

Adaptation d'infrastructures aéroportuaires aux changements climatiques en milieux nordiques : Les conditions de drainage sous la piste 07-25, aéroport de Kuujuaq.

YVP

Michel Allard, Denis Sarrazin & Valérie Mathon-Dufour
Centre d'études nordiques
Université Laval

Symposium Arquluk
Québec
17 mai 2017



Géologie de surface

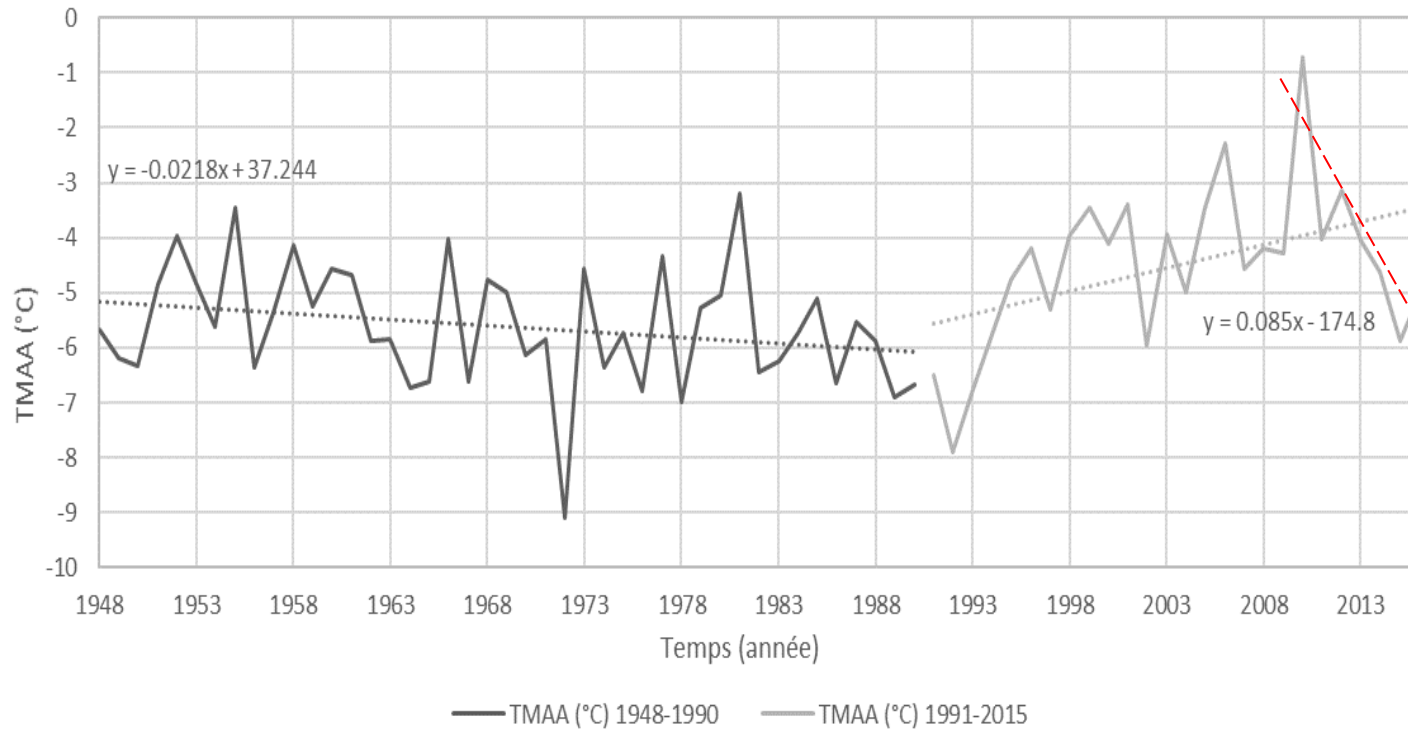




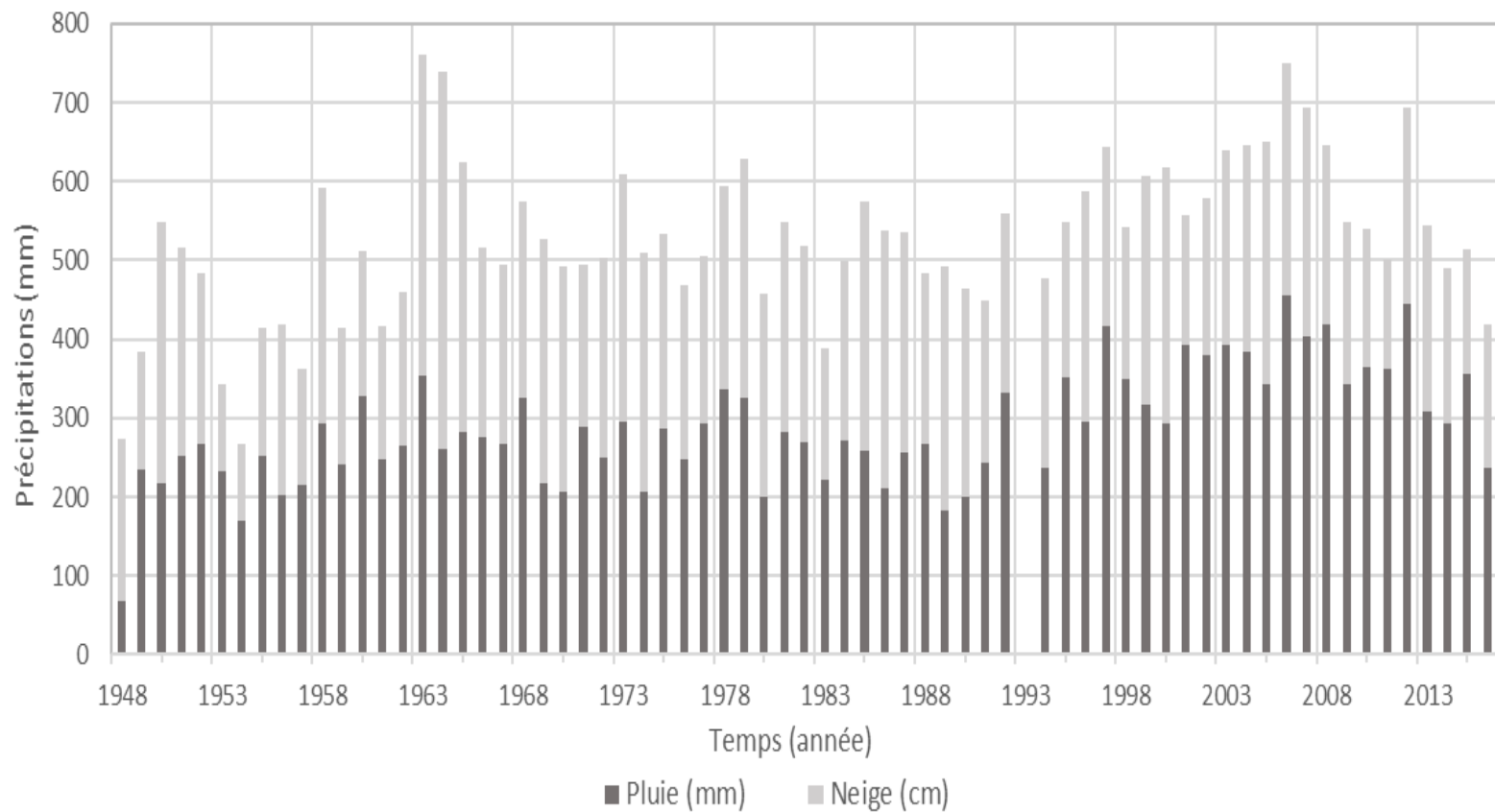
Till exposé dans un fossé en marge du tarmac



Coupe au site de l'aérogare (2006).
Matériel de remplissage/tourbe/till
(paléosol). Le plafond du pergélisol
est au niveau du lit de tourbe.

