



Optimisation d'une chaîne de reconstruction 3D sous-marine pour une utilisation online

Loïca Avanthey & Laurent Beaudoin

GDR Robotique GT2 - Décembre 2022

Reconstruction 3D sous-marine : problématiques abordées

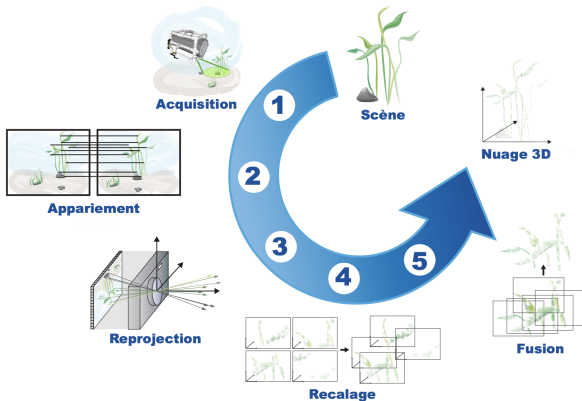
🔒 **Calculs embarqués** pour la navigation (quasi-temps réel, épars)

🔒 **Calculs de contrôle** de complétude des données entre deux manipulations sur le terrain (< 2-3 h, dense)

⇒ Besoin d'optimisations (chaîne de type SFM)

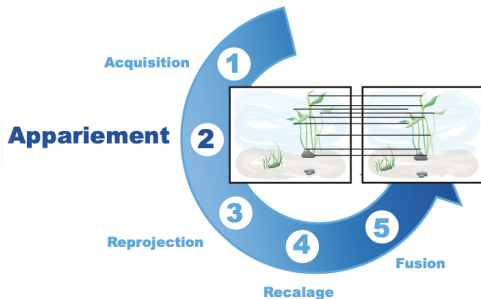
- Assurer une **qualité** de sortie **constante** sans prétraitement quelque soit la qualité d'entrée
- Se concentrer sur les **zones fiables** et écarter le reste *a priori* et non *a posteriori*
- Minimiser la **redondance** *a priori* et non *a posteriori* pour éviter des calculs et des occupations mémoire inutiles
- Obtenir un **recalage approximatif** suffisamment fiable pour les besoins *online* et pour qualifier la complétude (pour la cartographie dense précise → chaîne de type MVS)

Reconstruction 3D sous-marine : vue globale



- On s'intéressera dans cette présentation aux parties "appariement" et "fusion".
- On abordera les idées spécifiques à la partie recalage dans une présentation ultérieure.

Appariement épars / Appariement dense



🔒 Qualité variable des images

🔒 Zones sans information exploitable

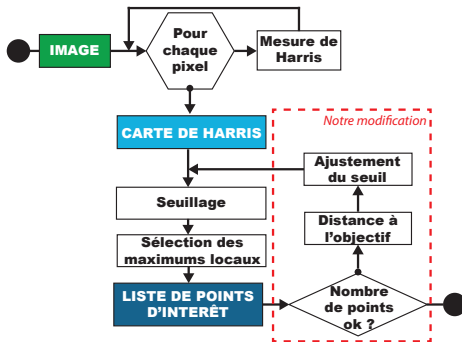
⇒ Détecteur des zones fiables avec boucle de contrôle

⇒ Approche par flot local

⇒ Densification par propagation

Identification des zones fiables par un détecteur de Harris modifié

Algorithme du détecteur de Harris modifié



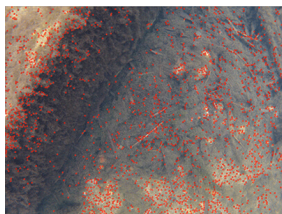
- Choix du détecteur de Harris pour identifier les zones informatives (texturées)
 - Introduction d'un seuillage adaptatif pour contrôler le nombre de points caractéristiques extraits.
- ⇒ Algorithme inspiré des correcteurs proportionnels utilisés en automatique

