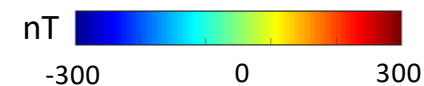
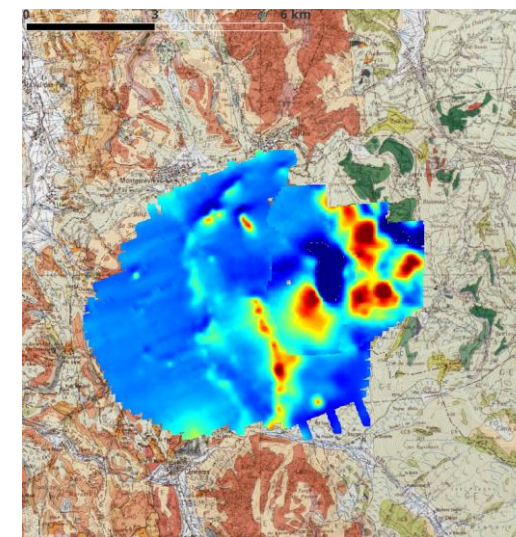




L'intérêt du drone en Géosciences:

Une nouvelle technologie pour mieux comprendre les Alpes



Leïla Morzelle & Geoffroy Mohn

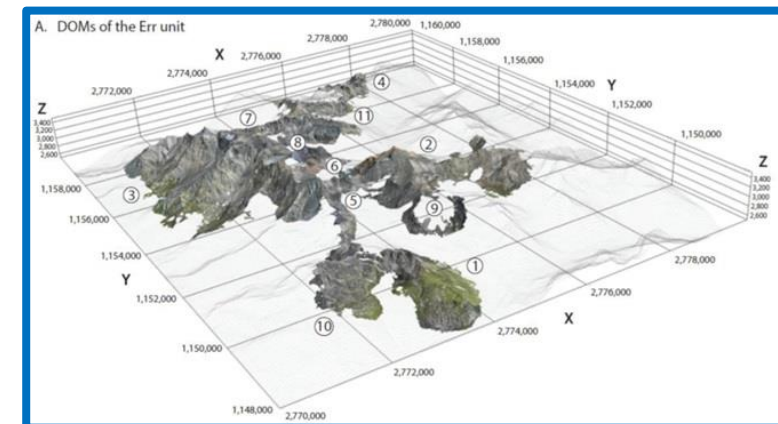
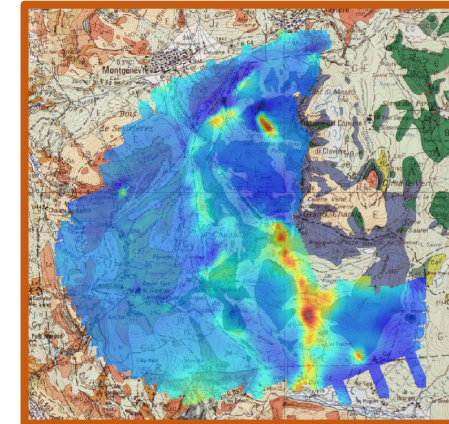
Plan de la présentation

Introduction :
Les Alpes et le Chenaillet

Partie 1 : *Acquisition drone d'images de photogrammétrie pour créer un modèle 3D du Chenaillet*

Partie 2 : *Acquisition drone de données magnétiques pour mieux comprendre la structure du Chenaillet*

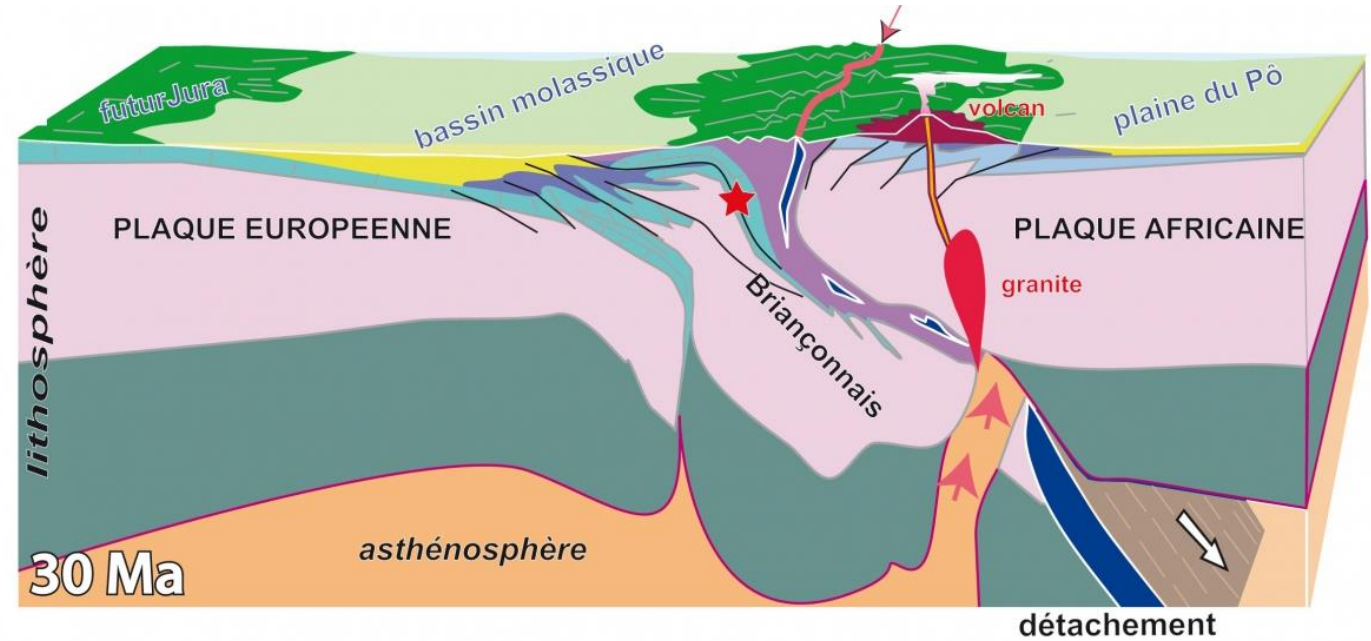
Partie 3 : *Acquisition d'un jeu de données de 43km² dans les Alpes suisses*



Introduction : Les Alpes, une chaîne de montagne



Coupe géologique à travers les Alpes

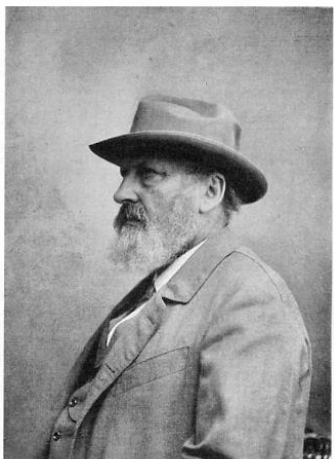


Collision entre les plaques Européenne et Africaine (30 Ma)

Formation d'une chaîne de montagne par chevauchement et plissement

Fermeture d'un bassin océanique appelé la Téthys

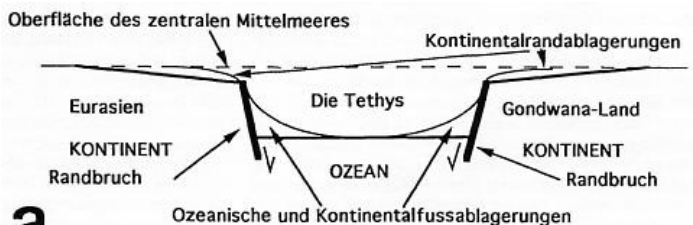
Évolution des Concepts sur la formation des chaînes de montagne



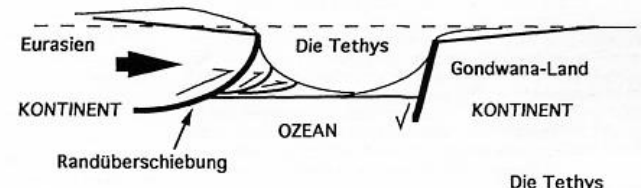
Ed. SUESS
1831-1914.
D'après une photographie commémorative par M. le Prof. FRANZ E. SUESS,
Fm. 156.

