



HAUTE ÉCOLE D'INGÉNIEUR DU VALAIS

# LoRaSnow

PGA

---

Samy Francelet  
21 janvier 2022

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
1.1	Contexte . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Computer Vision</b>	<b>3</b>
2.1	Défis liés à la mesure en extérieur . . . . .	3
2.2	Applications pour la mesure de neige . . . . .	3
2.2.1	Mesure de niveau sur une règlette . . . . .	4
2.2.2	Mesure de niveau par Stéréovision . . . . .	5
2.2.3	Mesure du débit de chute de neige . . . . .	6
2.2.4	Détection de route enneigée . . . . .	6
2.2.5	Méthodes retenues . . . . .	6
2.3	Implémentation . . . . .	7
2.3.1	Récupération des vidéos . . . . .	7
2.3.2	Mesure du débit de chute de neige . . . . .	7
2.3.3	Détection de route enneigée . . . . .	8
2.4	Résultats . . . . .	9
	<b>Bibliographie</b>	<b>10</b>

# 1 Introduction

## 1.1 Contexte

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

## 2 Computer Vision

La *Computer Vision* (ou vision par ordinateur) comprend l’acquisition, l’analyse et le traitement des images numériques pour comprendre et extraire des données, informations ou décisions. Les applications et possibilités de ce domaine sont pour ainsi dire, infinie.

### 2.1 Défis liés à la mesure en extérieur

La principale difficulté de la mesure de neige par *Computer Vision* est lié au fait qu’il neige. Les caméras embarquées sont souvent de mauvaise qualité, et les débits sont mauvais à cause des processeurs embarqués qui sont limités en puissance de calcul.



FIGURE 2.1 – Comparaison entre une image idéale<sup>1</sup> et un cas concret<sup>2</sup>

Il faut donc trouver une méthode ne demandant pas trop de ressources de calcul, et pouvant fournir des résultats utiles pour informer sur l’état des routes.

### 2.2 Applications pour la mesure de neige

Les possibilités de la *Computer Vision* étant vaste, plusieurs méthodes ont été discutées.

---

1. Wallpaper from WallpaperCave, by caveman, <https://wallpapercave.com/w/scDoVwf> (last accessed : 20 January 2022)  
2. VibroSnow camera, implemented at route du Pralan, Ayent, Suisse

## 2.2.1 Mesure de niveau sur une règlette

Les mesures de niveau de neige manuel se font déjà avec une réglette plantée dans la neige.



FIGURE 2.2 – Mesure d'environ 4.5 pouces de neige à Manitoba, Canada<sup>1</sup>

La mesure pourrait être réalisé en plaçant la caméra en face de la règlette. Deux méthodes sont possibles :

### Avoir une règlette graduée

et compter le nombre de graduation encore visible pour déterminer la hauteur de neige.

### Avoir un piquet d'une taille connue

comparer la hauteur de ce piquet au nombre de pixel quand il n'y a pas de neige, puis mesurer le nombre de pixels non-ensevelis pour mesurer la hauteur de neige.

Cependant mesurer une règlette peut paraître simple d'un point de vue de l'implémentation, mais présente plusieurs désavantages lors du fonctionnement :

### Il faut déneiger devant la caméra et la règlette

demandant probablement à un ouvrier de descendre de son chasse-neige pour déneiger l'installation.

### L'installation ne doit pas être trop proche d'une route

de risque d'être ensevelie ou endommagée lors du passage d'un chasse-neige.

### Si on utilise une règlette graduée

il faut s'assurer d'avoir un matériau surlequel la neige ne colle pas ou ne réfléchit pas trop la lumière du soleil.

### L'utilisation d'un piquet peut demander l'usage d'une intelligence artificielle

pour reconnaître le piquet d'autres objets (p. ex. : arbres, lampadaires, ...) (ref<sup>2</sup>) Cela demanderait trop de puissance de calcul pour un système embarqué basse consommation. Une autre solution serait de calibrer chaque installation pour reconnaître le piquet. Cependant la caméra étant intégrée dans un système embarqué, cette calibration serait certainement fastidieuse et demanderait une interface utilisateur supplémentaire pour la réaliser.

