

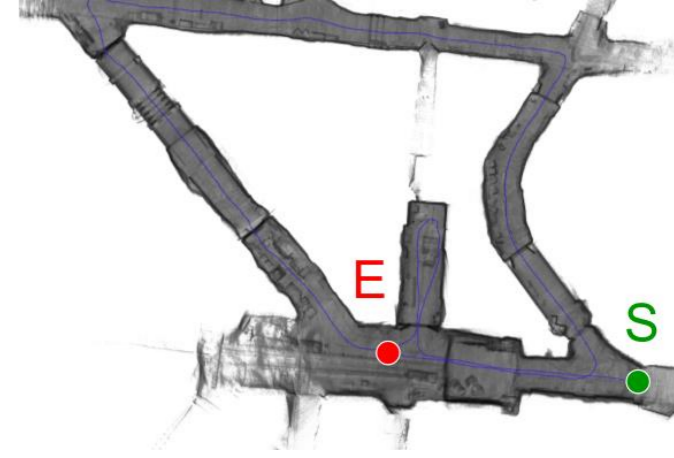
Cartographie mobile portable basée sur l'image pour le sous-sol – Enquêtes sur la mensuration de tunnels avec le sac à dos BIMAGE

Stefan Blaser, Stephan Nebiker, Dominik Wisler

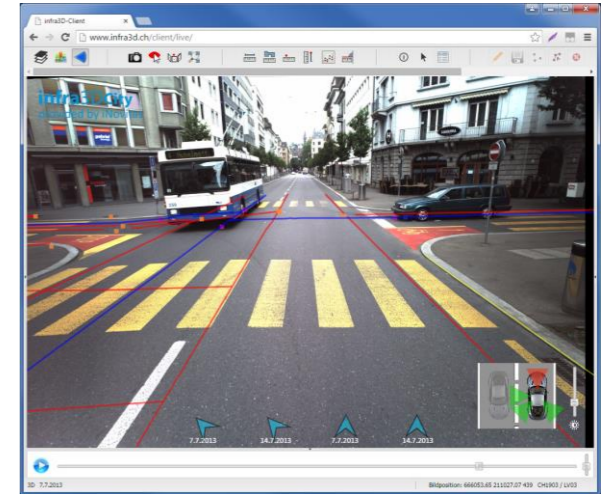
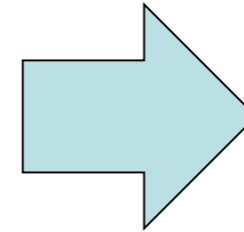
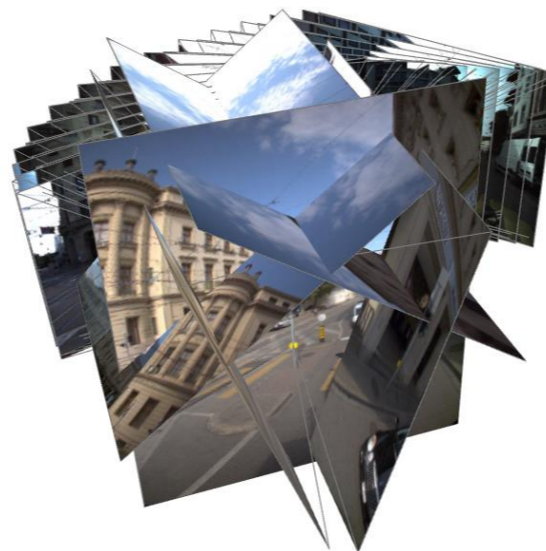
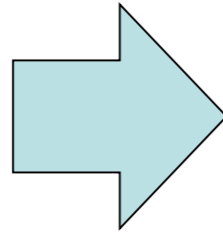
Institut de géomatique IGEO, FHNW Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, Muttenz

Conférence internationale sur la géoinformation 3D, 3DGI 2019

le 29 août 2019, à Muttenz, en Suisse



Motivation - Gestion de l'infrastructure 3D basée sur l'image



Systemes de cartographie mobile portable / en intérieur



Chariot ViMMS
(Thomson et al., 2013)



Nüchter et al. (2015)



Vexcel Panther



Sac à dos BIMAGE
(Blaser et al., 2018)

- Blaser, S., Cavegn, S. et Nebiker, S., 2018: Development of a Portable High Performance Mobile Mapping System. *ISPRS Ann. Photogramm. Rem. Sens. Spat. Inf. Sci.*, 4(1), 13-20.
- Lethola, V. V., et al., 2017. Comparison of the Selected State-Of-The-Art 3D Indoor Scanning and Point Cloud Generation Methods. *Remote Sens.* 9(8).
- Nüchter, A., Borrmann, D., Koch, P., Kühn, M. & May, S., 2015. A Man-Portable, Imu-Free Mobile Mapping System. In: *Int. Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, La Grande Motte, France, Vol. II-3/W5, pp. 17-23.
- Thomson, C., Apostolopoulos, G., Backes, D. & Boehn, J., 2013. Mobile Laser Scanning for Indoor Modelling. In: *Int. Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, Antalya, Turkey, Vol. II-5/W2, pp. 289-293.
- Vexcel, 2018. UltraCam Panther. <http://www.vexcel-imaging.com/ultracam-panther/> (10 Mai 2019).

