

# MATISSE : Cartographie optique en environnement sous-marin

Aurélien Arnaubec<sup>1</sup>, Anne-Gaëlle Allais<sup>1</sup>, Marie Claire Fabri<sup>1</sup>,

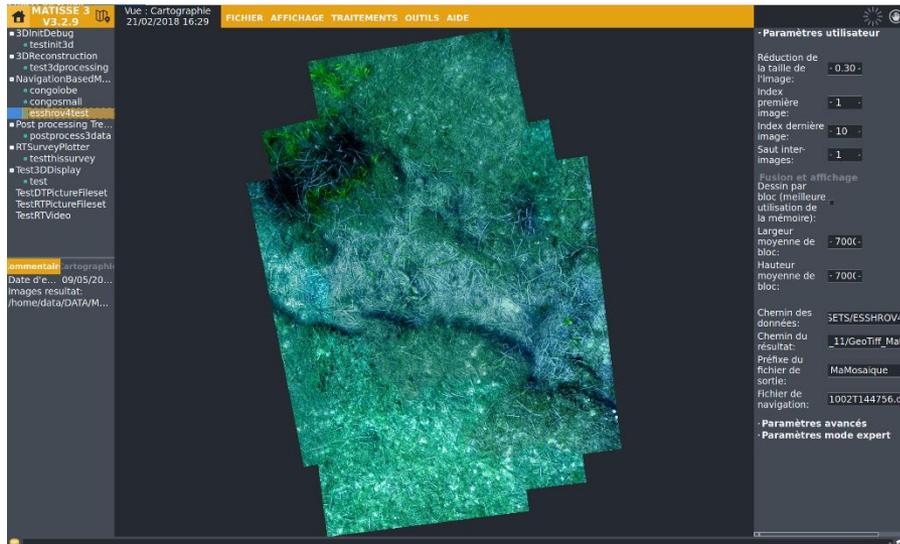
Ewen Raugel<sup>1</sup>, Jan Opderbecke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IFREMER

20/03/18

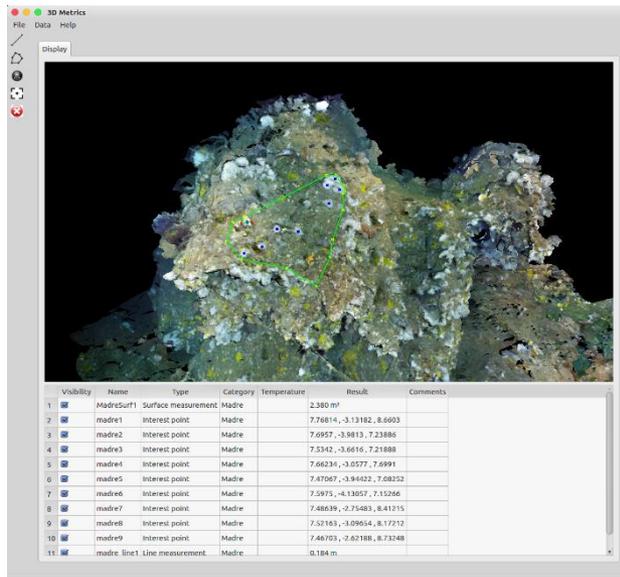


# Suite logicielle pour le traitement de données optiques



## MATISSE V3 :

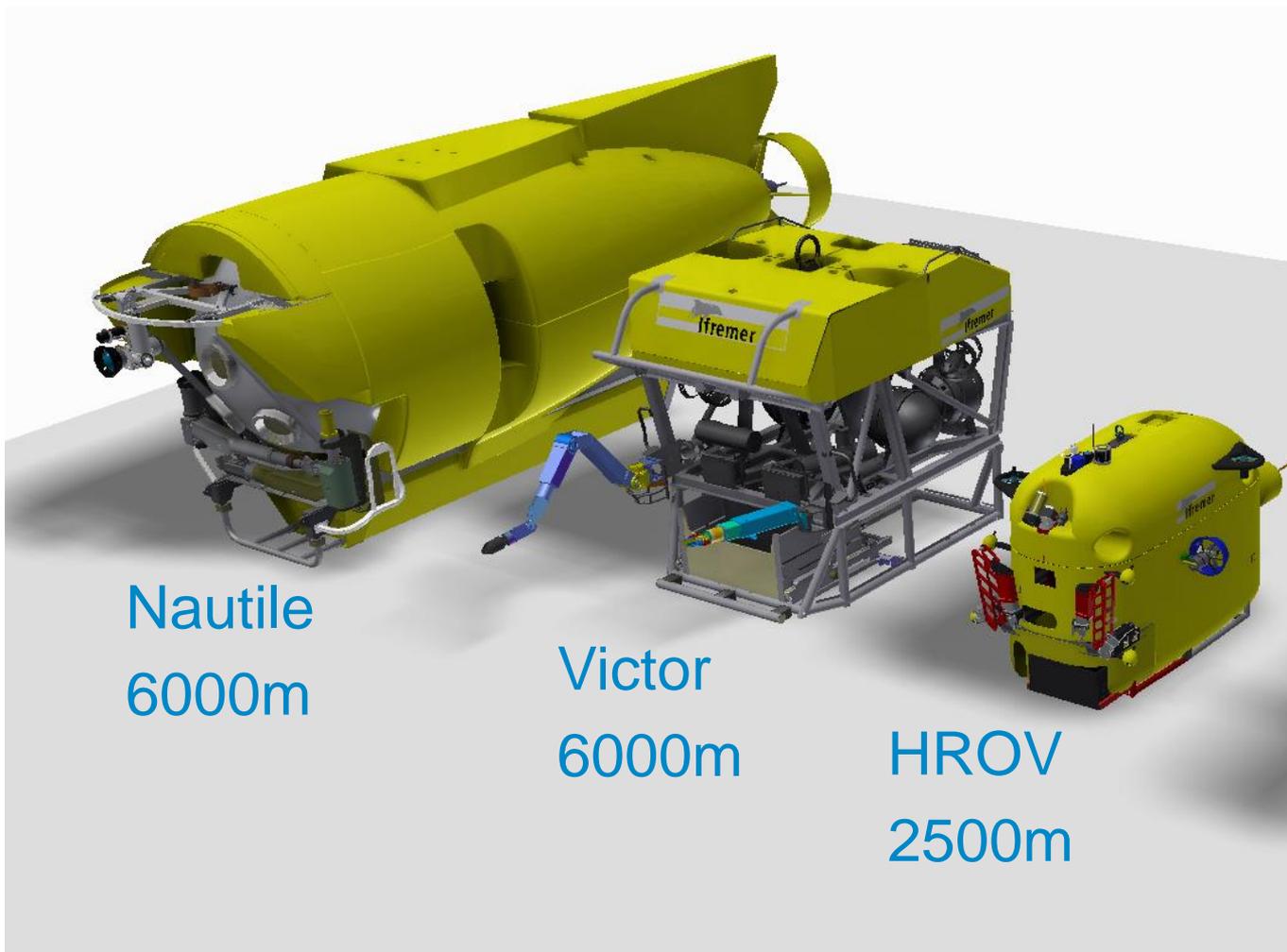
- Prétraitements d'images:
  - Correction de couleurs et d'intensité
- Cartographie optique:
  - Mosaïques 2D
  - Reconstruction 3D
  - Visualisation & Export



