



HAL
open science

Détections automatiques de structures géomorphologiques sous-marines en Deep Learning avec ArcGIS Pro ?

Jenny Trevisan, Sébastien Migeon

► **To cite this version:**

Jenny Trevisan, Sébastien Migeon. Détections automatiques de structures géomorphologiques sous-marines en Deep Learning avec ArcGIS Pro ?. Le Géo Evènement SIG 2022, ESRI France, Oct 2022, Virtuel, France. hal-03828724

HAL Id: hal-03828724

<https://hal.science/hal-03828724>

Submitted on 26 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

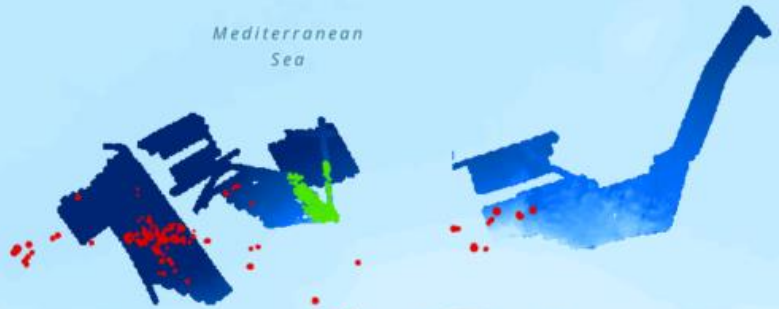
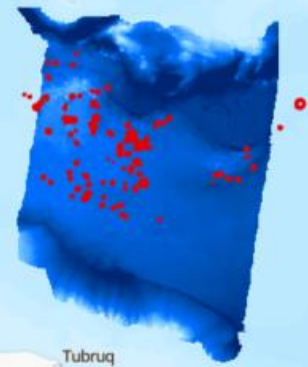
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Détections automatiques de structures géomorphologiques sous-marines en Deep Learning avec ArcGIS Pro ?

Jenny Trévisan – Sébastien Migeon

Campus CNRS Azur, 250 rue Albert Einstein 06560 VALBONNE

trevisan@geoazur.unice.fr





Enregistrer les séismes en milieu océanique dans les régions inaccessibles
Recording earthquakes in inaccessible areas such as ocean environment

Flotteurs MERMAID stockés dans les locaux de Géoazur (France), où le premier prototype est né en 2012. *MERMAID floats stored in the Géoazur premises (France), where the first prototype was born in 2012.*

En 1 clic...

- ▀ LE LABORATOIRE
- ▀ ACTUALITES SCIENTIFIQUES
- ▀ AGENDA
- ▀ PUBLICATIONS
- ▀ SE FORMER à Géoazur

Sismoazur

- ▀ Sismicité régionale en direct

Première identification des éruptions volcaniques équatoriennes holocènes dans les sédiments marins



L'analyse des carottes sédimentaires marines, collectées le long de la fosse équatorienne lors de campagnes réalisées en 2005 et 2012, a permis à Mathilde Bablon post-doc à Géoazur *and co.*, de mettre en évidence une trentaine de niveaux de téphras marqueurs d'éruptions volcaniques majeures holocènes dans cette région. Les résultats ont été publiés en septembre 2022

► Lire la suite...

La campagne Manta-Ray : mieux comprendre la zone de subduction des Petites-Antilles



Comparativement à la plupart des autres zones de subduction de notre planète, la zone de subduction des Petites Antilles génère une activité sismique modérée.

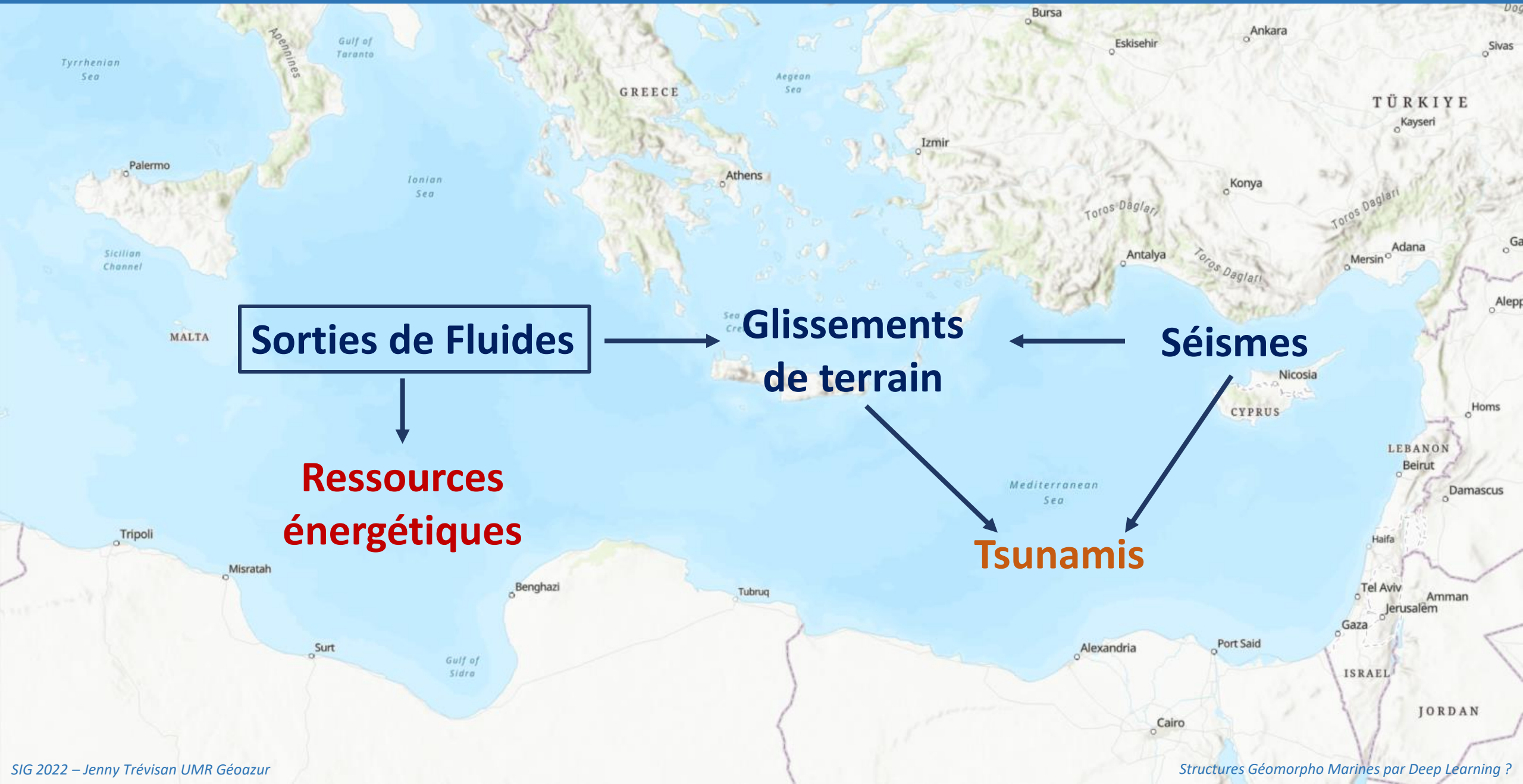
Pour comprendre cette spécificité, les scientifiques de la mission Manta-Ray sont partis du 29 avril au 27 juin 2022 à bord de l'Atalante. Frauke Klingelhofer, chercheuse Ifremer au laboratoire GO-IUEM1 et responsable principale de la mission et Boris Marcaillou, enseignant-chercheur de l'Université Côte d'Azur au laboratoire Géoazur-OCA, nous éclairent sur les enjeux de cette campagne

Laboratoire de Recherche en Géosciences – 170 pers.

- dynamique de la lithosphère et imagerie de la Terre
- aléas telluriques (sismiques, gravitaires et tsunamigéniques) et risques associés
- géodésie-métrologie de la Terre et de l'Univers proche

Approche combinée
TERRE – OCEAN - ESPACE

Pourquoi étudier les fonds marins ?



Sorties de Fluides

**Ressources
énergétiques**

**Glissements
de terrain**

Séismes

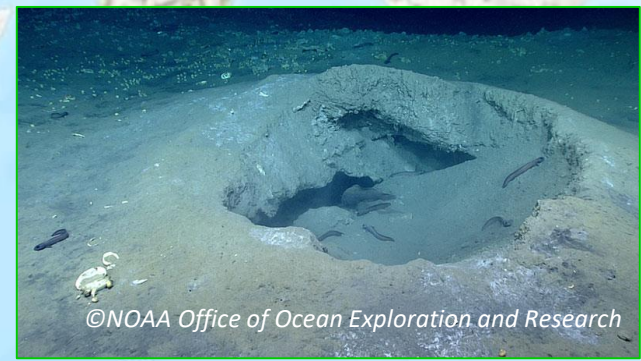
Tsunamis

Pourrait-on accélérer la numérisation de ces marqueurs géomorphologiques en utilisant les outils de Deep Learning existants dans ArcGIS Pro ?

Sorties de Fluides

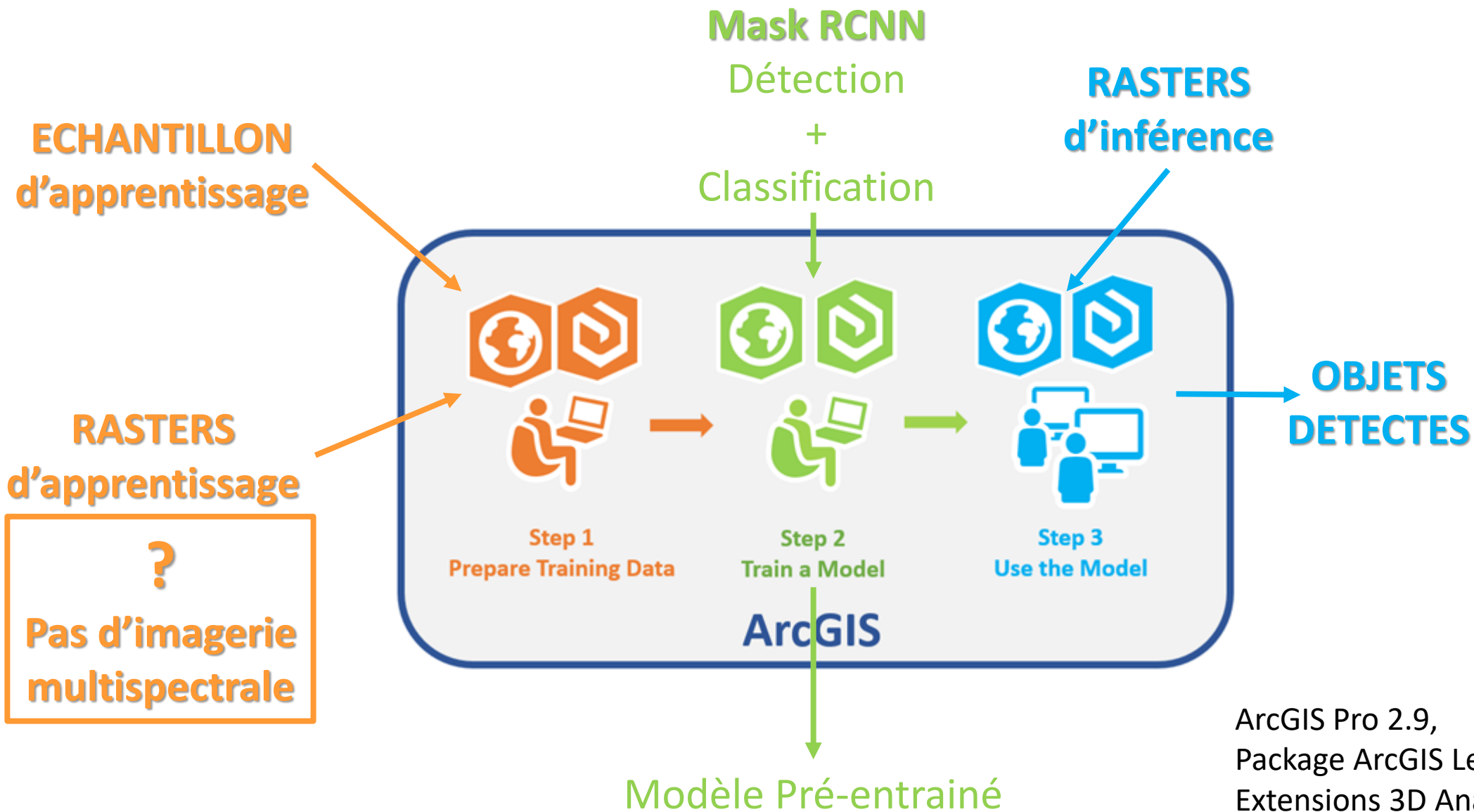


Volcans de boues



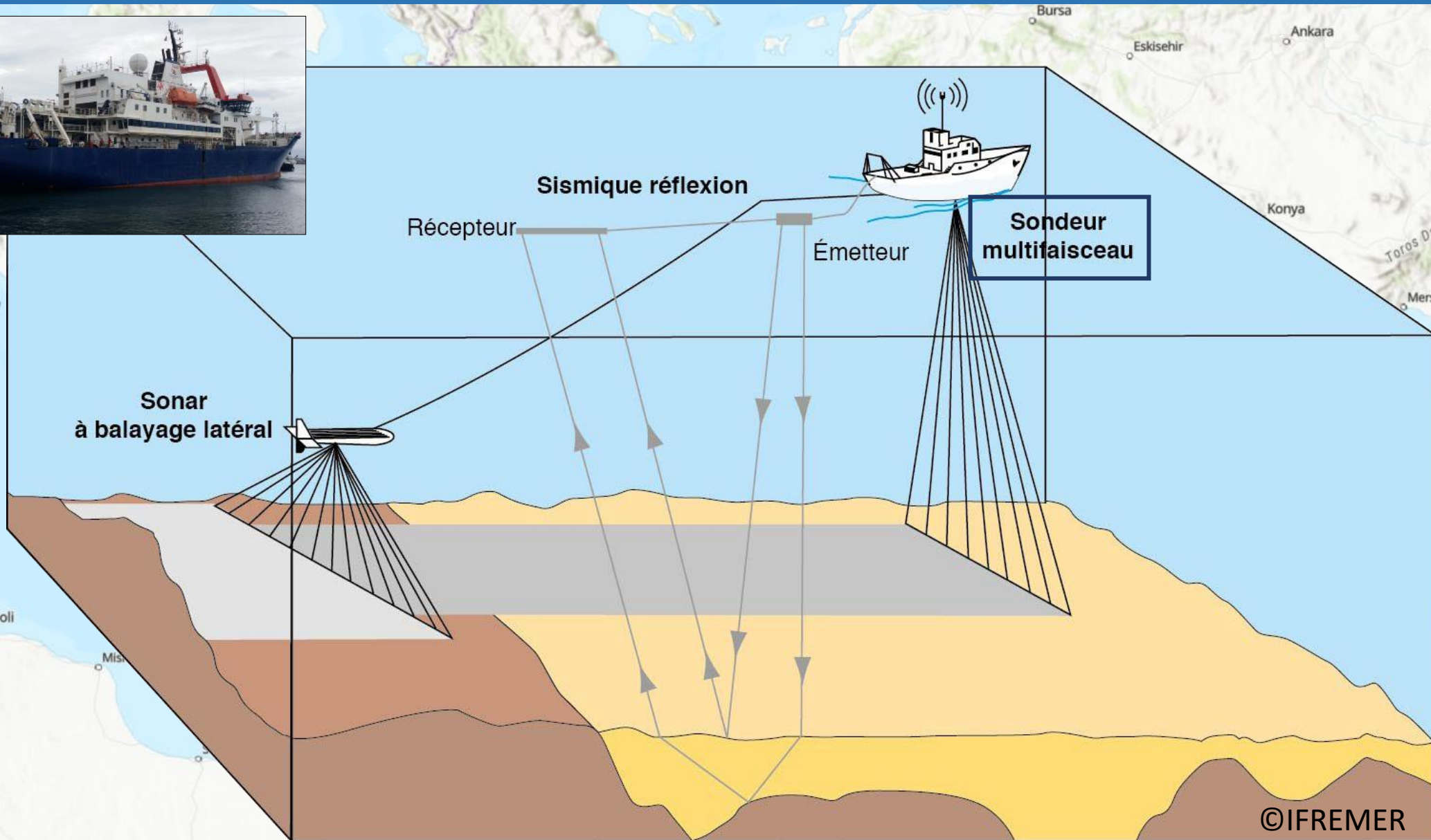
pockmarks

Et cela sans être expert en IA...