“From oceans to
orogens”

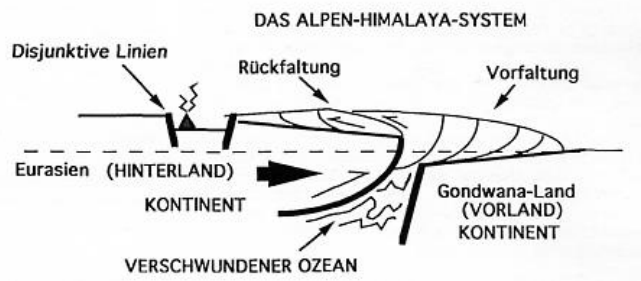
Eduard Suess 1831-1914



a

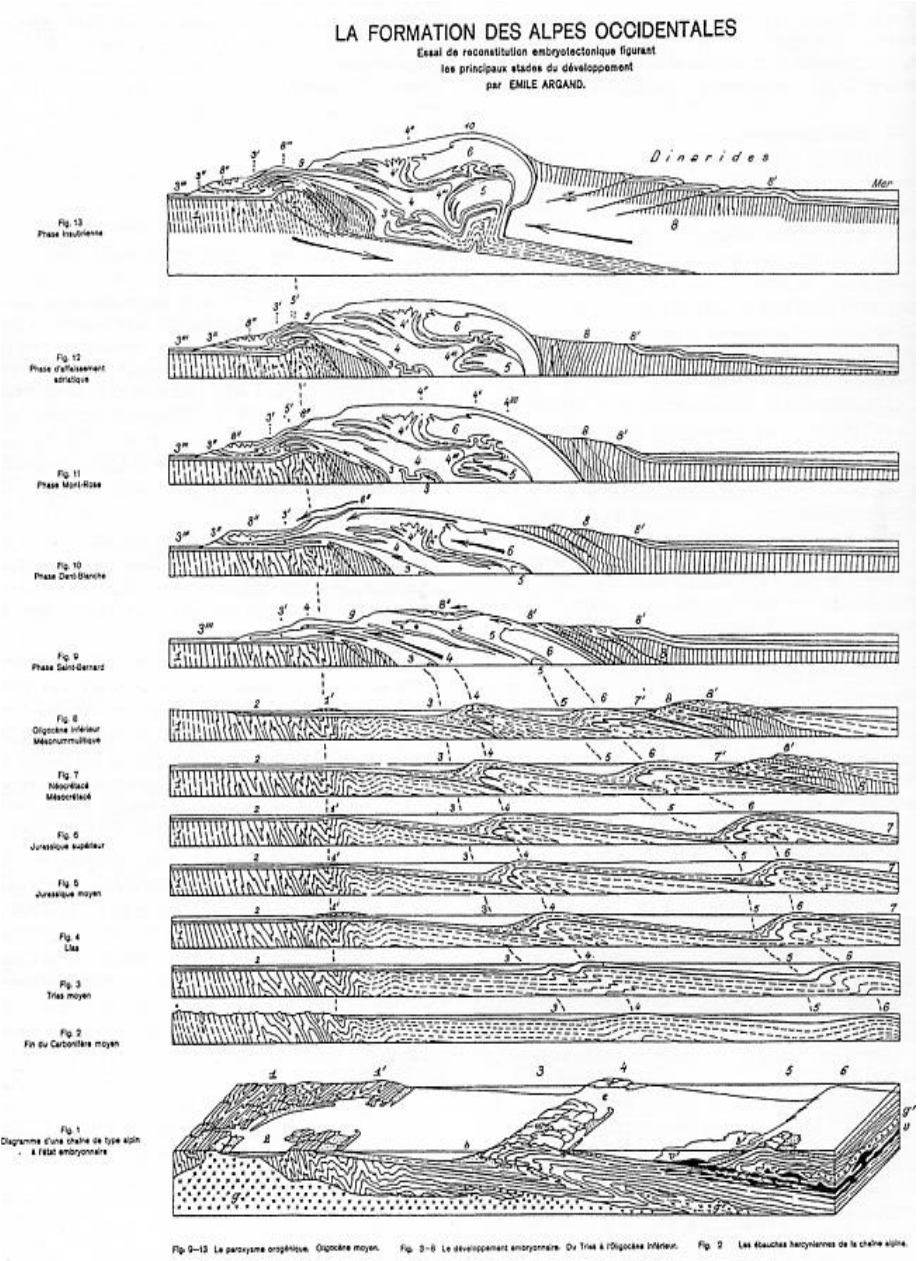


b



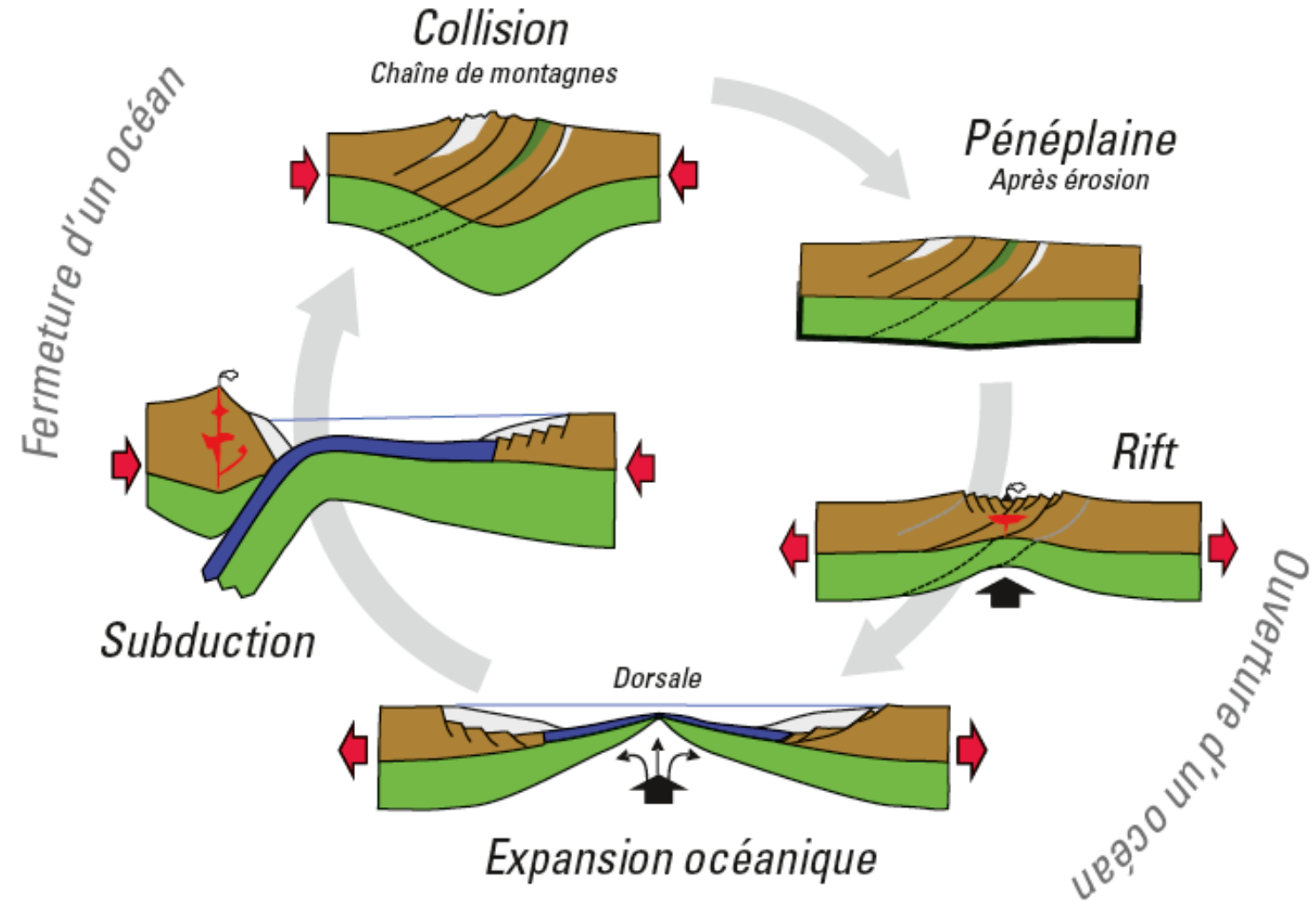
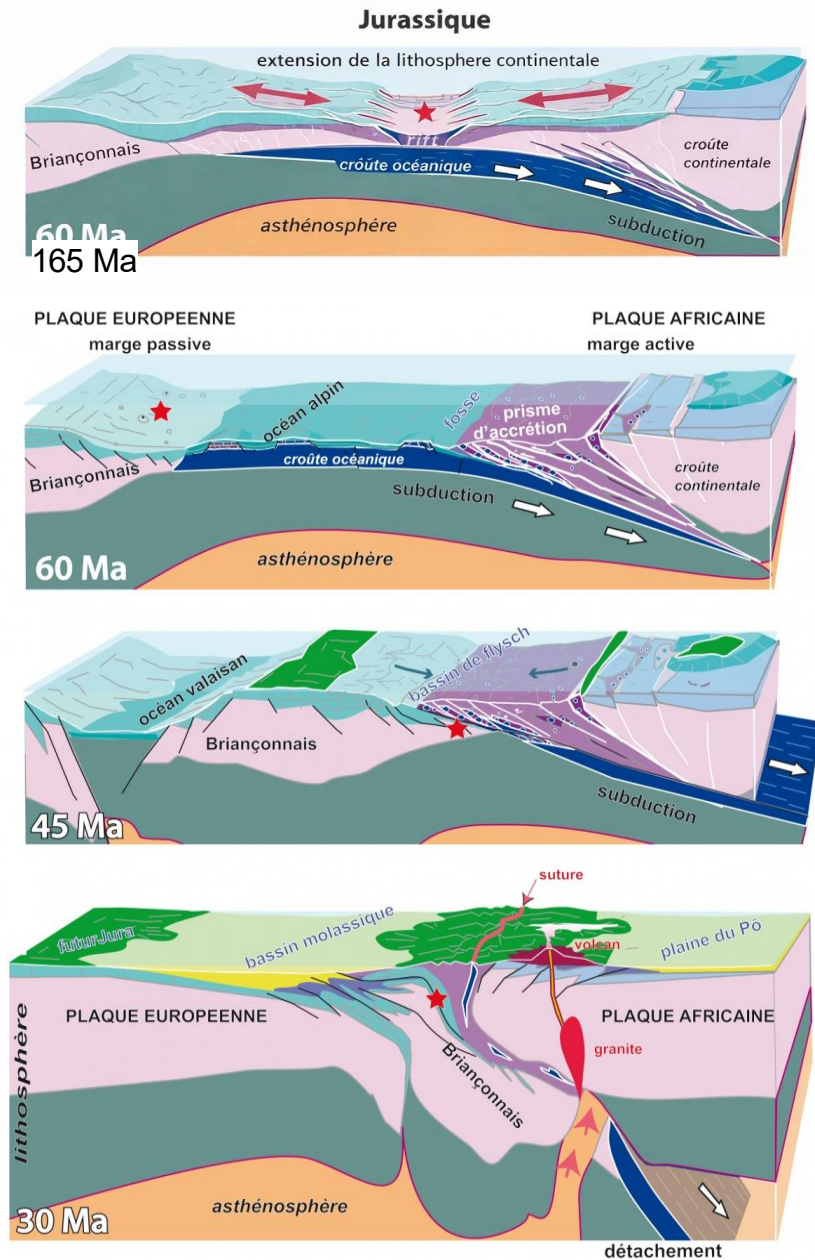
c