## 3D Metrics:

- Analyses quantitatives modèles 3D:
  - Mesures de distances, périmètres
  - Mesures de surface
  - Annotation de points d'intérêt, commentaires

# Moyens opérationnels Ifremer pour l'acquisition optique sous-marine



Nautille  
6000m

Victor  
6000m

HROV  
2500m

# Instrumentation optique compatible avec Matisse

## - Sources optiques compatibles:

- Caméra vidéo HD (SD fonctionnel mais faible qualité)
- APN (reconstructions haute résolution)
- Caméra stéréo

## - Contraintes:

- Bonne synchronisation temporelle avec la navigation (<1s)
- Résolution >2Mpx pour une résolution <cm
- Navigation précise recommandée (~1m)

APN



Tête Stéréo



Cameras HD



# Contraintes liées à l'imagerie sous-marine

Les images sous-marines sont fortement dégradées :

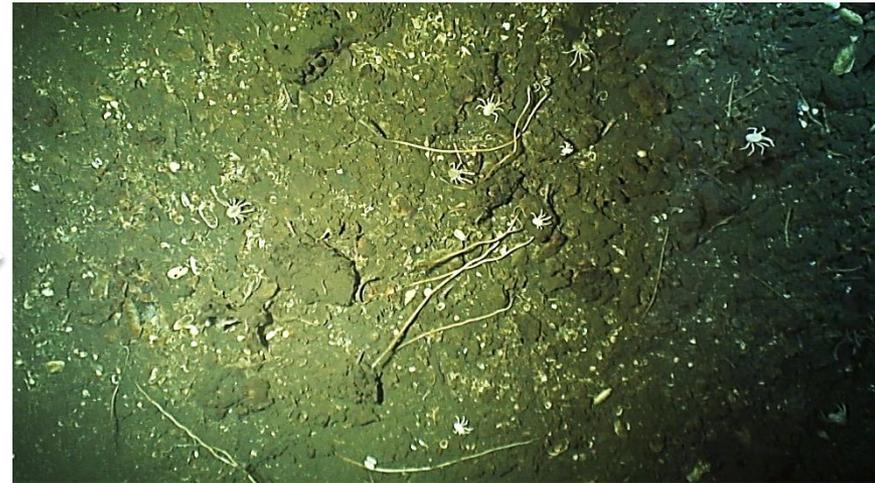
- Eclairage non uniforme,
- Visibilité limitée,
- Faible contraste,
- Couleurs modifiées dues à l'atténuation
- Diffusion de la lumière
  - → Effet de flou
- Rétrodiffusion de la lumière
  - → Voile et effet bleuté
- Particules en suspension



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

# Traitement préalable pour l'exploitation des images

- Grande profondeur & Eclairage artificiel -> Non uniformité
- Correction nécessaire avant toute exploitation

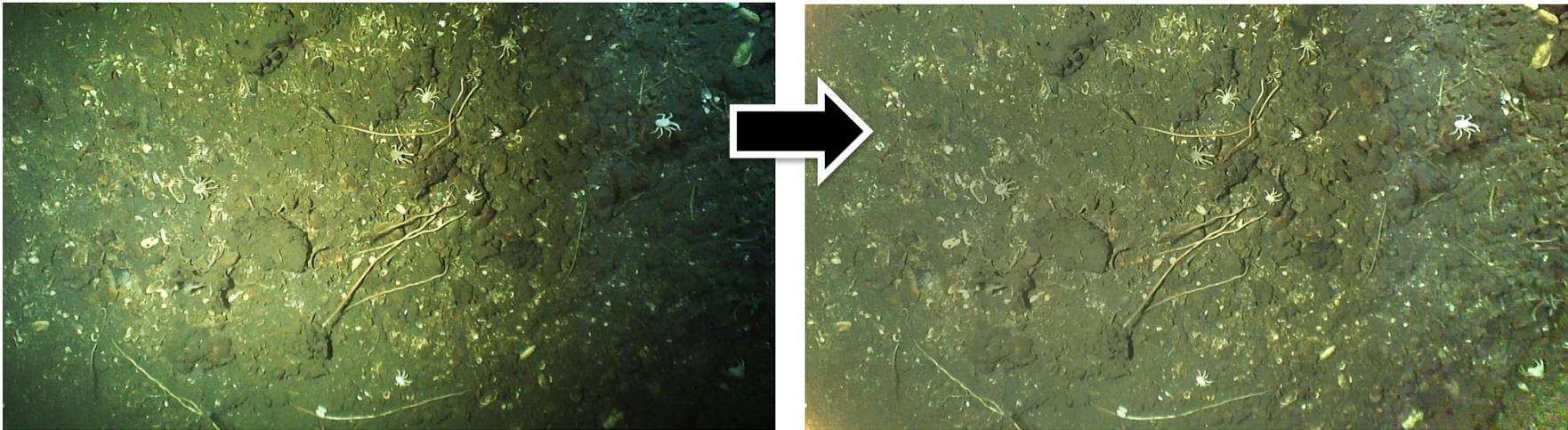


# Correction d'illumination

- **Modélisation et correction de la non uniformité de l'éclairage**
- **Temps de calcul : quelques millisecondes (compatible avec une correction temps réel)**
- **Limites:**
  - **Préférence pour les capteurs haute dynamique**
  - **Il faut éliminer les zones complètement noires**