ArcGIS Pro 2.9,
Package ArcGIS Learn,
Extensions 3D Analyst,
Spatial Analyst et Image Analyst.

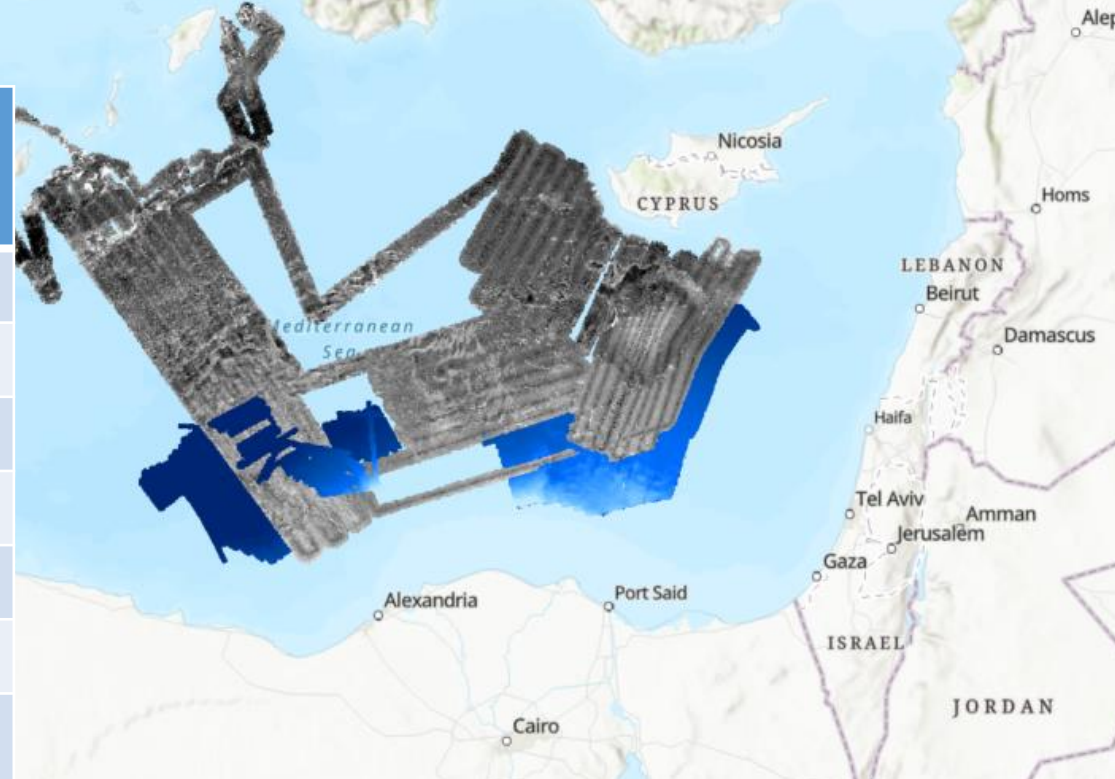
Imagerie des fonds marins = imagerie acoustique





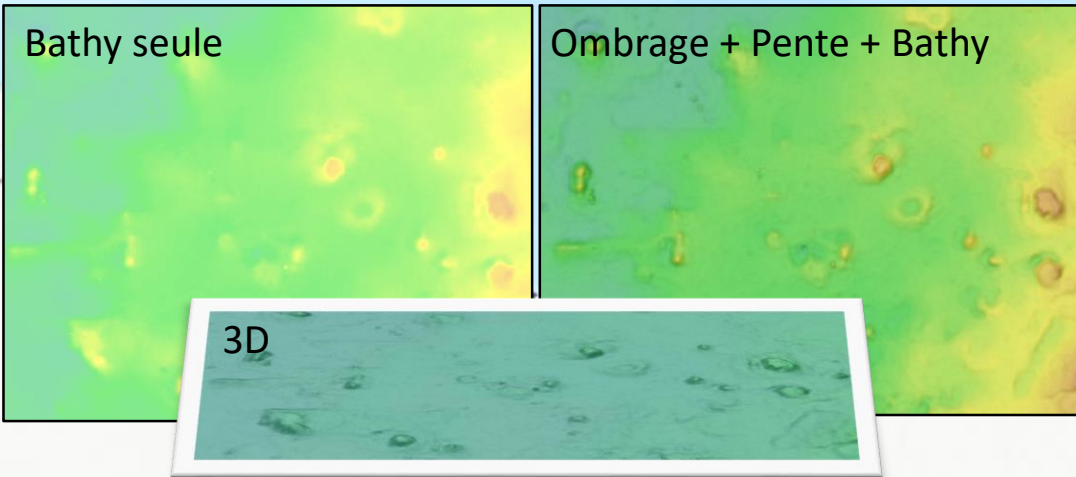
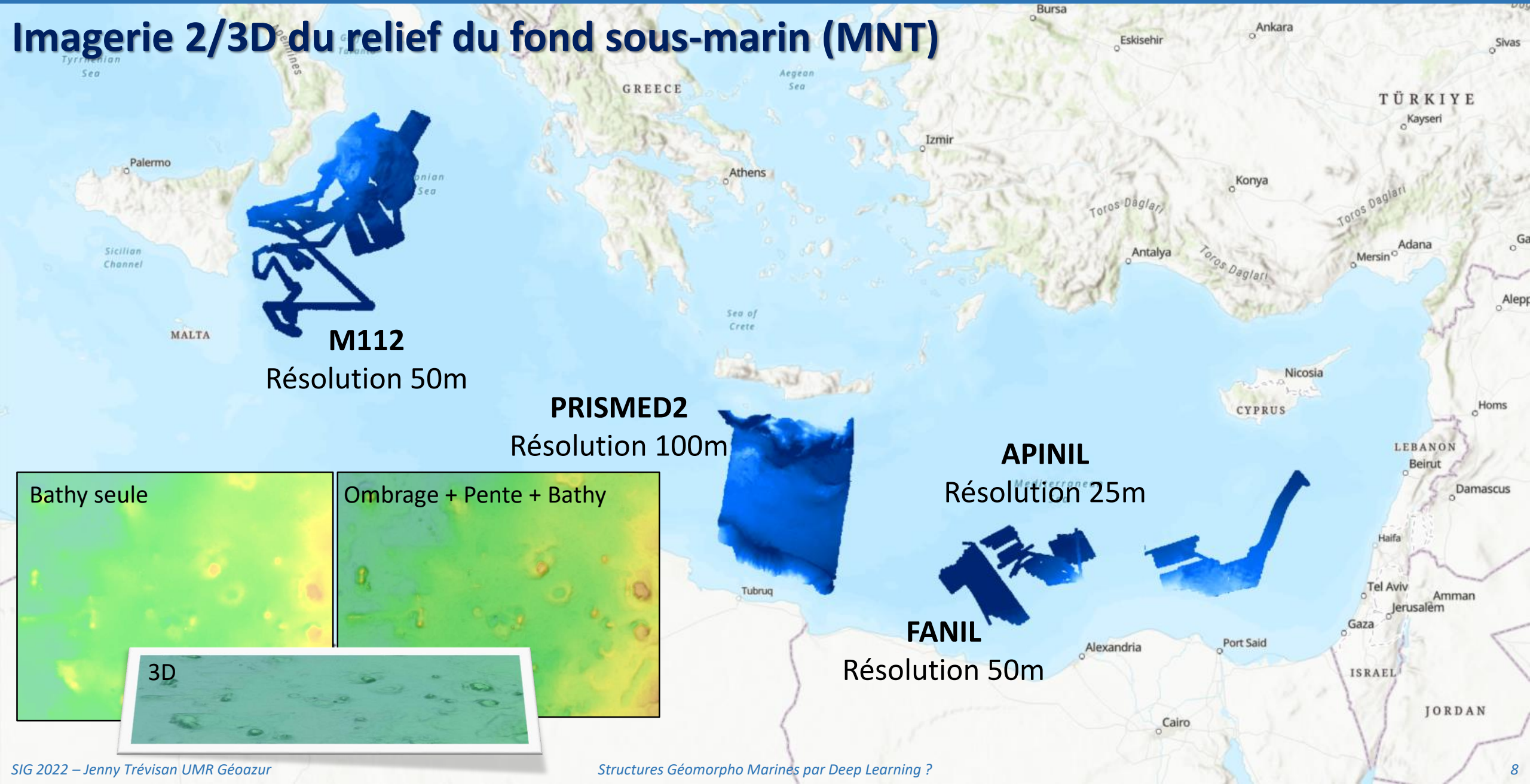
- Zones de mesures hétérogènes
- Mesures non uniformes
- Résolutions variées
- Canal unique

Band	Image	Spectral Photo	Spectral Landsat 8	Acoustic Bathymetry	Acoustic Reflectivity
Band 1		Red	Coastal Aerosol	Depth	Reflectivity
Band 2		Green	Blue		
Band 3		Blue	Green		
Band 4			Red		
Band 5			Near Infrared		
...			...		
Band 11			Thermal Infrared		



