



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# LES RENCONTRES DE LA FLOTTE Océanographique FRANÇAISE



# PERCEPTION 3D EN ENVIRONNEMENT SOUS MARIN ET OUTILS D'ANALYSE

Aurélien Arnaubec, Maxime Ferrera, Tim Autin

1 Avril 2020

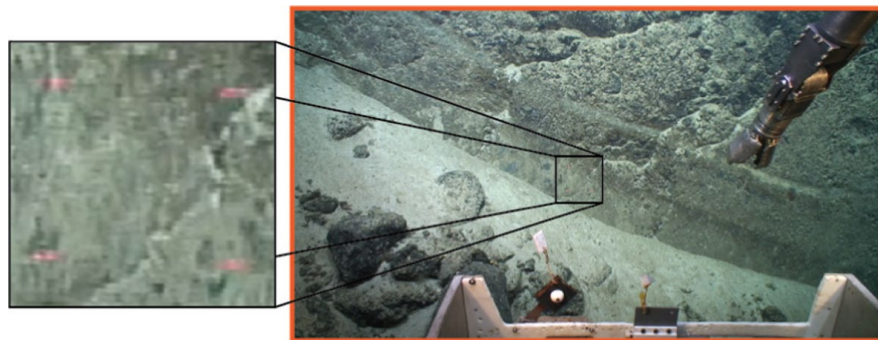
# Représentation et mesure classique

Représentation 2D sur écran :

- Couleurs dégradées avec la distance
- Visibilité limitée : aucune vision globale

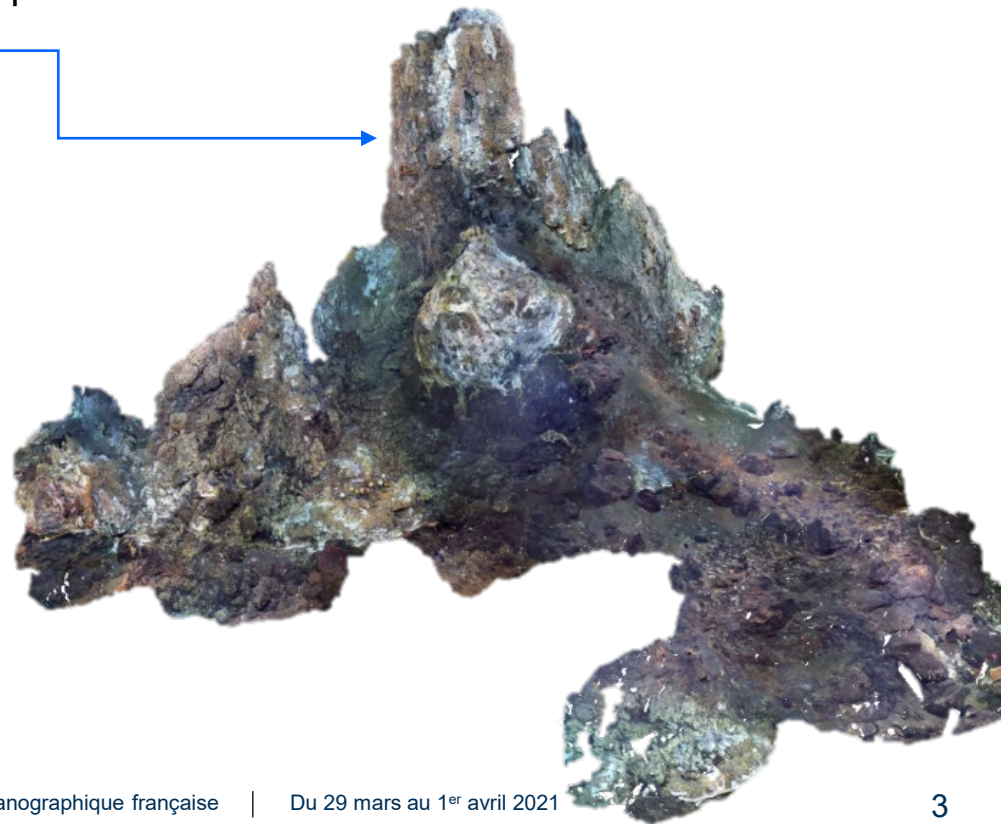
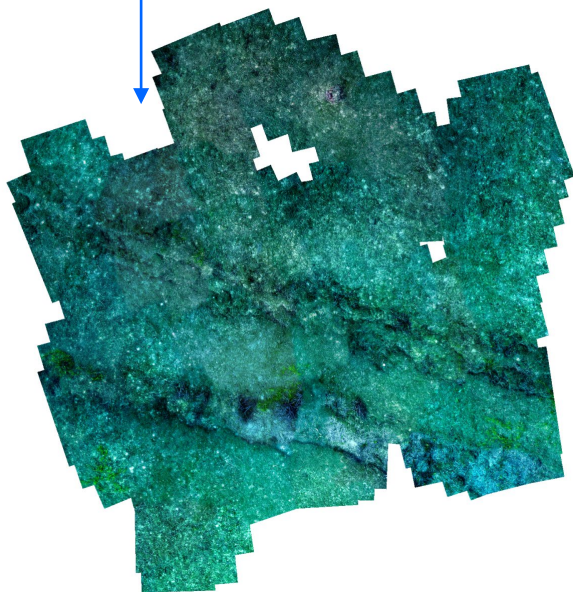