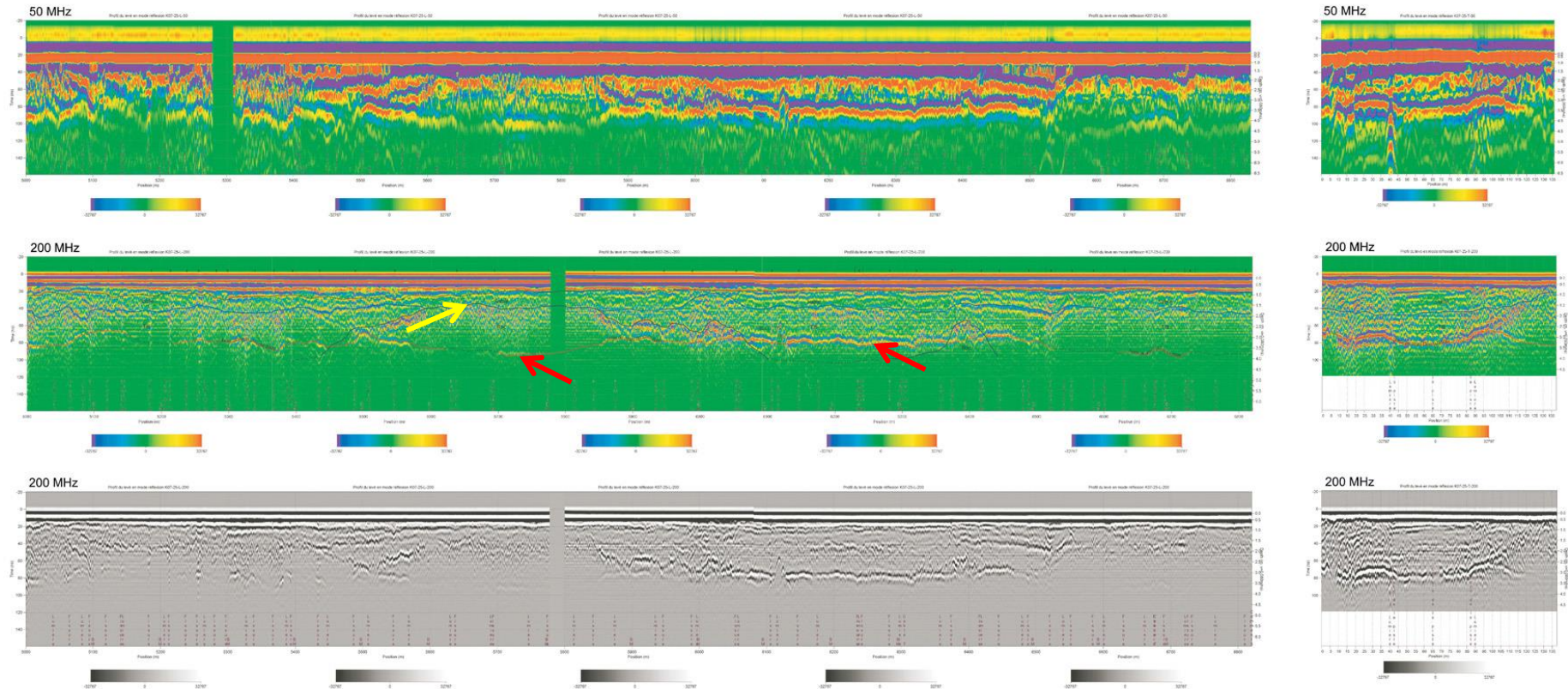


Températures moyennes annuelles de l'air, Kuujuaq, 1948-2016



Précipitations annuelles sous forme de pluie et de neige, 1948-2015 à Kuujuuaq (Gouvernement of Canada, 2016).

AÉROPORT DE KUUJJUAQ, PISTE D'ATERRISSAGE 07-25, LEVÉS DE GÉORADAR LONGITUDINAUX ET TRANSVERSAUX (6+300 m) À LA PISTE, FRÉQUENCES DE 50 ET 200 MHz



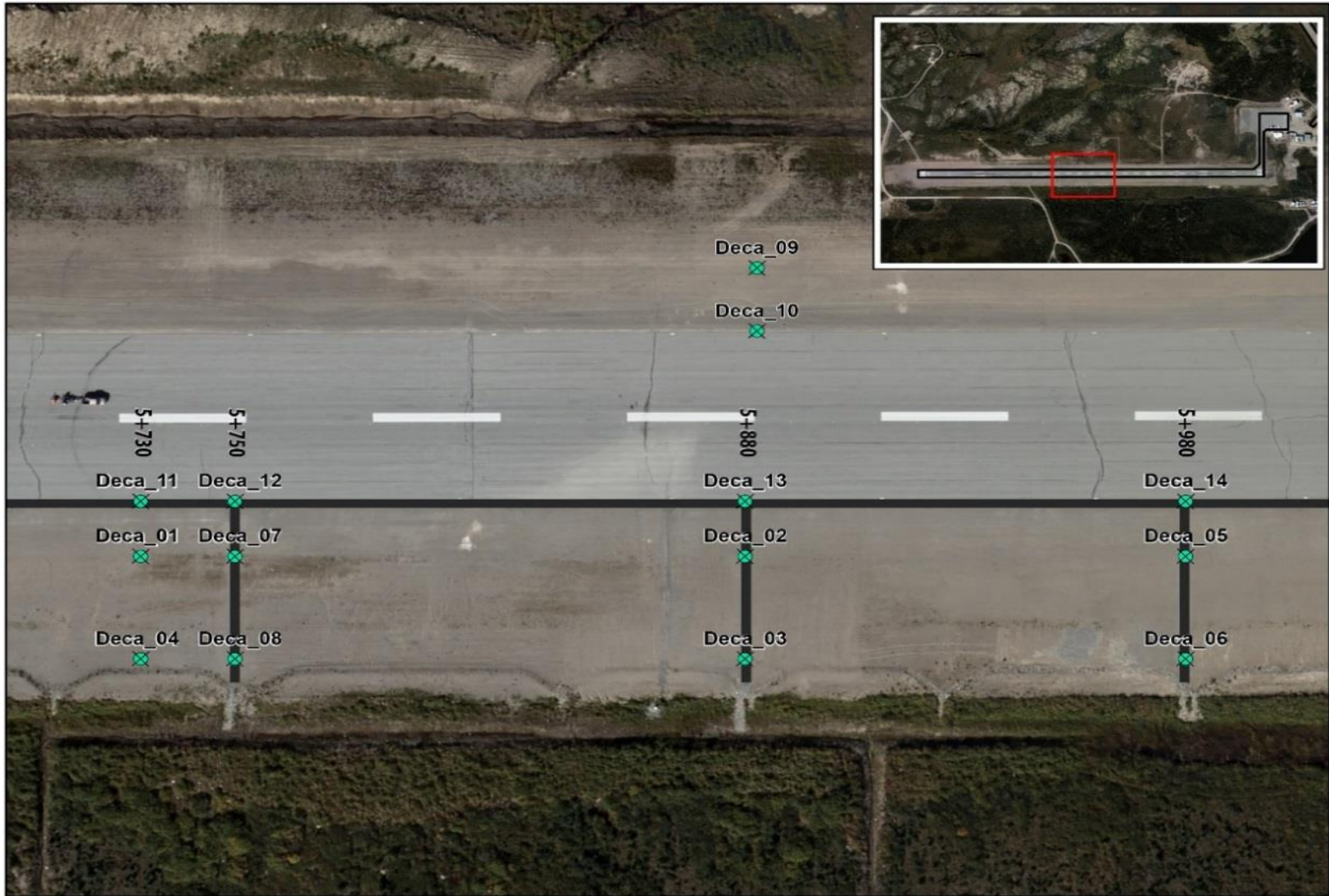
Profils de géoradar sous la piste (Septembre 2006). La flèche rouge indique la base de la couche active, la flèche jaune, le dessus d'un pointement rocheux.