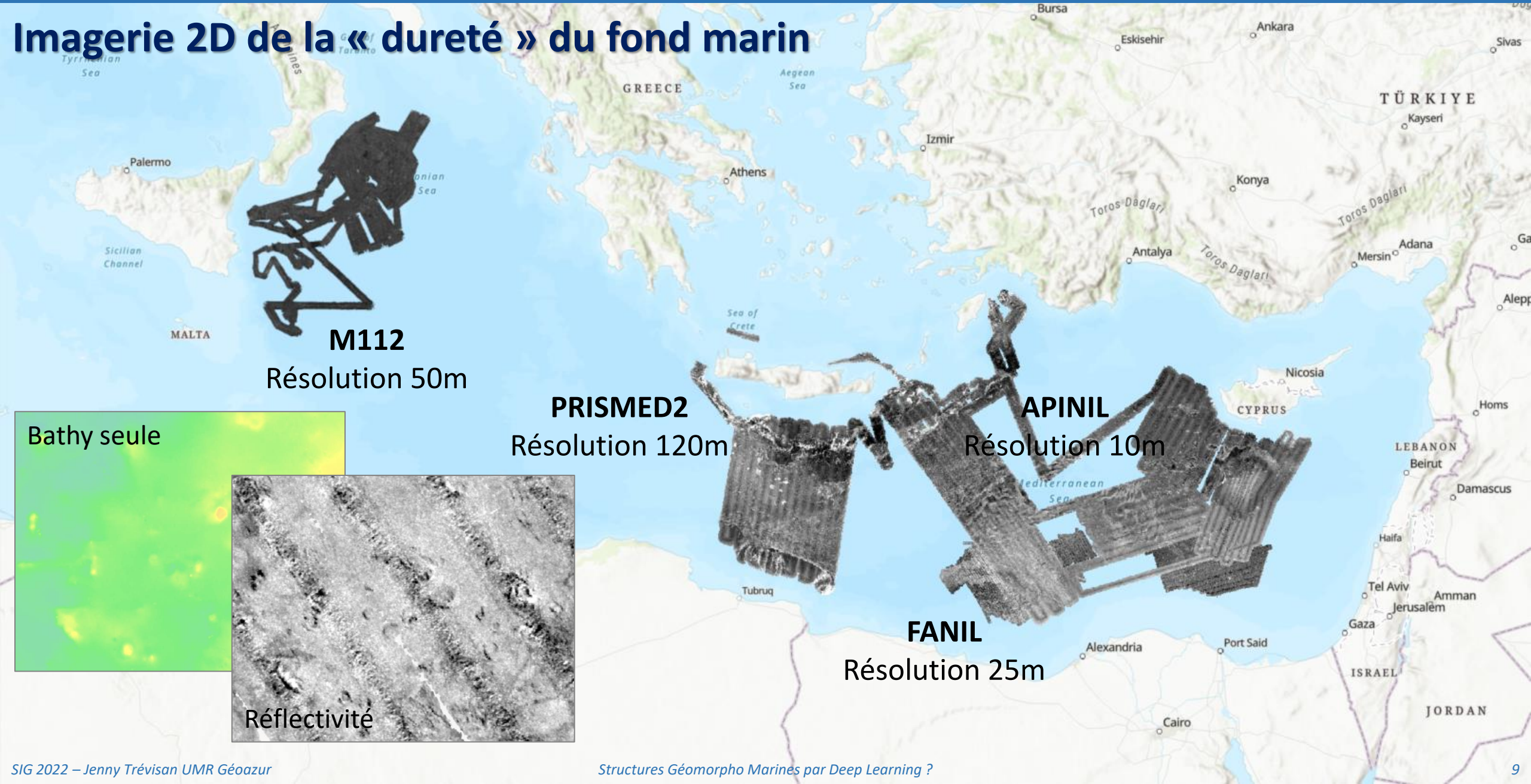
Imagerie acoustique : la Bathymétrie

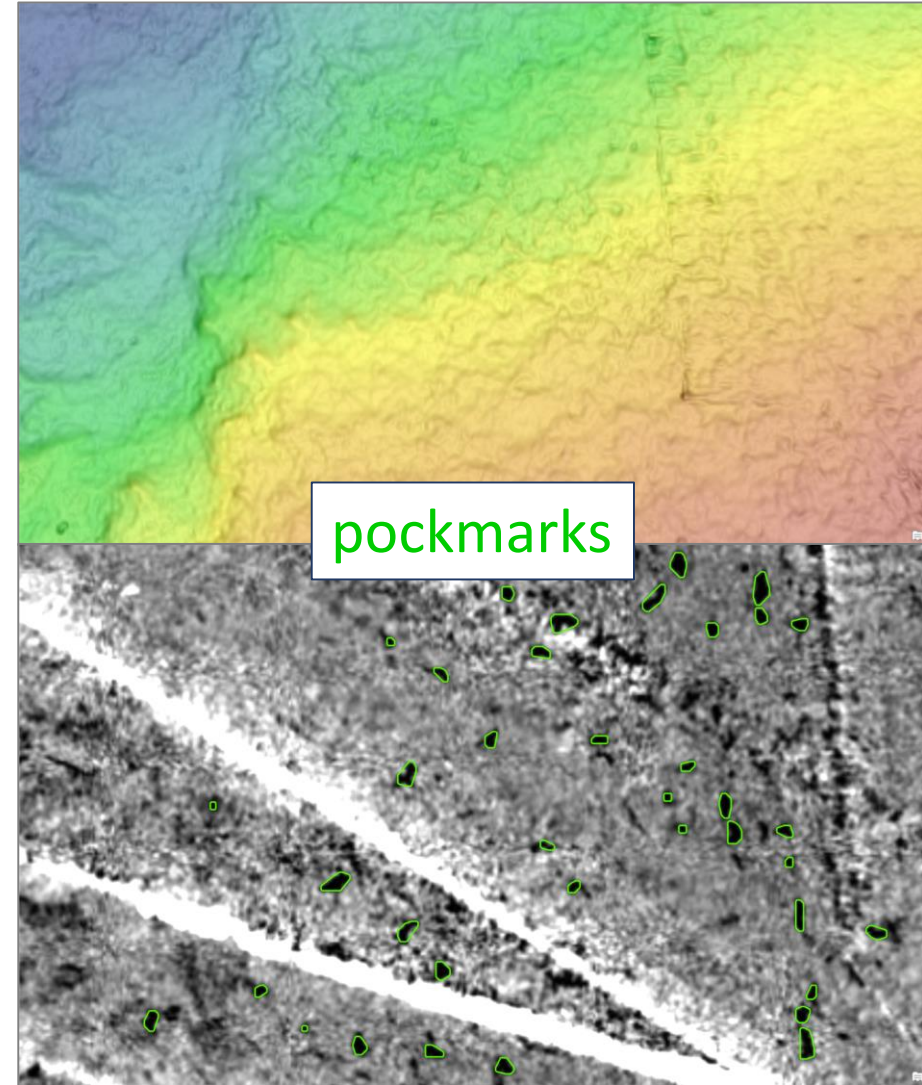
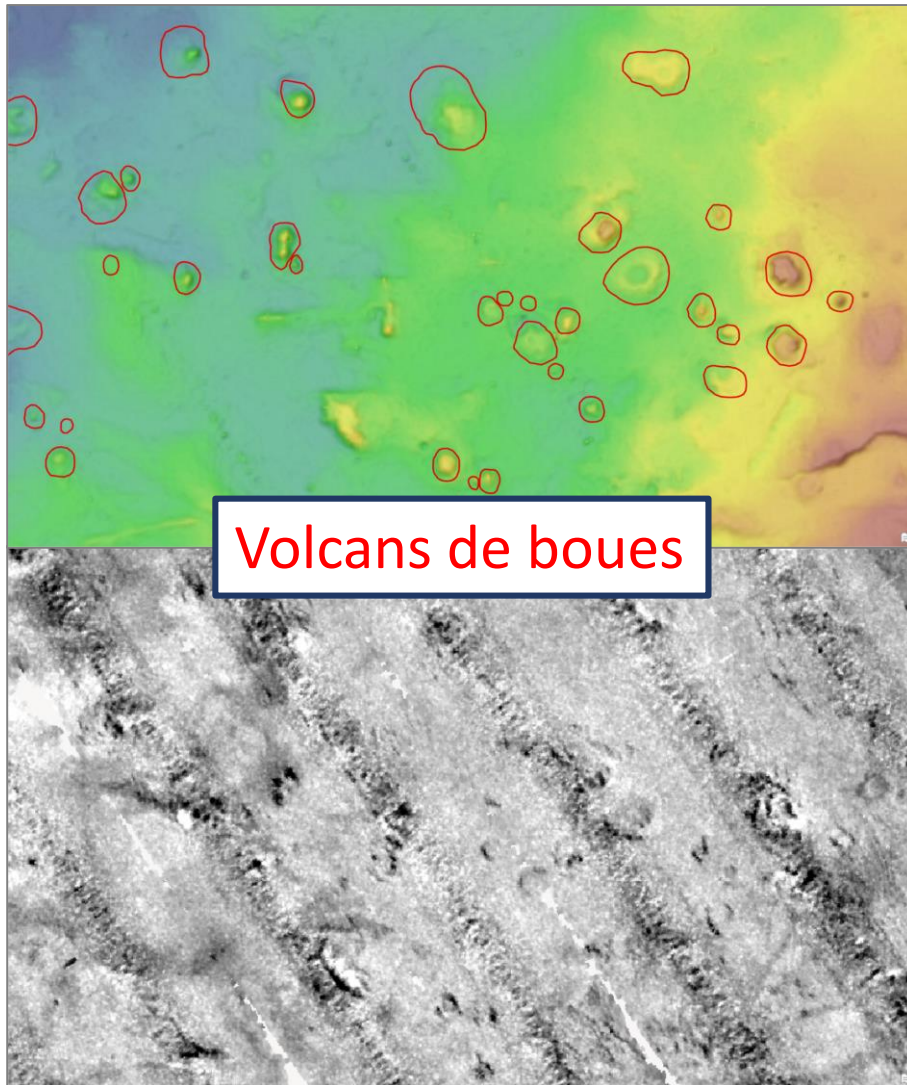
Imagerie 2/3D du relief du fond sous-marin (MNT)



Imagerie acoustique : la Réflectivité (backscatter)

Imagerie 2D de la « dureté » du fond marin



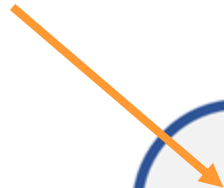


Les volcans et les pockmarks ne se voient pas sur les mêmes types d'imagerie :
= Entraînements Deep Learning indépendants



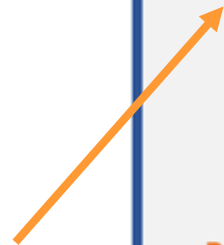
**ECHANTILLON
d'apprentissage**

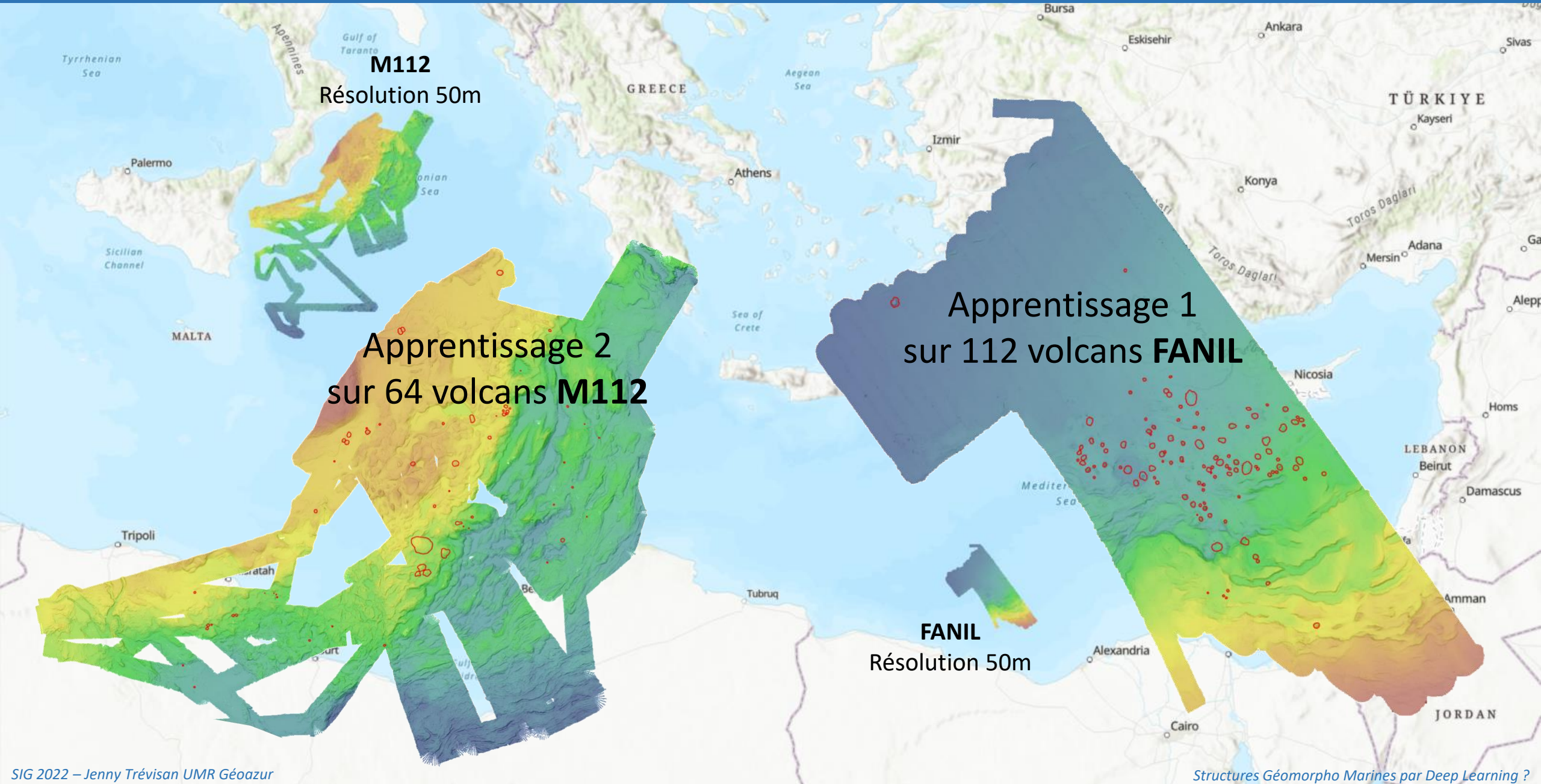
?



**RASTERS
d'apprentissage**

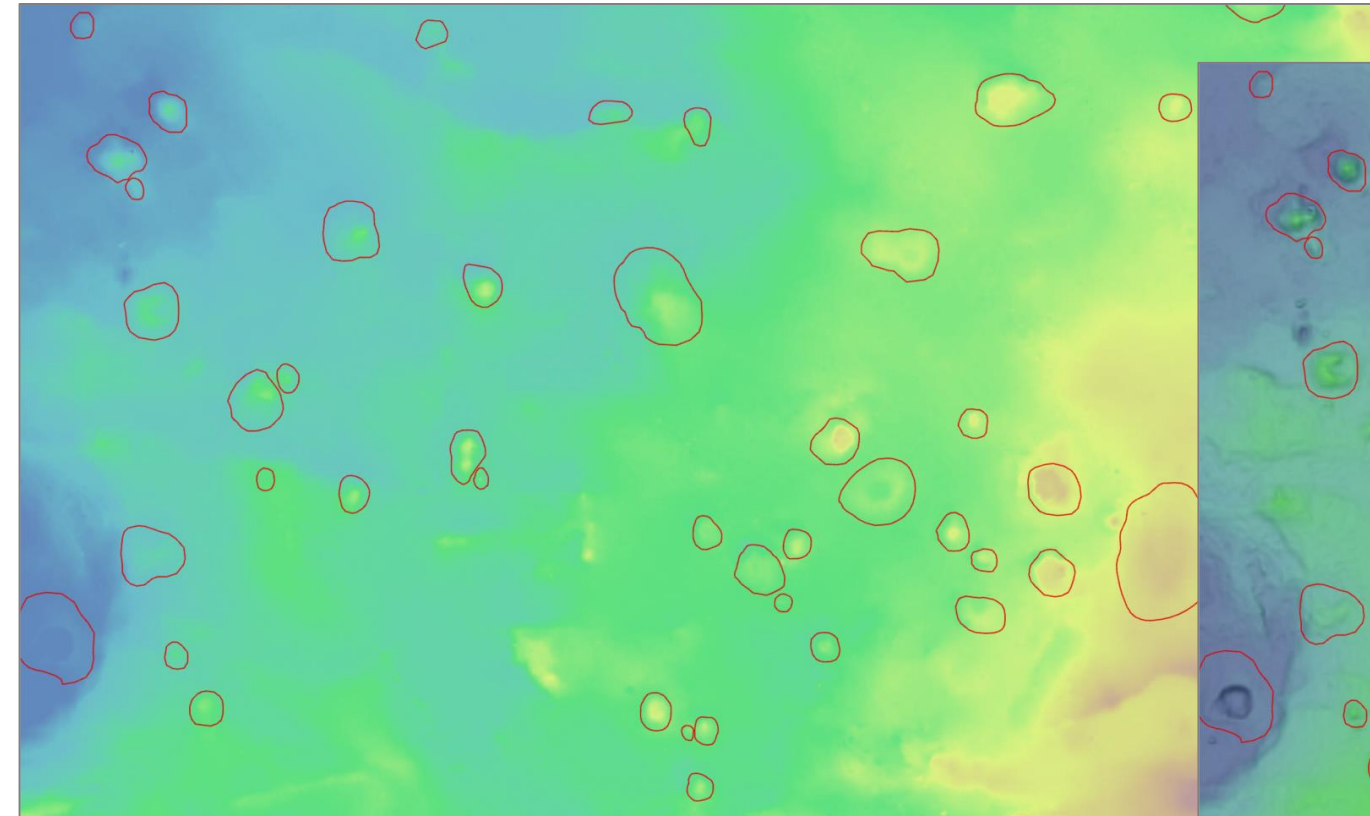
?