Sac à dos BIMAGE, structure du système

Capteurs de navigation

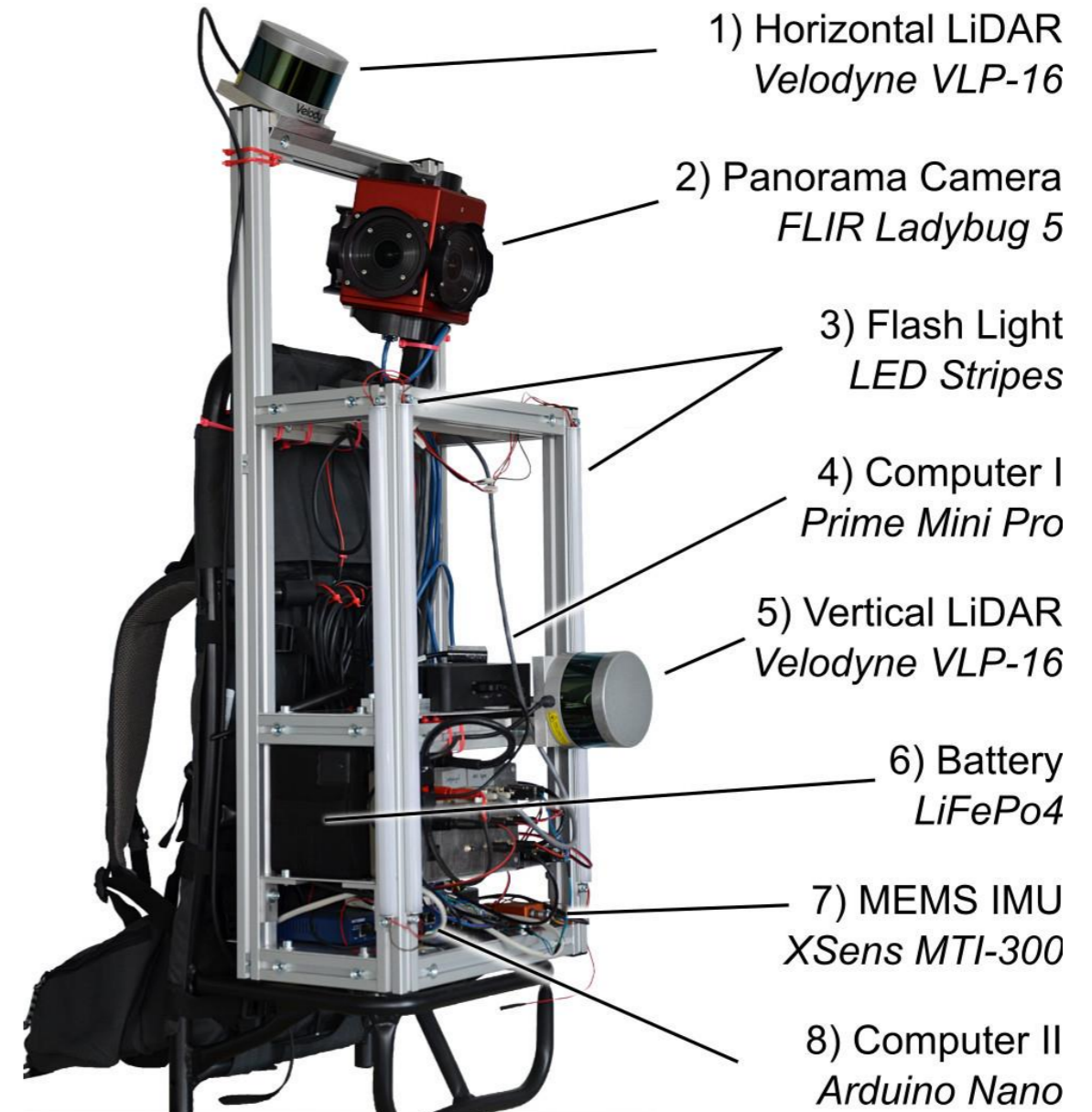
- LiDAR
- IMU

Capteurs environnementaux

- Caméra panoramique
- (LiDAR)

Composants d'appui

- Ordinateur pour le stockage de données
- Ordinateur pour la synchronisation des capteurs
- Flashes
- Piles