Original Image

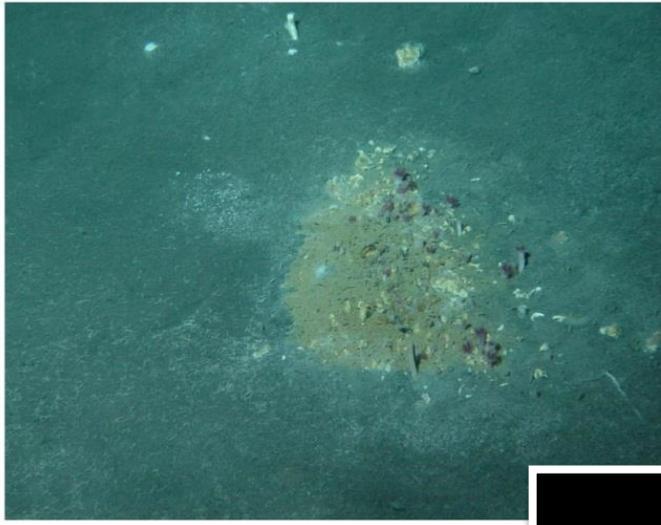
Corrected Image



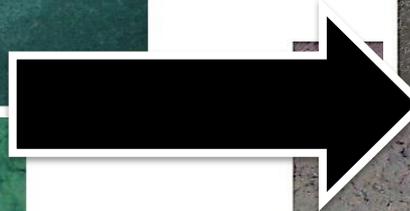
# Estimation et suppression de la rétrodiffusion

- Dégradation du rendu des couleurs dans l'eau :
  - Le rouge est la couleur la plus atténuée
  - Images dans les tons de vert/bleu dès 3/4 m
- Estimation et correction de la rétrodiffusion et l'atténuation