- Mesure de distance points laser:
  - Hypothèses d'application très restrictive
  - Mesures peu précises
  - Points difficiles à trouver



## Comment améliorer la représentation et la mesure ?

- La donnée d'imagerie optique (vidéo ou photo) peut être traitée pour obtenir une vue globale métrique :
  - Mosaïque 2D
  - Reconstruction 3D
  - En campagne ou après la mission



# Equipements optiques compatibles

- Capteurs optiques compatibles:
  - Caméra vidéo HD (SD fonctionnel mais faible résolution)
  - Appareil photo (meilleure résolution)
  - Caméra stéréo
- Contraintes:
  - Bonne synchronisation avec la navigation (<1s)
  - Résolution >2Mpx pour une précision de reconstruction <cm
  - Précision relative de la navigation de l'ordre de ~1m

APN



Caméra stéréo



Caméra HD/4K



## Prétraitement des images avant utilisation

### Contraintes liées à la propagation de la lumière sous l'eau

- Les images sous-marines sont fortement dégradées :
- Eclairage non uniforme,
- Visibilité limitée,
- Faible contraste,
- Couleurs modifiées dues à l'atténuation
- Diffusion de la lumière
  - Effet de flou
- Rétrodiffusion de la lumière
  - Voile et effet bleuté
- Particules en suspension

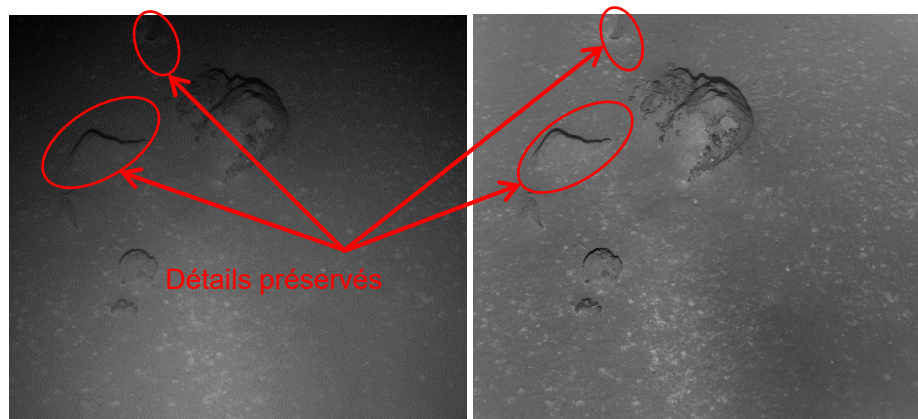


Nécessité de corriger / compenser les défauts d'illumination et la rétrodiffusion

