

Effet de l'albédo sur les températures superficielles des revêtements routiers

Simon Dumais¹, Guy Doré², Étudiant¹ (simon.dumais.2@ulaval.ca), Professeur², Département de génie civil, Université Laval

Introduction et objectifs

L'effet de l'albédo des revêtements routiers des remblais construits sur pergélisol sur leur température superficielle est étudié depuis les années 1950. Il a été démontré à maintes reprises qu'en augmentant l'albédo d'un revêtement sa température superficielle diminue ce qui entraîne un rehaussement de la table du pergélisol. Par contre, cet effet n'a été quantifié qu'à l'aide de modèles numériques complexes et longs à utiliser. L'utilisation des revêtements à albédo élevé reste donc marginale en partie en raison de l'absence d'outils simples permettant de quantifier efficacement le gain thermique obtenu suite à une modification de l'albédo de surface.

Un des objectifs du projet de recherche, portant sur la stabilisation thermique des infrastructures de transport construites sur pergélisol à l'aide de surfaces à albédo élevé, est de produire des méthodes et des outils faciles à utiliser afin de permettre aux concepteurs d'évaluer l'efficacité de ces surfaces pour leur projet respectif.

Matériel et méthodes

Afin d'obtenir des données de températures superficielles pour des surfaces ayant des albédos différents, une section d'essai a été réalisée au site expérimental de Beaver Creek au Yukon où quatre surfaces ont été instrumentées à l'aide de thermistances se trouvant à 5 cm sous la surface du revêtement. Cette section d'essai réalisée en août 2012 par le Yukon Highways and Public Works est composée d'une section de traitement de surface à granulat clair d'environ 50 mètres de long (Light-BST), d'une section de cold mix (matériaux servant aux réfections mineures sur les routes du Yukon), d'un enduit superficiel de la compagnie Lafrentz et d'un enduit superficiel de Perfect Cool A de la compagnie japonaise Nippo, ces trois dernières sections ayant une surface d'environ 10 m². La valeur d'albédo de chacune des surfaces a été mesurée lors d'une visite en mai 2013 à l'aide d'un pyranomètre selon la norme ASTM-E1918 sont présentées au tableau 1.

Surfaces	Albédo (ASTM-E1918)
L-BST	0,23
Cold mix	0,04 (2012); 0,14 (2013)
Lafrentz	0,60 (2012); 0,55 (2013)
Perfect Cool A (Nippo)	0,40 (2012); 0,29 (2013)

Tableau 1: Albédo des surfaces de Beaver Creek

Résultats

Le modèle proposé en 2004 par Hermansson afin de prédire les températures du revêtement routier en été et en hiver a été simplifié dans le but de produire facilement des abaques de calcul. La principale modification apportée a été de modéliser le flux de conduction vers le sol du remblai par un flux étant fonction de la radiation solaire, ainsi il n'est pas nécessaire de faire appel à la résolution par élément fini pour obtenir les températures superficielles. La figure 3 présente le flux de conduction modélisé en comparaison au flux calculé. Comme le flux est mesuré à environ 1 m de profondeur, il est normal que le flux à la surface possède une amplitude plus élevée, car une partie de l'énergie est absorbée par le sol. Le modèle simplifié a été calibré à l'aide des données obtenues au site expérimental de Beaver Creek. La figure 4 présente la calibration de ce modèle. La figure 5 présente le type d'abaque qu'il est possible d'obtenir grâce au modèle simplifié. Sur cet abaque, les températures moyennes pour les mois de dégel (de mai à septembre inclusivement) sont obtenues à partir de l'albédo du revêtement pour différentes valeurs de radiation solaire moyenne mensuelle et de température de l'air. Pour la même variation de radiation solaire, la variation de température de surface est plus importante lorsque l'albédo est bas. La variation de température de l'air engendre une variation de température superficielle qui est indépendante de l'albédo.