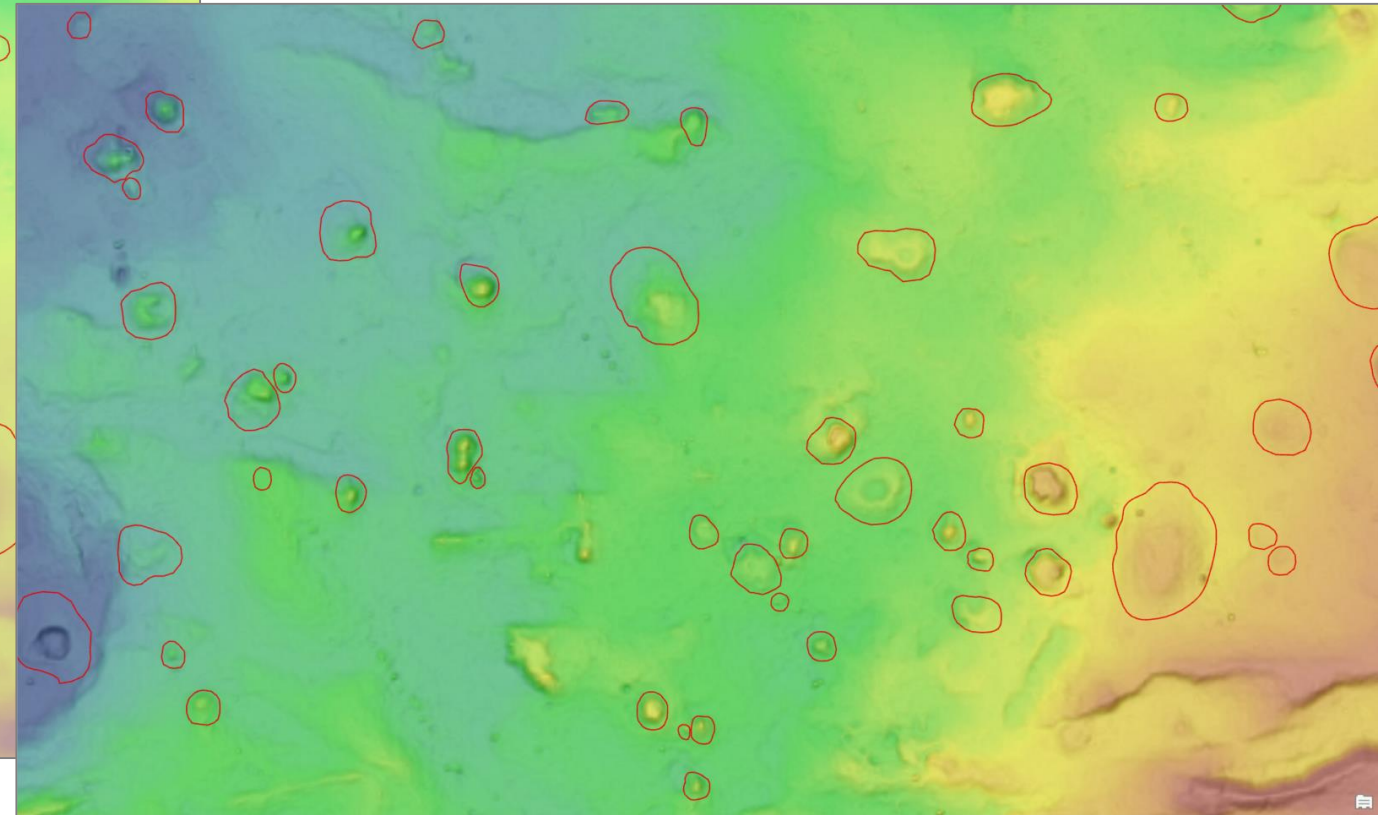
Principe : créer un raster multi-canaux qui reproduit ce que « voit » le cerveau humain

Bathy seule : détection visuelle pas évidente

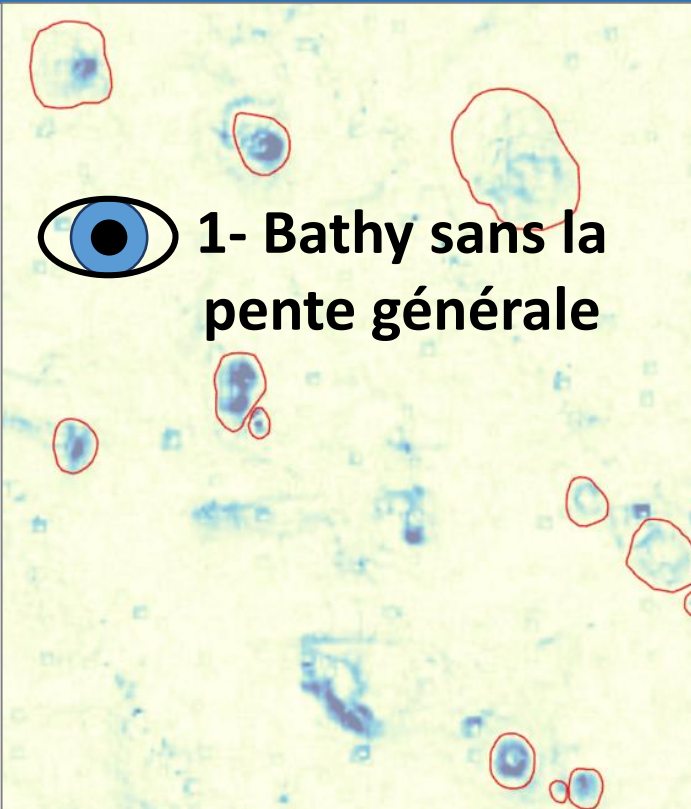


La bathy seule ne suffit pas

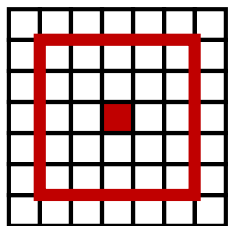
Bathy enrichie avec ombrage + pente :
détection visuelle possible



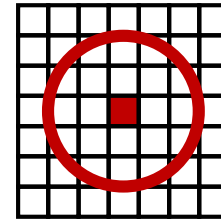
Ne suffit pas non plus car notre cerveau calcule des informations complémentaires à partir de cette image : courbure, taille, forme, et fait abstraction de la pente générale.



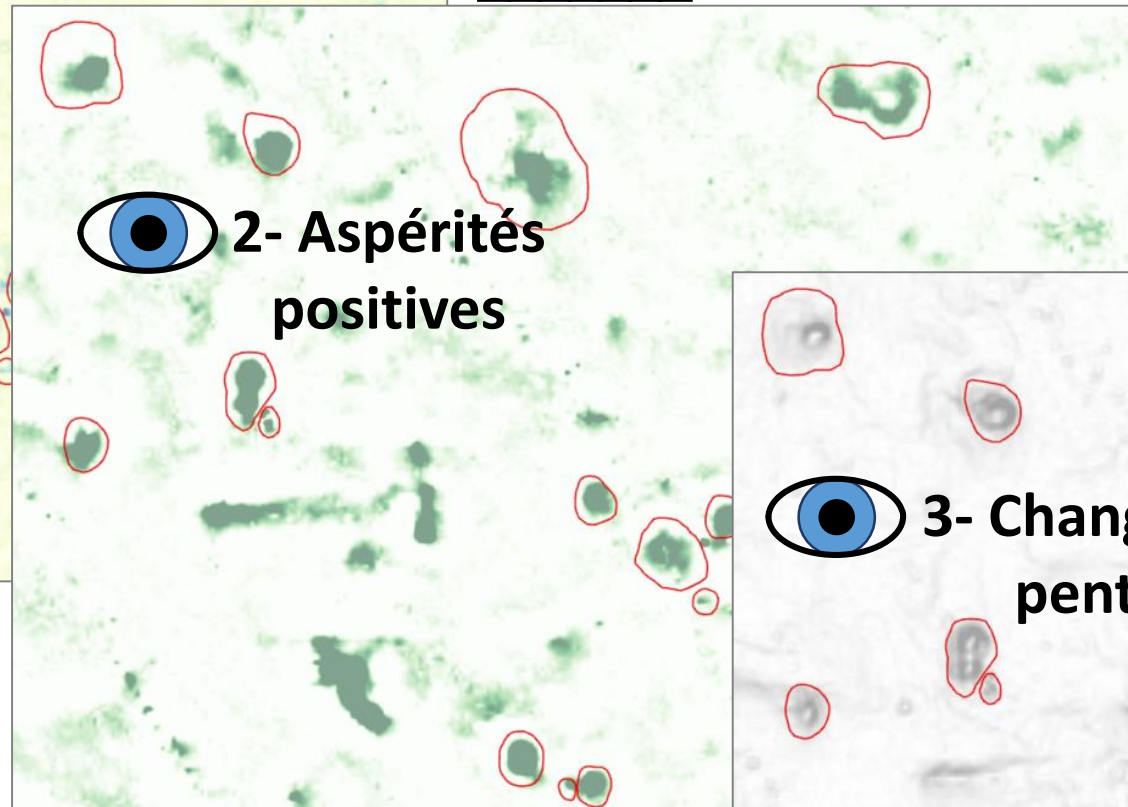
1- Bathy Normalisée BN
mise à plat entre 0 et 1000m



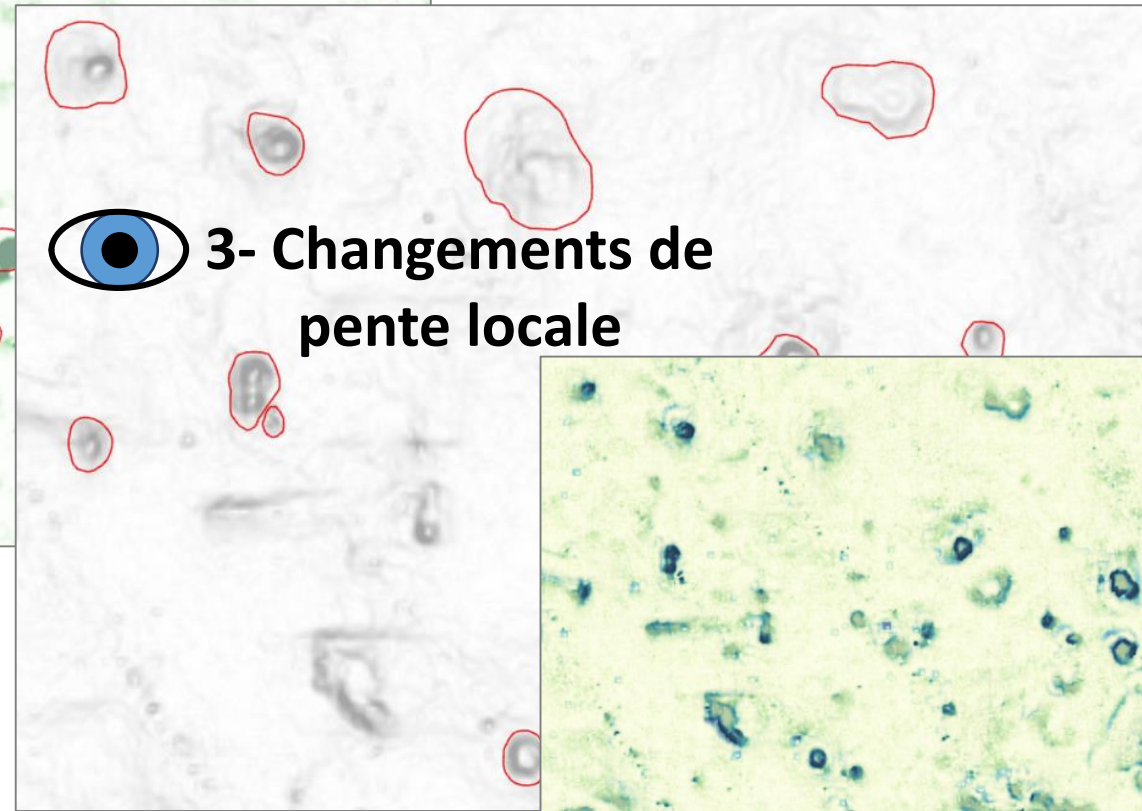
$$p = p - p_{\min}(\text{voisinage carré})$$



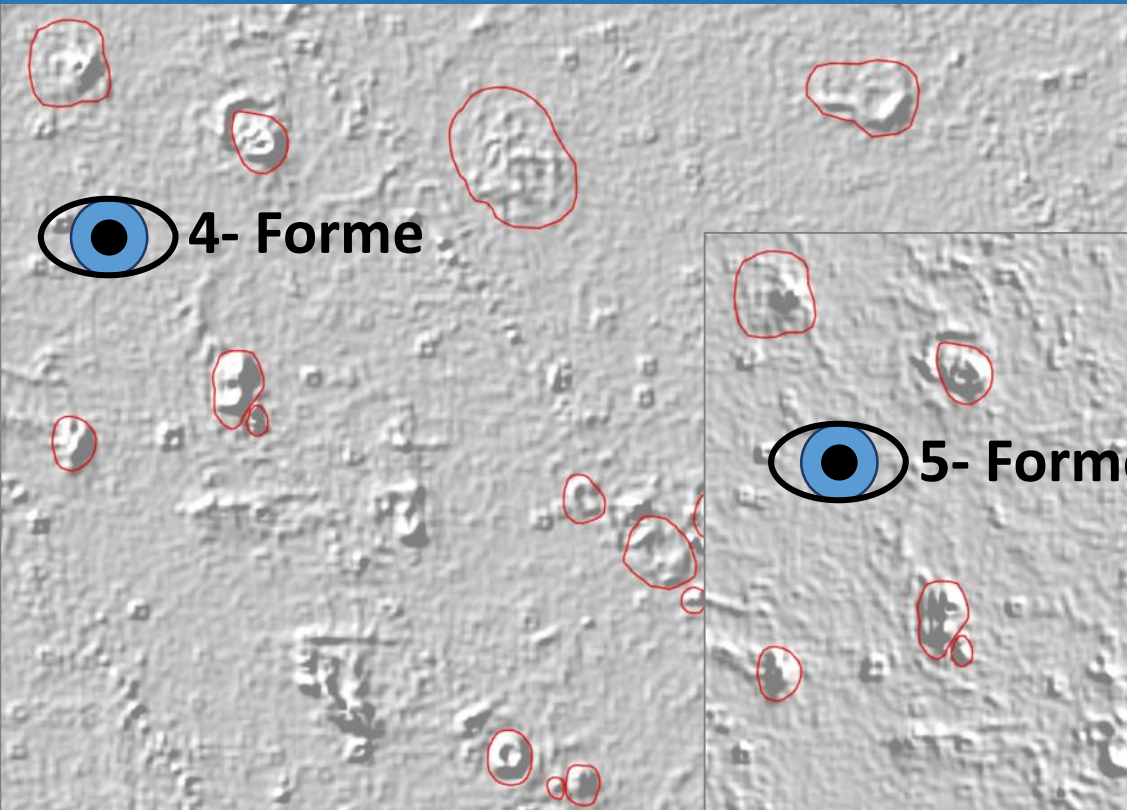
$$p = p - p_{\text{moy}}(\text{voisinage rond})$$



2- Bathymetric Position Index
BPI de la bathy d'origine,
restreint aux valeurs positives et
étalé entre 0 et 1000m