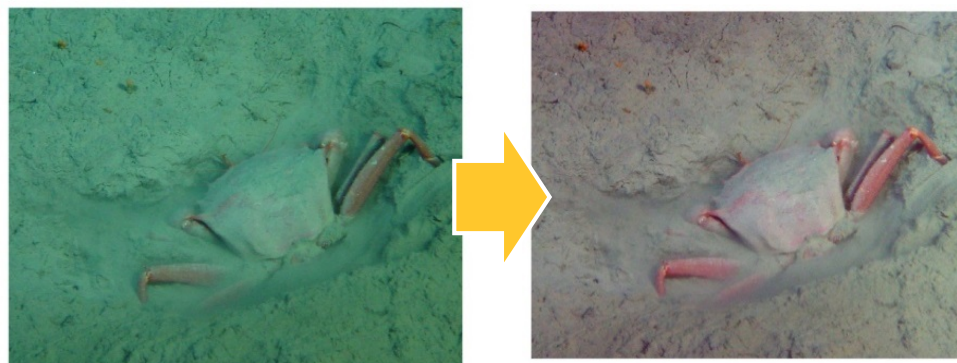
## Prétraitement des images avant utilisation:

### Correction illumination et couleur

- Correction d'illumination :



- Correction de couleur :



## Reconstruction 2D/3D globale de scène : Pourquoi ?

- De près : bonne qualité mais aucune vision d'ensemble
- De loin : vision d'ensemble mais faible visibilité et peu de détails

Image de près 1 à 2m



Image de loin 6 à 7 m

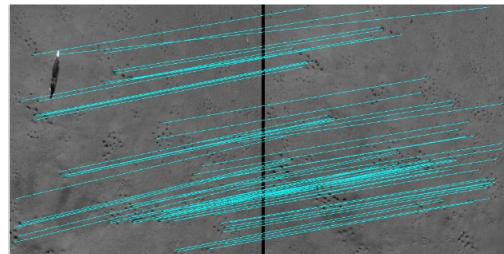


- Solution : Réaliser un grand nombre de prises de vue de près et reconstruire la scène (2D/3D)
- Intérêts :
  - Vue globale de la scène
  - Résolution identique à la vue de près sur l'ensemble de la scène
  - Scène métrique avec tout élément mesurable



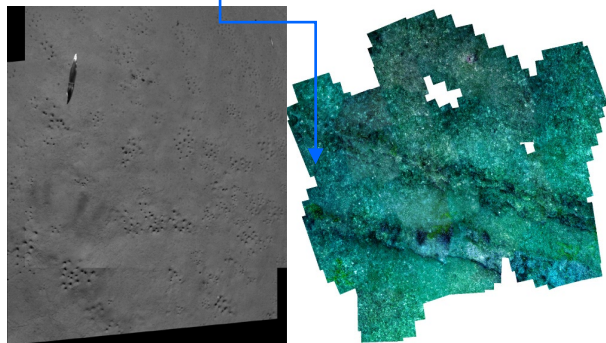
## Reconstruction 2D/3D globale de scène : comment ?

- 1ère étape :  
Appariement de points entre images  
recouvrantes :

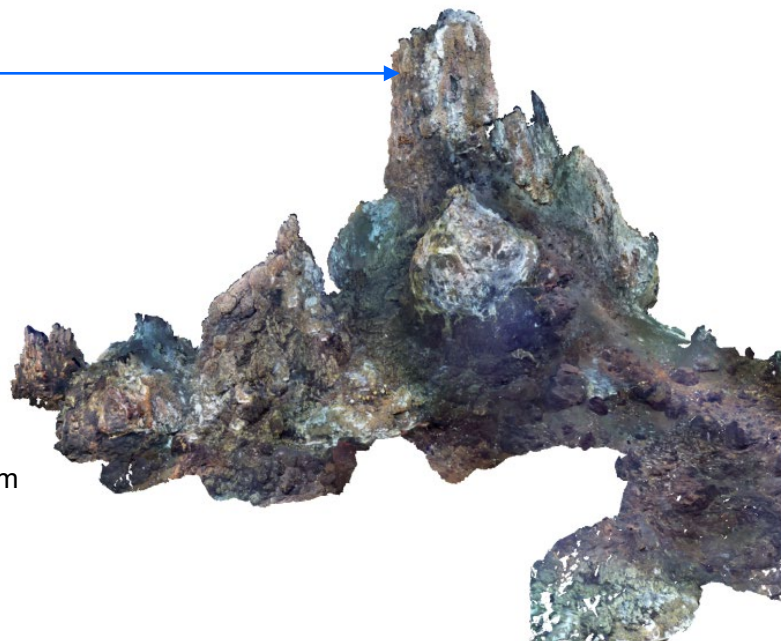


- 2ème étape : Modélisation et résolution du problème

- En 2D (mosaïking/cartographie vue de dessus)
- En 3D (reconstruction 3D métrique)
- Peut être fait durant la mission