de Antlitz der Erde (d'après Sengör 1996)

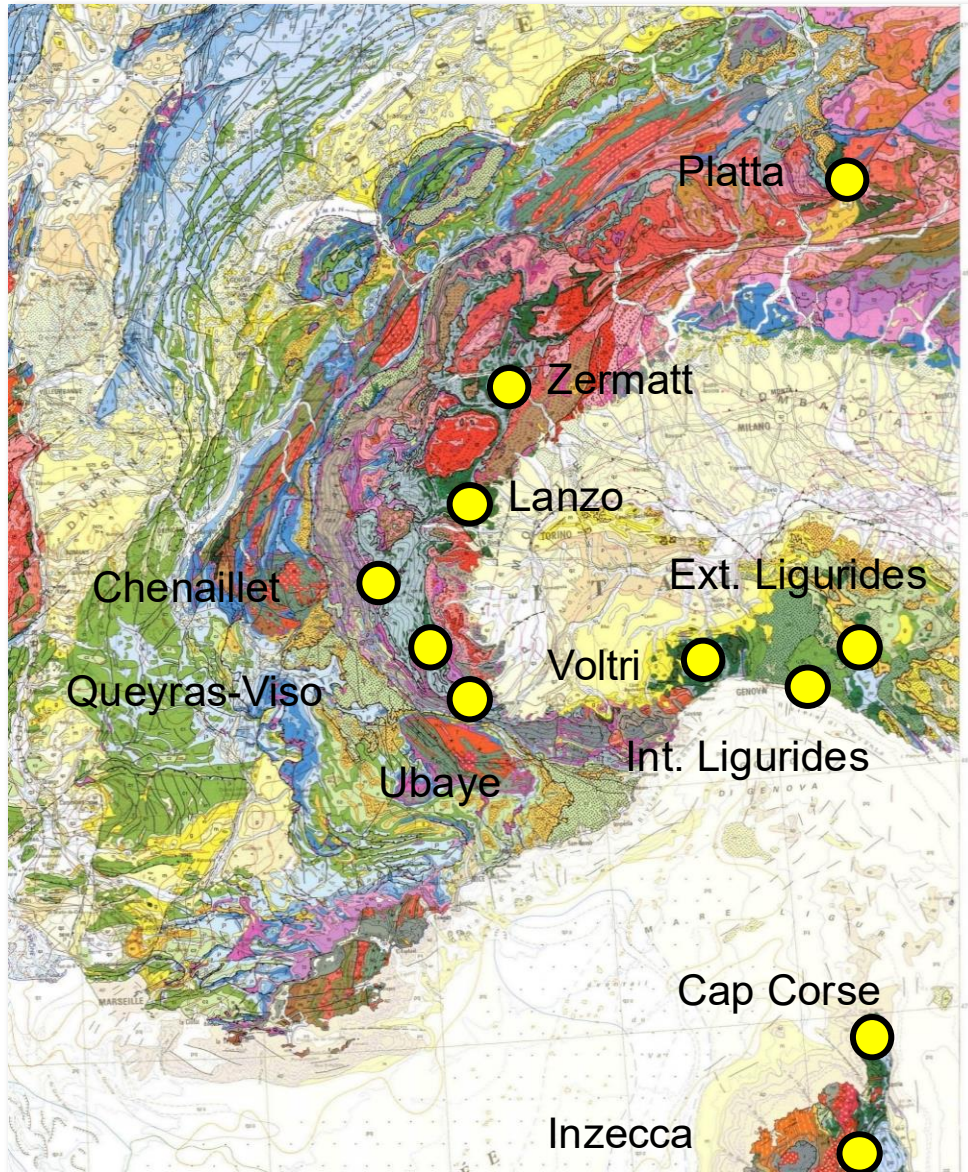


“Tectonique embryonnaire”
Emile Argand 1916

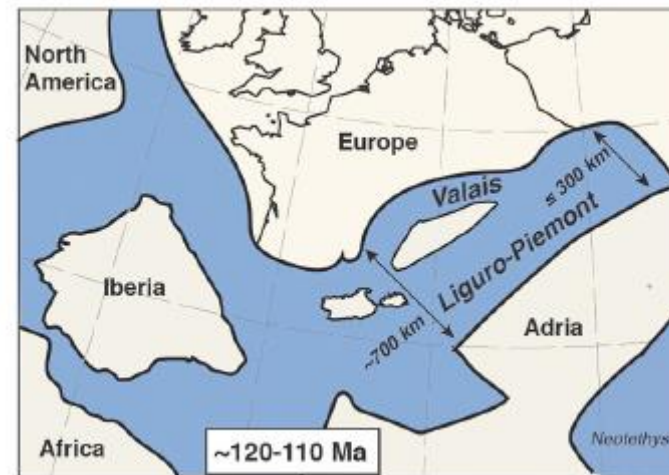
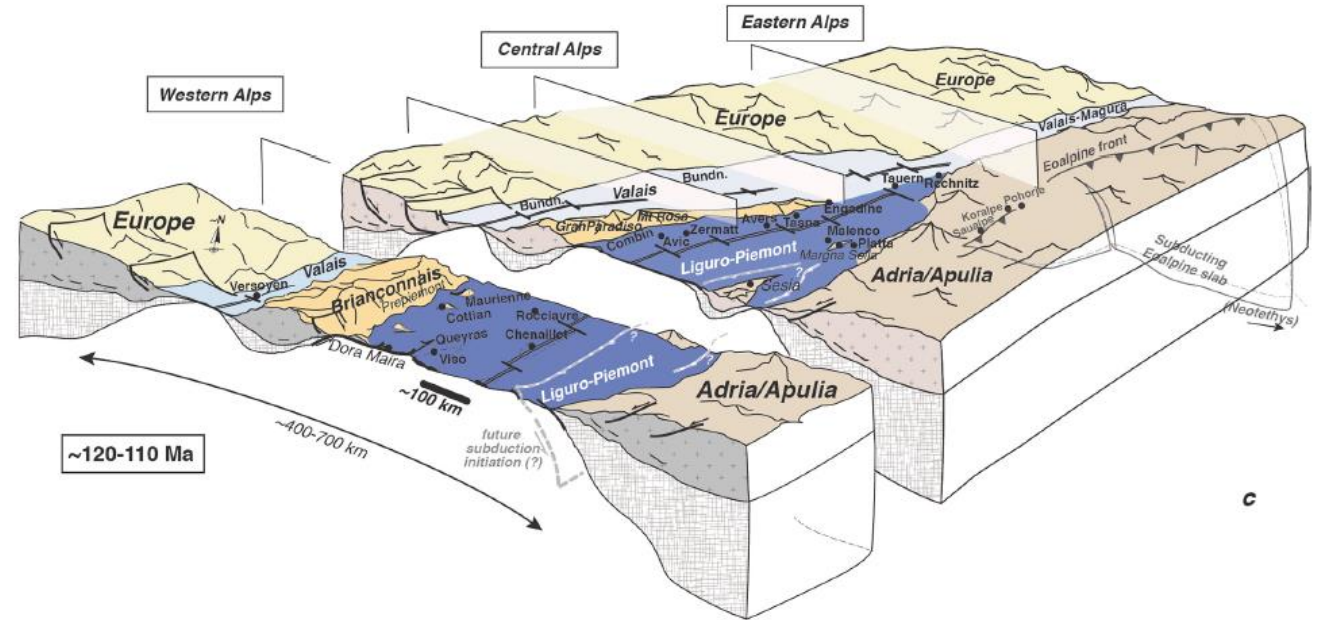
Le cycle de Wilson dans les Alpes



Les reliques ophiolitiques et l'océan téthysien



Extrait de la carte géologique de France



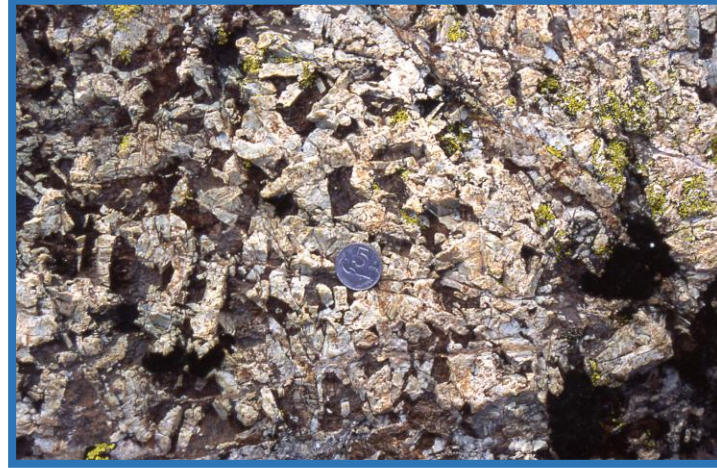
Agard 2021

- Présence d'ophiolite représentant les morceaux d'ancienne croûte océanique sur le continent