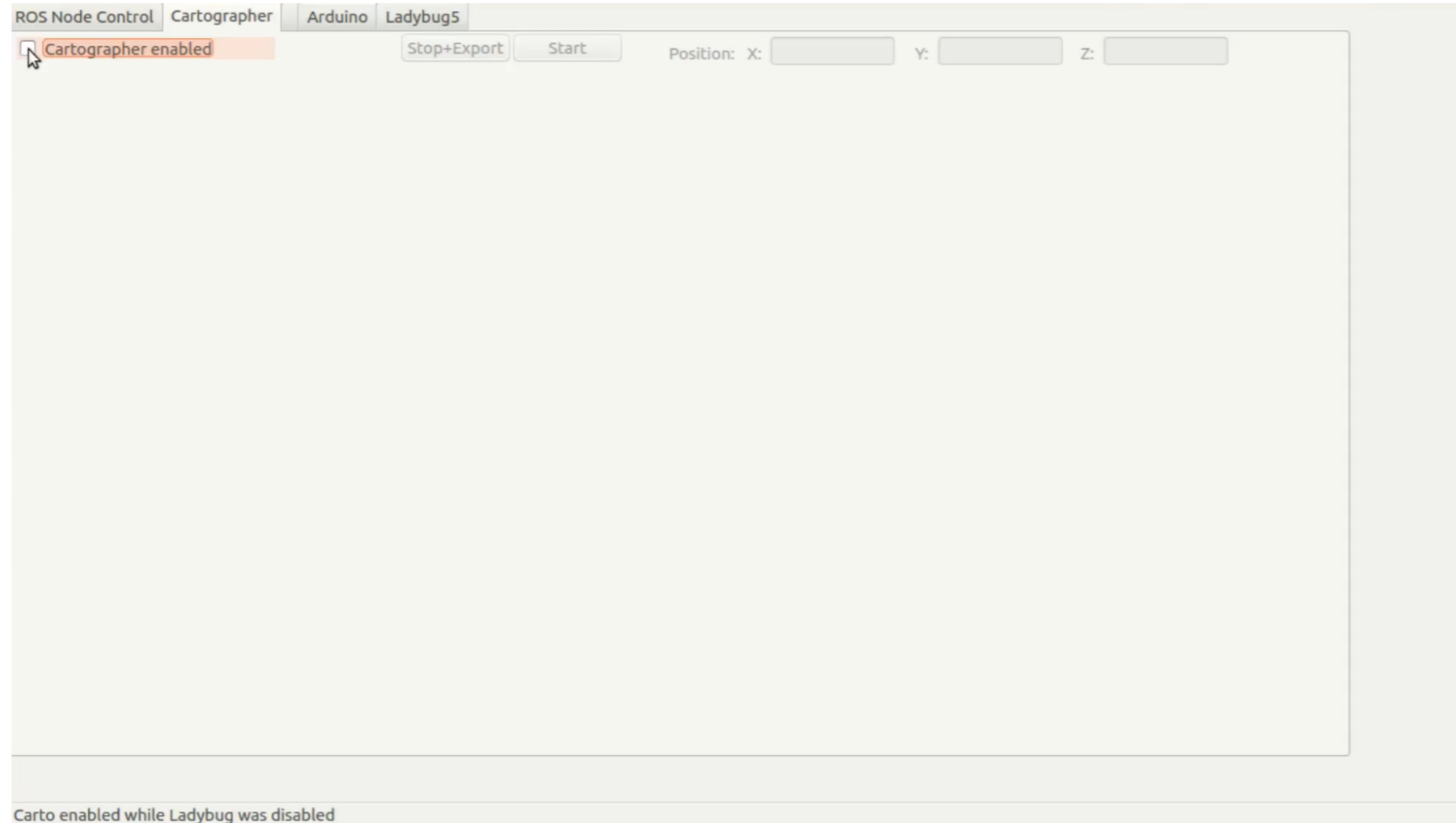
Sac à dos BIMAGE, saisie de données

Capteurs synchrones (PPS et NMEA)