Images originales



Images corrigées



# 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 détail

**Image de près 1 à 2m**



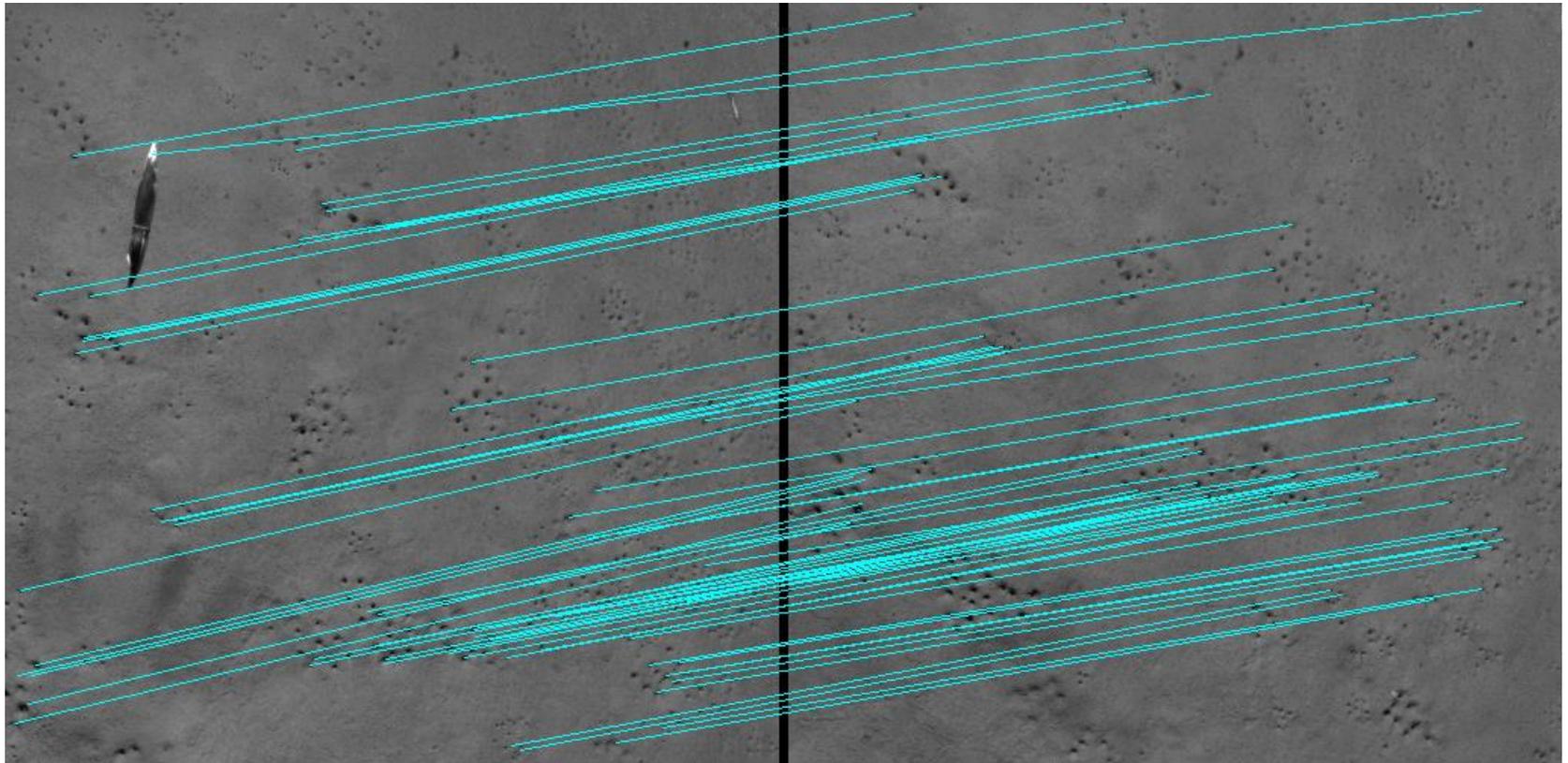
**Image de loin 6 à 7 m**



- 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

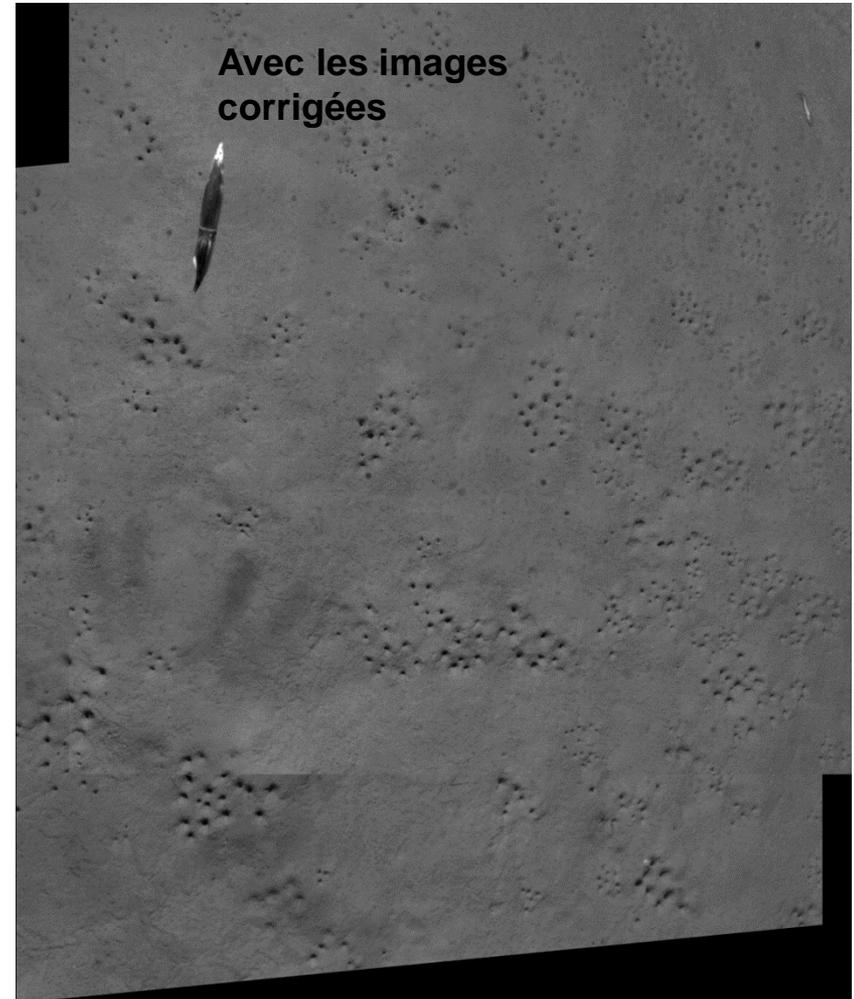
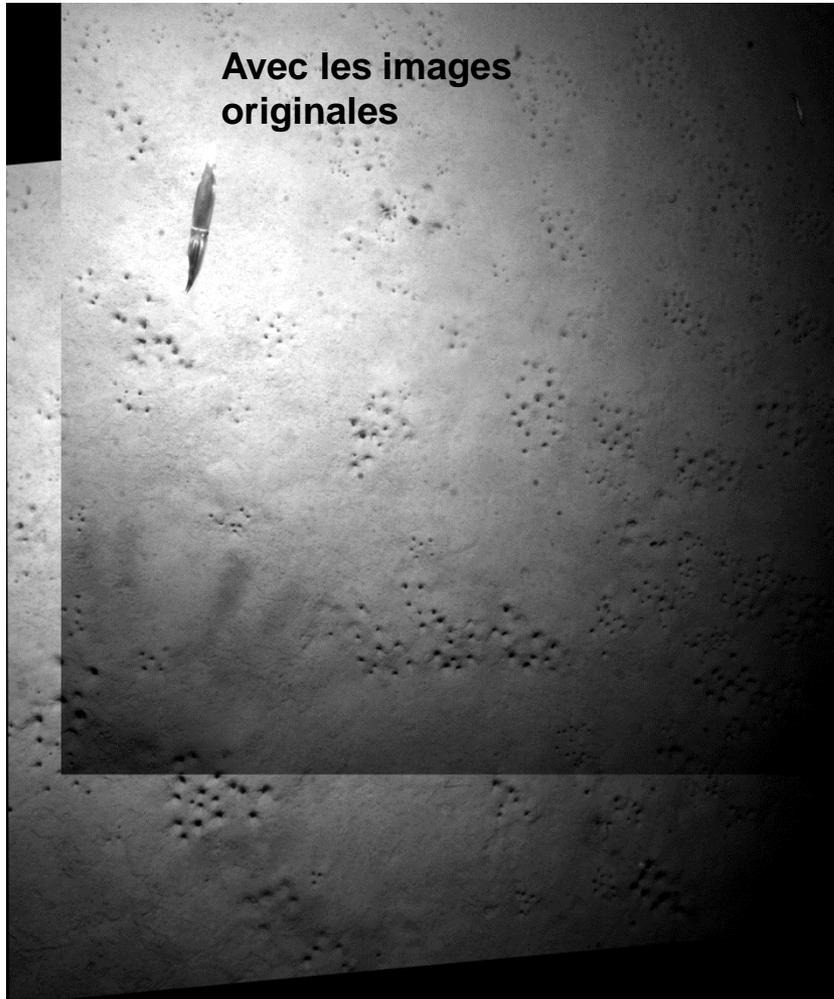
# Reconstruction : Appariements de points

- Détection des points « caractéristiques » (Algorithme sift)
- Appariement des points en correspondance



# Reconstruction 2D

- Estimation robuste de la transformation plane entre les 2 images
- Changement de géométrie pour générer la mosaïque



# Reconstruction 2D

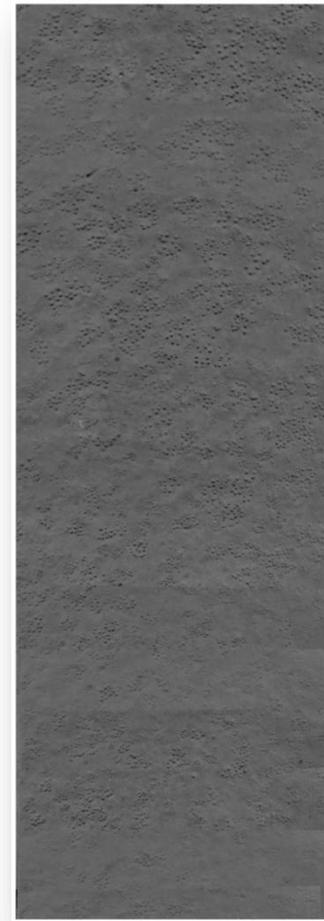
- Compensation illumination de l'ensemble des images
- Mise en correspondance + fusion avec navigation
- Résultat : GeoTif standard géo référencé compatible GIS