Contrôle de la quantité des points de Harris détectés

Détecteur classique

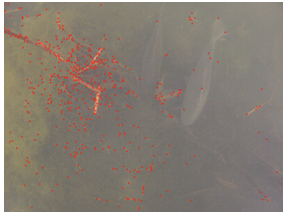


20 points

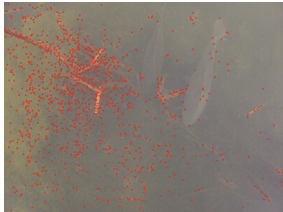


2078 points

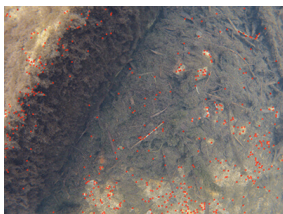
Boucle de contrôle (<+5% temps de calcul)



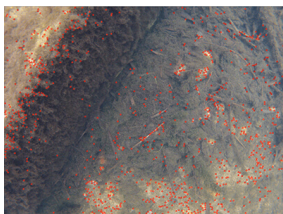
500 points



1023 points



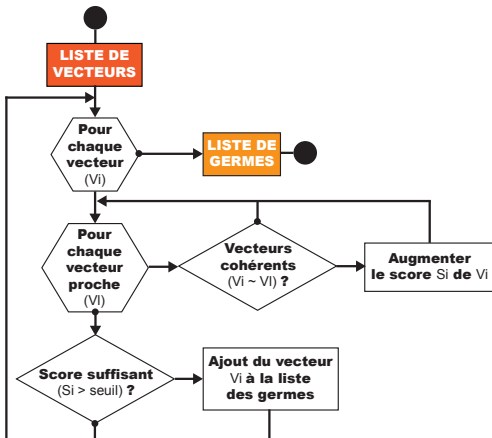
500 points



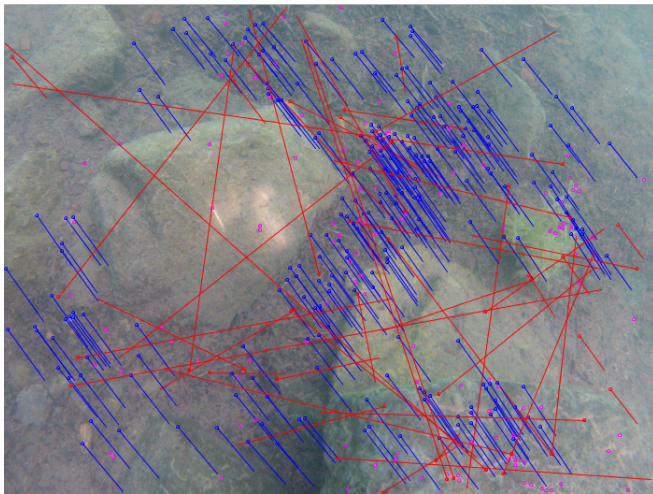
1004 points

Génération des germes : fiabilisation de l'appariement

- Algorithme du filtrage statistique sur le flot local de vecteurs (inspiré des travaux en flot optique)

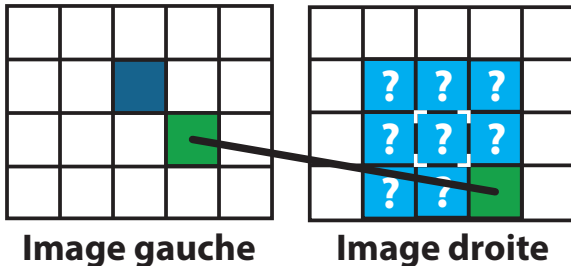


Génération des germes en images



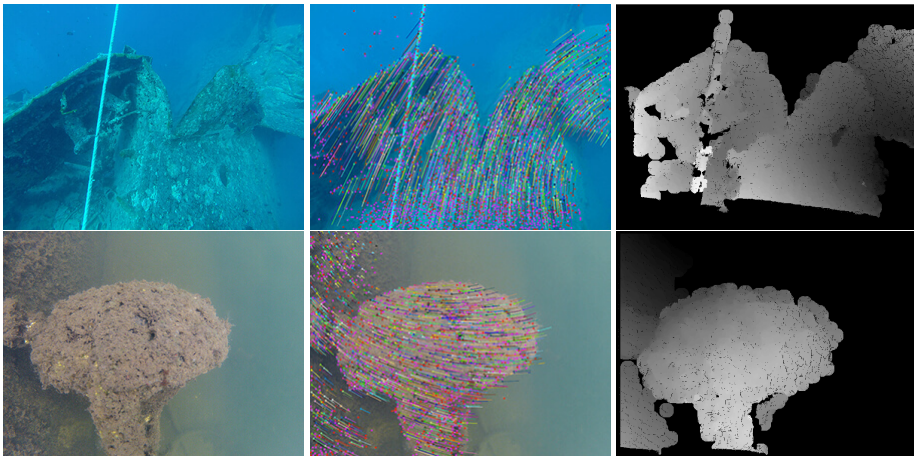
Stratégie de densification : voisinage spatial