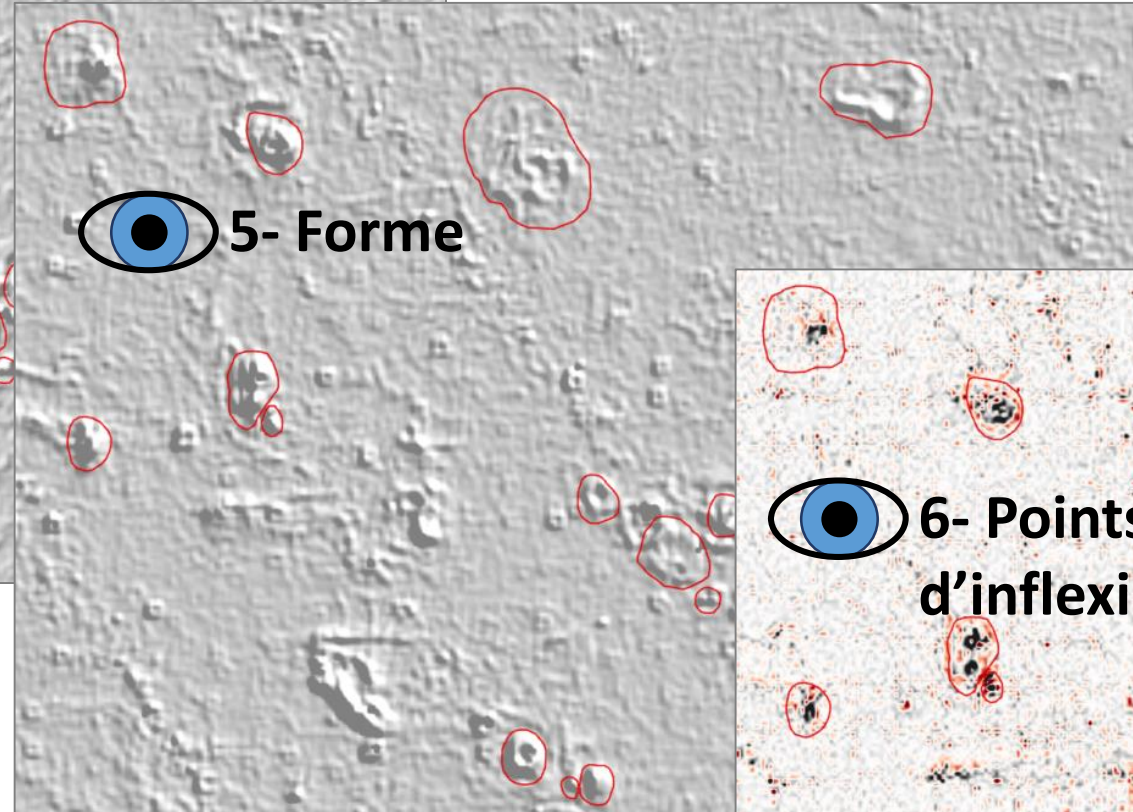


3- Pente de la BN,
réduite entre 0 et 30°



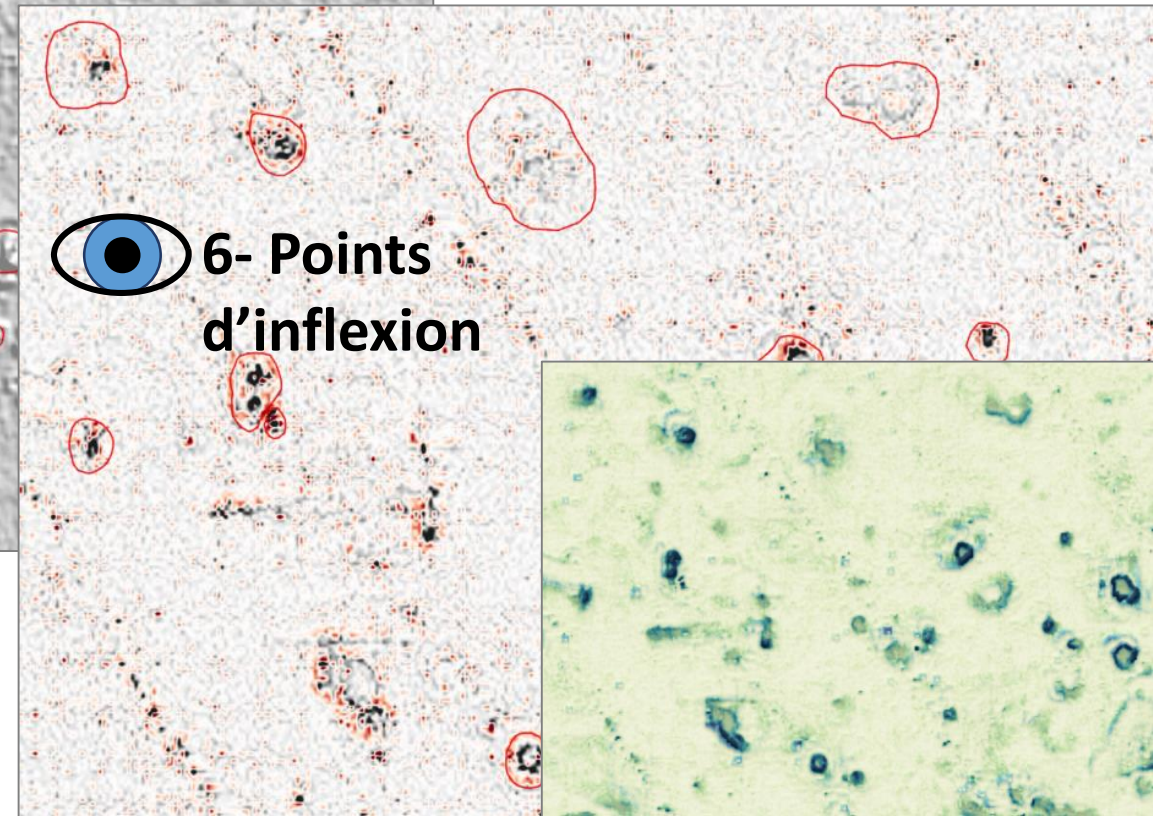
4- Forme

4- Ombrage à 315° sur la BN



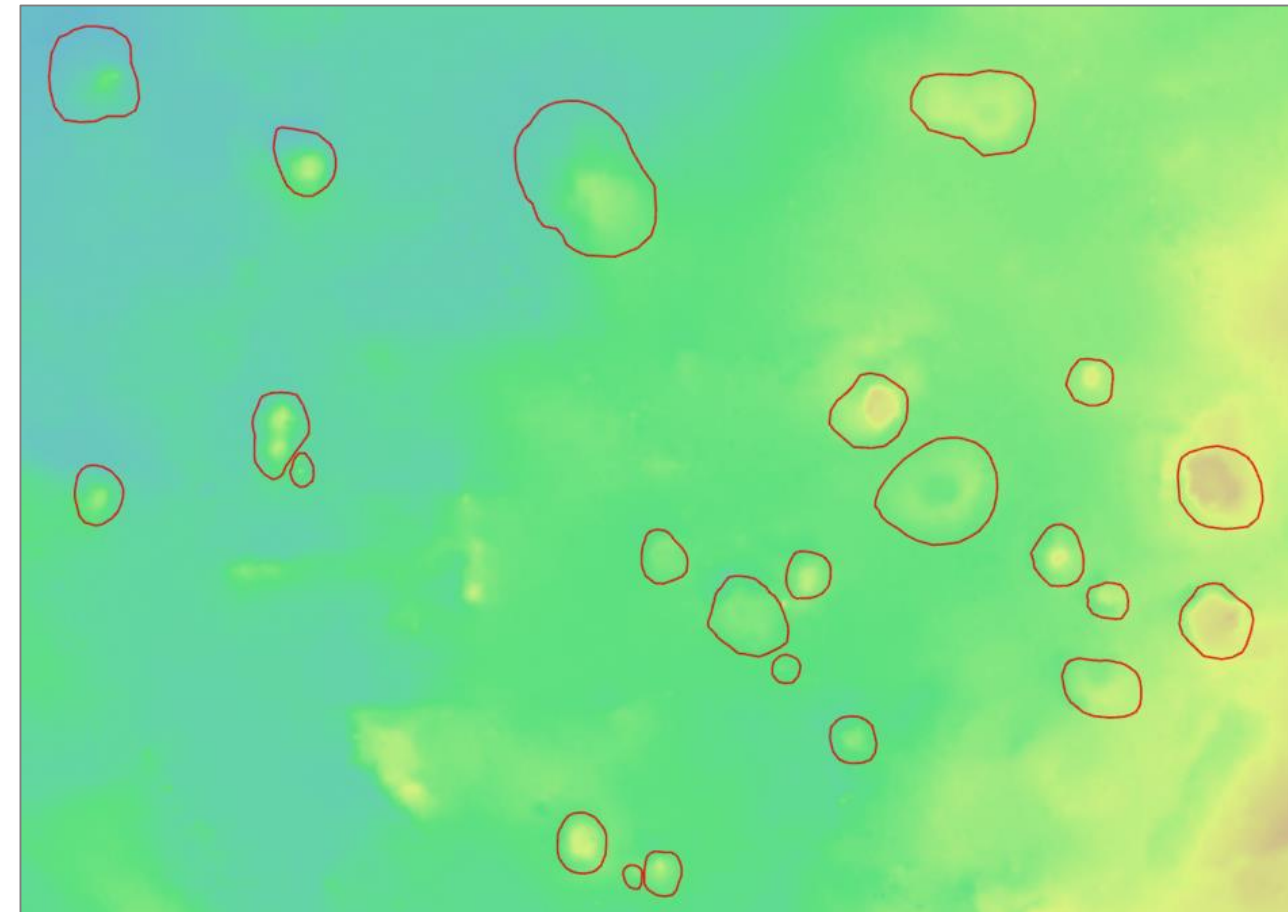
5- Forme

5- Ombrage à 45° sur la BN

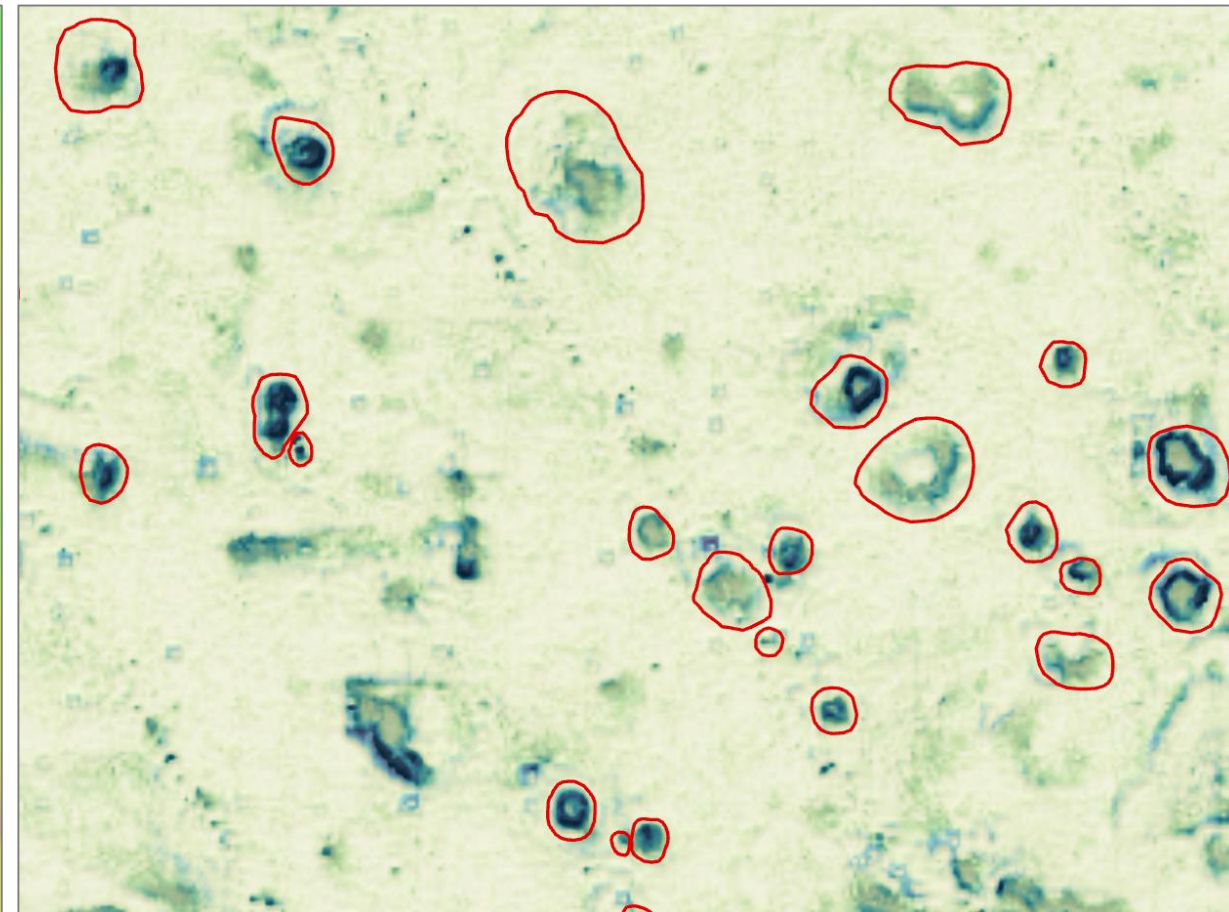


6- Points d'inflexion

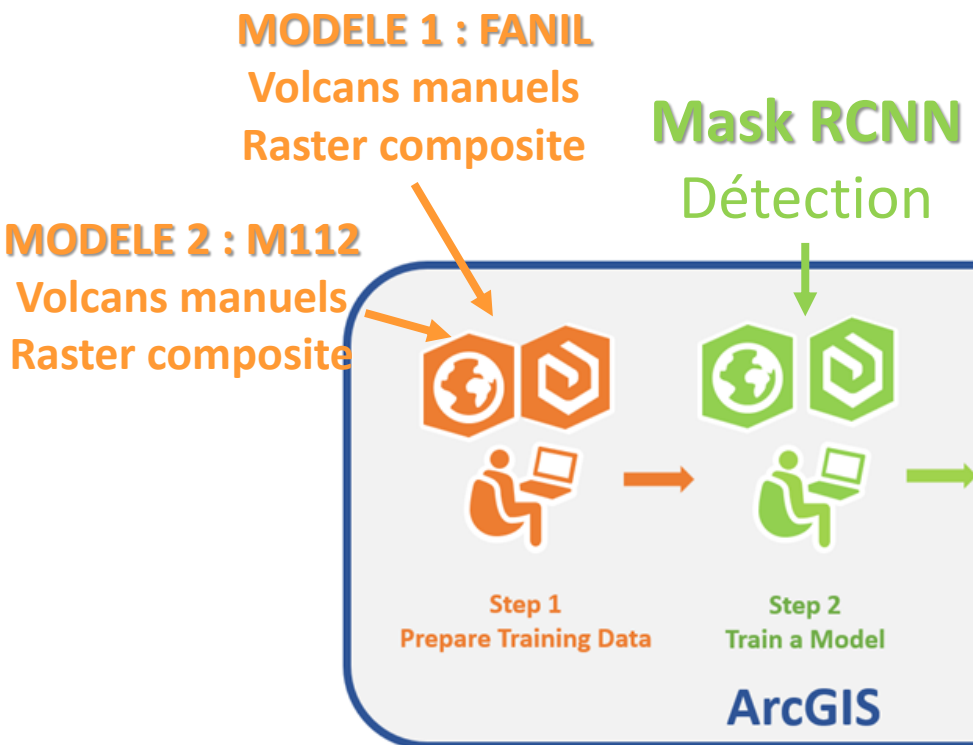
6- Courbure sur la Bathy d'origine



Bathy d'origine



Raster composite 6 canaux
pour l'apprentissage



TRAINING for Mask RCNN by arcgis.learn

```

In [ ]: 1 from arcgis.learn import prepare_data, MaskRCNN

In [ ]: 1 DLmodel_data_for_training = prepare_data(DLmodel_Data_folder,
2         batch_size = prm_Model_batch_size,
3         chip_size = prm_Training_Tiles_px)

In [ ]: 1 DLmodel_data_for_training.show_batch(rows = prm_Model_batch_size)

In [ ]: 1 DLmodel = MaskRCNN(DLmodel_data_for_training)

In [ ]: 1 DLmodel_lr = DLmodel.lr_find()
2         DLmodel_lr

In [ ]: 1 DLmodel.fit(prm_Model_nb_epochs,lr=DLmodel_lr,early_stopping=True)

In [ ]: 1 DLmodel.show_results(mode='bbox_mask')

In [ ]: 1 DLmodel.save(DLmodel_name, publish=False)
    
```