- Ophiolite préserve les reliques de la Téthys Alpine qui est un océan de taille modeste (600 km)
- Les ophiolites se retrouvent dans les Alpes

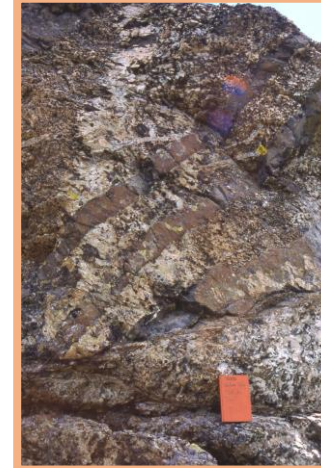
L'ophiolite du Chenaillet "typique"



Manteau serpentinsé



Gabbro



Filons de dolérite



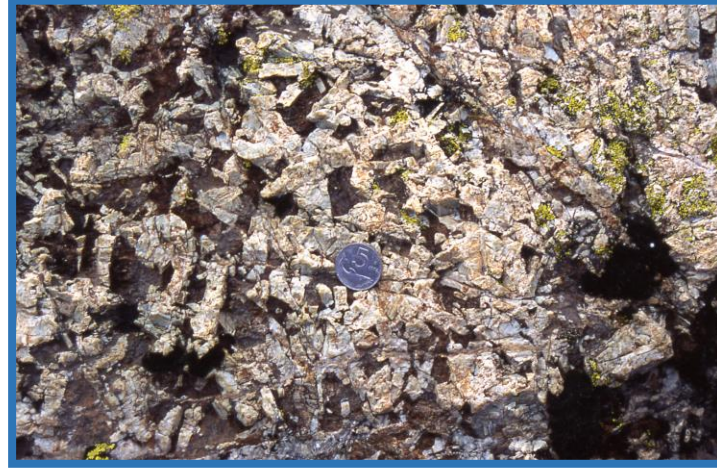
Basalte en coussin (MORB)



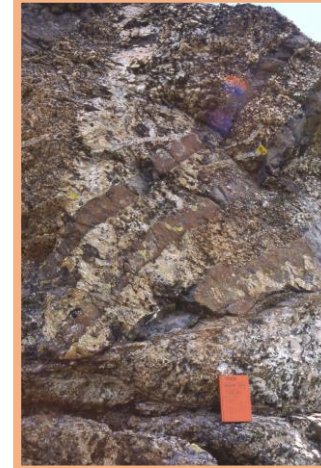
L'ophiolite du Chenaillet "typique"



Manteau serpentinisé



Gabbro



Filons de dolérite

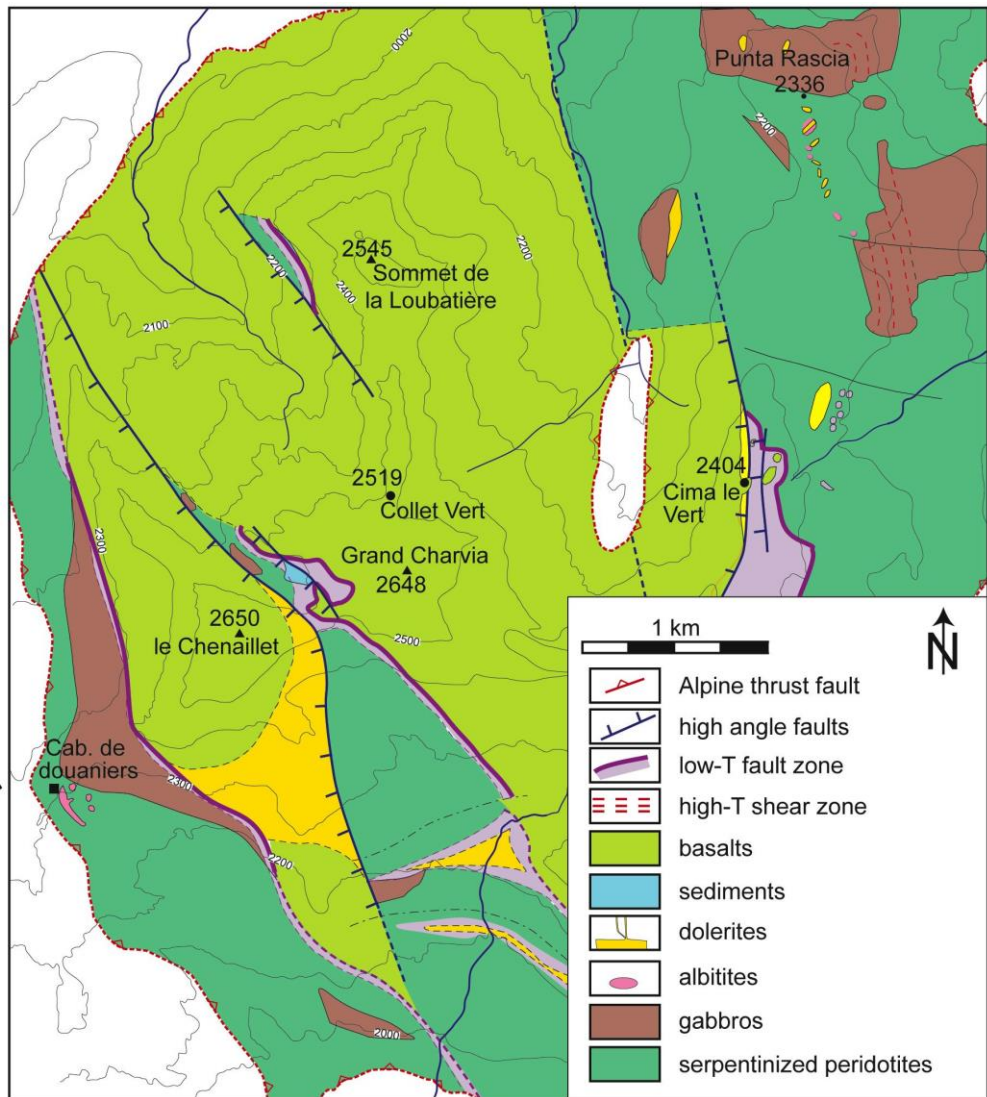


Basalte en coussin (MORB)