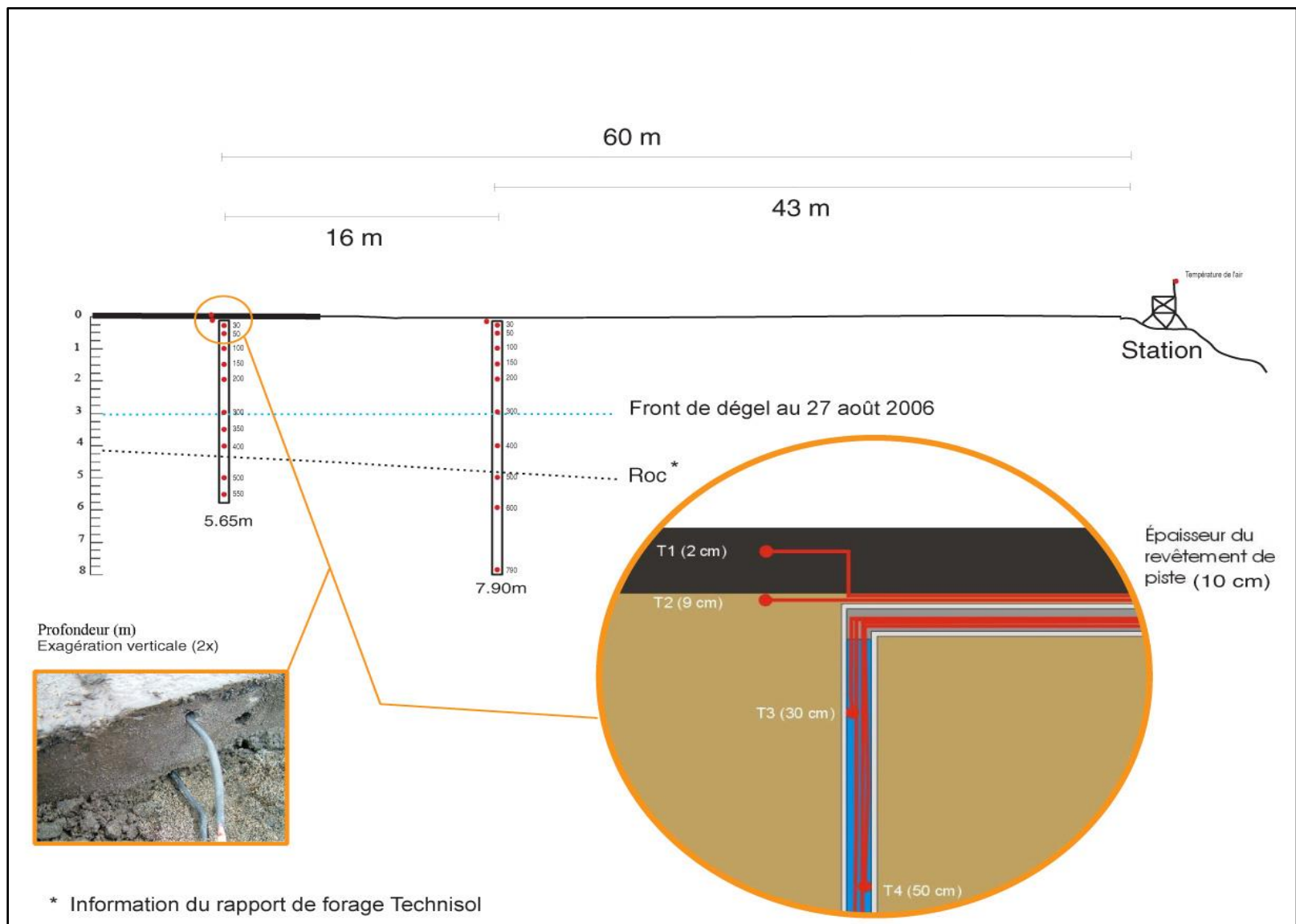
Localisation des câbles à thermistances



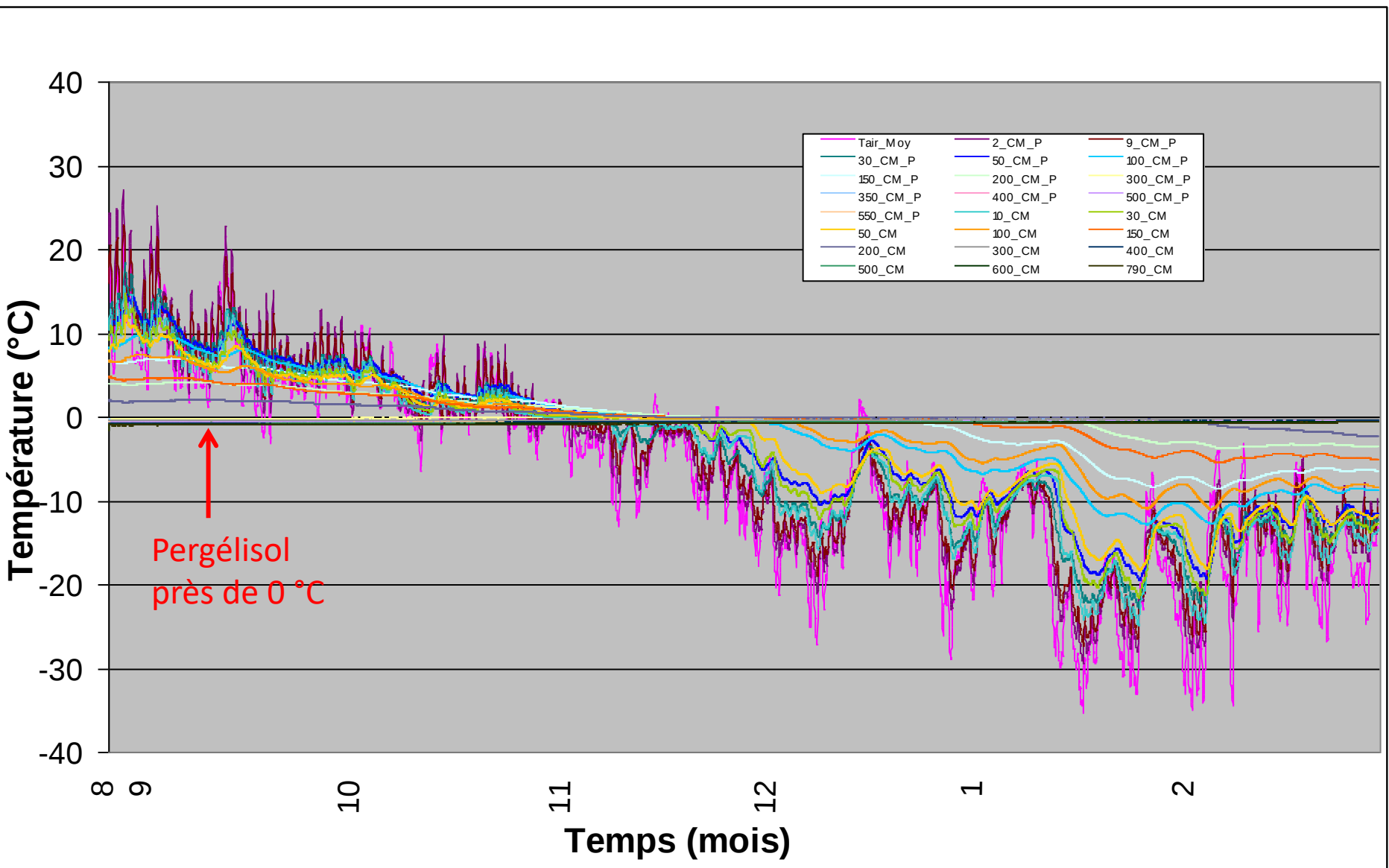
Localisation des puits de mesure de la nappe dans la couche active



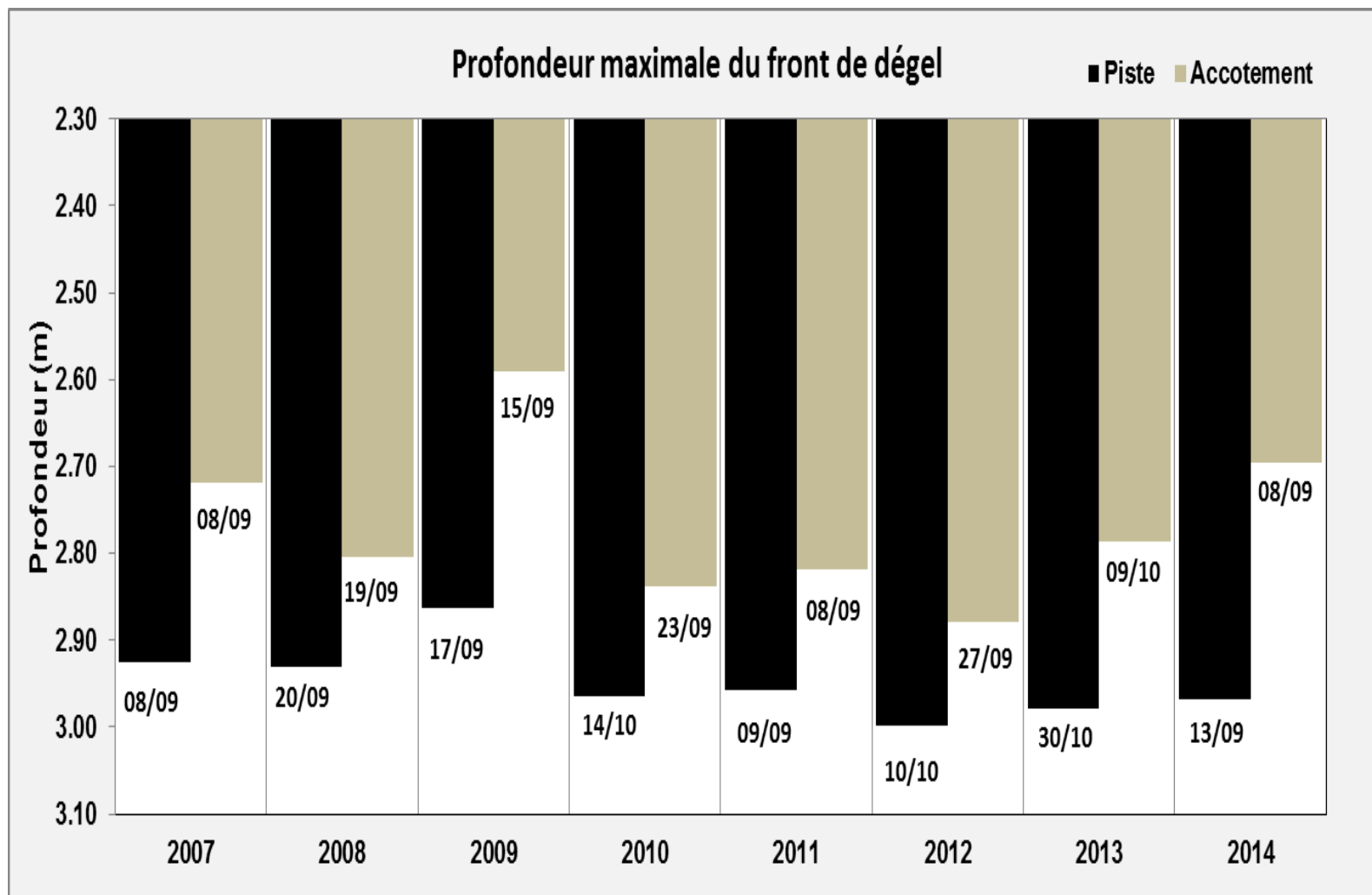
Localisation des tranchées drainantes (French drains) et des modules Decagon installés dans l'accotement aval de la piste 07-25