1. Image by Jerry Zachedniak, <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1338531/hiver-tempete-parc-mont-riding> (last accessed : 20 January 2022)

2. *Snow Depth Measurement via Time Lapse Photography and Automated Image Recognition*, by Kevin S. J. Brown and Steven R. Fassnacht at Colorado State University, Departement of Ecosystem Science and Sustainability, 2019, <http://www.codos.org/#lit>

## 2.2.2 Mesure de niveau par Stéréovision

La Stéréovision est une méthode de mesure se servant d'images provenant de plusieurs point de vue. Typiquement, deux caméras côte à côté, peuvent mesurer des profondeurs comme des yeux.

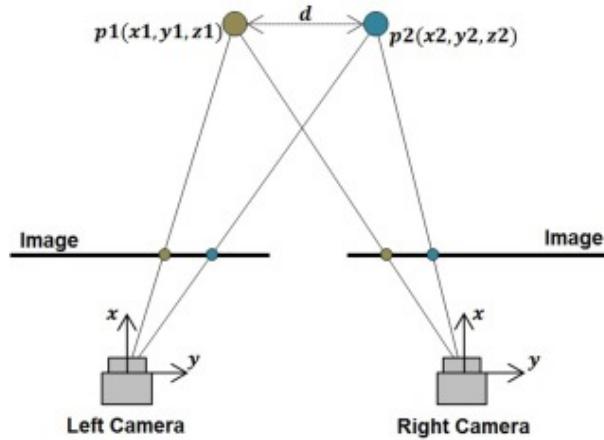


FIGURE 2.3 – Schéma de principe de mesure de distance par stéréovision

Beaucoup de caméra spécialisée dans la reconnaissance d'image par Intelligence artificielle utilise ce principe pour estimer les distances (ex : OpenCV OAK cameras). Cette méthode demande trop de puissance de calcul pour un système embarqué basse consommation et ne fournit pas de résultat suffisamment précis pour mesurer une couche de neige.

### 2.2.3 Mesure du débit de chute de neige

Une mesure simple et rapide est d'estimer le débit de chute de neige en isolant les flocons.



FIGURE 2.4 – Image source de la caméra VibroSnow<sup>1</sup> et image avec les flocons isolés

Cette mesure, en parallèle à une mesure de hauteur de neige, permettrait d'estimer l'augmentation de cette hauteur au fil du temps. Fournissant ainsi une information supplémentaire aux services de déneigement.

### 2.2.4 Détection de route enneigée

Étant donné que la mesure de hauteur de neige par *Computer Vision* serait trop complexe pour un système embarqué basse consommation, détecter si la route est enneigée ou non permettrait de fournir une redondance à une mesure de hauteur de neige fournie par un autre capteur. Si la petite zone mesurée par le capteur se retrouve mal déneigée, ou qu'un objet, comme un caillou, mal placé fausse la mesure du capteur, savoir si le segment de route est enneigé ou non permettrait d'éliminer ces erreurs.

### 2.2.5 Méthodes retenues

Les méthodes retenues pour ce projet de recherche sont **la mesure du débit de chute de neige** et **la détection de route enneigée**. Elles peuvent fournir des informations pertinentes pour le déneigement, tout en demandant relativement peu de puissance de calcul.

1. VibroSnow camera, implemented at route du Pralan, Ayent, Suisse

## 2.3 Implémentation

Pour tester les algorithmes de mesure avec des vidéos sur le terrain, Dr. Mudry Pierre-André et M. Matter Fabien nous on aimablement laissé accès à la caméra de notre projet parent *VibroSnow*[AM21] et nous les remercions énormément.

### 2.3.1 Récupération des vidéos

La caméra de *VibroSnow* détecte le passage d'objet (voitures, chute de neige,...) et enregistre une vidéo qui est ensuite transmise à un serveur *Windows*. Bien que l'accès aux vidéos nous a été donné, nous ne pouvons pas aller chercher les vidéos directement sur le serveur *Windows* car il est utilisé pour d'autres projets auxquels nous n'avons pas accès.

Il a donc fallu créer un script *Powershell*, transferant chaque jour les vidéos cumulées sur le serveur *Windows* vers un serveur auquel nous avons accès. Un *Raspberry Pi* a été mis en place comme serveur pour récupérer les vidéos.