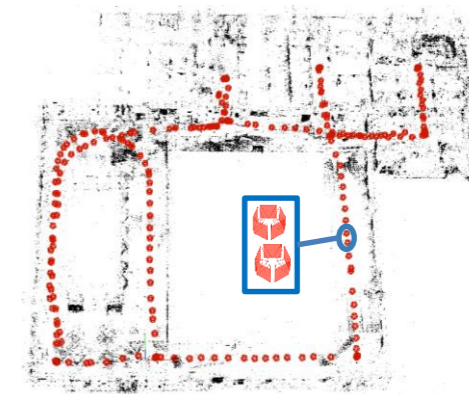
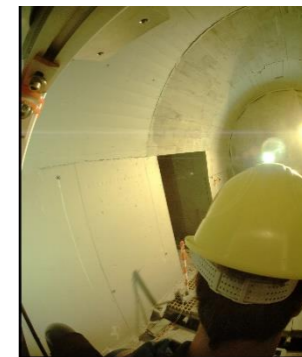
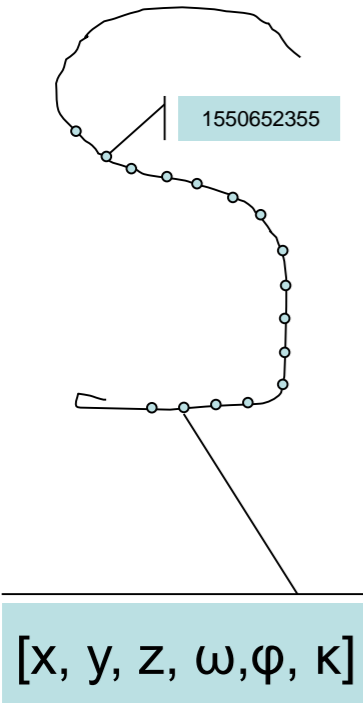
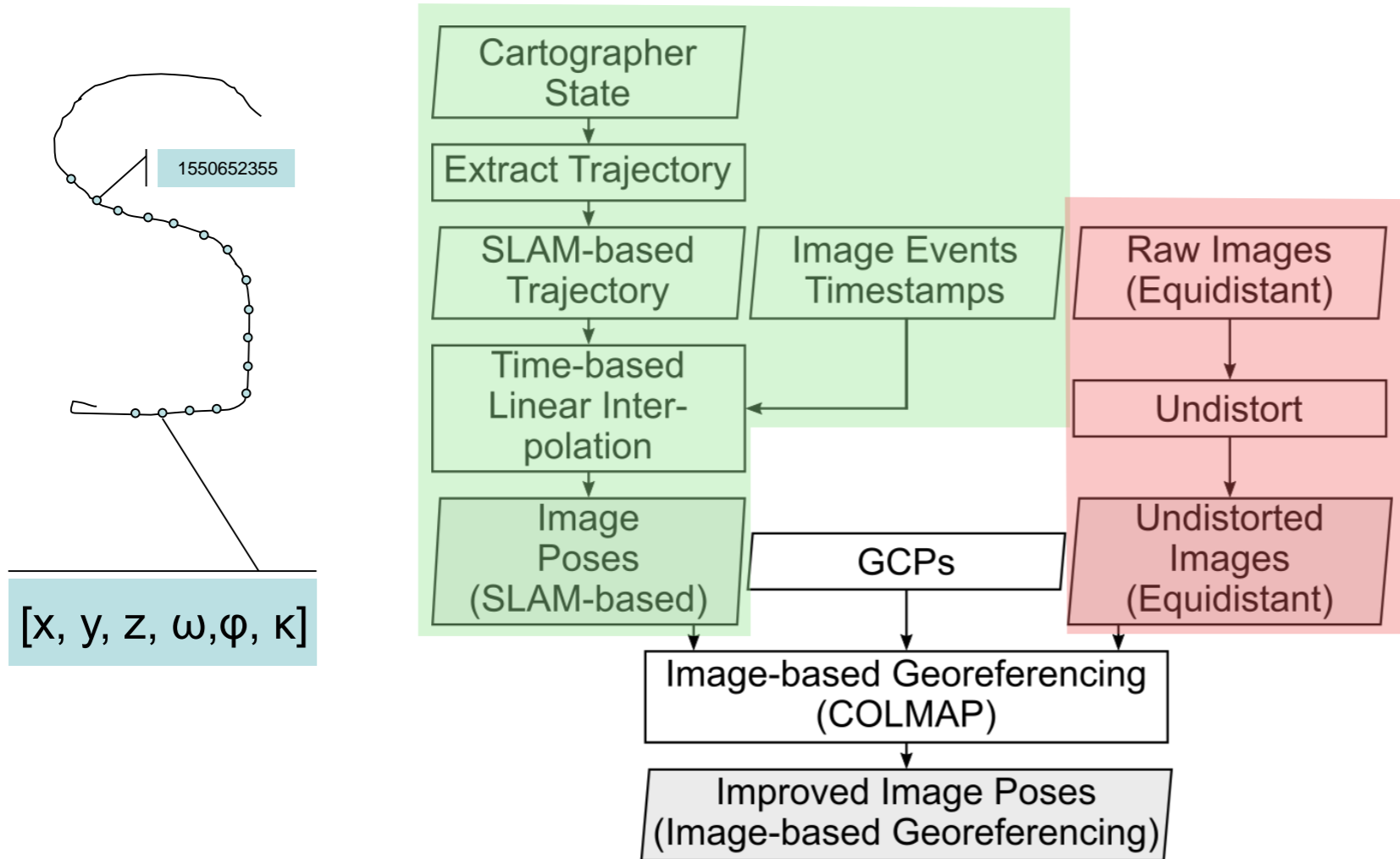
Robot Operating System (ROS)
(Quigley et al., 2019)

LiDAR-SLAM en temps réel →
Pose sac à dos dans un système
de coordonnées locales

Résolution de caméra
conditionnée géométriquement
(Distance & Azimut)



Sac à dos BIMAGE, traitement des données (post-traitement)



