

Problématique

- ✗ L'entretien et la réparation des infrastructures en béton sont assez coûteux.
- ✗ Les solutions existantes présentent de multiples contraintes d'accessibilité, de sécurité, de coûts et de temps.

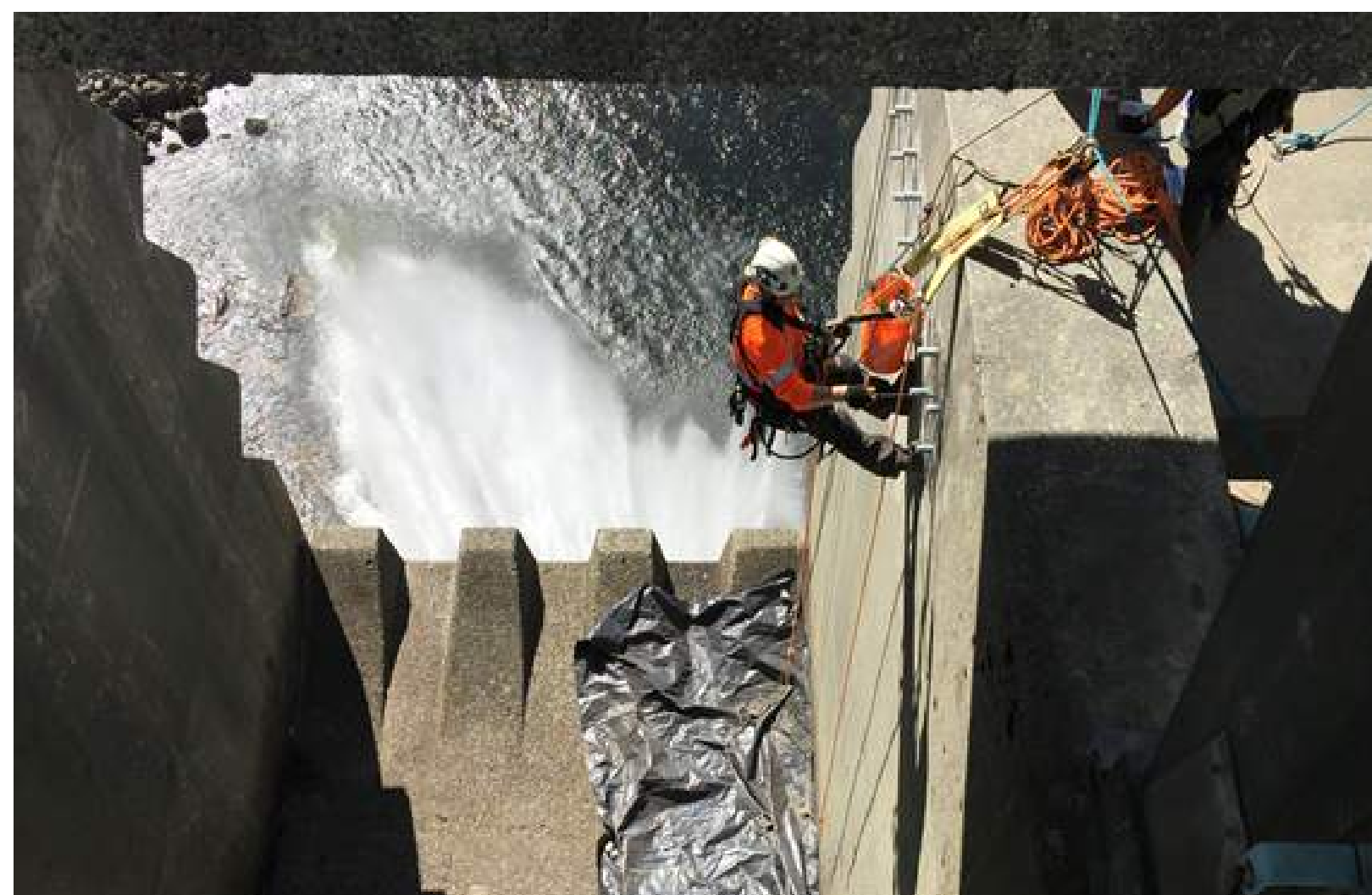


FIGURE 1 – Inspection de barrage par observation visuelle.

Objectifs fixés

L'**objectif principal** est le développement d'un système autonome permettant d'analyser les images des structures en béton collectées à l'aide d'un drone afin d'estimer l'ampleur des dégâts causés par des fissures.