L'ophiolite du Chenaillet

Carte géologique

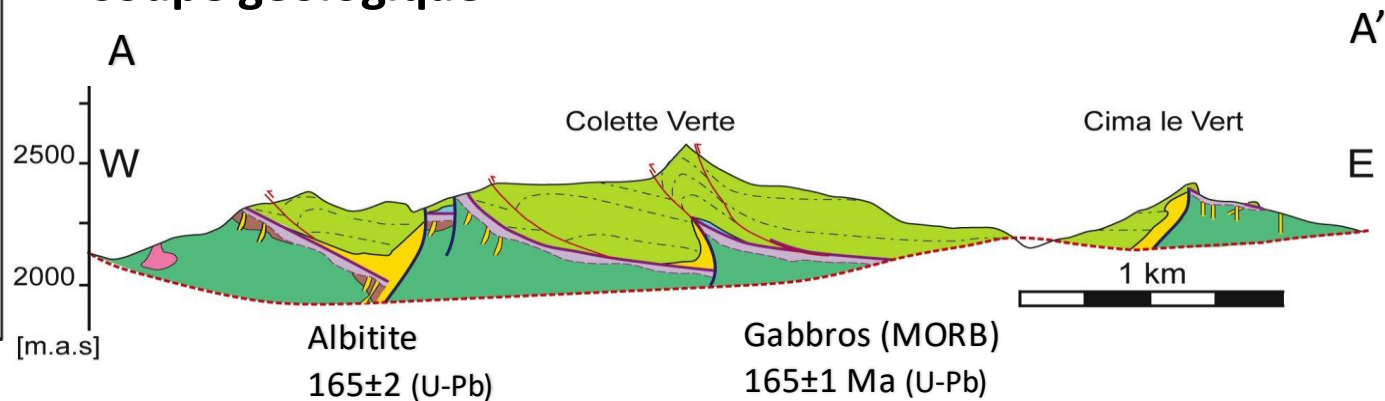


Observations majeures :

- L'ophiolite du Chenaillet est composée de manteau, gabbro et basalte
- Existence de failles normales à forts et faible pendage.
- Exhumation de roches profondes lors de l'ouverture de l'océan (Téthys)