Champs d'essai: Galerie expérimentale d'Hagerbach

- Centre de recherche pour la construction de tunnels de Flums Hochwiese

(1) Galeries de sécurité

- Tunnels routiers
- Différentes étapes de construction

(2) Galeries SCAUT

- Tunnel ferroviaire
- Conception expérimentale pour l'installation automatique d'issues de secours



Géoréférencement basé sur SLAM

SLAM 3D «Google Cartographer» basé sur LiDAR (Hess et al., 2016)

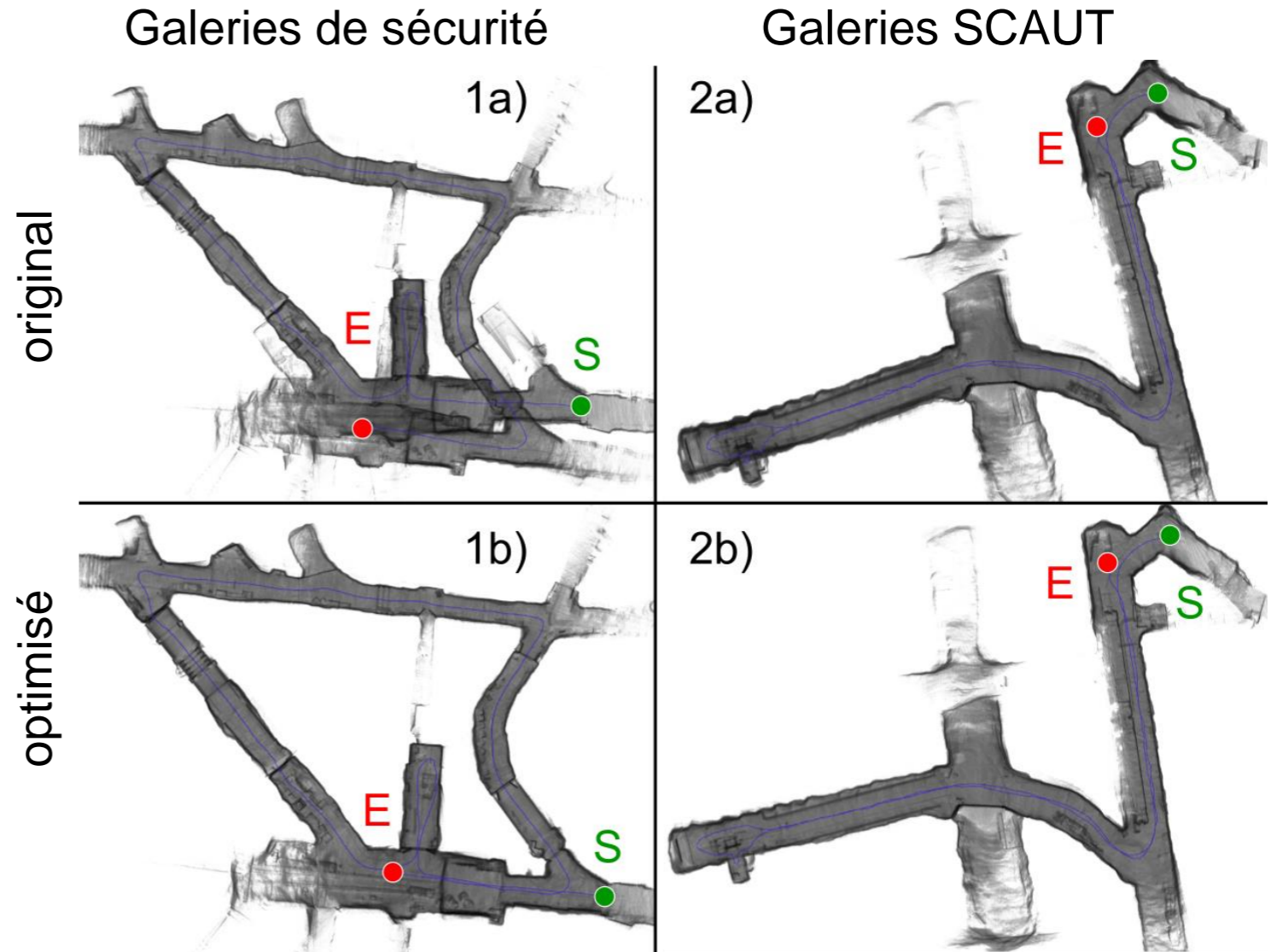
Défi:

Fermeture de boucle dans la galerie

Paramètres SLAM optimisés

- Augmentation du poids de rotation Ceres Solver
- Augmentation du nombre d'optimisations de nœuds