Les objectifs plus spécifiques :

- ✓ **Créer une base de données à partir d'images de fissures** en les annotant par leurs largeurs réelles. C'est une étapes incontournable vu l'indisponibilité de données de référence.
- ✓ **Entraîner un modèle capable de détecter les fissures.** Plusieurs architectures telles que Inception-ResNet-v2 [3] peuvent être exploitées.
- ✓ **Estimer la largeur des fissures.** Les travaux de recherche dans ce sens sont peu nombreux [1].

Méthodologie suivie

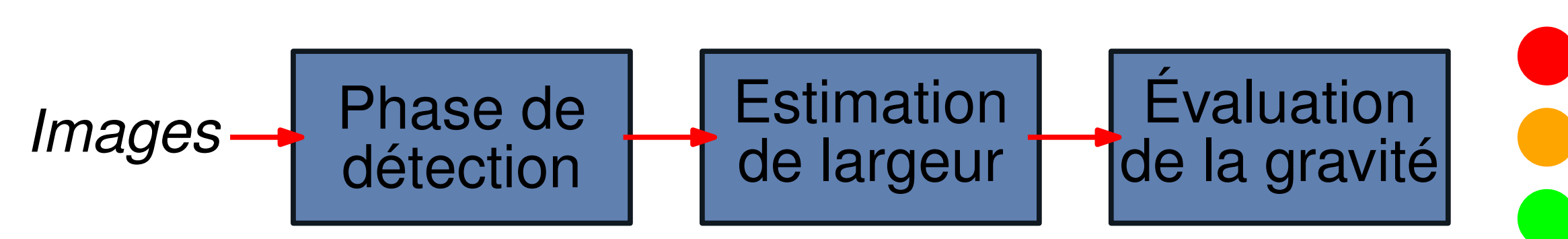


FIGURE 2 – Processus global de la solution proposée.

→ **Phase de détection des fissures.** L'image est découpée en des sous-images qui seront segmentées en utilisant DeepLab-v3 [2].

→ **Phase d'estimation de la largeur des fissures.** Les étapes suivantes sont exécutées :