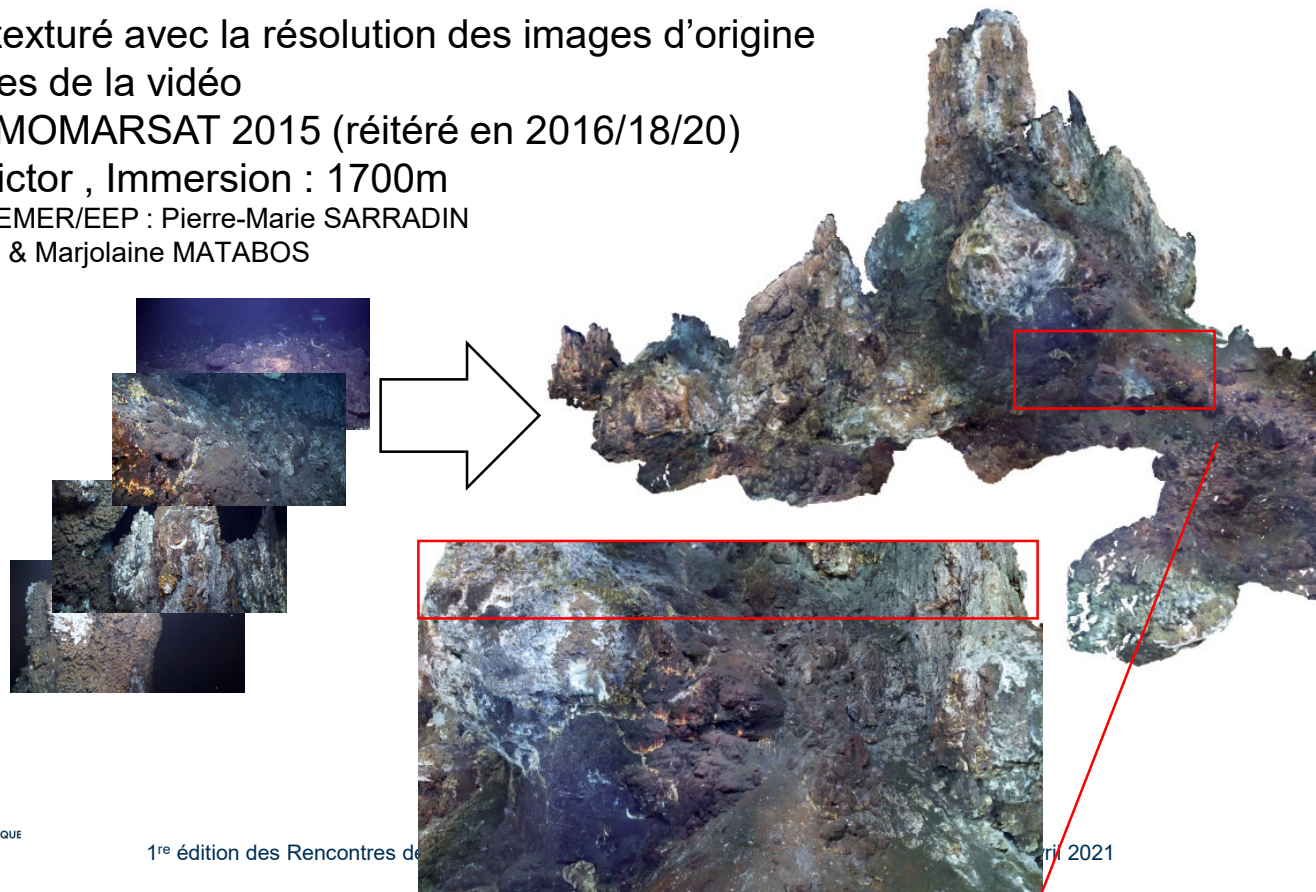


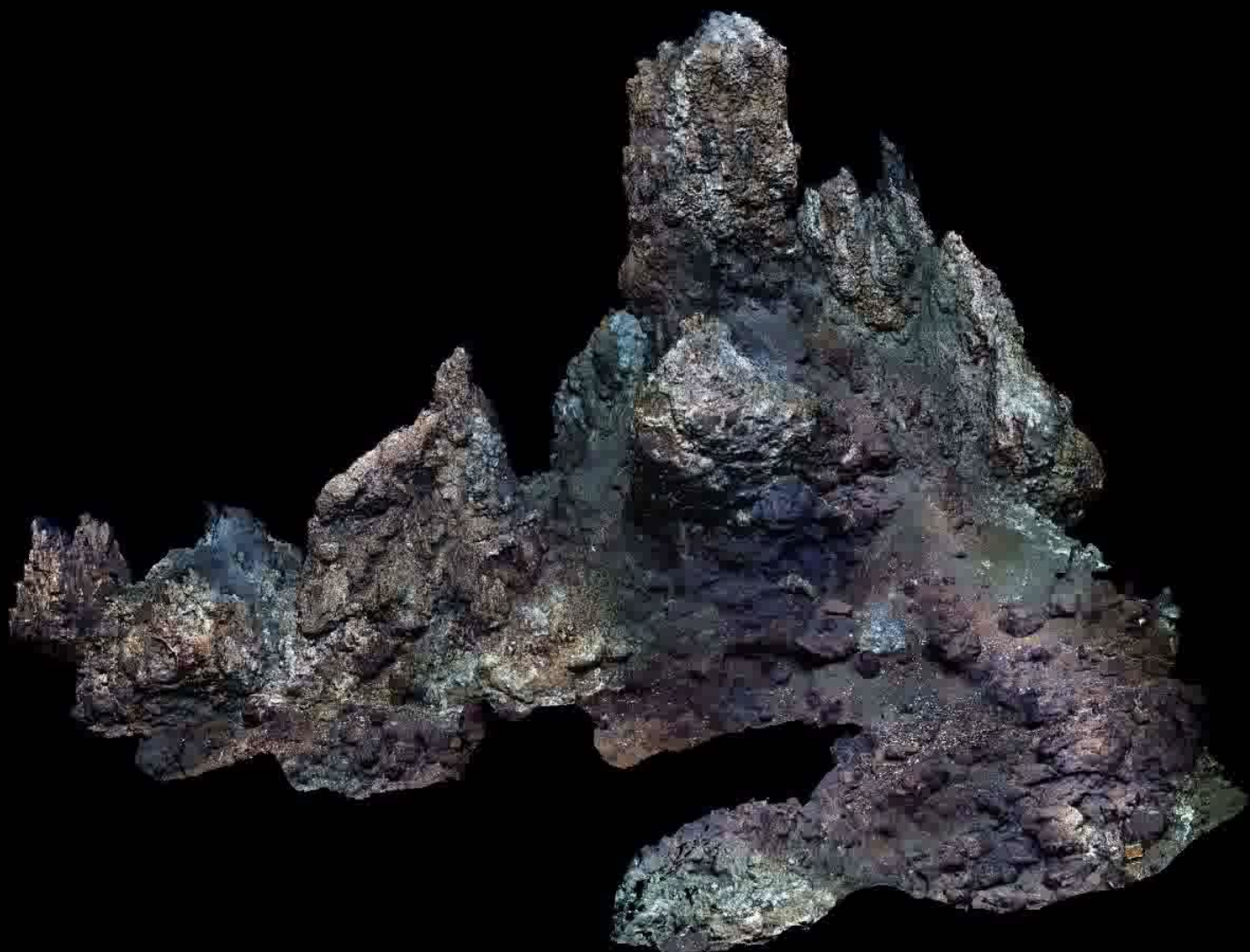
- Temps traitement 3D:
  - 70 images HD ~20min
  - 5000 images HD ~1 sem
- Contraintes:
  - Fort recouvrement (~70%)
  - Taille moyenne 100mx100m