Effet de l'albédo sur les températures superficielles du revêtement routier pour les mois de dégel

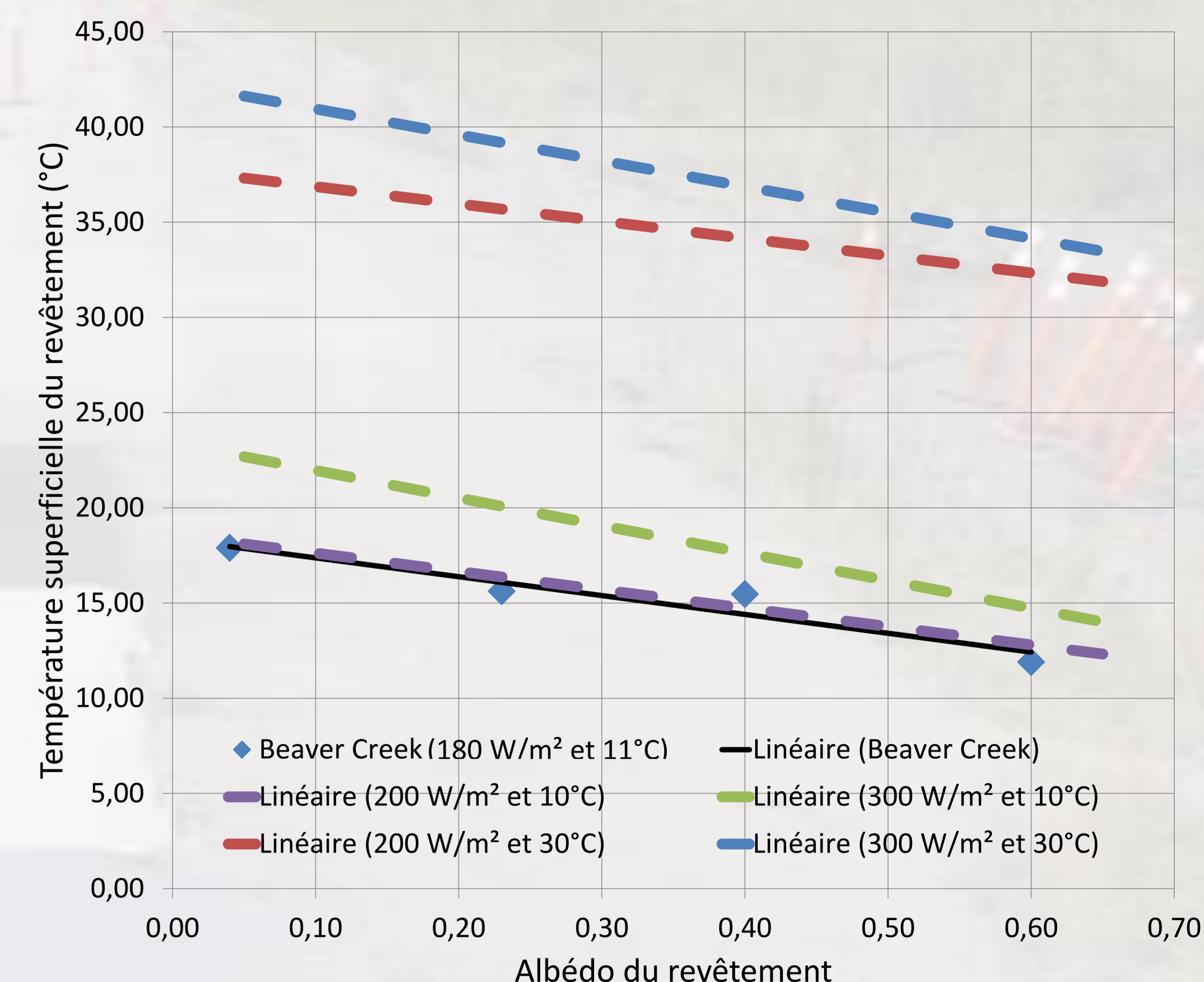


Figure 3: Abaque des températures superficielles en fonction de l'albédo

Conclusion

En conclusion, l'effet de l'albédo sur la température superficielle d'un revêtement routier a été vérifié et adéquatement modélisé. Pour la même variation d'albédo, le gain thermique réalisé est plus important pour les sites ayant une radiation solaire incidente plus élevée et le gain thermique est indépendant de la température de l'air.