Fermetures de boucles réussies et moins de bruit

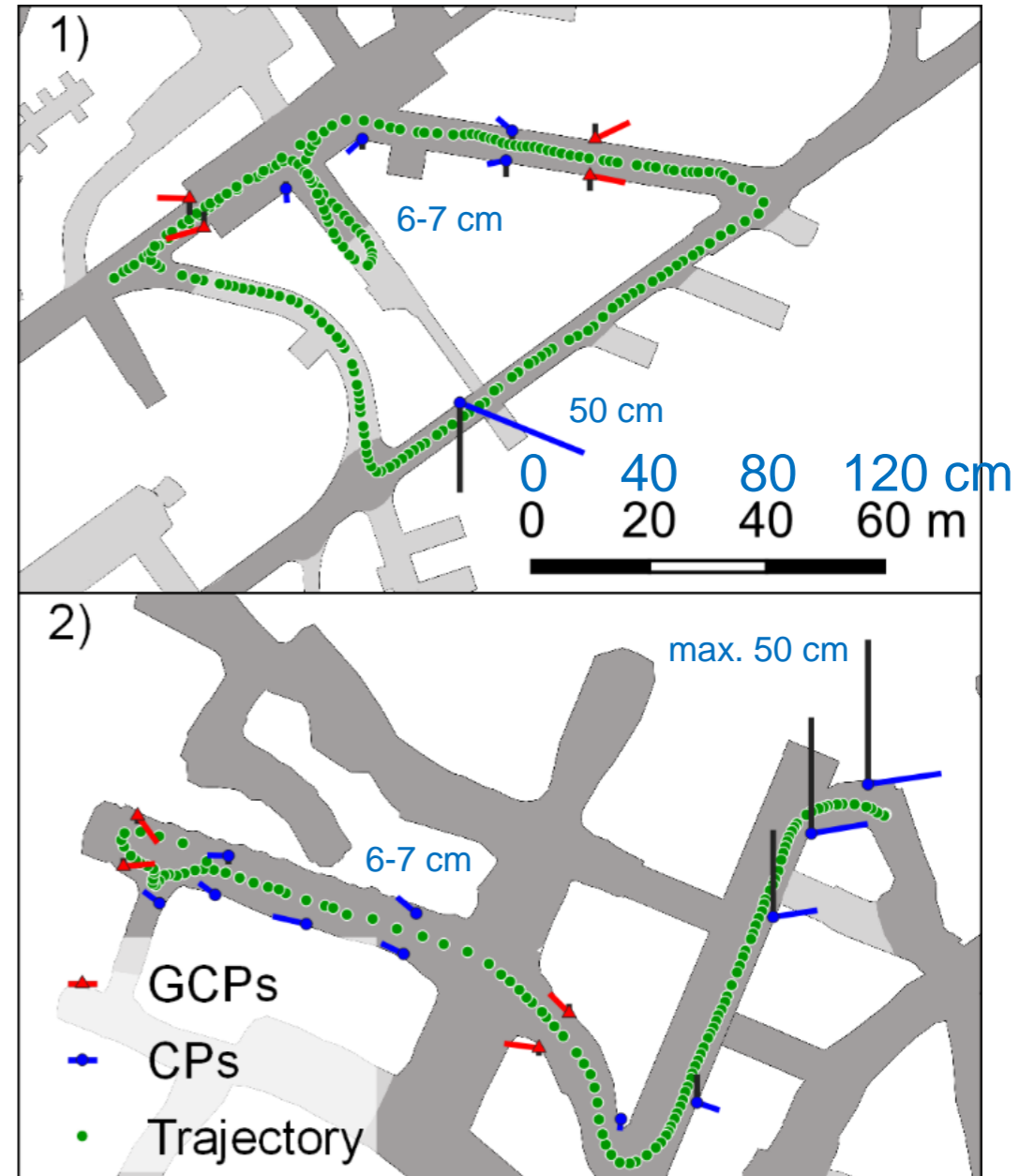


Géoréférencement basé sur l'image

Géoréférencement ultérieur à base d'images avec le pipeline SfM «Agisoft PhotoScan»