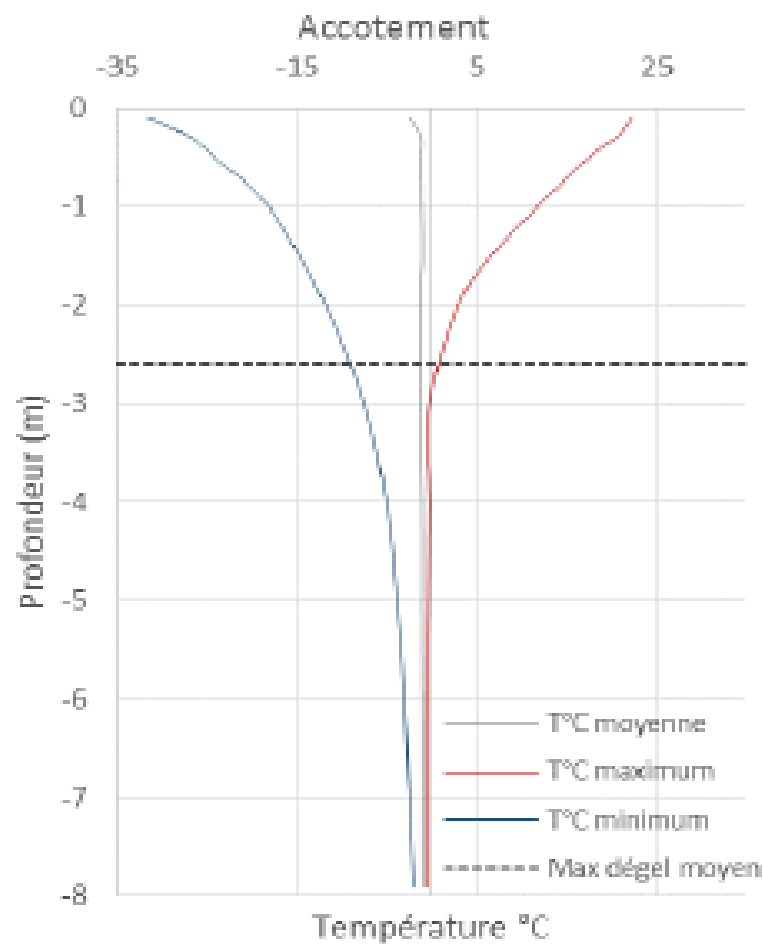
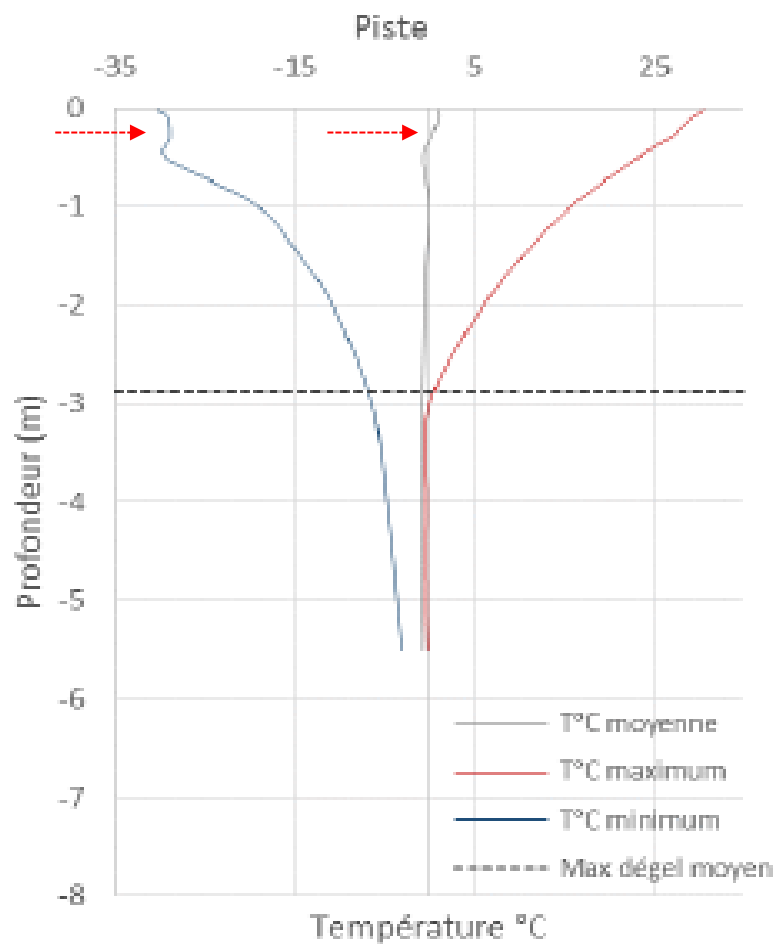
Câbles à thermistances sous la piste et sous les accotements.



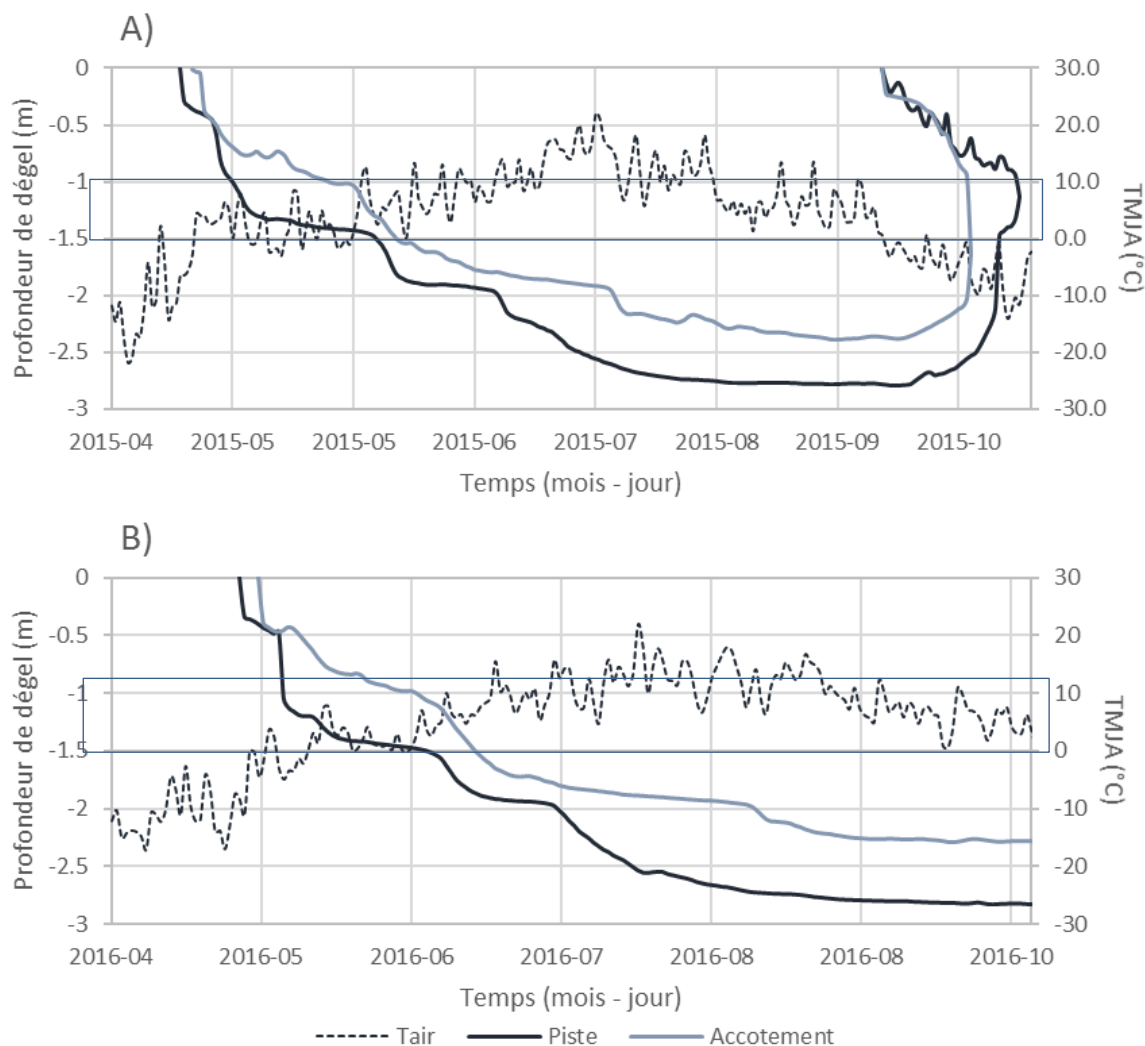
Exemple de données de température sous la piste et sous l'accotement.