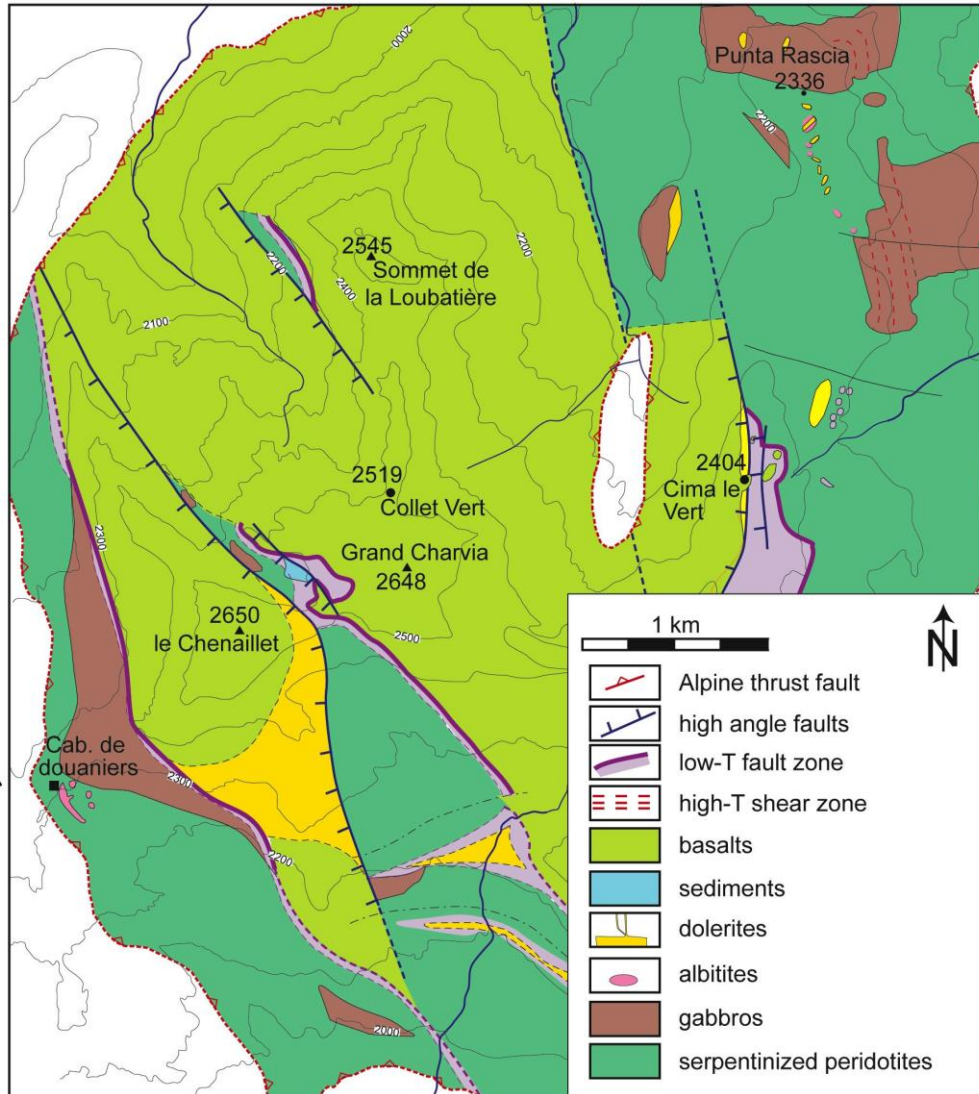
A

Coupe géologique



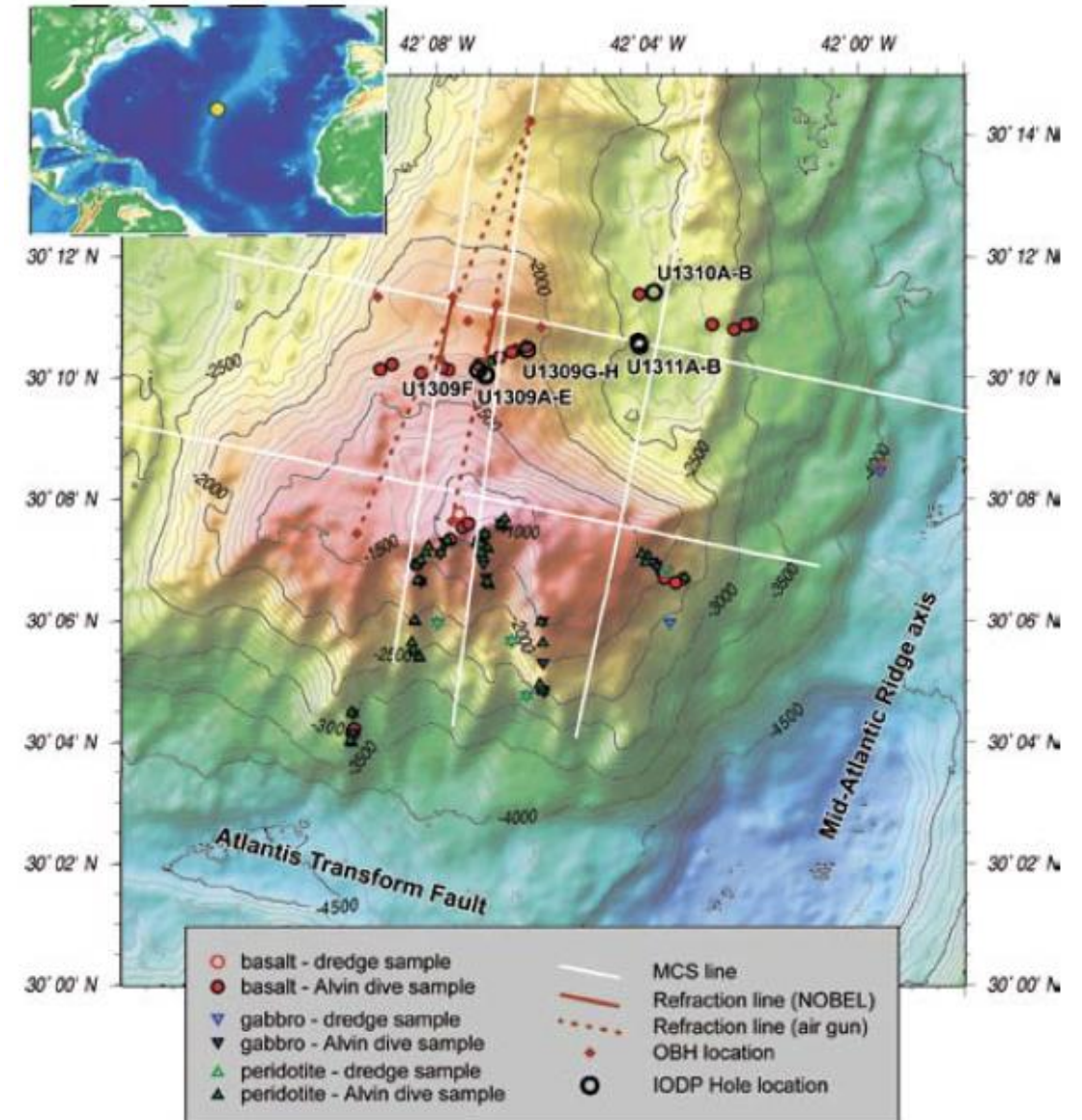
Ophiolite du Chenaillet vs Dorsale actuelle

Ophiolite du Chenaillet



Manatschal et al. 2011

Dorsale actuelle



IODP expeditions 304 et 305

Quels sont les mécanismes de formation d'un océan ?

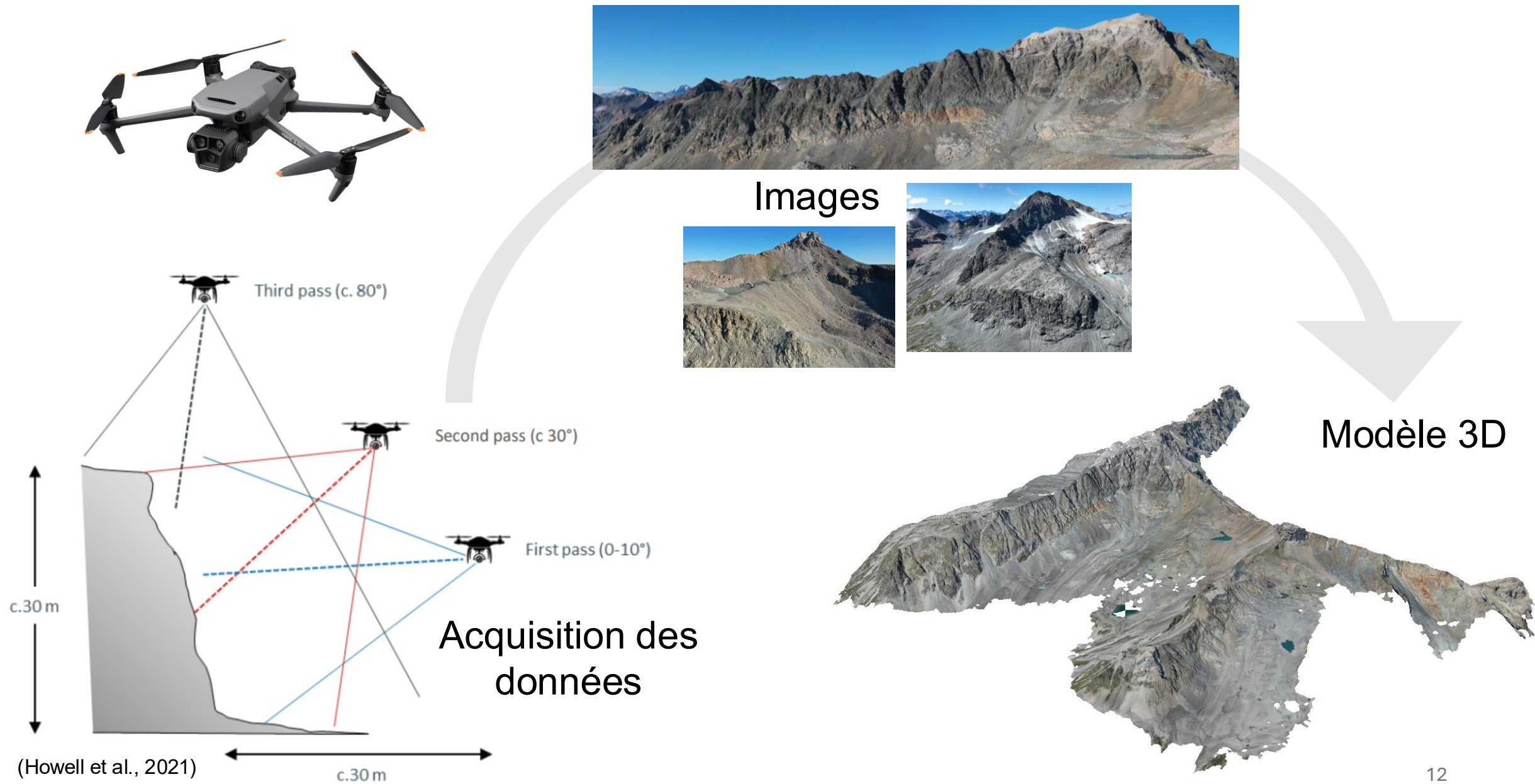
- Comment exhumer les roches profondes ?
- Quelles sont les structures en lien avec l'ouverture de l'océan (failles, détachements...)?



Méthodes :

- Les modèles 3D (photogrammétrie drone)
- Les relevés aéromagnétiques (drone)
- Le travail de terrain, étude de nouveaux affleurements

Partie 1 : Acquisition drone d'images de photogrammétrie pour créer un modèle 3D du Chenaillet