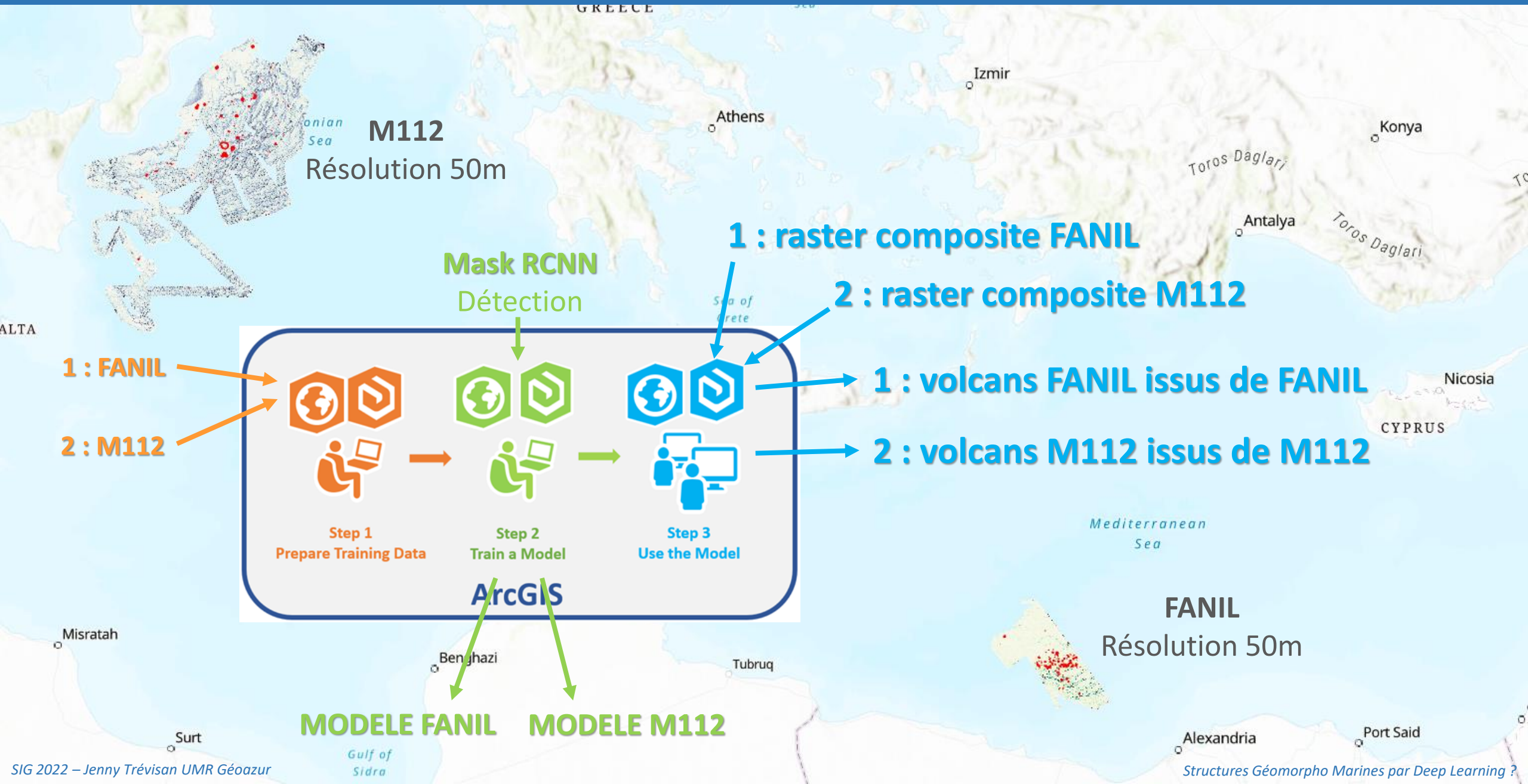
GPU Nvidia GeForce RTX 3070
VRAM 8 Go, Architecture Ampere

EXPORT TRAINING DATA

```

In [ ]: 1 arcpy.ia.ExportTrainingDataForDeepLearning(in_Training_Raster,
2         DLmodel_Data_folder,
3         in_Features_toTrain,
4         "TIFF", prm_Training_Tiles_px, prm_Traini
5         prm_Training_Tiles_recovering, prm_Traini
6         "ONLY_TILES_WITH_FEATURES",
7         "RCNN_Masks", 0, in_Fld_Category, 0, in_C
8         "MAP_SPACE", "PROCESS_AS_MOSAICKED_IMAGE"
    
```

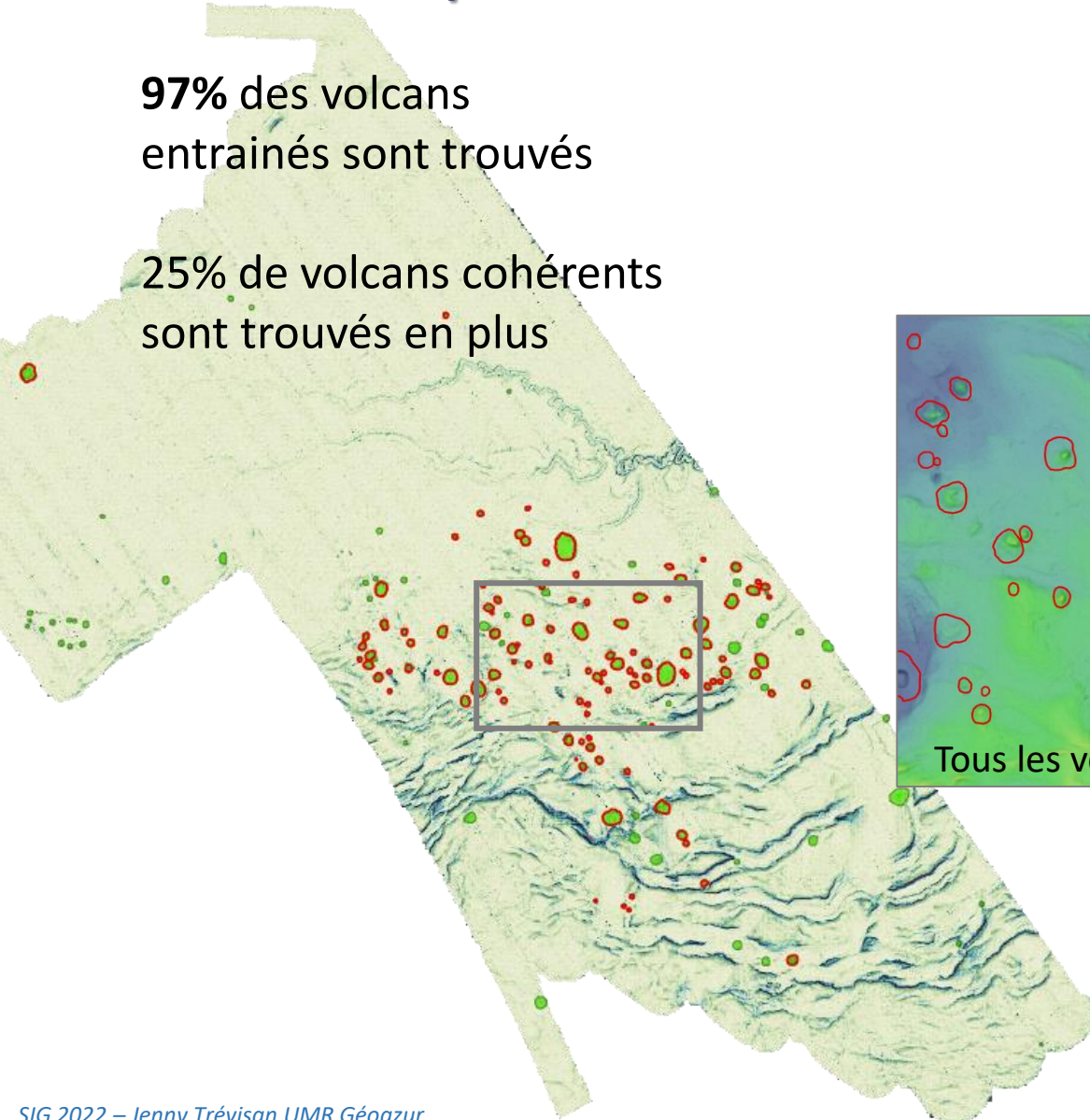
	Zone d'entraînement	FANIL	M112
Paramètres			
Nombre d'objets d'entraînement		112	64
Résolution du raster d'apprentissage		50m	50m
Taille des Tuiles		200px	200px
Recouvrement des Tuiles		50px	50px
Nombre de Tuiles		334	493
Nombre de batches		8	8
Nombre final d'epochs (100 demandés)		65	40
Temps d'entraînement		24 min	20 min



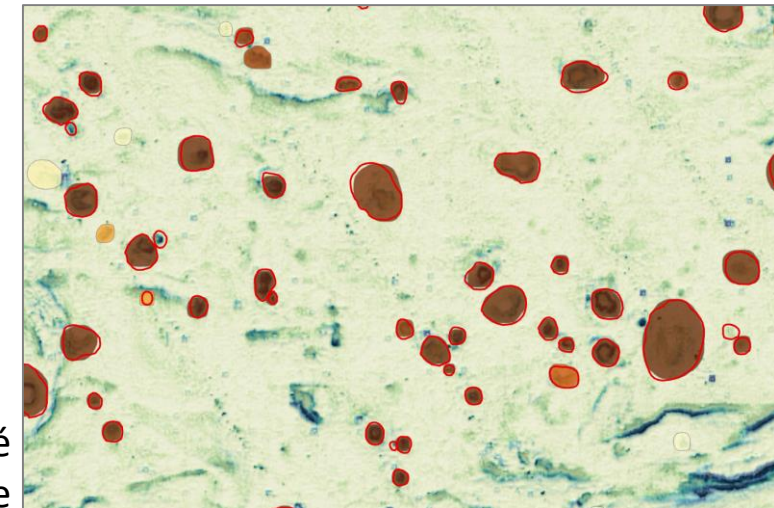
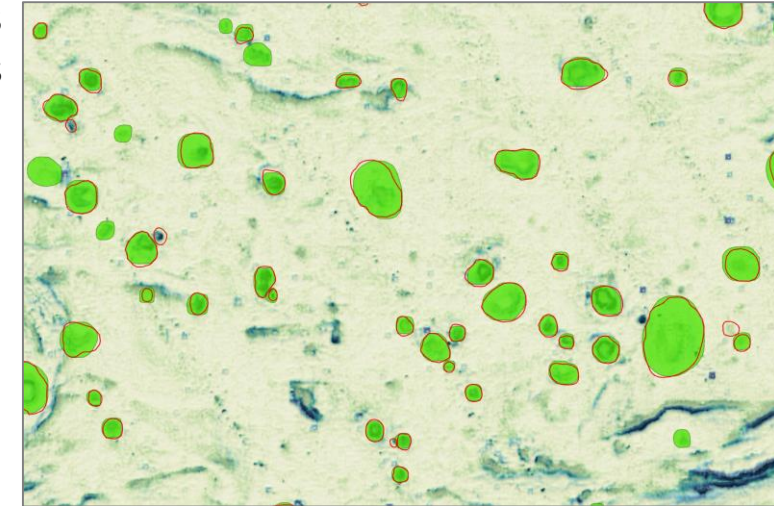
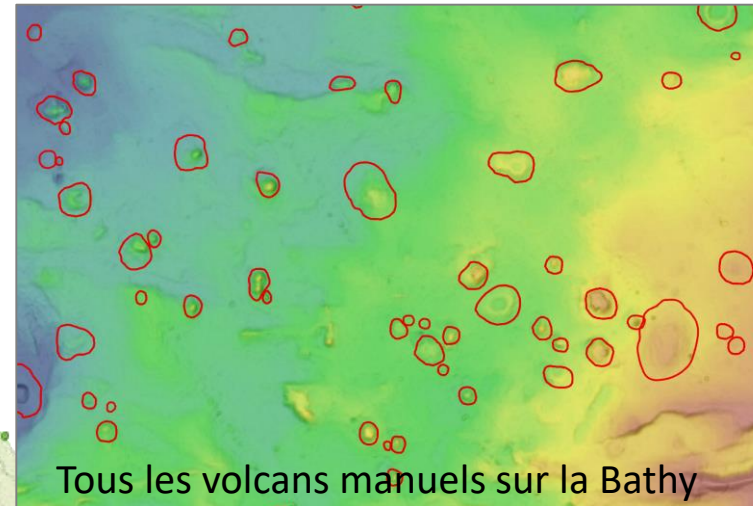
1. Volcans FANIL par Modèle FANIL