Les revêtements à albédo élevé peuvent présenter quelques lacunes techniques particulièrement à l'égard de la sécurité routière et la durabilité. Ces revêtements créent des surfaces qui peuvent éblouir les usagers en plus de devenir très glissants lorsqu'ils sont mouillés. Généralement de couleur pâle, ceux-ci offrent un mauvais support pour le marquage routier et un faible contraste à l'environnement enneigé lors de l'hiver. Enfin, les technologies ayant été utilisées à grande échelle n'étaient pas très durables et nécessitaient un entretien excessif. Ces considérations pratiques devront être étudiées et améliorées afin de rendre l'utilisation des revêtements à albédo élevé une option plus attrayante pour les concepteurs.

Référence

Hermansson, Å. (2004). "Mathematical model for paved surface summer and winter temperature: comparison of calculated and measured temperatures." *Cold Regions Science and Technology* 40(1-2): 1-17.

Flux thermique de conduction de la surface vers le sol

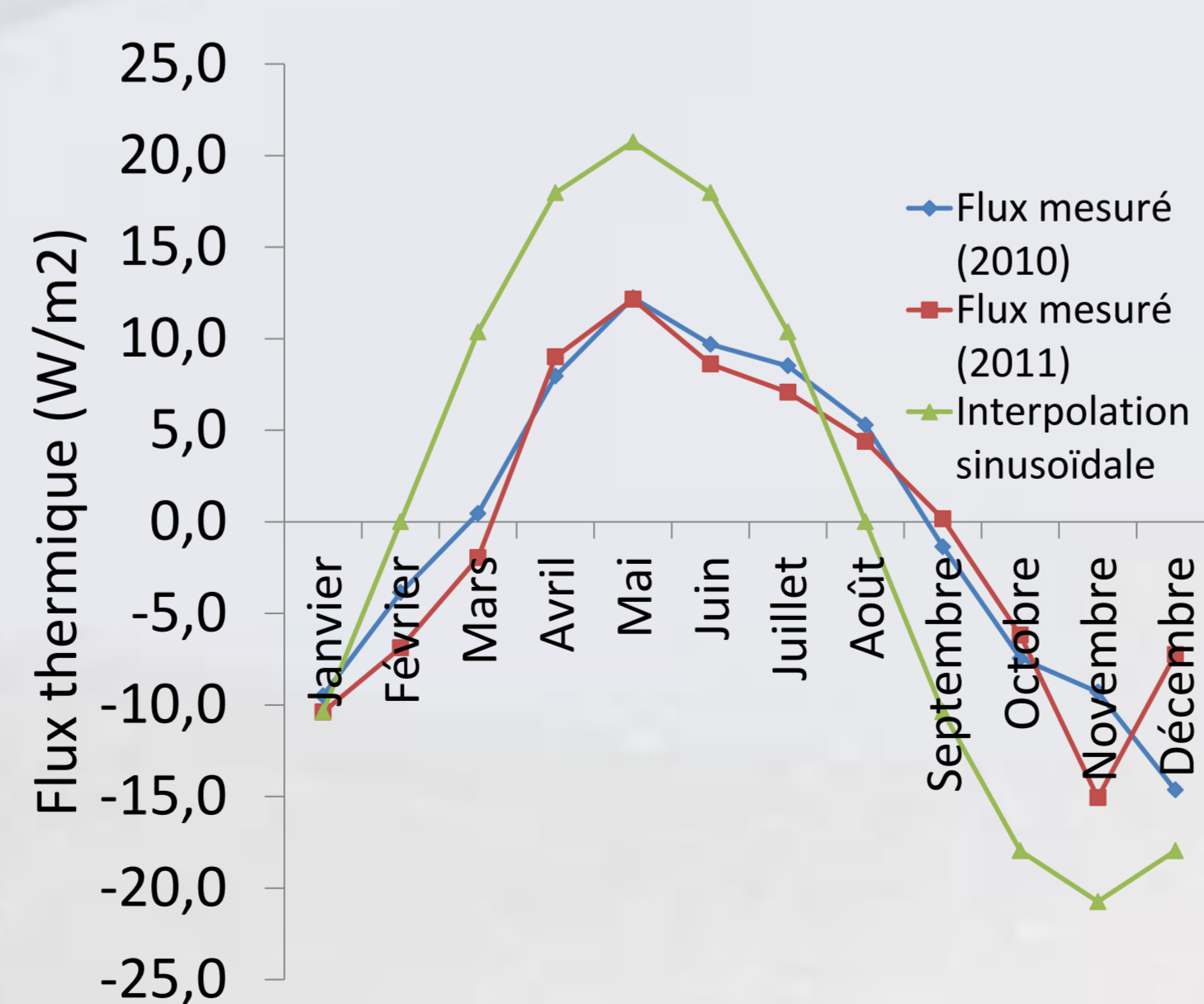


Figure 3: Modélisation du flux de conduction vers le sol

Validation du modèle simplifié de prédiction des températures superficielles

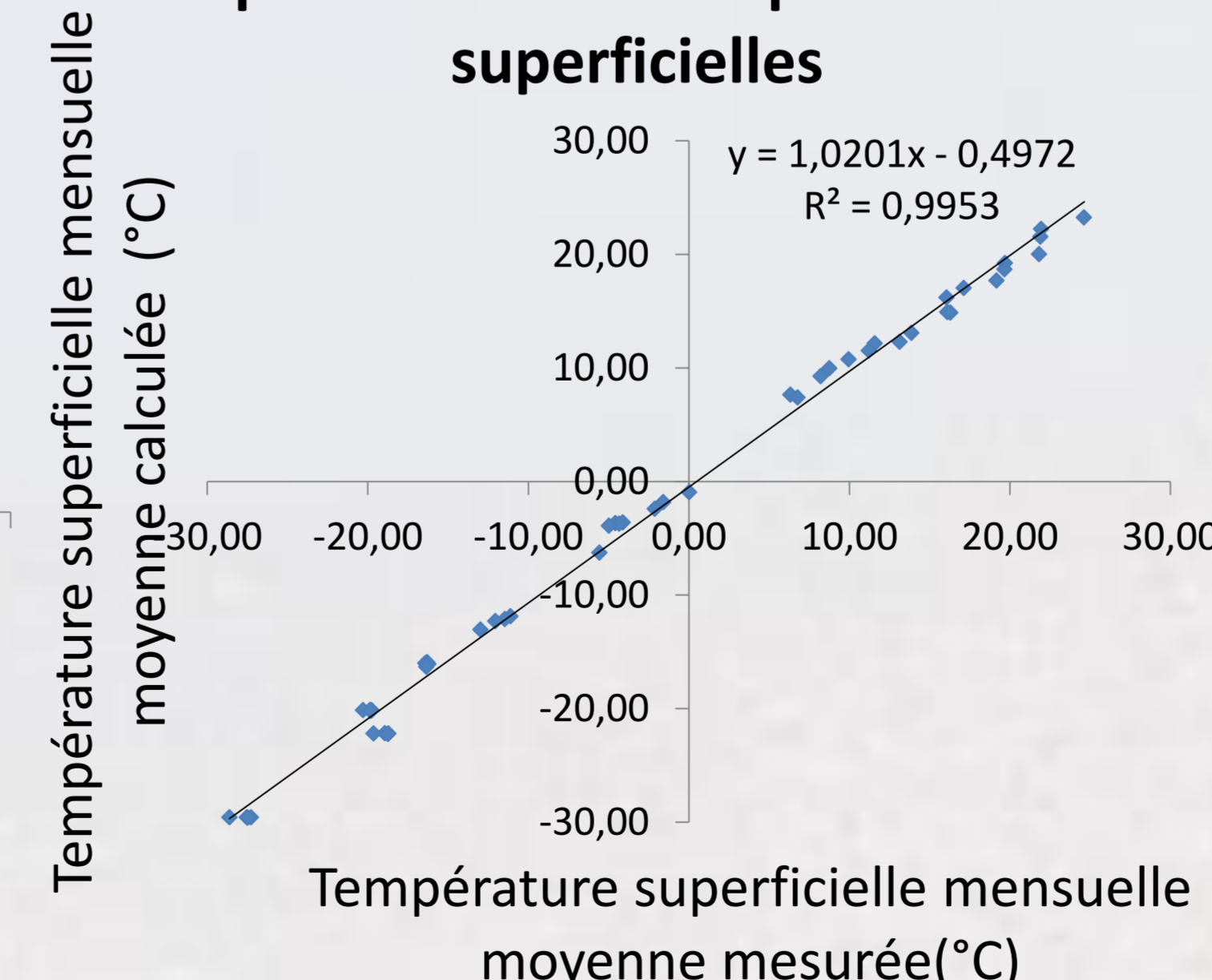


Figure 4: Calibration du modèle simplifié