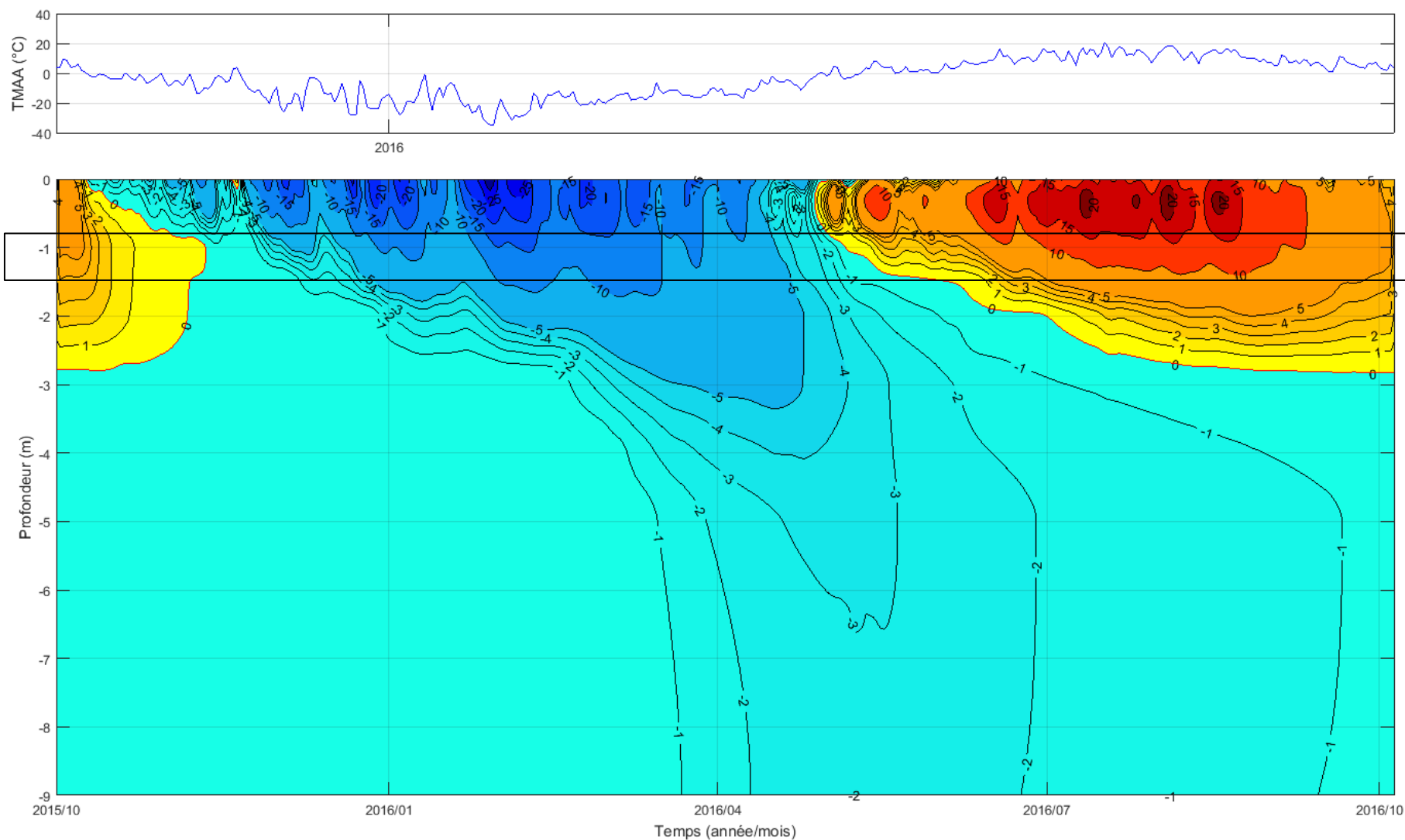
Profondeur maximale de dégel, 6+300, 2007-2014, et dates.



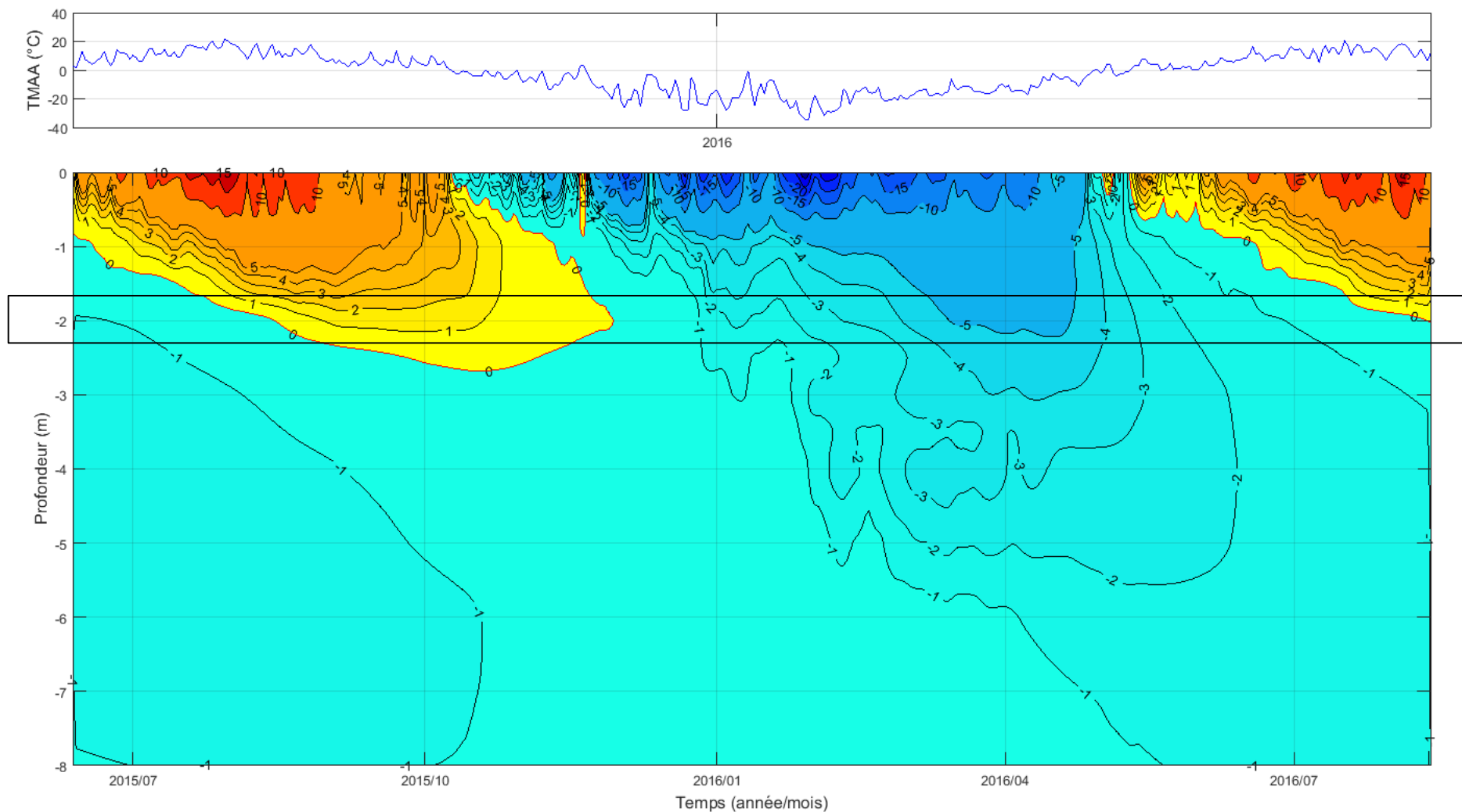
Amplitude thermique annuelle vs profondeur sous la piste et sous l'accotement, 2006-2015.
 Les flèches rouges indiquent l'impact thermique du revêtement bitumineux.



