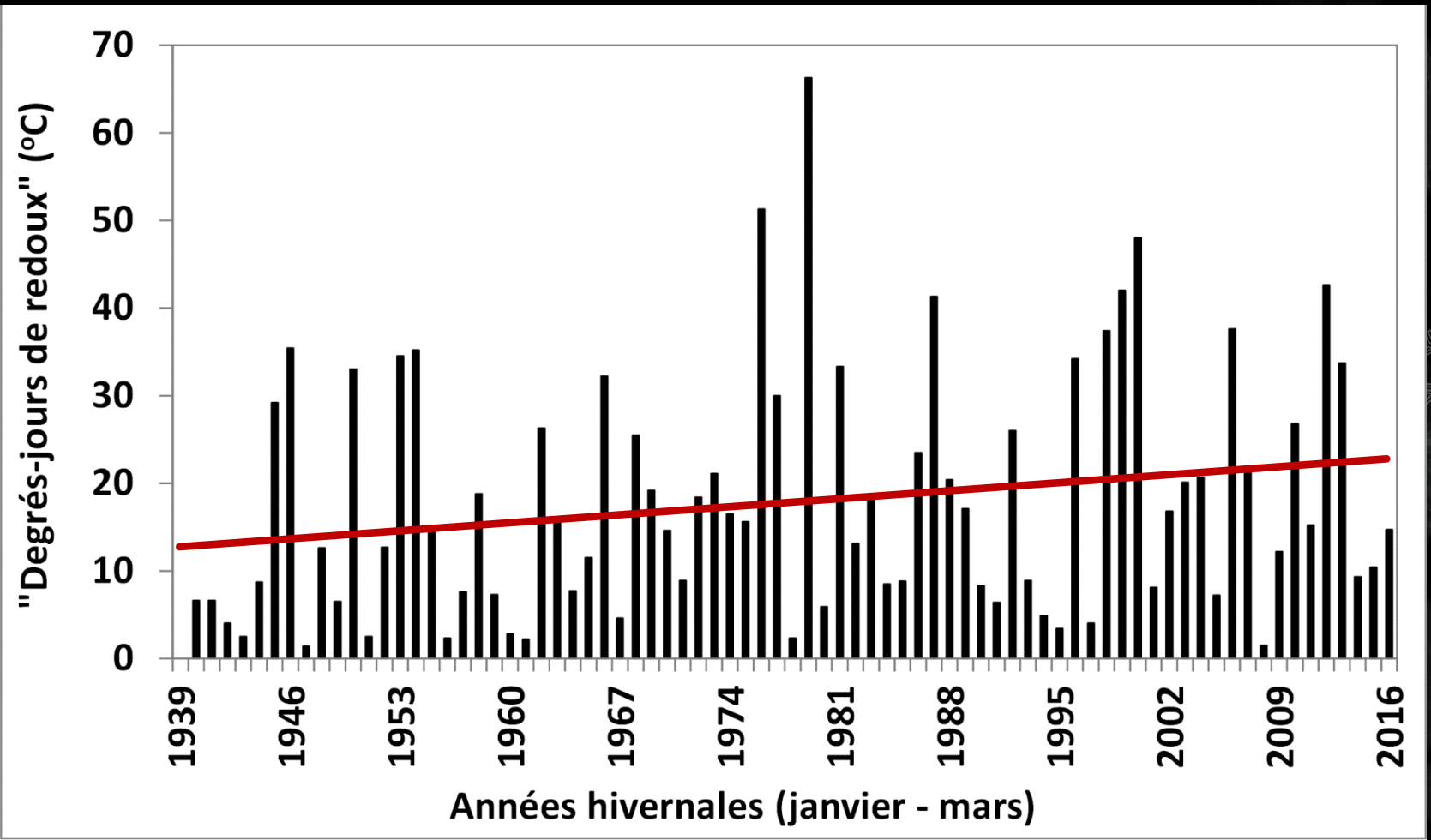
Résultats : Tendance

- Nombre de « tempêtes » hivernales (décembre – avril) avec un seuil de précipitation > 20 mm EE cumulée sur 2 jours (P>80% = extrême!)