**Compensation d'illumination**



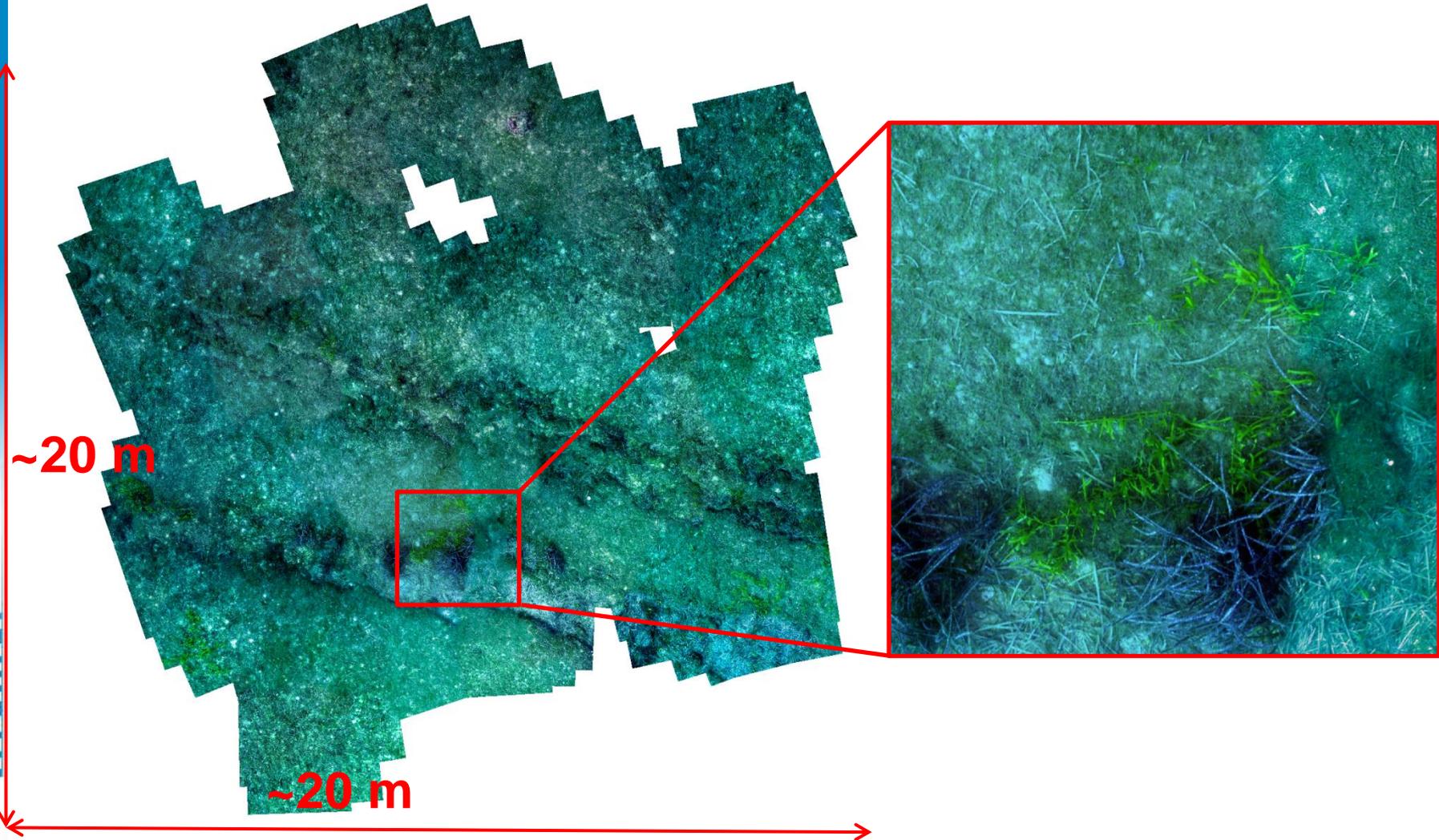
**Fusion image et Nav**



**Mosaïque Géoréférencée**

# Reconstruction 2D : Exemple HROV

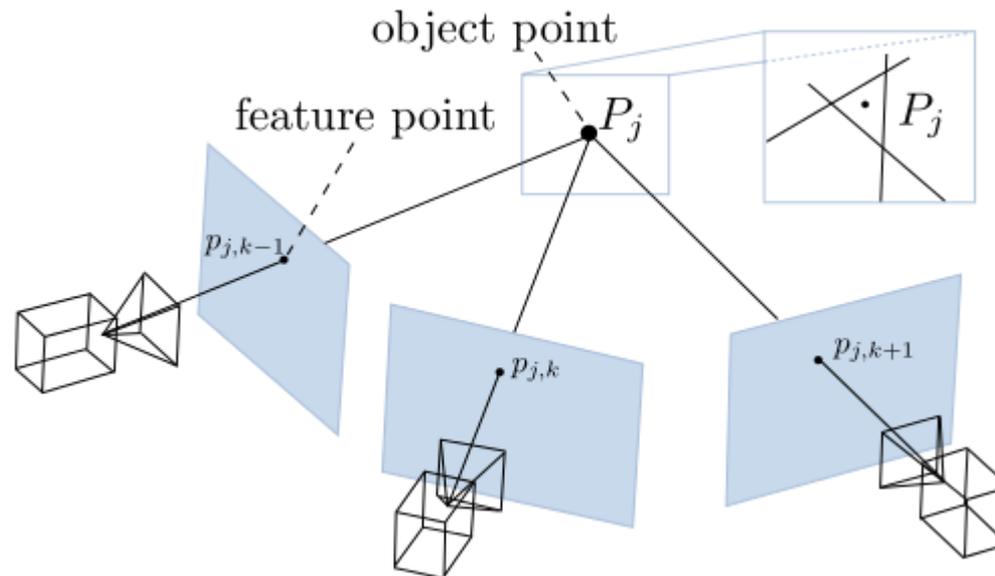
- Résultat type de mosaïque (~200 images)