- Si 2 pixels sont **voisins**, leurs **correspondants** le seront **probablement aussi**
 - ⇒ Appariement source ⇒ **germe**
 - ⇒ Nouvel appariement = nouveau germe ⇒ **propagation**



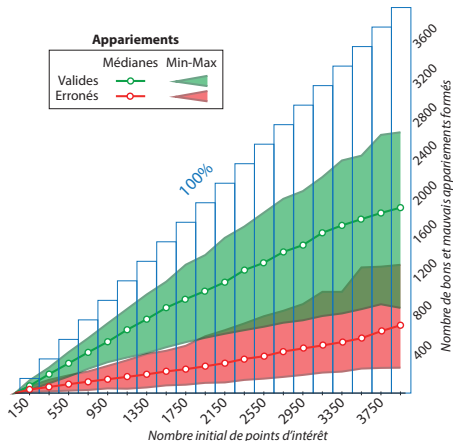
- Propagation depuis les zones les plus fiables de l'image

Densification par propagation spatiale en images



- Rayon limite \Rightarrow **exclusion automatique** des “zones d’eau”
 \Rightarrow **carte de disparité** (niveaux de gris)

Robustesse de l'algorithme de Harris modifié



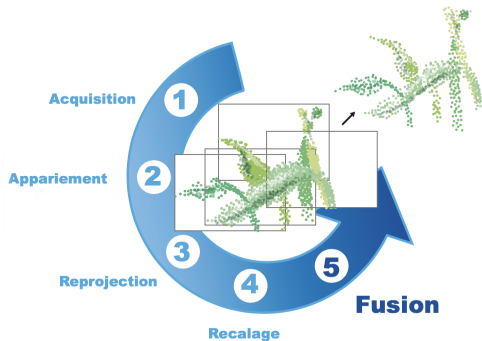
- **Évaluation** sur une BDD de 200 images sous-marines hétérogènes :

- ⇒ **Adaptabilité** robuste à la qualité des images (variation du seuil jusqu'à 80 %)
- ⇒ **Stabilité** du ratio bons/mauvais appariements quelque soit la quantité de germes initiaux

Robustesse de la génération de germes

- Les résultats calculés sur la BDD montrent :
 - ⇒ 53 % des points de "Harris modifiés" créent des germes
 - ⇒ 77 % des vecteurs candidats sont conservés
 - ⇒ Faux positifs < 0.2 %
 - Comparaison avec des algorithmes d'appariement épars sur les détecteurs-descripteurs SIFT et SURF
 - ⇒ 46 % des points SURF et 35 % pour SIFT des vecteurs candidats sont conservés
 - ⇒ 1 % de faux positifs observé pour SURF, 0.2 % pour SIFT
- ⇒ Harris modifié plus **fiable** (+10-20% de germes), plus **stable** quelques soit le nombre de germes et plus **rapide** que SURF ($\approx 200 \times$ plus rapide) et SIFT ($\approx 1000 \times$ plus rapide)