97% des volcans
entraînés sont trouvés

25% de volcans cohérents
sont trouvés en plus



Contour rouge = entraînés
Vert = détectés

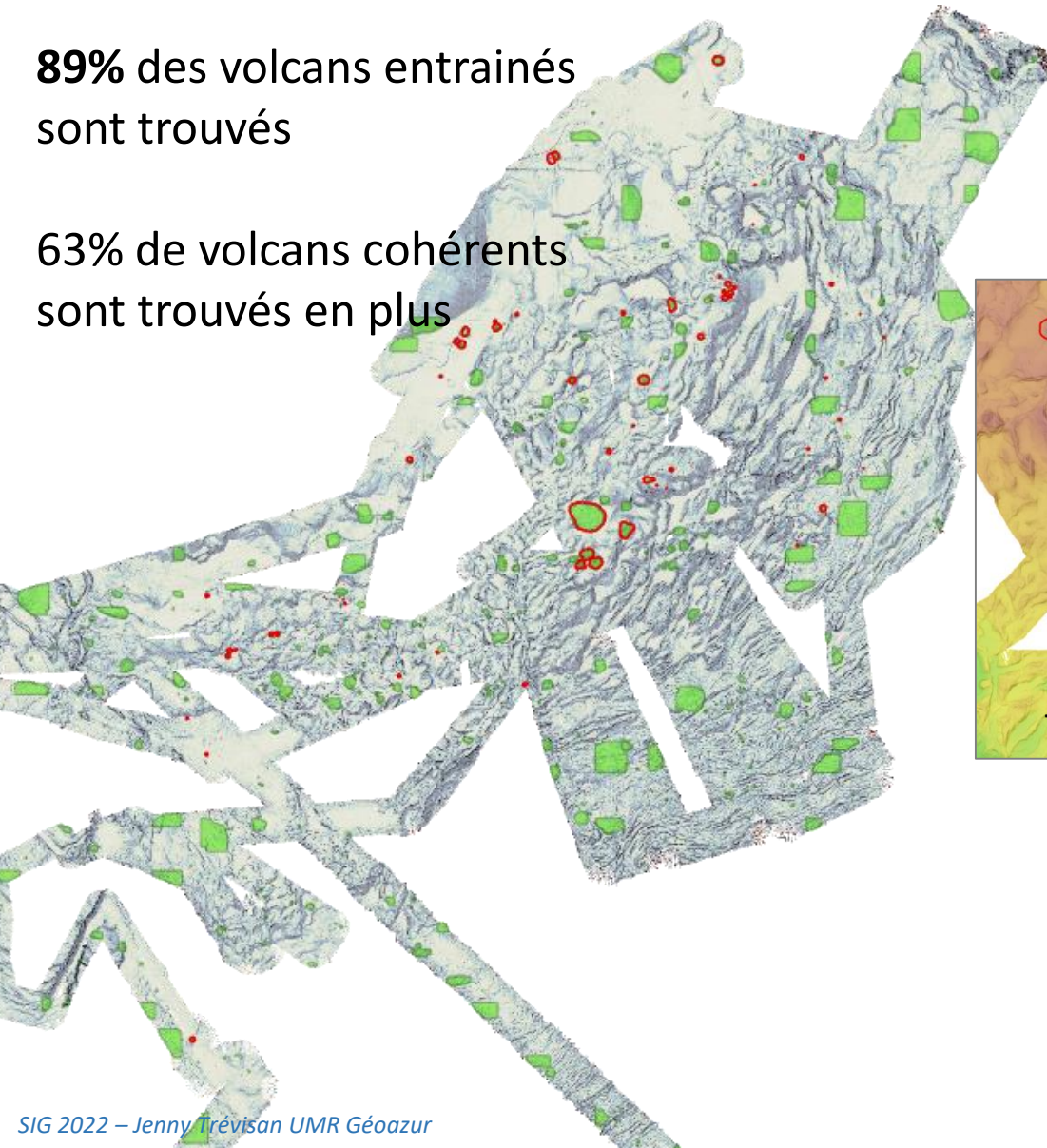


Foncé = taux de confiance élevé
Clair = taux de confiance faible

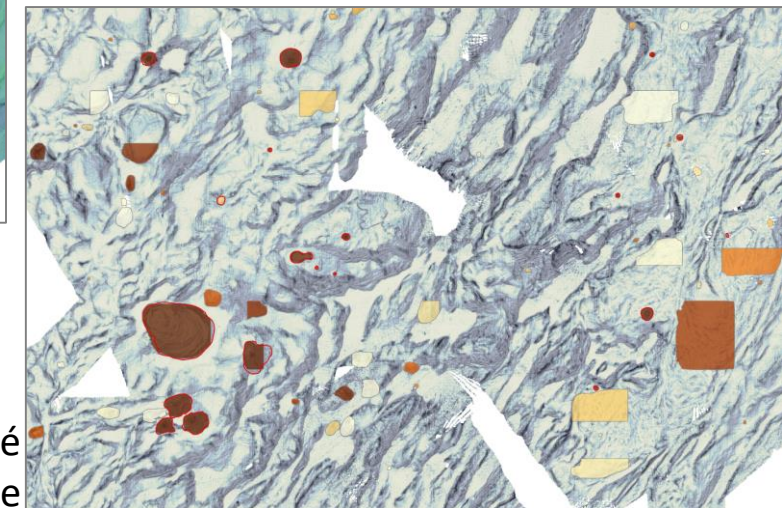
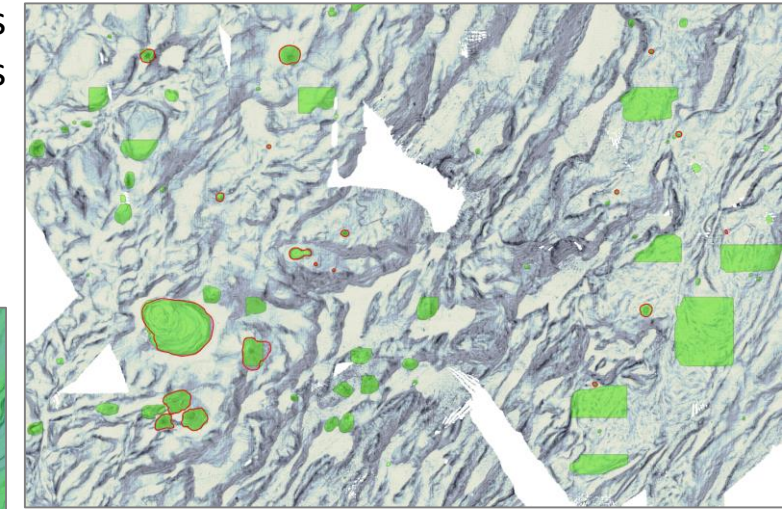
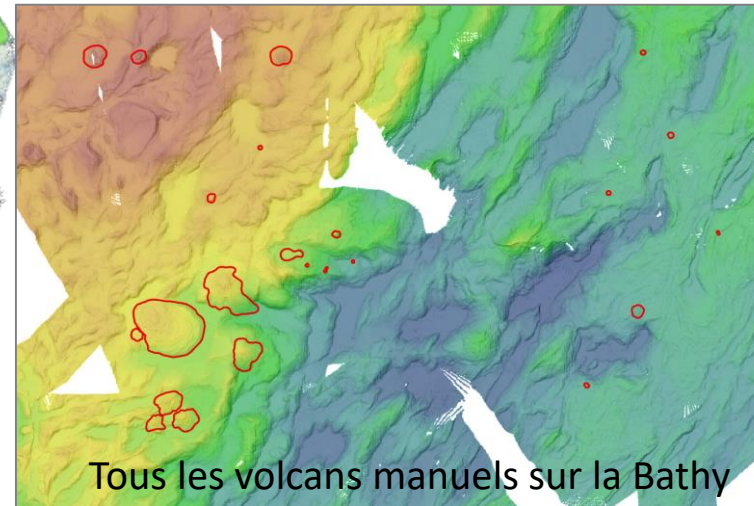
2. Volcans M112 par Modèle M112

89% des volcans entraînés
sont trouvés

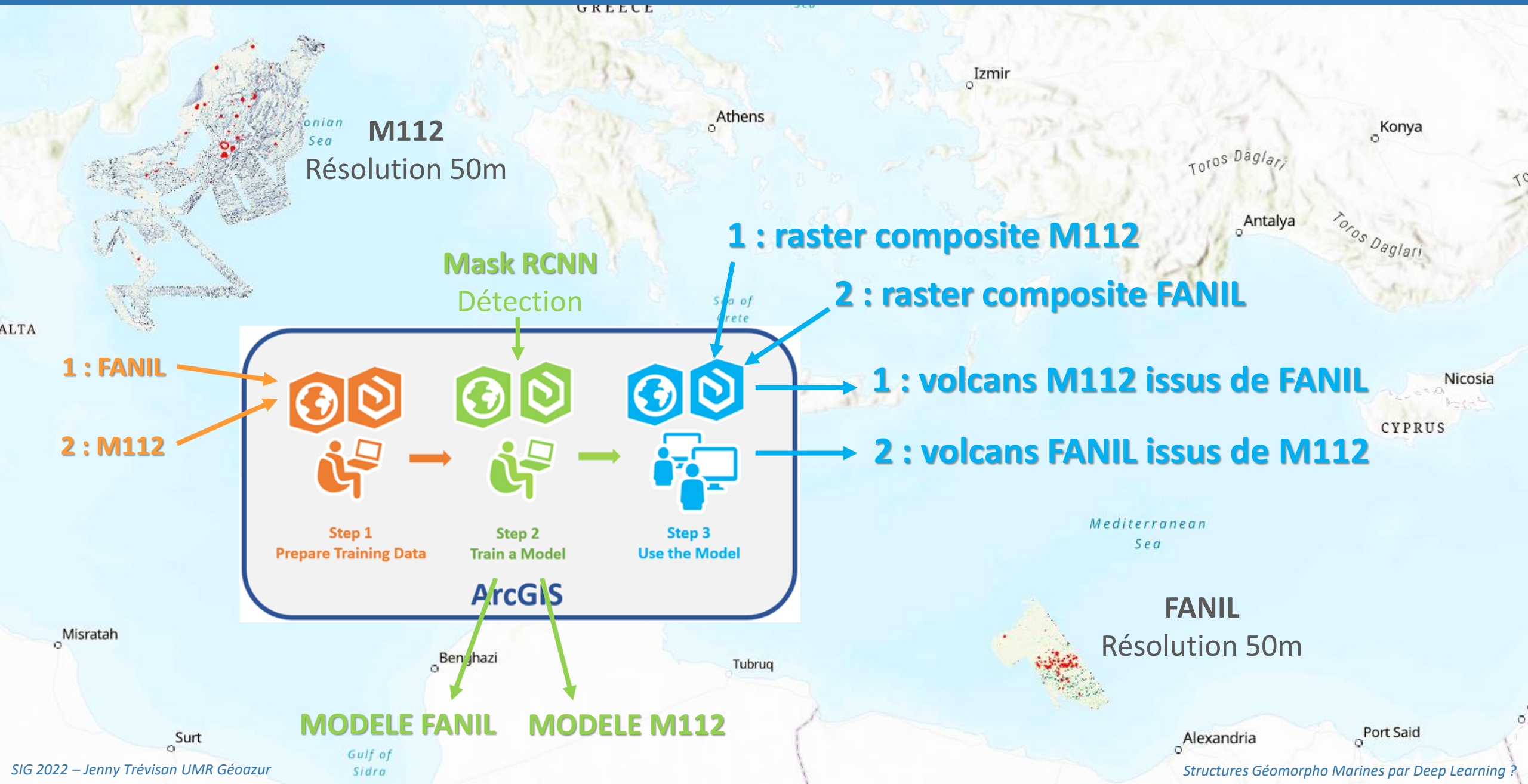
63% de volcans cohérents
sont trouvés en plus