## Exemple d'application scientifique : Source hydrothermale

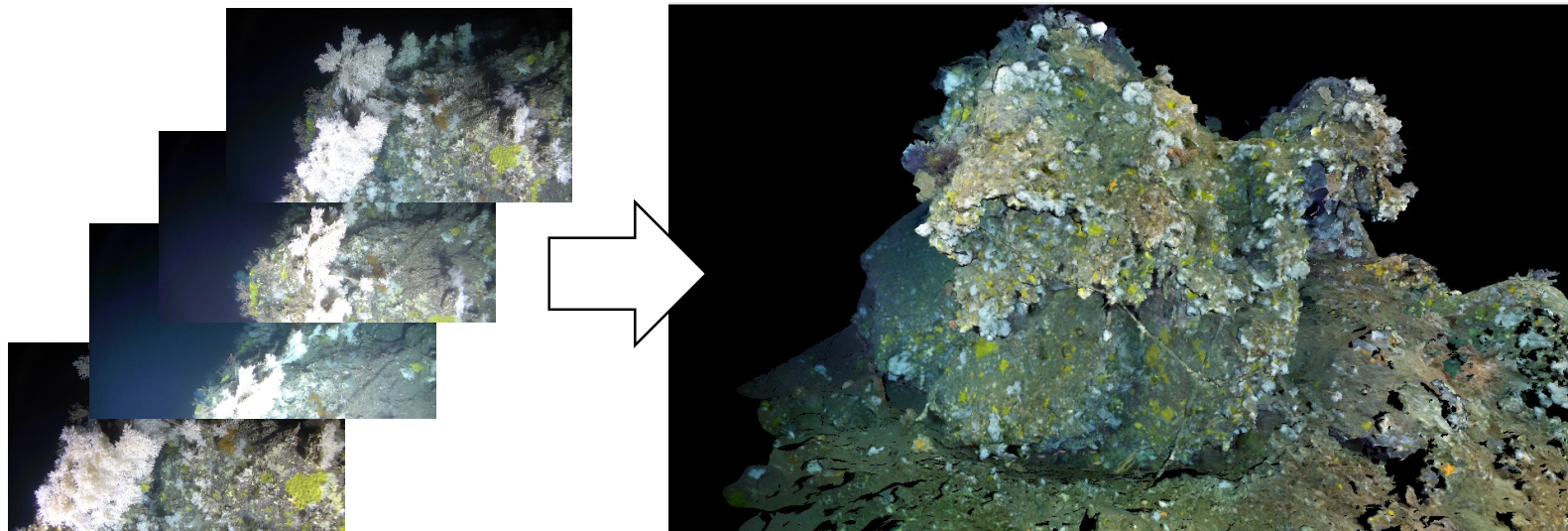
- Modèle 3D texturé avec la résolution des images d'origine
- 4600 extraites de la vidéo
- Campagne MOMARSAT 2015 (réitéré en 2016/18/20)
- Vehicule : Victor , Immersion : 1700m
- Collab. avec IFREMER/EEP : Pierre-Marie SARRADIN & Marjolaine MATABOS





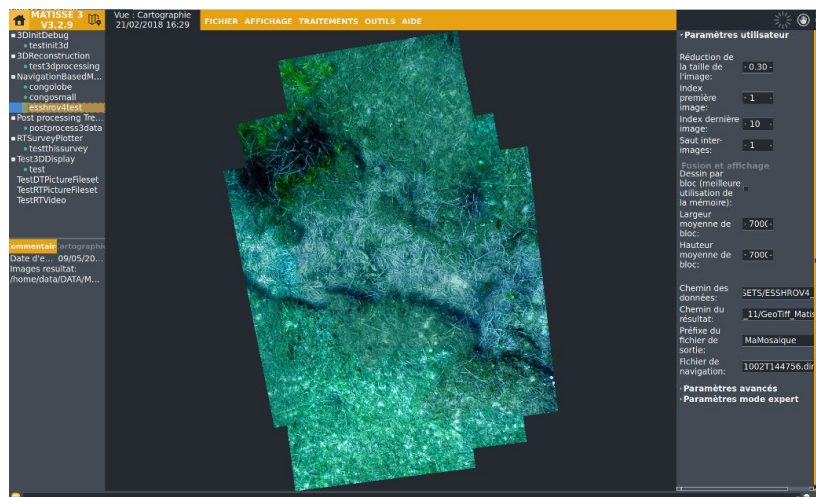
## Exemple d'application scientifique : Coraux d'eau froide de méditerrané

- ~30 reconstruction 3D, basée sur la vidéo et la photo
- Campagne VideoCor
- Vehicule : HROV , Immersion : 200m à 500m
- Collaboration IFREMER/LER-PAC : Marie-Claire Fabri