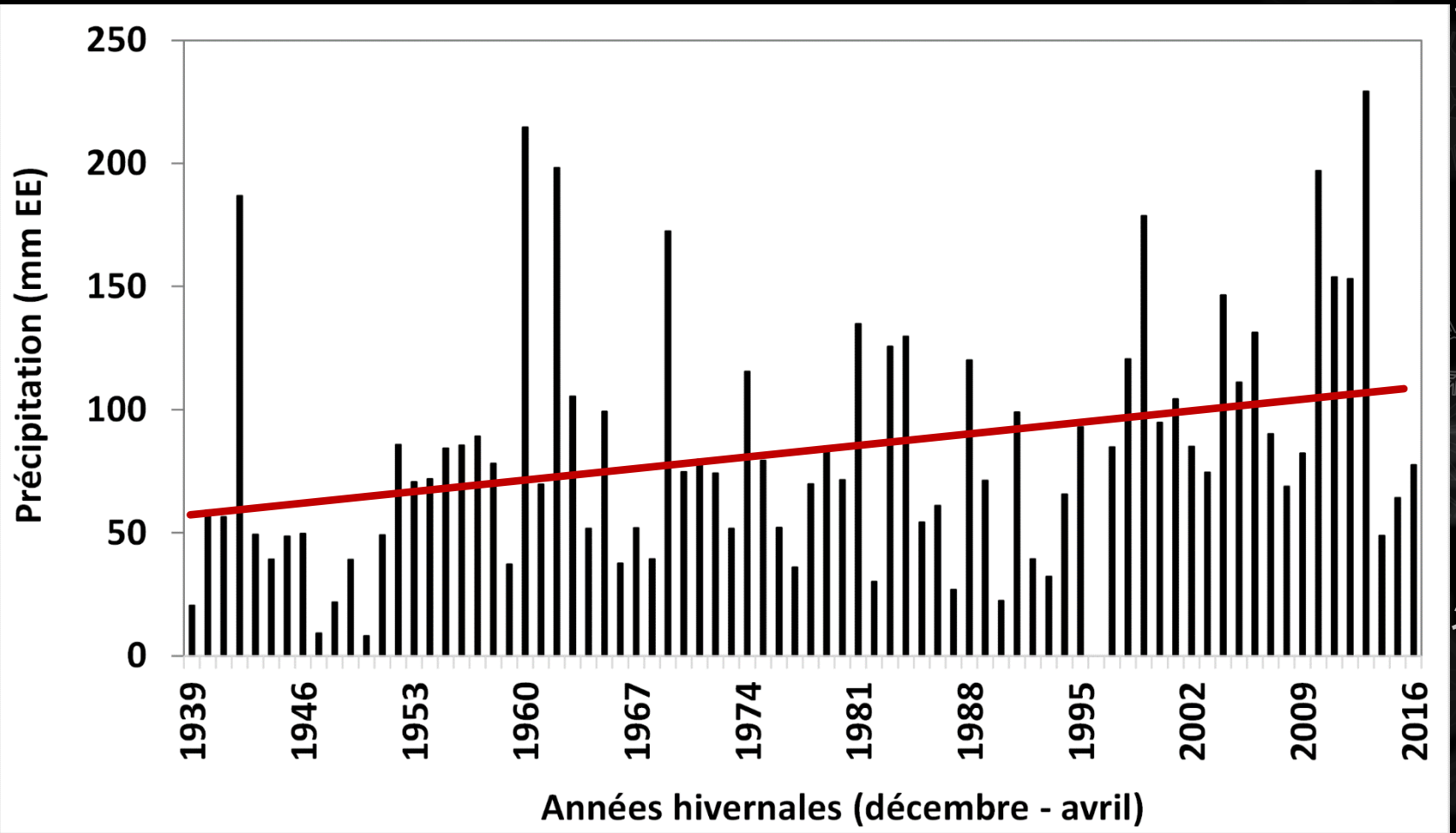
Résultats : Tendance

- « Redoux » hivernaux: Somme des températures moyennes positives de janvier à mars (« Degrés-jours de redoux »)



Résultats : Tendance

- Précipitation totale de l'hiver lorsque la température de l'air fluctue autour de 0°C (Tmoy < et > 0°C): Somme des chutes de neige « humide »



DISCUSSION/CONCLUSION

- Dans les alpes suisses et françaises, le modèle généralement retenu est celui des chutes de neige sur trois jours (Ancey, 2006; Jomelli et al., 2007):
  - Réponse très rapide des versants côtiers:
    - Importance de l'emprise du vent le long de la côte
    - Fréquence des tempêtes de neige "humide" (ou événements de pluie sur neige)
- Variabilité spatiales des conditions météos:
  - Régime avalancheux 8-9 février 2010 et 2-3 mars 2013

→ Validation des conditions d'enneigement: épaisseur de neige, emprise du vent et distribution spatiale, neige humide

→ Suivi de l'évolution du manteau neigeux: métamorphisme, transport

- Malgré ces quelques lacunes, les modèles développés demeurent des outils prometteurs

Quel avenir pour Avalanche Québec ?

- Seul organisme de sécurité (gestion, prévention) avalanche à l'est des Rocheuses
- Fermeture annoncée en février dernier
  - Financement obsolète (entente spécifique): fond développement économique, CRE, …
- Entente/partenariat (non signé) entre M.T.M.D.E.T., AvQ, et LGGRM (UQAR):
  - UN prévisionniste, fond de recherche, station météo, visite d'un prévisionniste (explosif) de la C.B.
  - Fonds non suffisant pour assurer la survie d'AvQ et maintenir une offre de service complète
    - Ne couvre pas les frais de fonctionnement (< 200 000$): Parc de la Gaspésie (tourisme, sécurité du publique, etc.)
- À l'heure actuelle, aucune entente officielle signée avec les autres ministères pour assurer la survie d'Avalanche Québec: **Fermeture anticipée au 30 juin!**
- Perspective 2016-2017
  - Maintenir suivi des avalanches (et manteau neigeux) sur les versants bordant les routes 132 et 198
  - Projet de suivi des avalanches et manteau neigeux au Mont Albert

LGGRM
LABORATOIRE DE GÉOMORPHOLOGIE ET DE GESTION DES RISQUES EN MONTAGNE

AVALANCHE QUÉBEC

UQAR BORÉAS GROUPE DE RECHERCHE SUR LES ENVIRONNEMENTS NORDIQUES
Centre d'études nordiques
AVALANCHE QUÉBEC
Transports Québec
Mitacs

Quel avenir pour Avalanche Québec ?