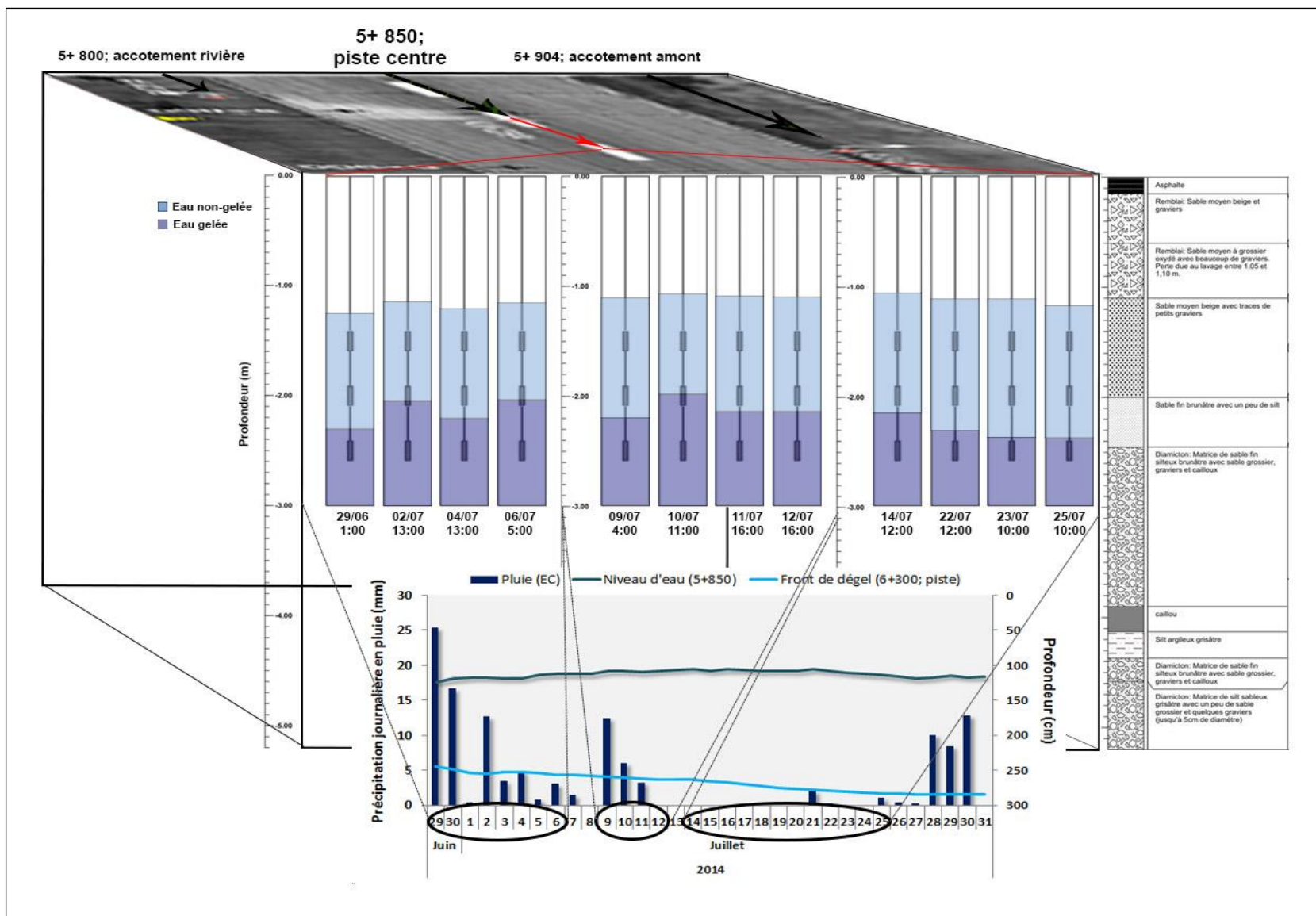
Température moyenne journalière et progression des fronts de gel et de dégel à la station « 2006 » à 6+300 sous la piste et sous l'accotement. A) 2015, B) 2016. Le niveau approximatif de la nappe d'eau est indiqué.



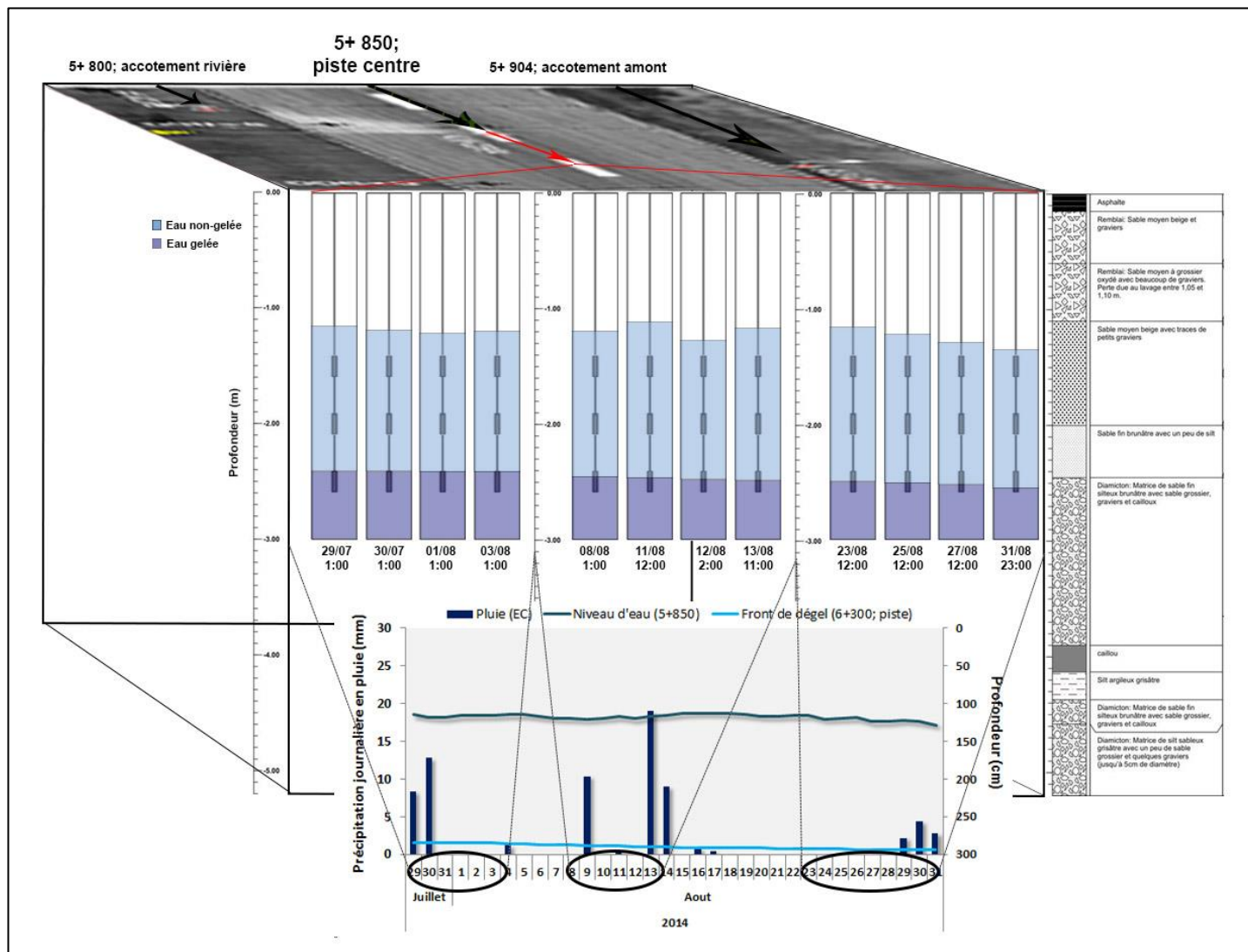
Températures journalières vs temps et profondeur. Station 2006 sous la piste, at 6+300. 2015-2016. Le rectangle localise la nappe d'eau.



Température journalière du sol en fonction de la profondeur et du temps au câble la station « Humide », localisé dans la piste au chainage 5+850, pour l'année climatique 2015-2016. L'encadré indique le niveau approximatif de la nappe perchée.