- Temps de calcul ~20 min

# Reconstruction 3D

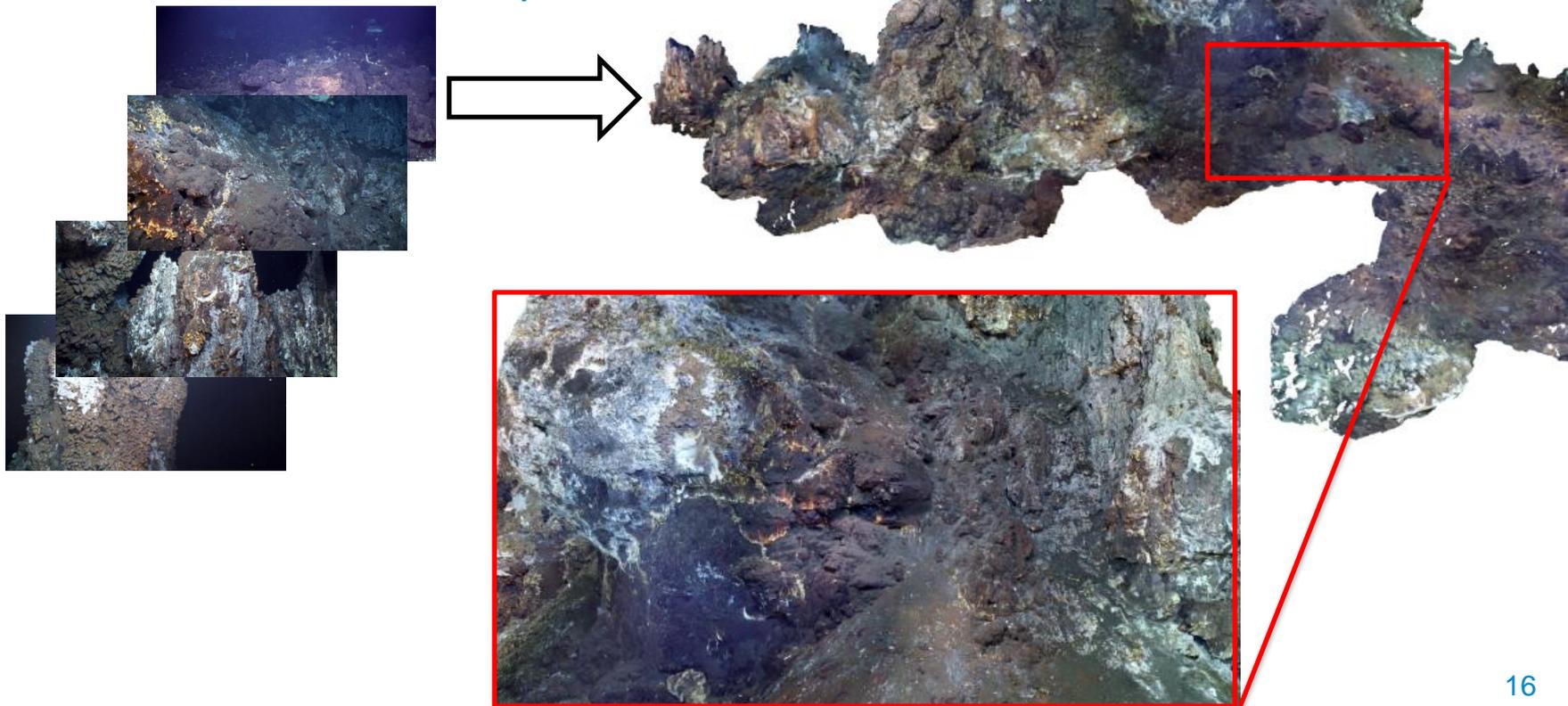
- Reconstruction 3D de scène :
  - Source : Photo ou vidéo (verticale ou principale)
  - Temps de calcul typique :
    - 70 images HD -> 20min
    - 4000 images HD -> 1 semaine
  - Contraintes :
    - Plusieurs vues de la même scène avec déplacements nécessaires
    - Bon recouvrement entre les images successives
    - Reconstruction de zones de taille moyenne (quelques m à 100m x 100m)