Fusion & Appariement dense



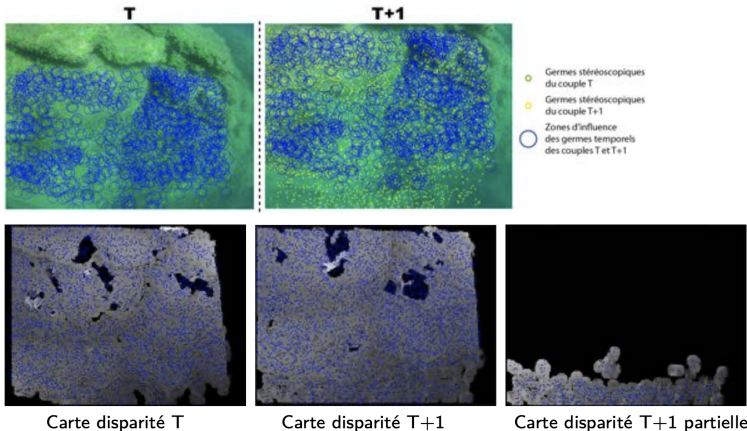
🔒 Recouvrement important ($> 50\%$)

🔒 Redondance (bruit, mémoire, temps)

⇒ Densification / reconstruction partielle

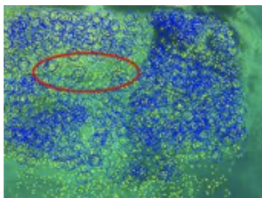
Détection et exclusion de la zone de recouvrement

- Zones d'influence des germes temporels
- ⇒ Suppression des germes temporels et de leurs voisins proches

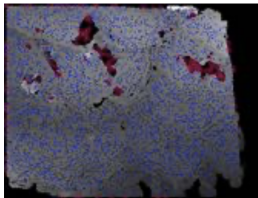


Gestion des zones d'occlusions spatiales et temporelles

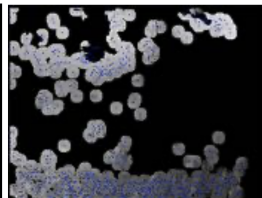
- Certaines zones sont cachées par le relief
⇒ Les germes correspondants sont conservés



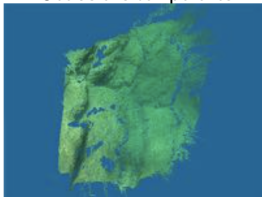
Occlusions temporelles



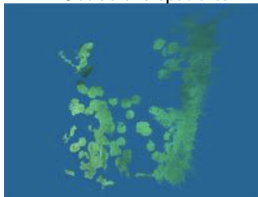
Occlusions spatiales



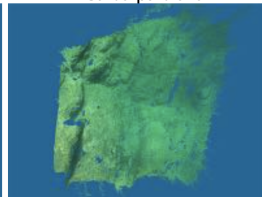
Carte partielle



Nuage T



Nuage T+1

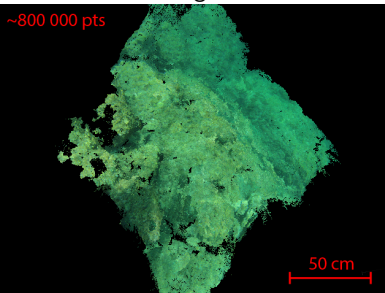


Nuages fusionnés

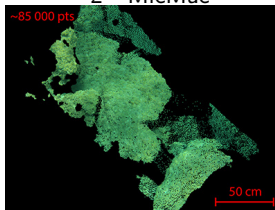
⇒ Économie de la création d'environ **50%** des points

Comparaison : reconstructions 18 images

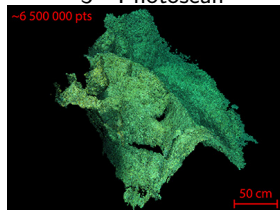
1 - Notre Algorithme



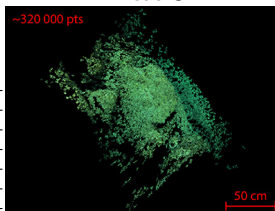
2 - MicMac



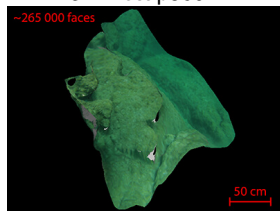
3 - Photoscan



4 - VisualSFM



5 - Recap360



	1	2	3	4	5
densité	***	***	***	*	**
texture	***	***	***	**	*
complétude	***	**	***	*	***
redondance	**	*	***	**	*
bruit	**	*	**	**	**



Loïca Avanthey - loica.avanthey@gmail.com
Laurent Beaudoin - dr.beaudoin@gmail.com