Construction du modèle 3D du Chenaillet

Etape 1 : Acquisition de données de photogrammétrie avec un drone



Mission de terrain - Août 2024

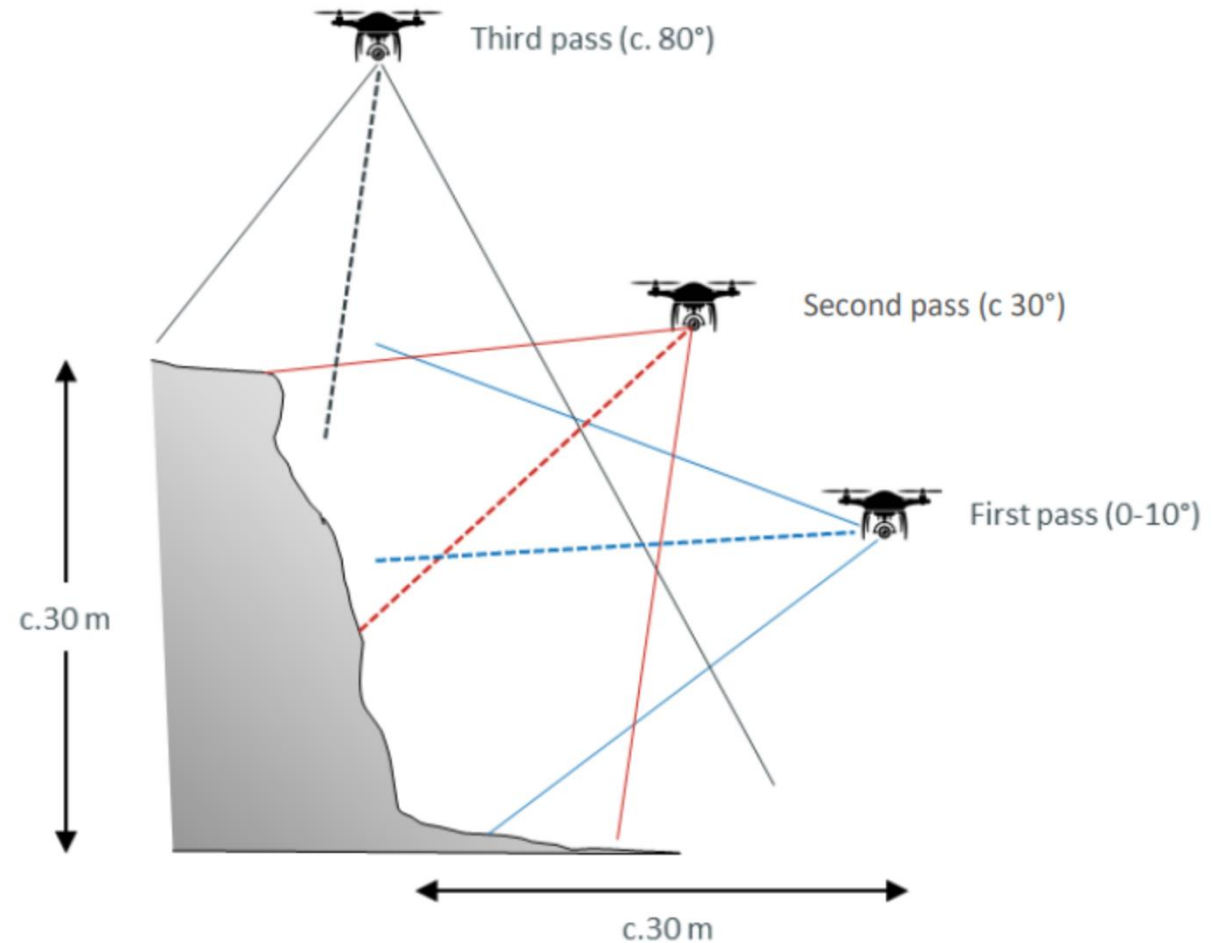


Fig. 48 Figure published by Howell *et al.* [2021]. Fly at least two transects to ensure complete coverage of the cliff section.

Construction du modèle 3D du Chenaillet

Etape 2 : Traitement des données de photogrammétrie sur le logiciel *Agisoft metashape* pour générer un modèle 3D

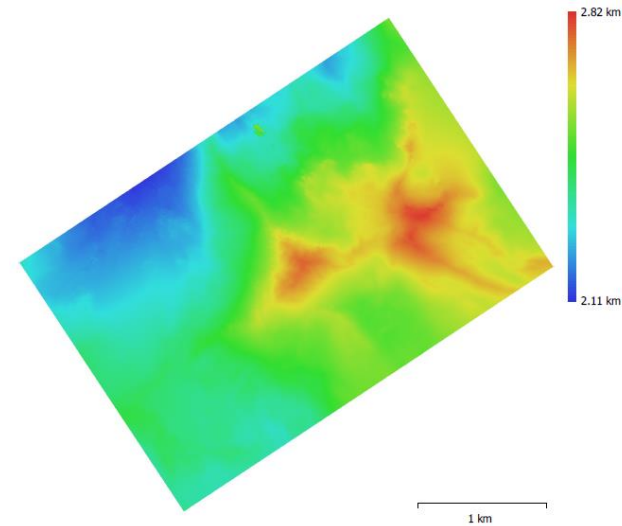
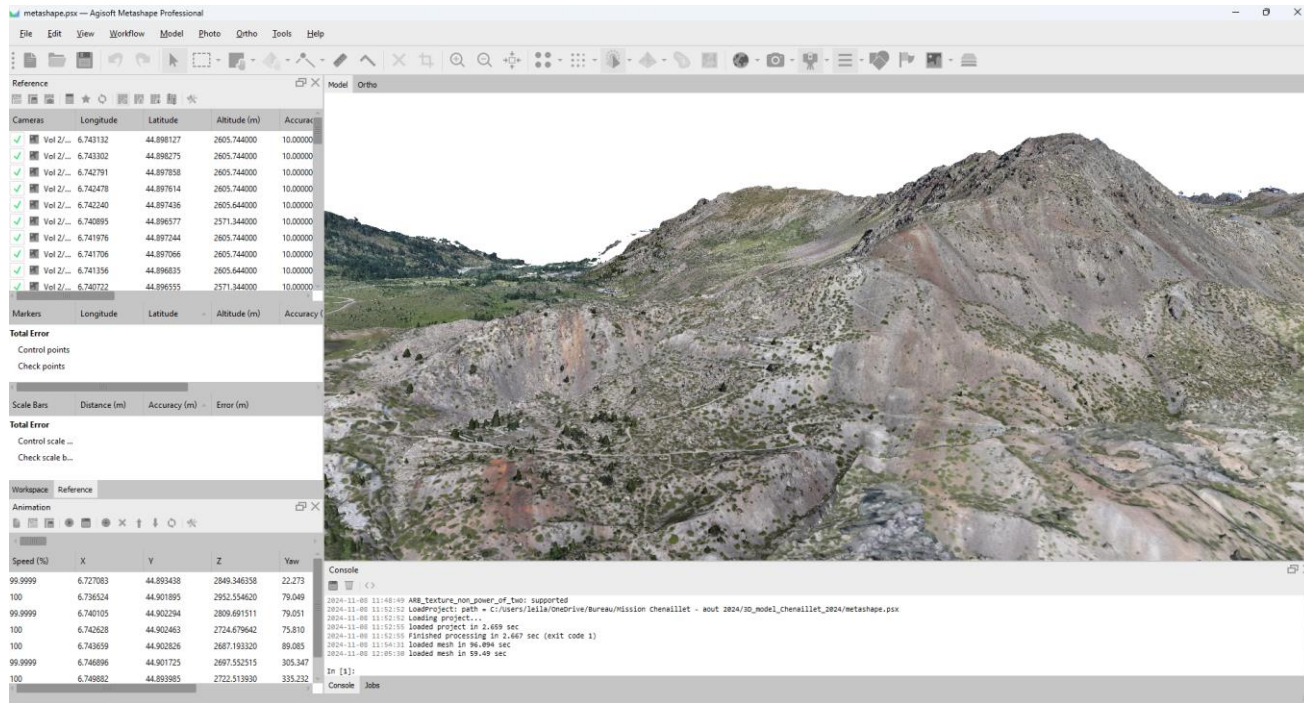