File Edit View History Bookmarks Tools Help

Acfas - Association fr...

www.acfas.ca/evenements/congres/programme/84/600/611/C

ue risque naturel uqam 2016

Most Visited LINK Hotmail UQAR mail MoodleUQAR BiblioUQAR GoogleScholar Facebook Google Traduction Linguee GDT SpotWx ResearchGate

10 h 30 - 11 h 45
Session 2

Communications orales
Bâtiment – Local : Pavillon des Sciences de la gestion (R) – R-M120

10 h 30

Francis GAUTHIER *UQAR - Université du Québec à Rimouski*, Frédéric BANVILLE-CÔTÉ *UQAR - Université du Québec à Rimouski*, Daniel GERMAIN *UQAM - Université du Québec à Montréal*, Dominic BOUCHER *À déterminer*

Prévision des avalanches de neige sur les routes du nord de la Gaspésie (Québec, Canada)

affiliation!

(Cacher le résumé)

Les avalanches de neige représentent un risque naturel majeur pour les usagers de la route dans le nord de la Gaspésie. Depuis 2004, près de 450 avalanches ont été rapportées sur les [illegible] 132 et 198) de la région. Pour le moment, la gestion de l'aléa est [illegible] d'enneigement de l'arrière-pays gaspésien (Avalanche Québec). Or, [illegible] d'enneigement qui prévalent le long de la côte diffèrent de celles présen[illegible] modèles logistiques développés dans cette étude ont permis de calculer la p[illegible] à partir des données météorologiques des stations d'Environnement Canada. Le long de la côte, l'occurrence des avalanches est contrôlée par les accumulations de neige sur deux jours et les événements de pluie sur neige. Dans

AVALANCHE QUÉBEC

EN 100% 15:46 2016-05-05

UQAR BORÉAS Groupe de recherche sur les environnements nordiques | Centre d'études nordiques | Avalanche Québec | Transports Québec | Mitacs

PROJETS DE RECHERCHE

- **Stabilité et évolution géomorphologique des versants**
  - Rôle concomitant de la géologie structurale, des écoulements hydrogéologiques et du climat sur le développement et l'occurrence des instabilités rocheuses
  - Rôle des variables géomorphologiques et climatiques sur l'occurrence des mouvements de masse sur les versants en lien avec le développement des formes d'érosion (couloir, entonnoir et amphithéâtre de tête de bassin – cirque glaciaire)
  - Influence des changements climatiques (extrêmes climatiques) sur l'occurrence et la fréquence des mouvements de versant



CRSNG
NSERC

LABORATOIRE DE GÉOMORPHOLOGIE
ET DE GESTION DES RISQUES
EN MONTAGNE



UQAR BORÉAS GROUPE DE RECHERCHE SUR LES ENVIRONNEMENTS NORDIQUES
Centre d'études nordiques
AVALANCHE QUÉBEC
Transports Québec
Mitacs

PROJETS DE RECHERCHE

Stabilité et évolution géomorphologique des versants



- Projet 1. Caractérisation géomorphologique et hydrogéologique des parois rocheuses avec et sans résurgence en Gaspésie
- Projet 2. Influence/rôle des variables climatiques (régime thermique et bilan d'énergie) sur l'occurrence des instabilités rocheuses en Gaspésie
- Projet 3. Influence/rôle du régime thermique sur la dégradation du pergélisol (paroi, cirque, glacier rocheux) et l'occurrence des instabilités rocheuses en Colombie-Britannique
- Projet 4. Caractérisation géomorphologique des formes d'érosion (couloir, entonnoir et amphithéâtre de tête de bassin – cirque glaciaire) et des dépôts colluviaux
- Projet 5. Déterminer les conditions météorologiques propices au déclenchement des coulées de débris et des événements torrentiels
- Projet 6. Analyse des conditions hydroclimatiques et géomorphologiques responsables du déclenchement des glissements superficiels en Gaspésie
- Projet 7. Influence des extrêmes climatiques et de la variabilité spatiale de la couverture de neige sur l'occurrence et la fréquence des avalanches de neige

LABORATOIRE DE GÉOMORPHOLOGIE
ET DE GESTION DES RISQUES
EN MONTAGNE

CRSNG
NSERC

UQAR BORÉAS GROUPE DE RECHERCHE SUR LES ENVIRONNEMENTS NORDIQUES
Centre d'études nordiques
AVALANCHE QUÉBEC
Transports Québec
Mitacs