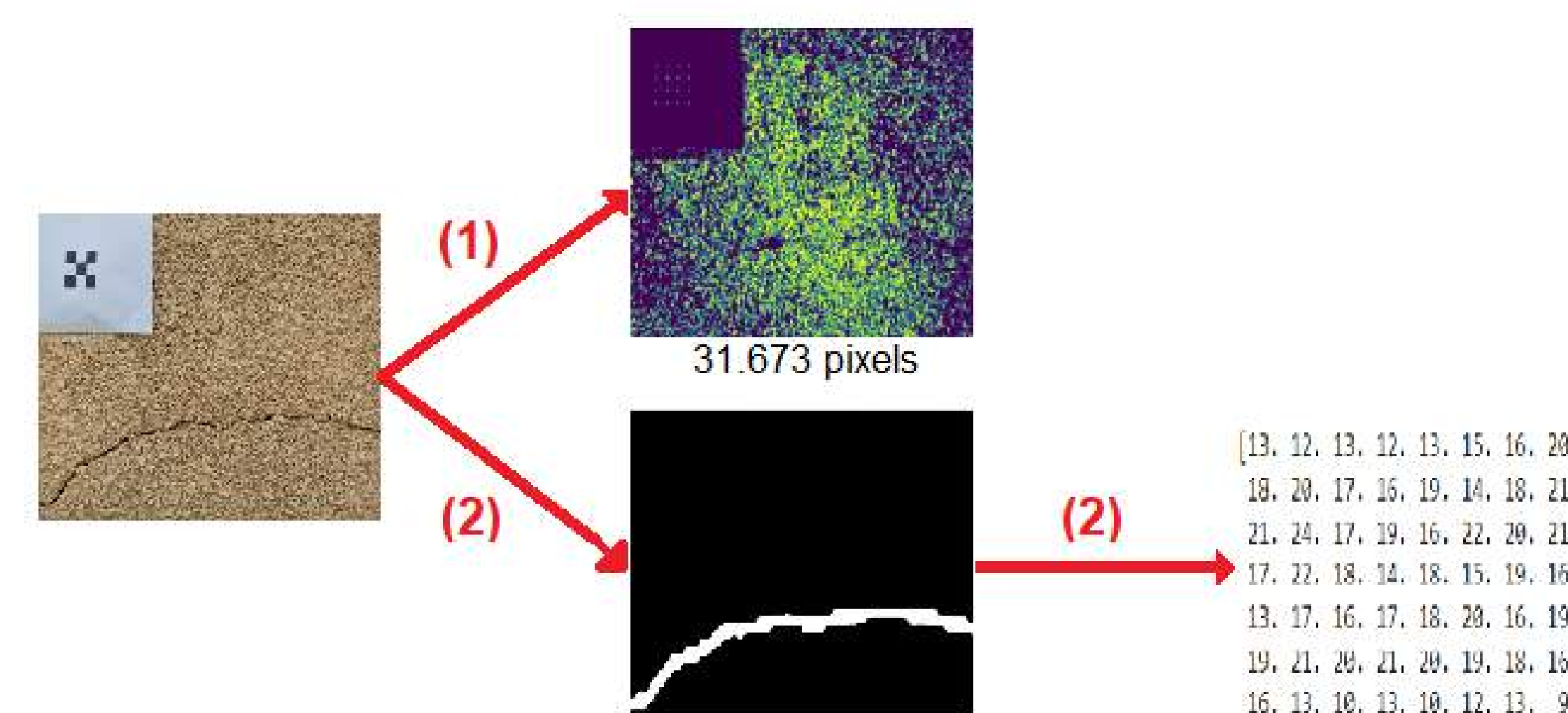


FIGURE 3 – Aperçu des traitements effectués.

- Calcul du nombre de pixels à partir de la référence :** Lors de la collecte des données, une référence sous forme d'échiquier à dimensions connus a été utilisée (voir Figure 3).
- Calcul de pixels blancs :** Les images segmentées issues de la phase de détection sont les entrées à utiliser. Chaque image est parcourue ligne par ligne afin de calculer le nombre de pixels blancs correspondant à la surface de la fissure.
- Estimer la largeur des fissures :** La correspondance pixels → millimètres a été effectuée en appliquant la formule suivante :

$$\frac{\text{Nombre Pixels Fissure} \times \text{Taille Reference}}{\text{Nombre Pixels Reference}} \quad (1)$$

Évaluation

- Afin d'évaluer les performance de la méthode proposée, une collecte de données a été effectuée suivant un protocole spécifique.
- Pour chaque image, une mesure manuelle de largeur de fissure est effectuée. Ceci permettra de calculer la **marge d'erreur**.
- C'est un indicateur sur la différence entre la valeur réelle de largeur de fissure (*mesurée*) et la valeur estimée produite (*calculée*).

Résultats préliminaires

La Table 1 présentent les marges d'erreur lors de l'estimation de largeur de fissures pour cinq images distinctes. Elles ont été prises dans des conditions et des largeurs différentes.

TABLE 1 – Résultats obtenus pour cinq images.

Image	image 1	image 2	image 3	image 4	image 5
Largeur réelle (mm)	5	3	5	3	3
Largeur estimée (mm)	6.02	2.87	5.34	2.51	2.91
Erreur (mm)	1.02	0.13	0.34	0.49	0.09



FIGURE 4 – Aperçu des images (1 à 5) utilisées pour l'évaluation.

Les images 2 et 5 ont les marges d'erreur les plus faibles ce qui confirme l'efficacité de la solution proposée. On constate que l'erreur de l'image 1 est importante et ceci peut être expliqué par la forme un peu particulière de la fissure.

Conclusion

- ✓ Pour conclure, ce projet est de grande importance. Malgré l'absence des données de référence, la méthode proposée a pu être évaluée et a permis d'obtenir des résultats prometteurs.
- ✓ Comme perspectives, il sera question de prendre en considération des fissures plus complexes puisque la méthode actuelle ne permet d'estimer que la taille des fissures simples.

Références

- [1] Mohammad R Jahanshahi and Sami F Masri. A new methodology for non-contact accurate crack width measurement through photogrammetry for automated structural safety evaluation. *Smart materials and structures*, 22(3) :035019, 2013.
- [2] Mahdi Maalej, Raef Cherif, Yacine Yaddaden, and Ahmed Khoumsi. Automatic crack detection on concrete structure using a deep convolutional neural network and transfer learning (submitted). In *The 2nd International Conference on Advanced Electrical Engineering (ICAEE'2022)*, pages 1–6. IEEE, 2022.
- [3] Jinkang Wang, Xiaohui He, Shao Faming, Guanlin Lu, Hu Cong, and Qunyan Jiang. A real-time bridge crack detection method based on an improved inception-resnet-v2 structure. *IEEE Access*, 9 :93209–93223, 2021.