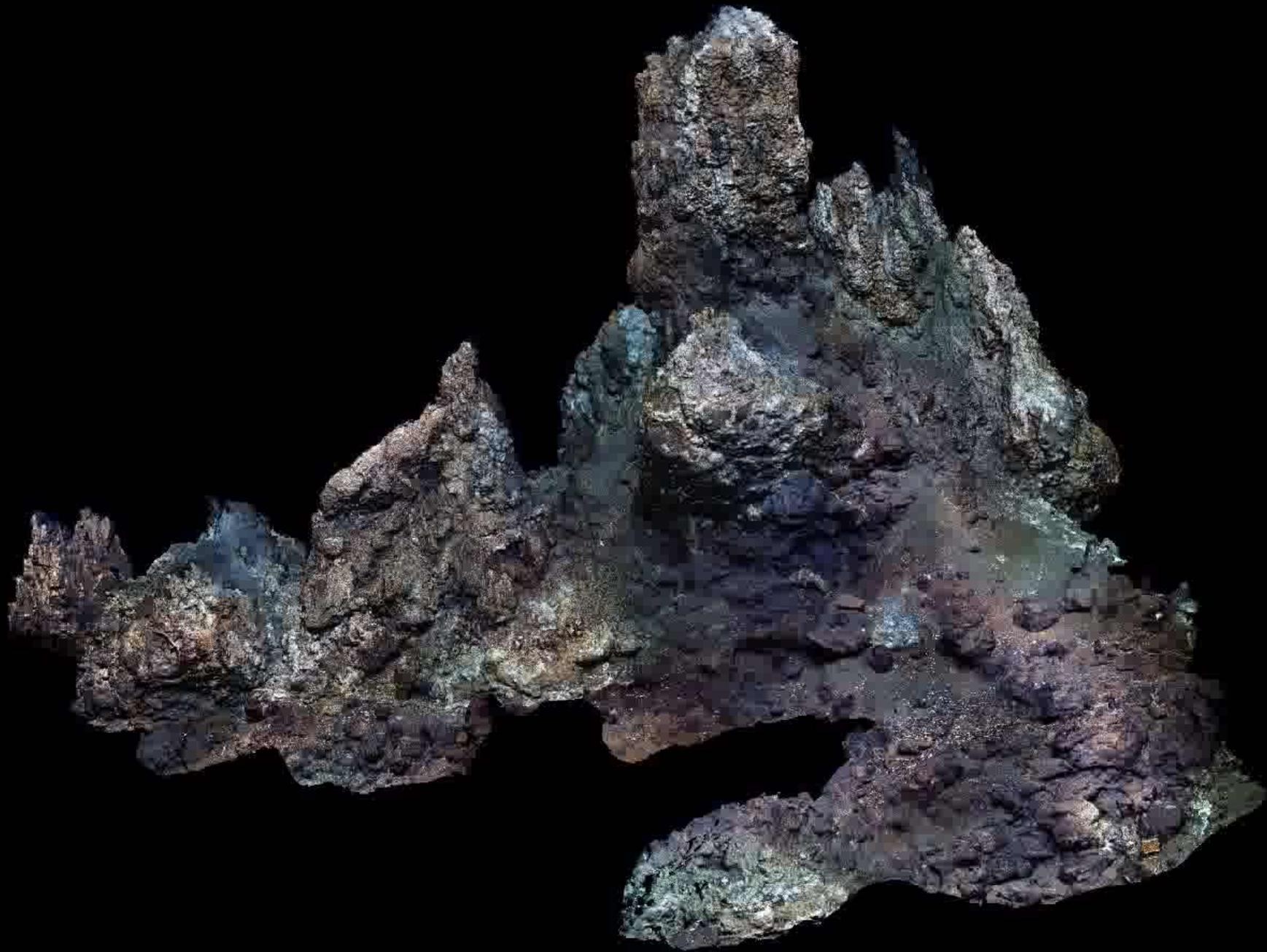


# Applications scientifiques reconstruction 3D :

## Exemple fumeur sous marin

- Scène 3D texturée avec le même niveau de détail que les images d'origine
- 4600 Images extraites des vidéos acquises lors de la campagne MOMARSAT 2015 utilisées pour la reconstruction
- Engin : Victor , Immersion : 1700m
- Travail avec IFREMER/EEP : Pierre-Marie SARRADIN & Marjolaine MATABOS

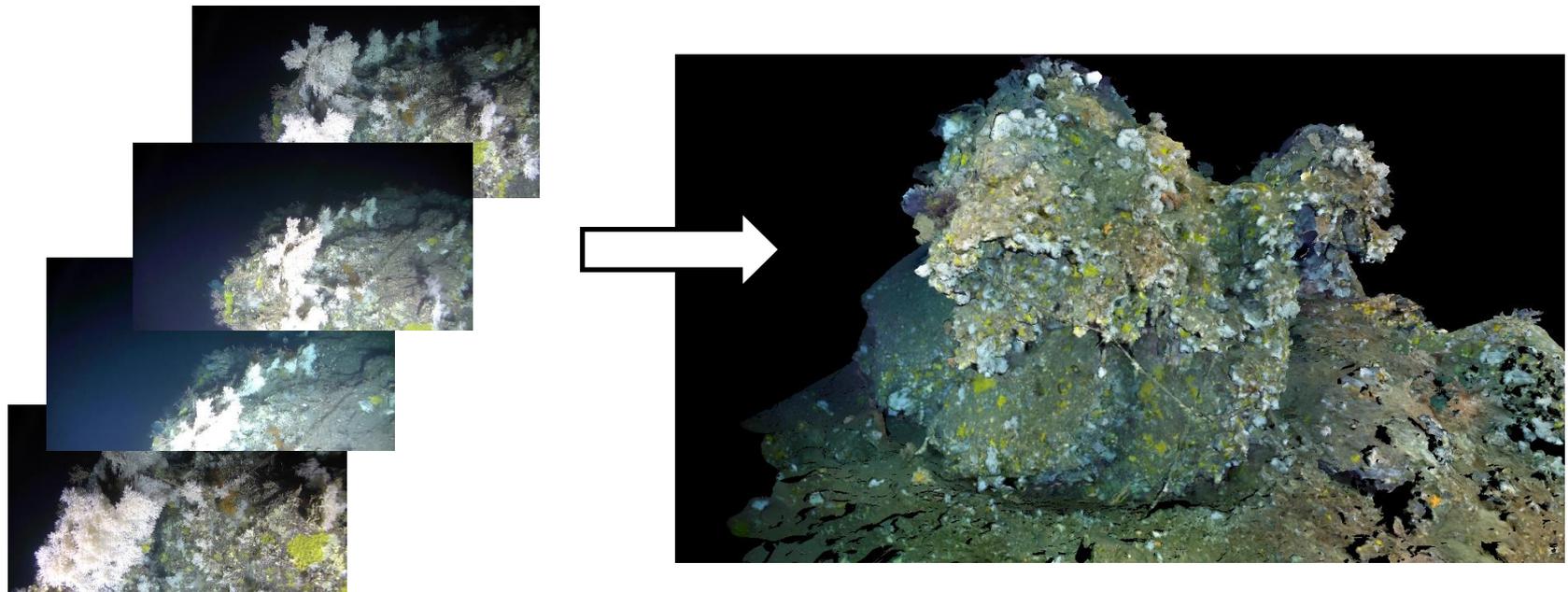




# Applications scientifiques reconstruction 3D :

## Exemple coraux d'eau froide

- ~30 reconstruction 3D, basées sur des données photos et vidéos, Campagne VideoCor
- Engin : HROV , Immersion : 200m à 500m
- Collaboration IFREMER/LER-PAC : Marie-Claire Fabri





# Accès aux outils pour les scientifiques: Création des cartographies

- 1<sup>ère</sup> option : Traitements comme service avec les campagnes
- 2<sup>ème</sup> option : traitement par le scientifique avec des outils fournis
  - Avec Matisse logiciel de reconstruction (scientifiques IFREMER et non IFREMER)
  - Multimode : un mode expert et un mode basique
  - Visualisation possible dans le logiciel