### 2.3.2 Mesure du débit de chute de neige

La méthode utilisée pour détecter les chutes de neige se décompose ainsi :

#### Soustraction de deux images

pour isoler les éléments qui ont bougé entre les deux images

#### Seuillage des niveaux de blancs sur l'image

pour accentuer les chutes de neige

#### Calcul du ratio de pixels blancs

pour avoir un nombre correspondant au débit de chute de neige

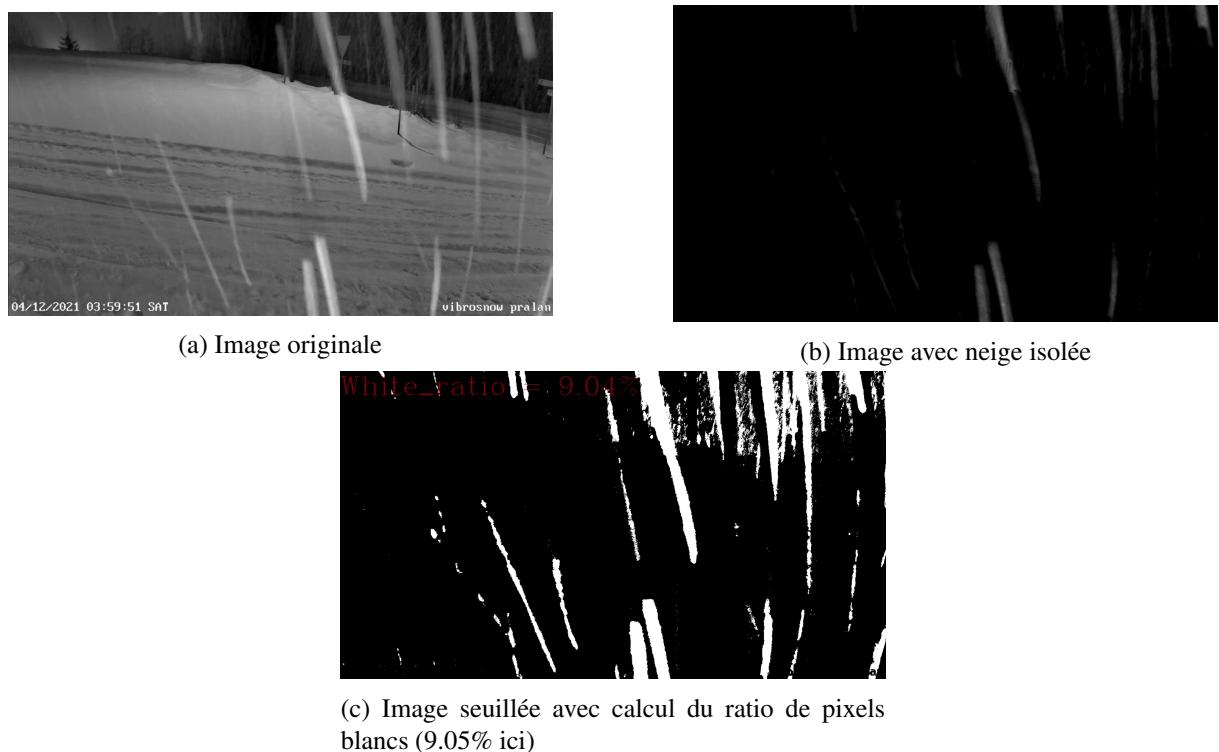


FIGURE 2.5 – Étapes de la mesure de débit de chute de neige

### 2.3.3 Détection de route enneigée

Deux méthodes ont été testées pour détecter si la route est enneigée ou non.

La première réalise un simple seuillage des niveaux de blancs, et un calcul du ratio des pixels blancs sur l'image. On récupère plusieurs images et on calcule la moyenne du ratio de blanc sur toutes les images. Cette moyenne est ensuite comparée à une moyenne similaire réalisée sur une vidéo de la route déneigée, en vérifiant qu'on se trouve au même moment de la journée (jour/nuit, matin/après-midi).

La deuxième est identique, à l'exception d'une suppression du bruit réalisée avant le seuillage. Cette suppression du bruit reprends la méthode d'isolation de neige utilisée pour mesurer le débit de chute de neige et soustrait cette image de bruit à l'image originale. Cette méthode demande un peu plus de calculs mais peut potentiellement générer un résultat plus fiable.



(a) Image de référence originale



(b) Image de référence seuillée

FIGURE 2.6 – Image de référence



(a) Image de test originale



(b) Image de test seuillée



(c) Image de test avec suppression de bruit



(d) Image de test avec suppression de bruit et seuillée

FIGURE 2.7 – Image de test

## 2.4 Résultats

# Bibliographie

[AM21] Jérôme AMOS et Fabien MATTER. *Projet parent VibroSnow, détectant la neige par Computer Vision et Ultrason.* 2021.