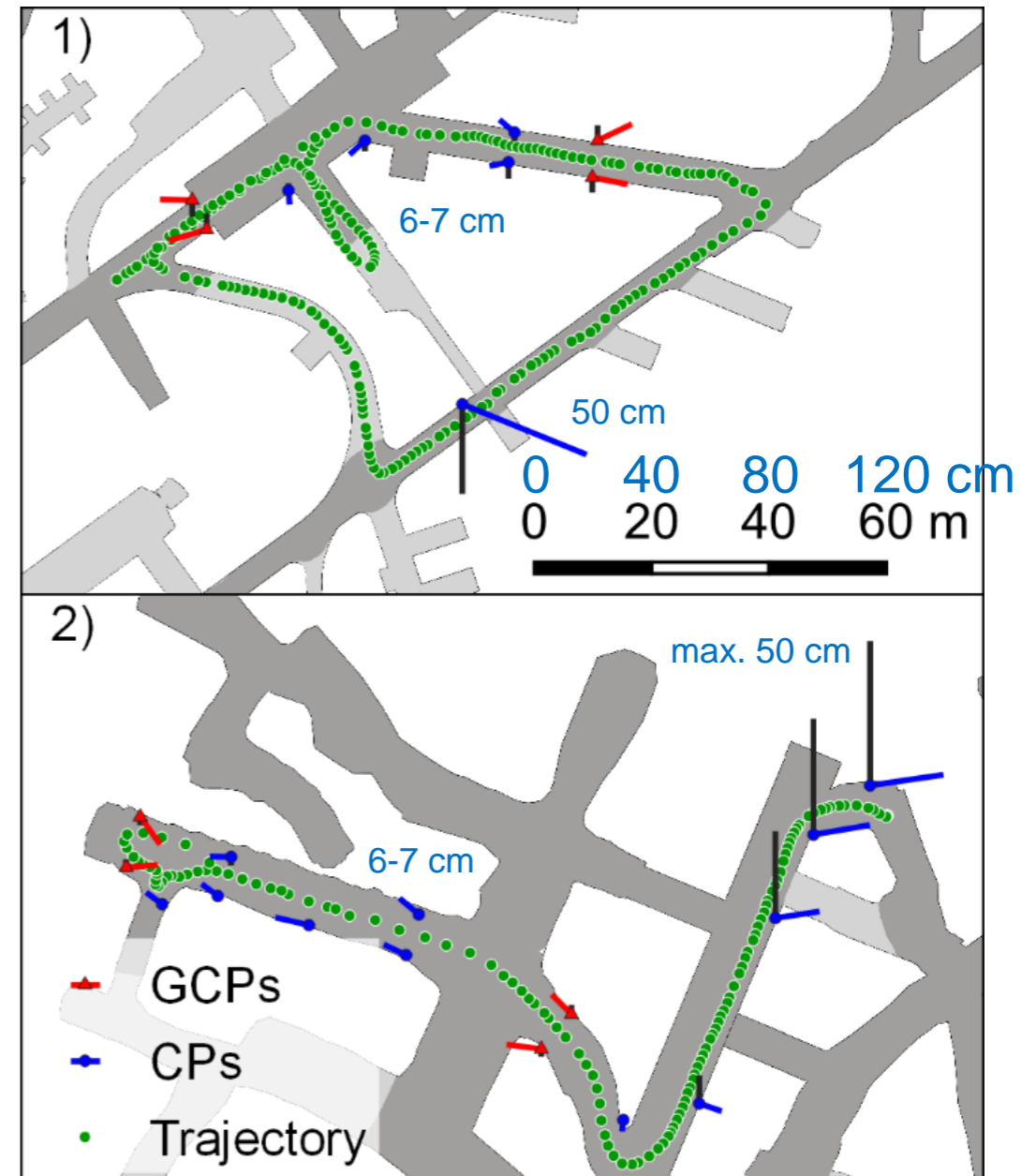
- Orientations relatives précalibrées entre les têtes de caméra
- Valeurs initiales ou approximatives:
Poses d'image basées sur SLAM
- Erreur de temps de calcul et de rétro-projection comparable à Cavegn et al (2018)

Cavegn, S., Blaser, S., Nebiker, S. & Haala, N., 2018. Robust and Accurate Image-Based Georeferencing Exploiting Relative Orientation Constraints. In: *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, Riva del Garda, Italy, Vol. IV-2, pp. 57-64.



Études de la précision

- Points de référence déterminés par tachymétrie (écart type: 2 mm)
- Mesure de coordonnées 3D basée sur l'image avec intersection de directions
- Mesures d'images dans 4 images adjacentes
- Poses d'image jeux de données suivants:
 - a) Basées sur SLAM (paramètres originaux)
 - b) Basées sur SLAM (paramètres optimisés)
 - c) Géoréférencement basé sur l'image
- Transformation 6DoF
- Coordonnées locales → coordonnées de référence



Précision relative (précision)