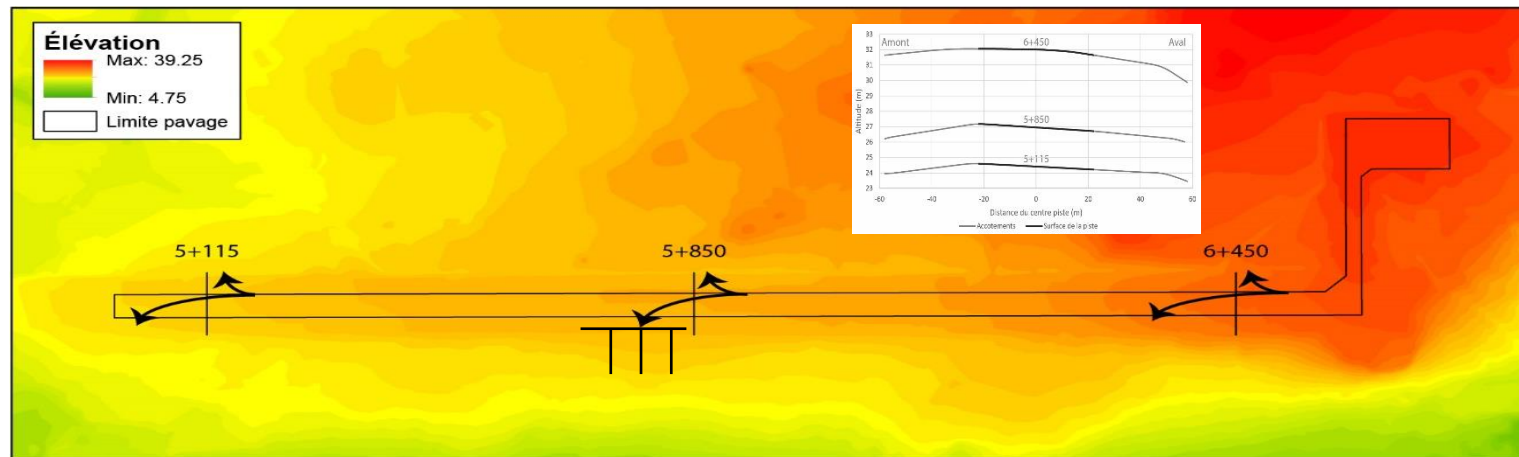
Niveaux d'eau et de glace dans trois puits disposés en section transversale oblique de la piste, précipitations et profondeurs de dégel en juin et juillet 2014.



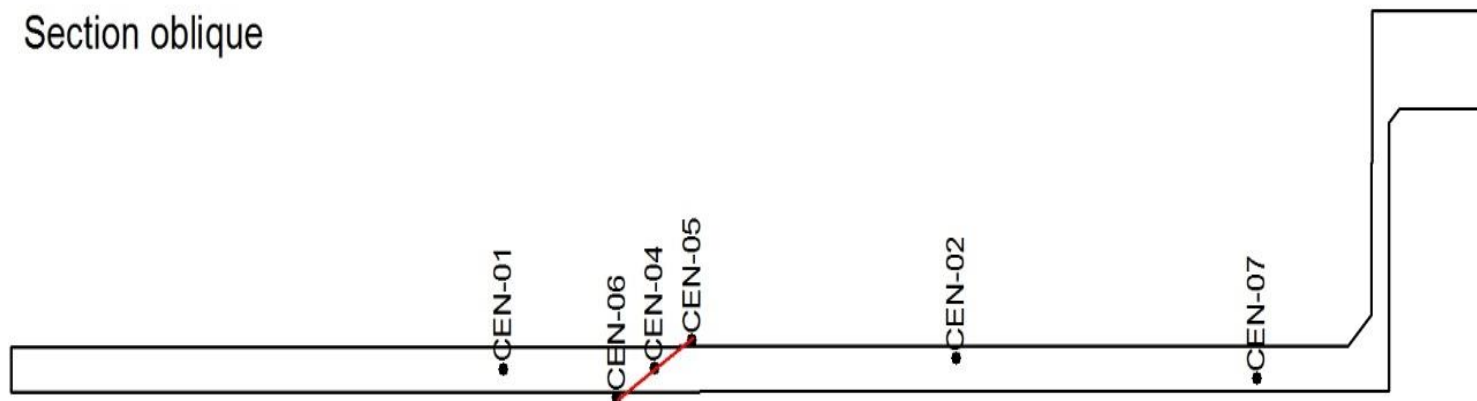
Idem, fin juillet et août 2014



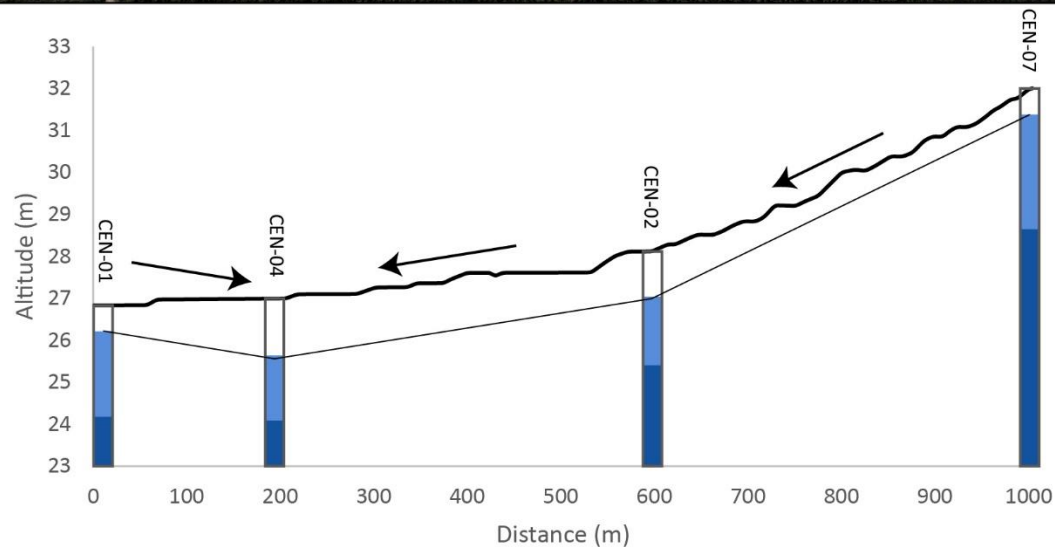
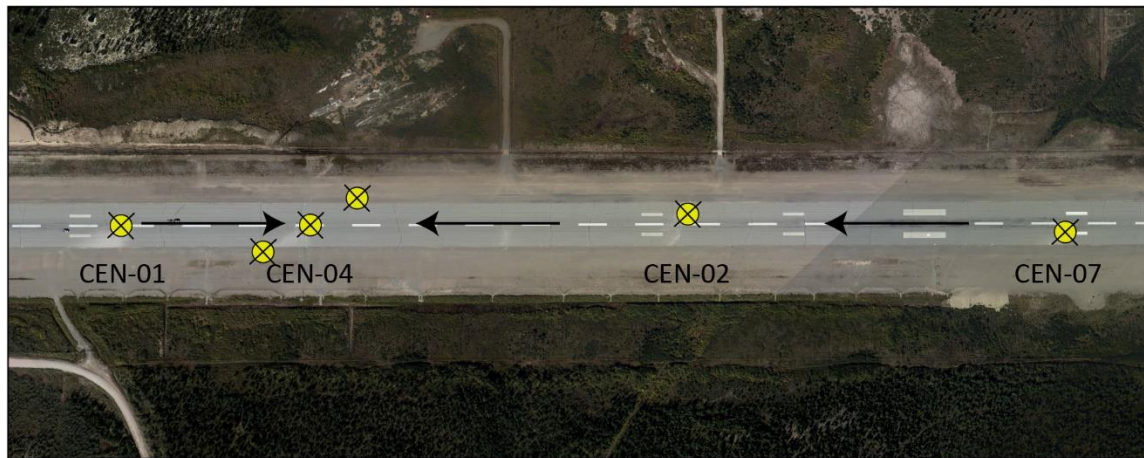
Les fentes de contraction thermique dans le pavage sont des voies d'entrée d'eau malgré les efforts répétés pour les sceller.