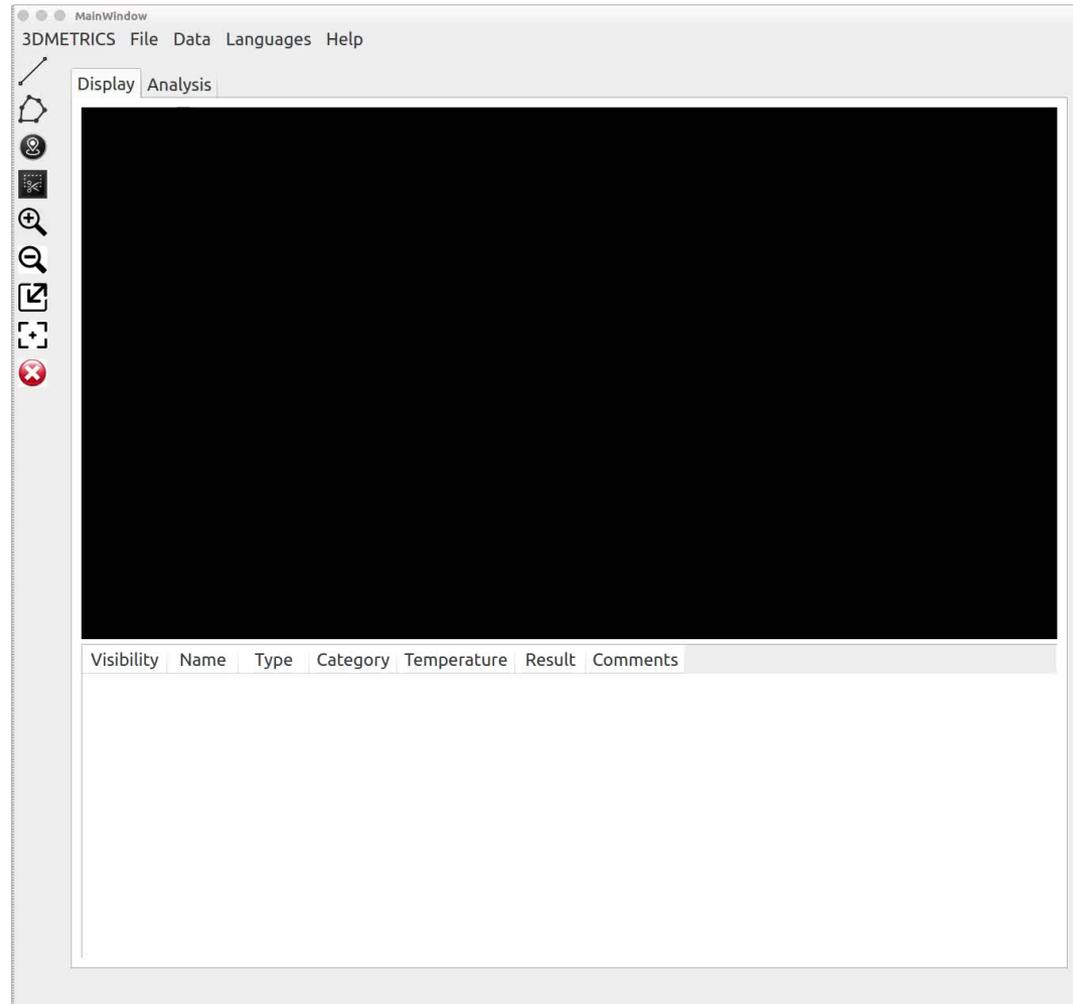
The screenshot displays the Matisse 3 V2.0 software interface. The top bar shows the application name and version, along with the current mode (Post processing) and date. The main window is divided into several panels:

- Left Panel:** A sidebar with a home icon and a wrench icon. It contains a menu of components: DebugOpticalMapping, NavigationBasedMosaic, TestDTPictureFileset, TestRTPictureFileset, TestRTVideo, VictorOtusOCTANS, and VictorVerticalPreIPHINS. Below this is a 'Sources' section with icons for DTPictureFilesetImageProvider, Flusher, and RTPictureFilesetImageProvider.
- Center Panel:** A workflow diagram showing a sequence of steps: 'PictureFileSetImageProv' (in an oval), 'Init2DMosaic', 'DrawBlend2DMosaic', and 'GeoTiffImageWriter' (in a box). The steps are connected by vertical lines with circular nodes.
- Right Panel (Top):** A list of loaded components: DebugOpticalMapping, NavigationBasedMosaic, navbased, TestDTPictureFileset, VictorOtusOCTANS, and VictorVerticalPreIPHINS. Below this is a 'Comment' section with a 'Map' button and execution details: 'Execution date: on 11/02/2016 amt 10:24' and 'Output Image: /home/data/DATA/MOSAIC...'.
- Right Panel (Bottom):** A 3D visualization of a point cloud or mosaic, showing a complex, textured surface.
- Far Right Panel:** A 'PARAMETRES SETS' section with various controls:
  - Reduction de la taille de l'image:** 1,000
  - Index premiere image:** 1
  - Index dernière image:** 300
  - Saut Inter-images:** 1
  - FUSION ET AFFICHAGE:** 'Blocks drawing (better for memory use):' is checked.
  - Mean block width:** 7000
  - Mean block height:** 7000
  - PARAMETRES REGLAGE:** A table for camera matrix and position.

Matrice de la caméra:	1035.260	0	505.708
	0	1034.572	474.607
	0	0	1
  - Position de la caméra / centre de nav:** 2.551, 0.6063
  - Chemin du dataset:** CHT\_CORR\_COEUR, REPertoire
  - Chemin de sortie:** COEUR/Geotiff\_data, REPertoire
  - Fichier de sortie:** MaMosaïque.tiff
  - Navigation file:** COEUR/otus\_dlm2, FICHIER

# Accès aux outils pour les scientifiques: Analyse des modèles

- Les formats générés sont standards:
  - Analyse 2D dans un GIS (Arcgis ou QGis) au choix du scientifique
  - Aucun logiciel satisfaisant pour l'analyse 3D
- Dev interne pour la 3D (3D Metrics) :
  - Analyse de distance, surface, catégories, stats



Merci de votre  
attention 😊