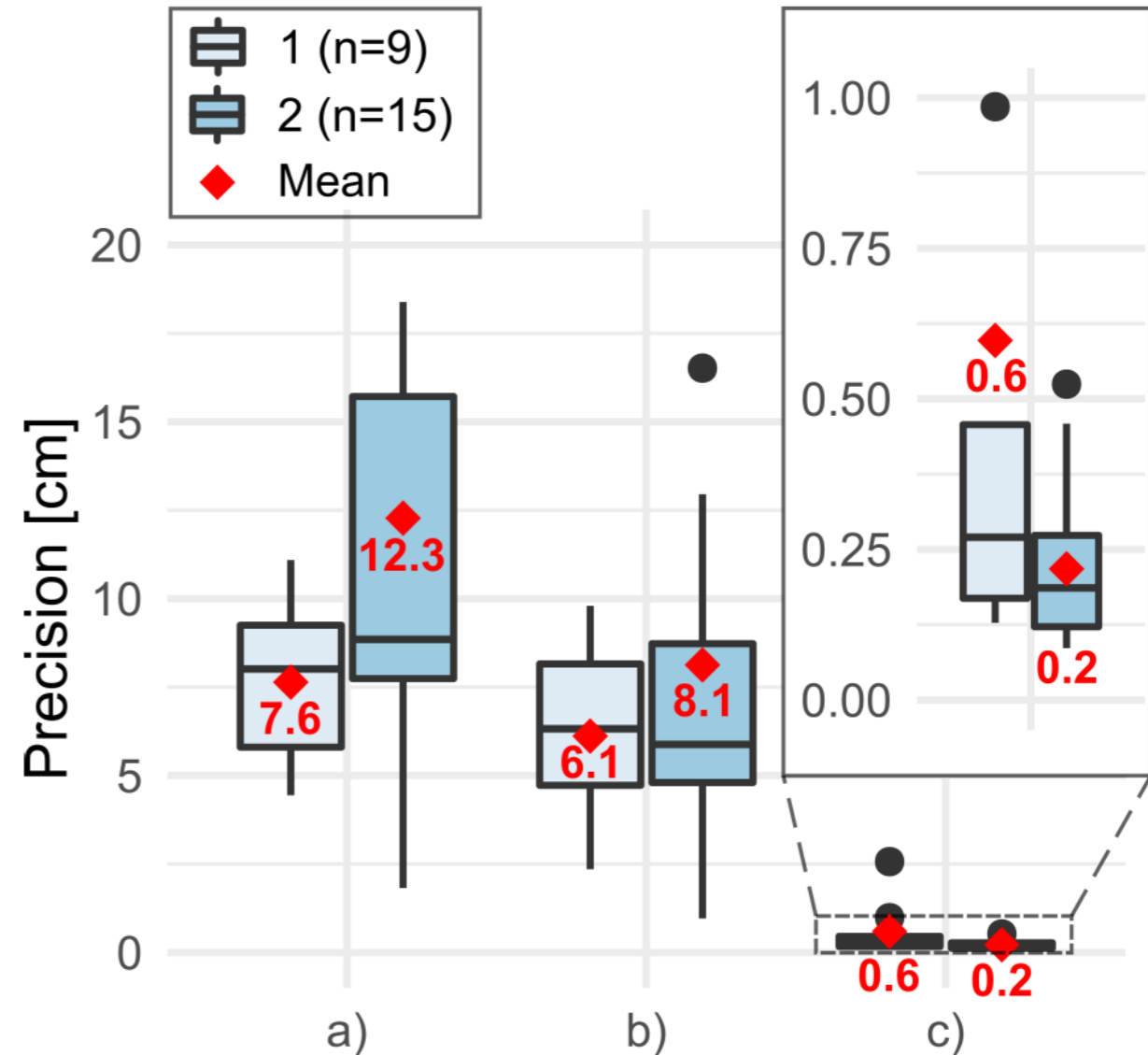
Précision

- Écart-type empirique intersection de directions
- Ordre de grandeur pour la précision relative (p. ex. distance 3D)

Précision moyenne

- Basée sur SLAM: **6.1 - 12.3 cm**
- Basée sur l'image: **0.2 - 0.6 cm**

→ **Amélioration d'un facteur 10**



SLAM original SLAM optimisé Basé sur l'image

Précision absolue

Méthode	Champ d'essai:	Précision [mm]		
		GCPs	CPs dans le champ d'essai	Tous les CPs
a) SLAM orig.	1)	177	257	1'470
	2)	428	950	629
b) SLAM opt.	1)	* 2	153	263
	2)		289	211
c) Basé sur l'image	1)		60	155
	2)	* 4	72	157

- Amélioration «SLAM original» → «SLAM optimisé»:
 - **Facteur 3 à 6**
- Amélioration supplémentaire «SLAM optimisé» → «basé sur l'image»:
 - **Facteur 2 à 4**

Conclusions

Saisie de données du sous-sol avec le sac à dos BIMAGE

Tests de performance et de précision dans deux champs d'essai différents «galerie de sécurité» et «galerie SCAUT»

Amélioration du géoréférencement basé sur SLAM par optimisation des paramètres

→ Amélioration de la précision absolue d'un **facteur de 3 à 6**

Géoréférencement ultérieur basé sur l'image avec SfM-Pipeline Agisoft Photoscan.

→ Amélioration supplémentaire de la précision absolue d'un **facteur de 2 à 4**

Précision absolue grâce au géoréférencement basé sur l'image:

→ **50 - 72 mm** (18 mm dans le bâtiment (Blaser et al. 2018))

Précisions relatives:

→ basées sur SLAM: **66 - 150 mm**

→ basées sur l'image: **3 - 10 mm**

Perspectives

Génération robuste d'informations de profondeur

- à partir d'images stéréoscopiques et/ou de nuages de points LiDAR
- permet la mesure de coordonnées 3D directement dans l'image (par un clic de souris)

Interfaces avec les logiciels BIM

- superposition de modèles BIM existants
- construction d'objets BIM à partir d'images 3D



Questions / discussion

Stefan Blaser

MSc. en géomatique

Collaborateur scientifique @ IGEO, FHNW

stefan.blaser@fhnw.ch