Contour rouge = entraînés
Vert = détectés



Foncé = taux de confiance élevé
Clair = taux de confiance faible



M112
Résolution 50m

FANIL
Résolution 50m



1 : raster composite M112

2 : raster composite FANIL

1 : FANIL

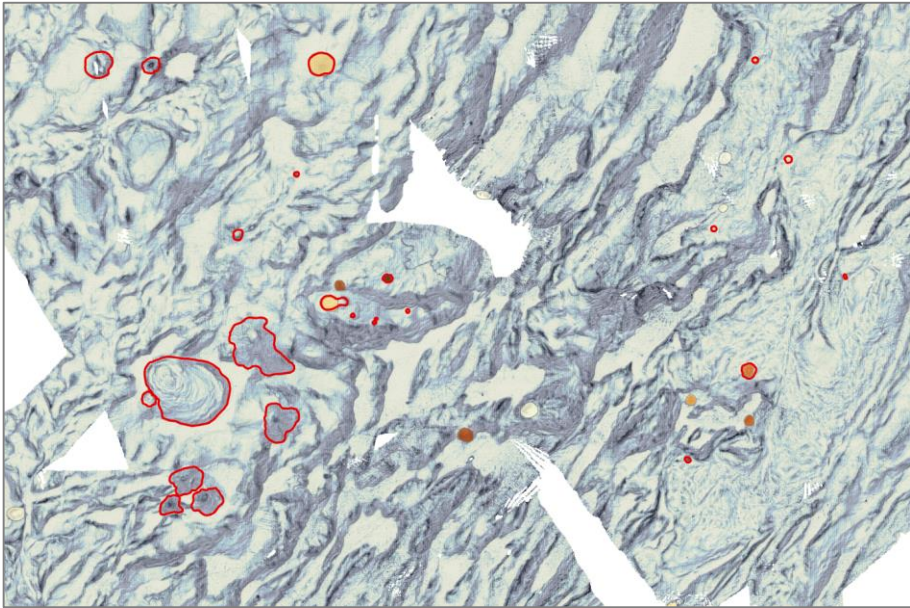
2 : M112

1 : volcans M112 issus de FANIL

2 : volcans FANIL issus de M112

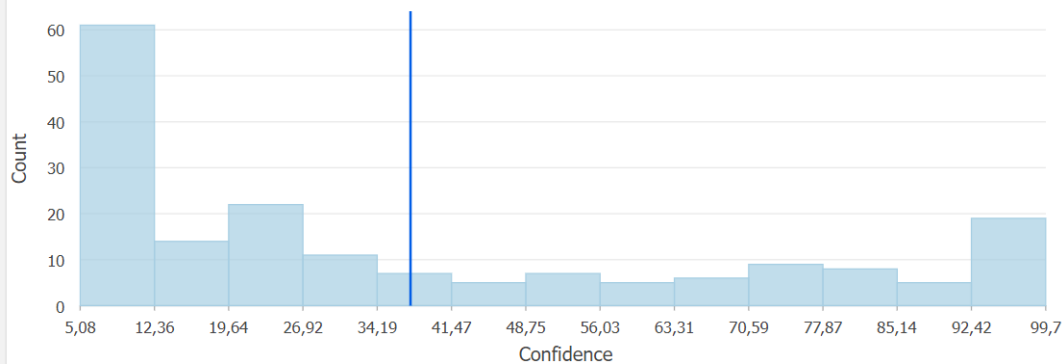
MODELE FANIL **MODELE M112**

1. Volcans M112 par Modèle FANIL

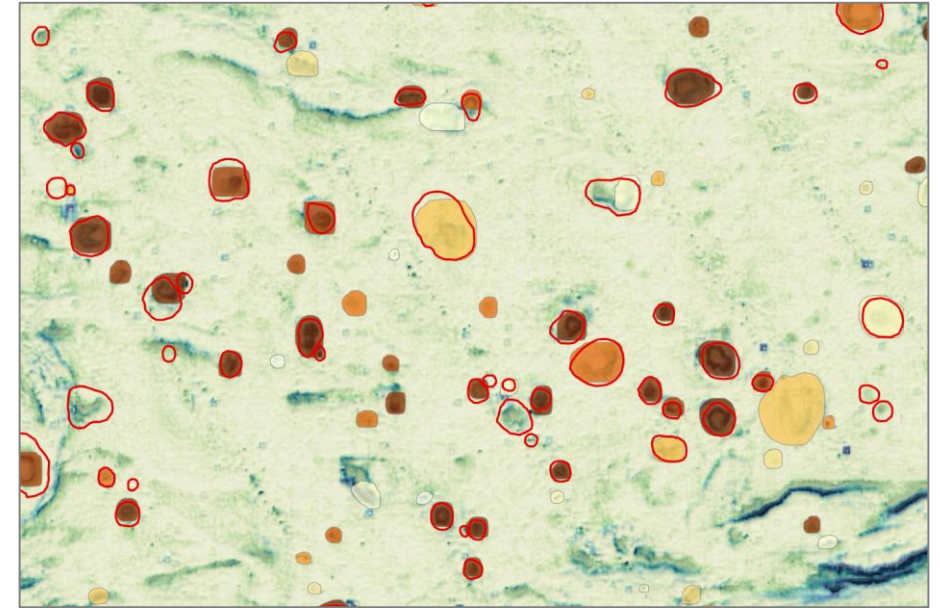


40% des volcans manuels sont trouvés
180% de volcans sont trouvés en plus

Distribution of Confidence

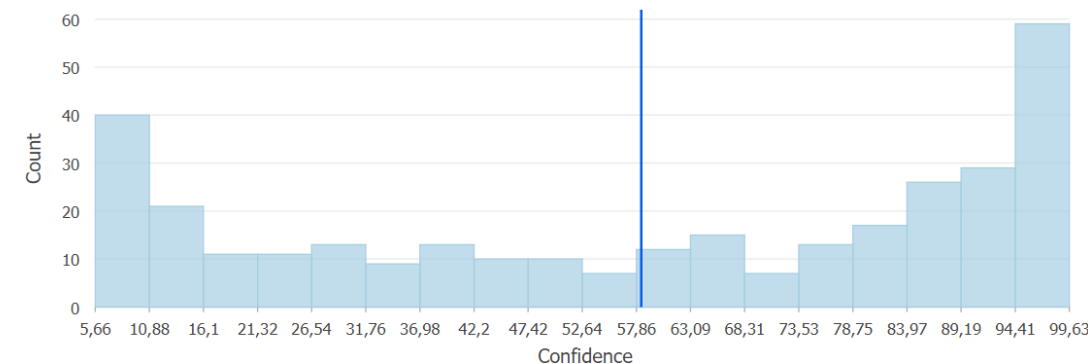


2. Volcans FANIL par Modèle M112

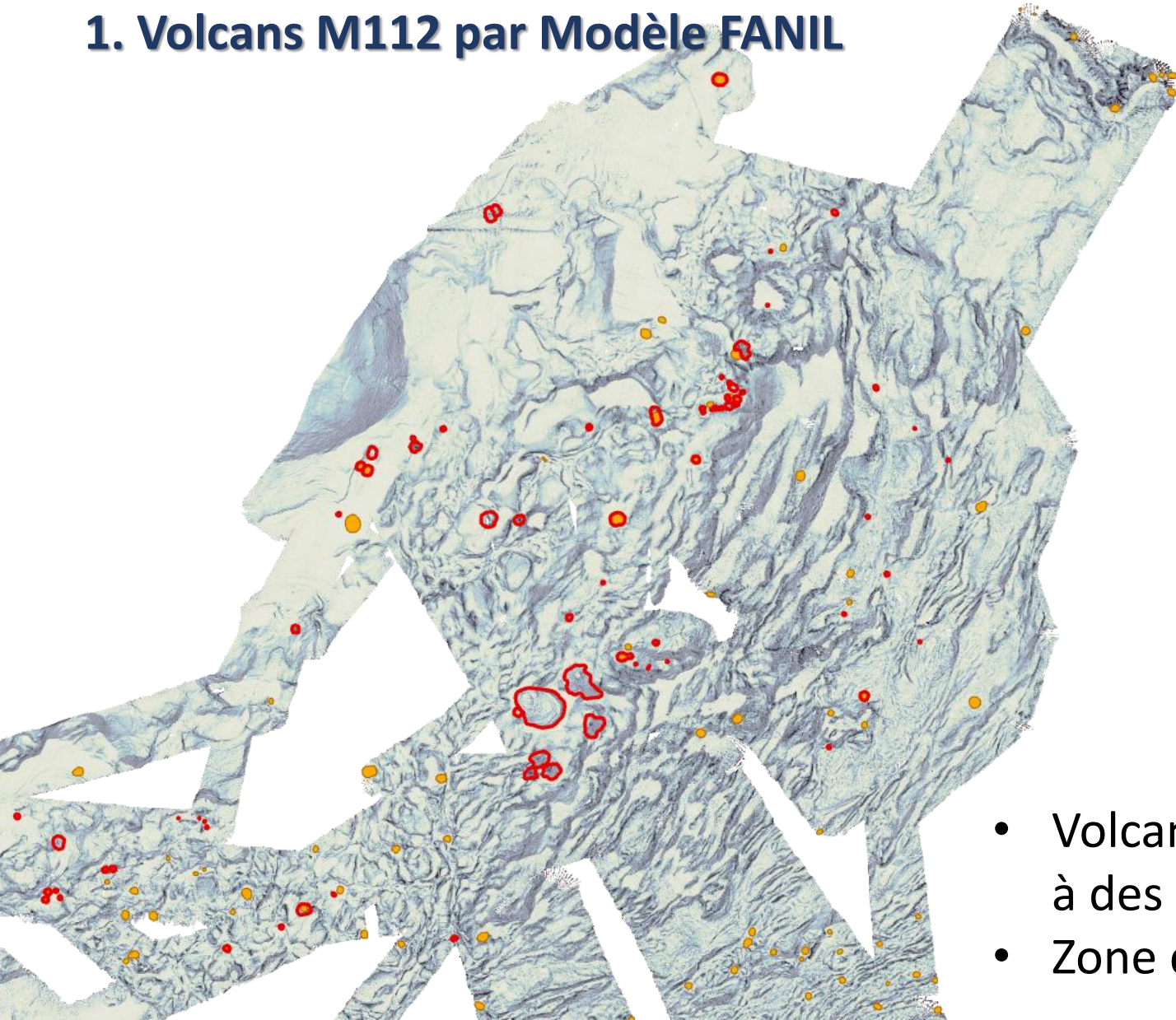


82% des volcans manuels sont trouvés
186% de volcans sont trouvés en plus

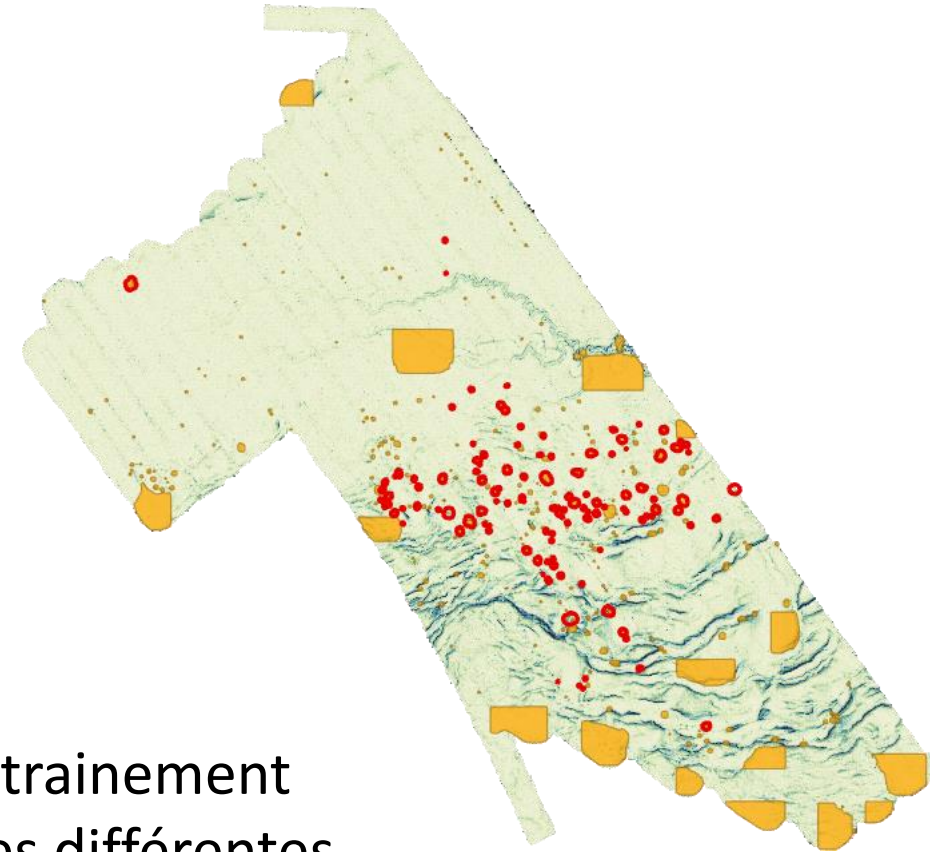
Distribution of Confidence



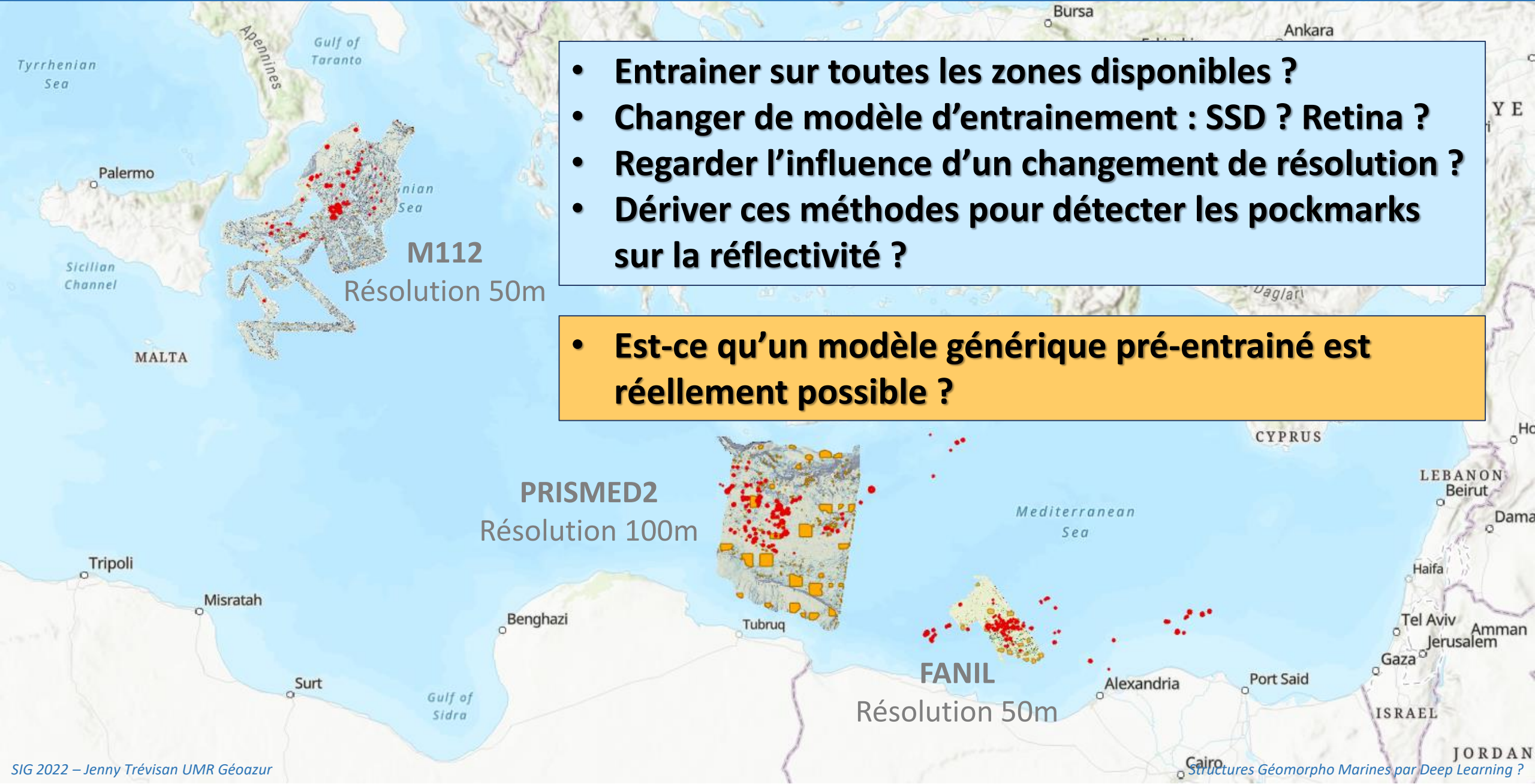
1. Volcans M112 par Modèle FANIL



2. Volcans FANIL par Modèle M112



- Volcans d'entraînement à des échelles différentes
- Zone d'entraînement à reliefs différents



- **Entraîner sur toutes les zones disponibles ?**
- **Changer de modèle d'entraînement : SSD ? Retina ?**
- **Regarder l'influence d'un changement de résolution ?**
- **Dériver ces méthodes pour détecter les pockmarks sur la réflectivité ?**

- **Est-ce qu'un modèle générique pré-entraîné est réellement possible ?**

- ESRI.** *ArcGIS Pre-trained Models*. 2022. <https://doc.arcgis.com/en/pretrained-models/latest/imagery/introduction-to-arctic-seal-detection.htm>.
- . *arcgis.learn module*. 2022. <https://developers.arcgis.com/python/api-reference/arcgis.learn.toc.html>.
- . *Composite Bands Tool*. 2022. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.9/tool-reference/data-management/composite-bands.htm> .
- . *Courbure*. 2022. <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/curvature.htm>.
- . *Deep Learning Models*. 2022. <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/tool-reference/image-analyst/overview-of-the-deep-learning-models.htm>.
- . *Deep learning using the ArcGIS Image Analyst extension*. 2022. <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/help/analysis/image-analyst/deep-learning-in-arcgis-pro.htm>.
- . *Deep Learning With ArcGIS Pro Tips and Tricks*. 2022. <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-pro/imagery/deep-learning-with-arcgis-pro-tips-tricks/>.
- . *ESRI Deep Learning configuration*. 2022. <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/help/analysis/deep-learning/deep-learning-faq.htm#anchor4>.
- . *How Mask RCNN works?* 2022. https://developers.arcgis.com/python/guide/how-maskrcnn-works/?rsource=https%3A%2F%2Flinks.esri.com%2FDevHelp_HowMaskRCNNWorks.
- . *Image feature extraction and detection*. 2022. <https://livingatlas.arcgis.com/fr/browse/?q=dlpk%20detection#d=2&q=dlpk%20detection>.
- . *Notebooks in ArcGIS Pro*. 2022. <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/arcpy/get-started/pro-notebooks.htm>.
- . *Ombrage*. 2022. <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/hillshade.htm>.
- . *Pente*. 2022. <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/slope.htm>.
- . *Vue d'ensemble du jeu d'outils Raster-Surface*. 2022. <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/tool-reference/3d-analyst/an-overview-of-the-raster-surface-toolset.htm>.
- Flotte océanographique française.** 2022. <https://www.flotteoceanographique.fr/Nos-moyens>.
- French Oceanographic Cruises.** 2022. <https://campagnes.flotteoceanographique.fr/search>.
- Jerosch, K., M. Schlüter, J-P. Foucher, A-G. Allais, M. Klages, et C., Edy.** «Spatial distribution of mud flows, chemoautotrophic communities, and biogeochemical habitats at Håkon Mosby Mud Volcano.» *Marine Geology* 243 (2007): 1-17.
- Lundblad, E.R., et al.** «A Benthic Terrain Classification Scheme for American Samoa.» *Marine Geodesy* 29 (2006): 2.
- marum.** *R/V METEOR M112: 6 November - 15 December 2014 (Catania - Antalya - Catania)*. 2014. <https://www.marum.de/en/Research/RV-METEOR-M112-6-November-15-December-2014-Catania-Antalya-Catania.html>.
- Mary, Flore.** *Typologie, architecture et origine des structures d'émission de fluides et leurs interactions avec les processus sédimentaires et tectoniques : ex de la Méditerranée Orientale*. Thèse Université Côte d'Azur (soutenue Juin 2018). Direction : S. Migeon, 2018.
- Masclé, J., et al.** «Distribution and geological control of mud volcanoes and other fluid/free gas seepage features in the Mediterranean Sea and nearby Gulf of Cadiz.» *Geo-Marine Letters* 34 (2014): 9-110.
- Praeg D., Ketzner, J. M., et al.** «Fluid Seepage in Relation to Seabed Deformation on the Central Nile Deep-Sea Fan, Part 2: Evidence from Multibeam and Sidescan Imagery.» *Advances in Natural and Technological Hazards Research* 37 (2014): 141-150.
- Walbridge, S., N. Slocum, M. Pobuda, et D.J. Wright.** «Unified Geomorphological Analysis Workflows with Benthic Terrain Modeler.» *Geosciences* 8 (2018): 94.
- Weiss, A. D.** «Topographic positions and landforms analysis.» *ESRI International User Conference*. San Diego, 2001.

À SUIVRE !

Merci de votre attention

Jenny Trévisan – Sébastien Migeon

Campus CNRS Azur, 250 rue Albert Einstein 06560 VALBONNE

trevisan@geoazur.unice.fr