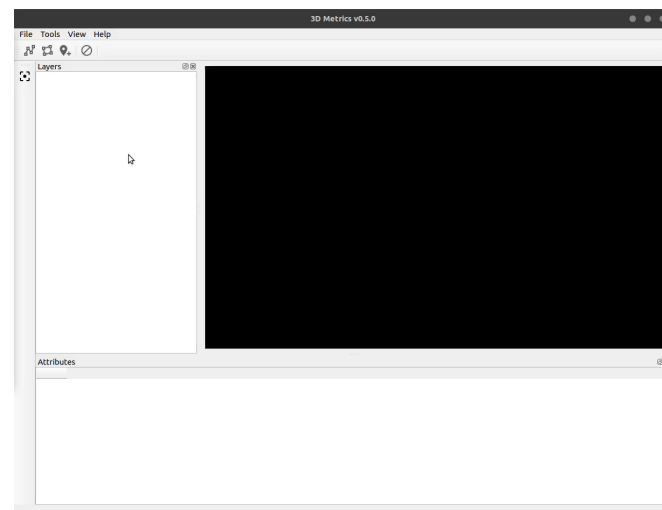


## Outils utilisateur pour le traitement et l'analyse



### MATISSE 3D :

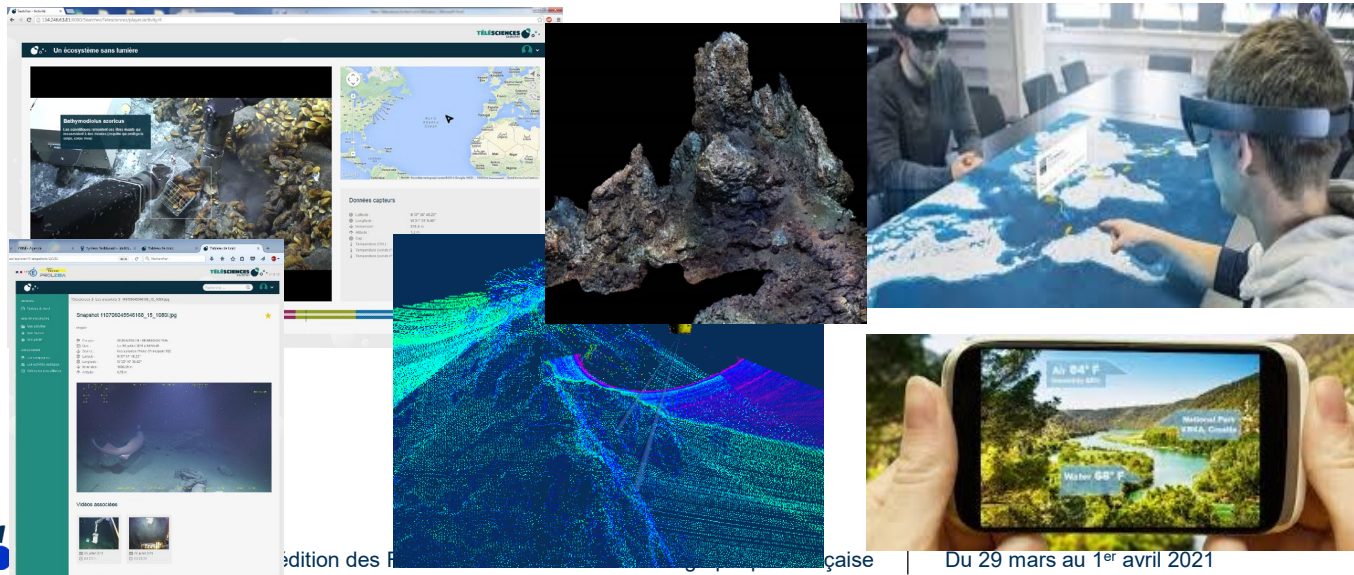
- Logiciel utilisateur accessible aux non-experts
- Pré-traitement couleur et illumination
- Mapping 2D & 3D



### 3D Metrics:

- Equivalent d'un GIS mais 3D
- Permet une analyse scientifique et statistique de la reconstruction
- Mesures de distances, surfaces, pentes, annotations, poi ...
- Export vers GIS classique (ArcGIS/QGIS)

- Représentations 3D temps réel de l'environnement
  - Reconstruction 3D optique & acoustique
  - Représentation de l'engin dans son environnement
  - Aide à la télémanipulation
- Utilisation de la réalité augmentée pour mieux se représenter l'environnement ?
- Centralisation des bases de données de l'ensemble des sites visités pour utilisation lors des missions futures





Questions ?