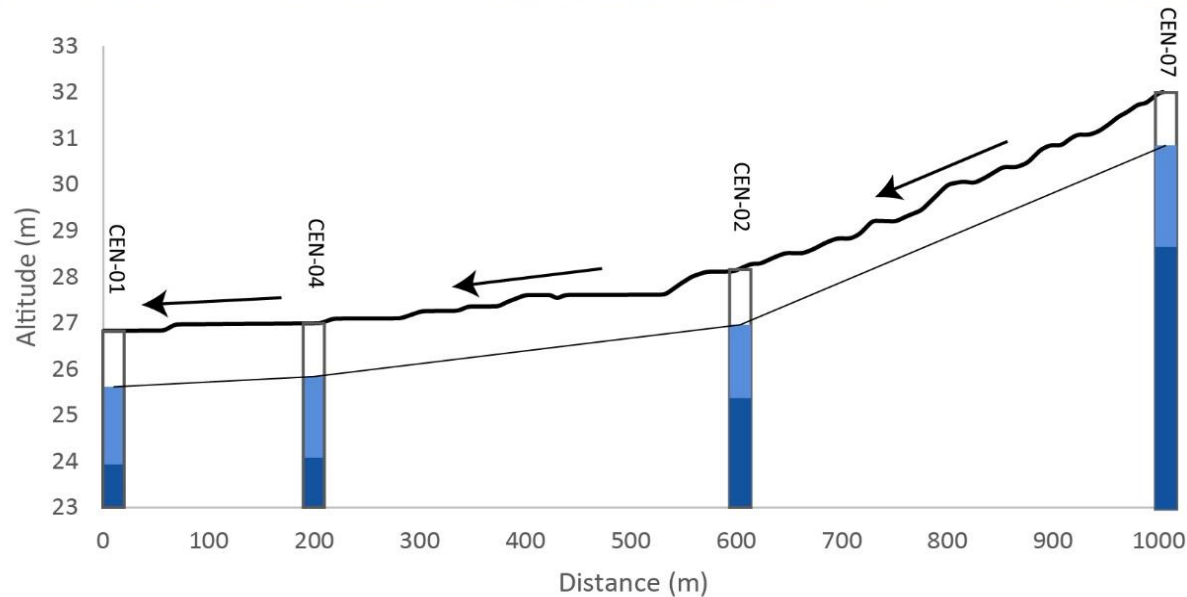
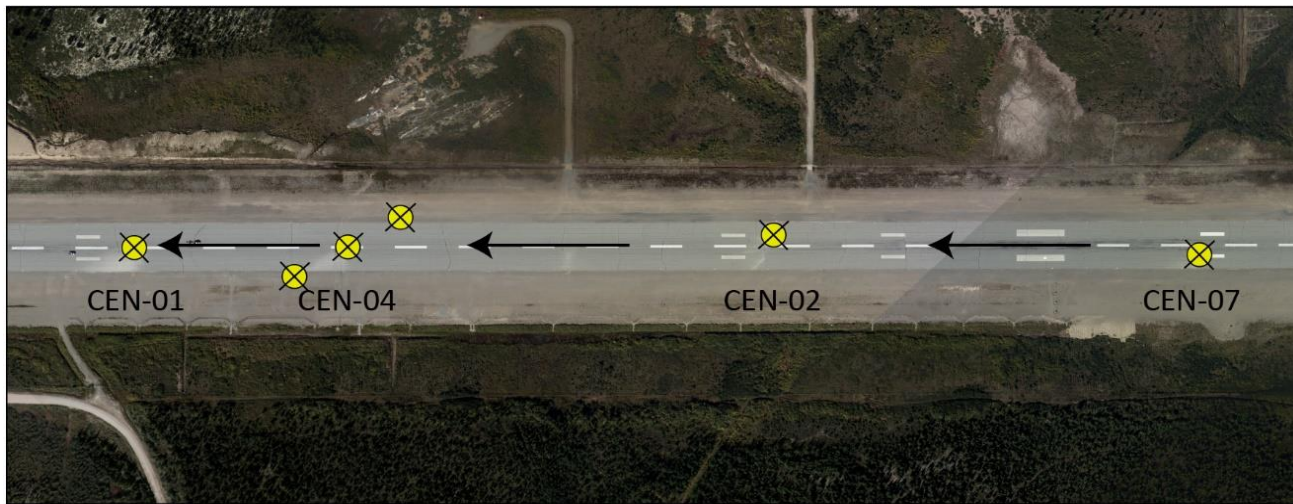
Section oblique



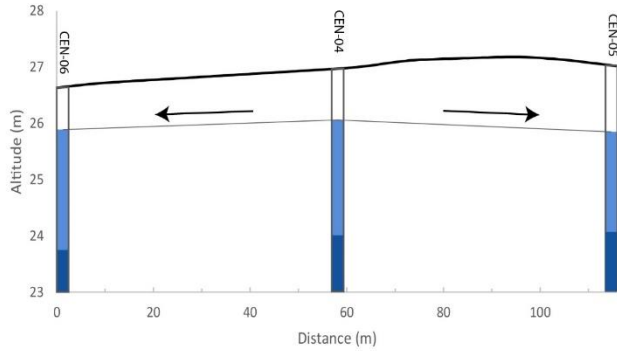
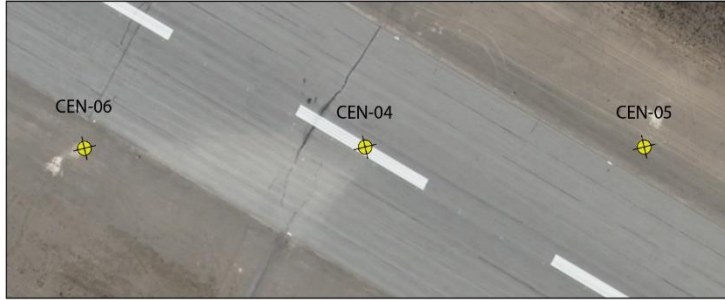
Modèle de terrain et localisation des puits et du transect diagonal des puits CEN-05, 04 et 06. Quand le gradient hydraulique est positif, l'eau souterraine s'écoule du puits CEN-05 au puits CEN-06, et dans les drains français dans l'accotement.



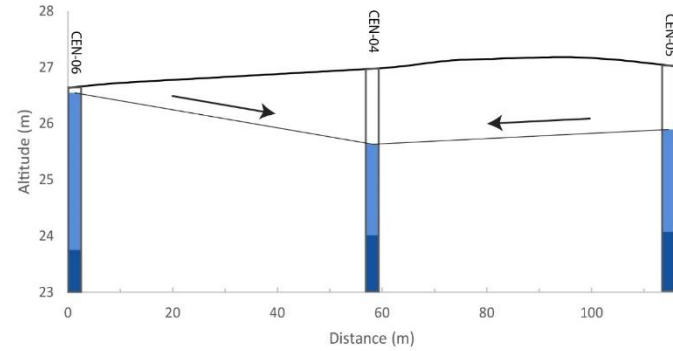
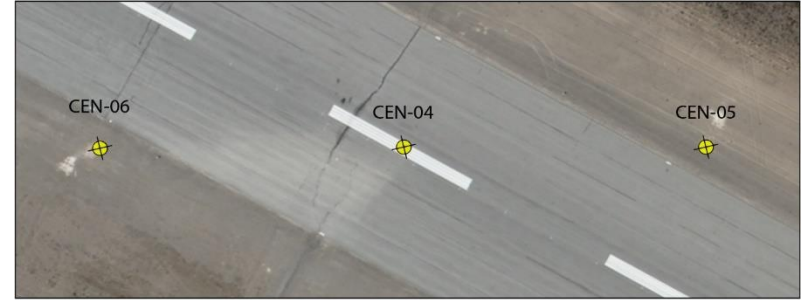
Niveaux d'eau (bleu pâle) et front de dégel (bleu foncé) dans les puits et sens d'écoulement selon le gradient hydraulique durant une précipitation (niveaux mesurés le 2015-09-02).



Niveaux d'eau (bleu pâle) et front de dégel (bleu foncé) dans les puits et sens d'écoulement selon le gradient hydraulique après plusieurs jours sans précipitations. (niveaux mesurés le 2015-09-11).



Après plusieurs jours sans précipitations; drainage vers les côtés (2015-09-11).



Durant une précipitation; infiltration et écoulement de l'extérieur vers l'intérieur (2015-09-02).

Conclusions

- 2015 et 2016: années les plus froides depuis 2006
- Légère baisse récente des précipitations totales, mais présence d'événements de pluies abondantes.
- Épaisseur de la couche active varie entre 2.02 et 3.73 m, selon contenu en eau, pavage ou accotement, surface foncée ou pâle.
- Pergélisol à ≤ -0.5 °C
- Base de la couche active dans un till très compact et pauvre en glace (50% silt et argile)
- Peu de tassements à prévoir encas de dégel ultime
- Léger enrichissement possible de glace au plafond du pergélisol à cause d'une légère remontée entre 2010 et 2015
- Profondeur de dégel maintenue plus grande sous la piste pavée que sous les accotements durant toute la saison de dégel. Scelle une nappe perchée qui peut s'écouler le long du gradient hydraulique sur la longueur et selon le profil transversal.
- Les tranchées drainantes fonctionnent correctement et aident à maintenir un niveau plus bas de la nappe et réduire la pression sous le pavage.
- La recharge de la nappe se fait en partie par les fissures de contraction thermique et depuis l'accotement aval durant les pluies intenses.
- Risque de saturation juste sous le pavage durant le dégel et les pluies abondantes.

Travail à venir

- Maintenir le suivi (depuis la voie d'accès B).
- Optimiser le système de drainage déjà amorcé par le nombre et la localisation stratégique des drains.

Merci