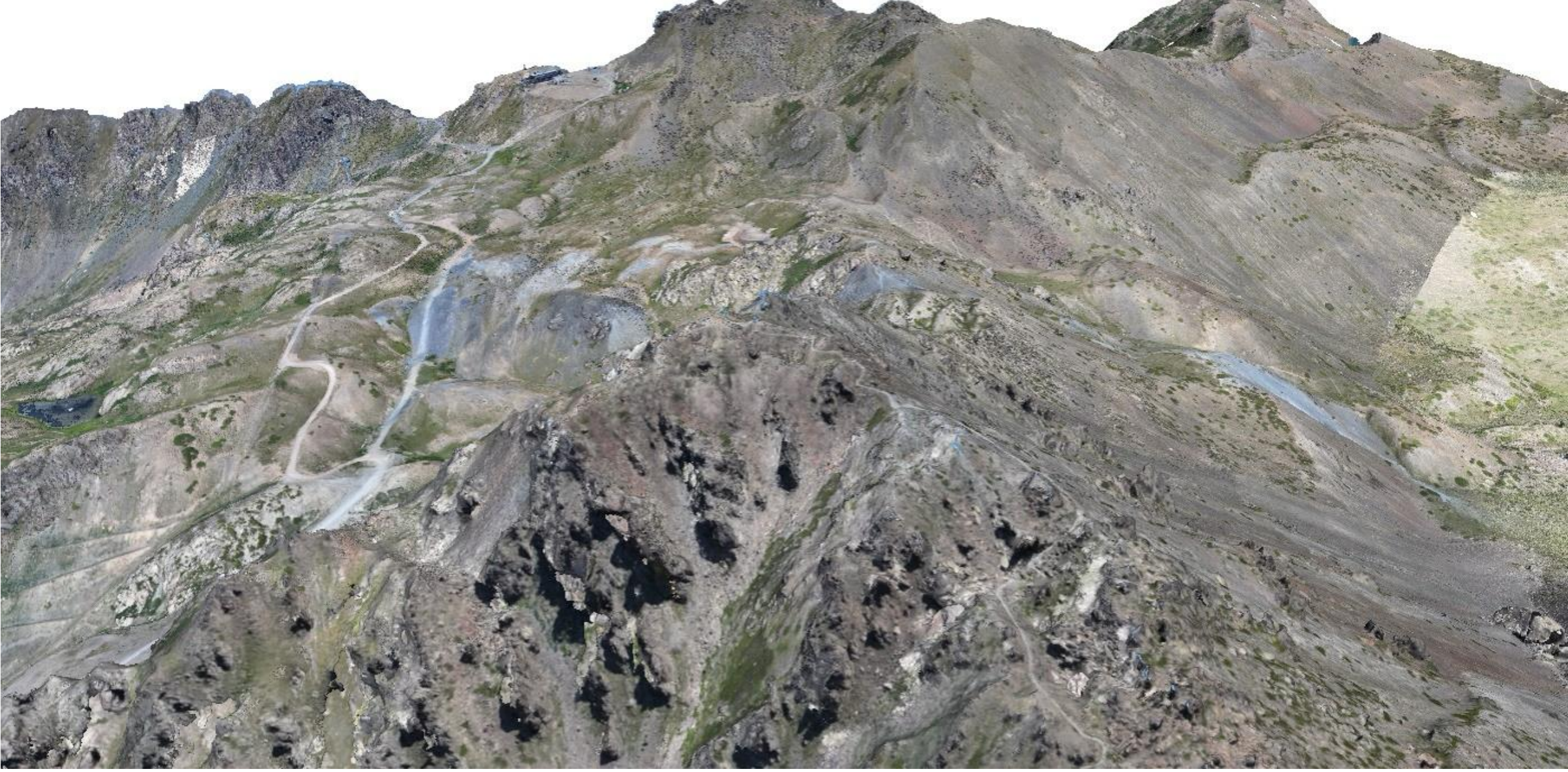
Fig. 4. Modèle numérique d'élevation reconstruit.

Nombreuses finalités :

- Interprétations géologiques par habillage des structures au moyen de dessins et de calques
- Mesure de la taille d'objets géologiques et quantification de déplacements
- Cartographie 3D
- Capture de vidéos d'illustration





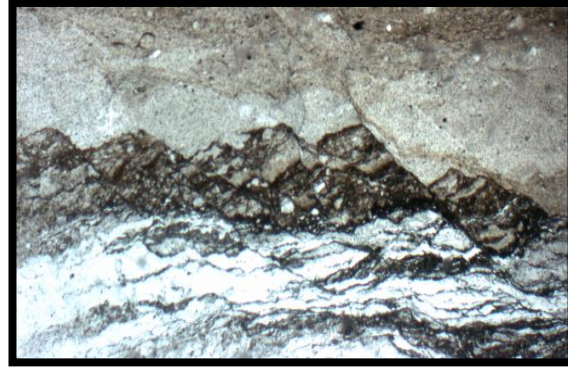


L'ophiolite du Chenaillet "atypique"

Quelques observations de terrain :



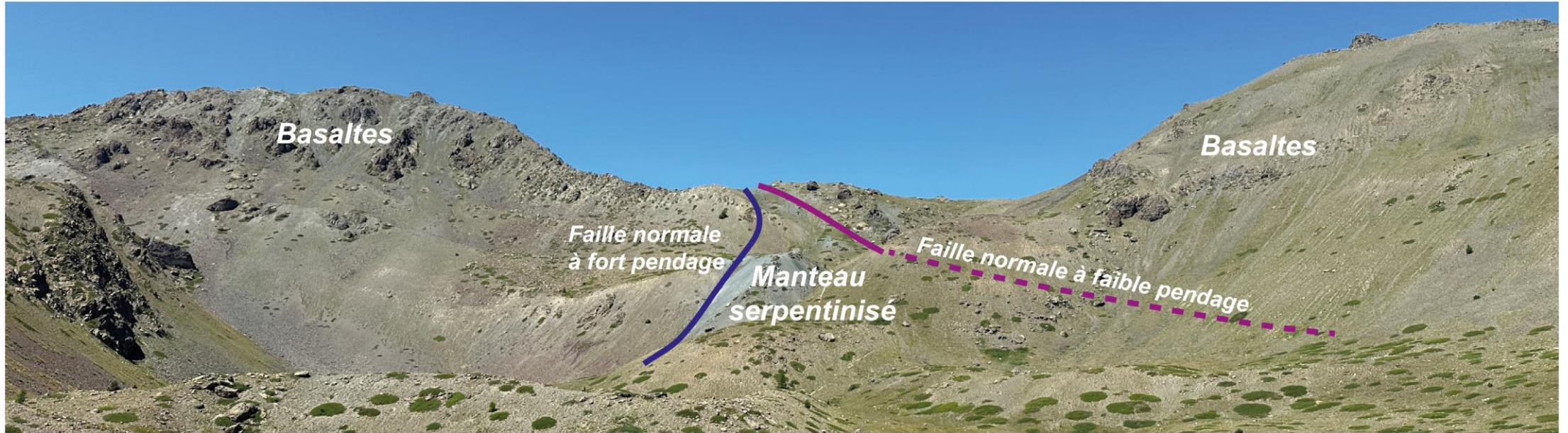
Basalte directement sur le manteau



Déformation au toit du manteau



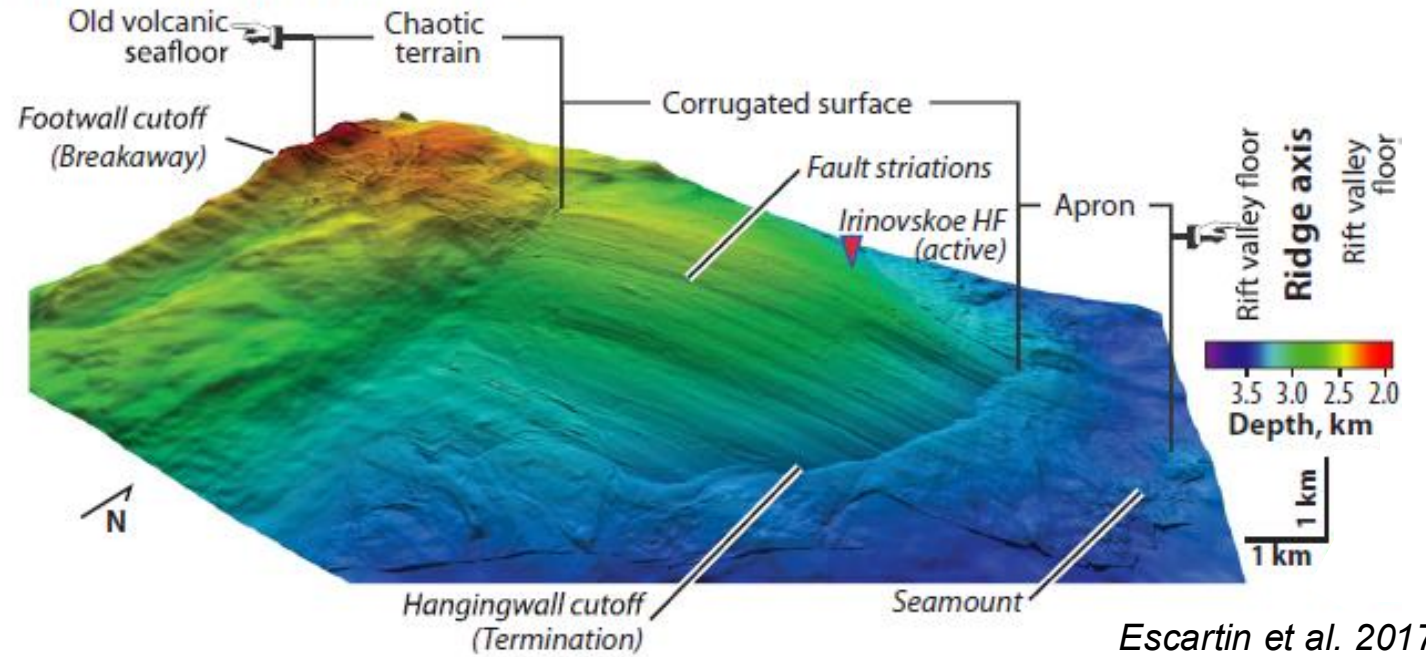
Brèche tectonique et sédimentaire - ophicarbonat





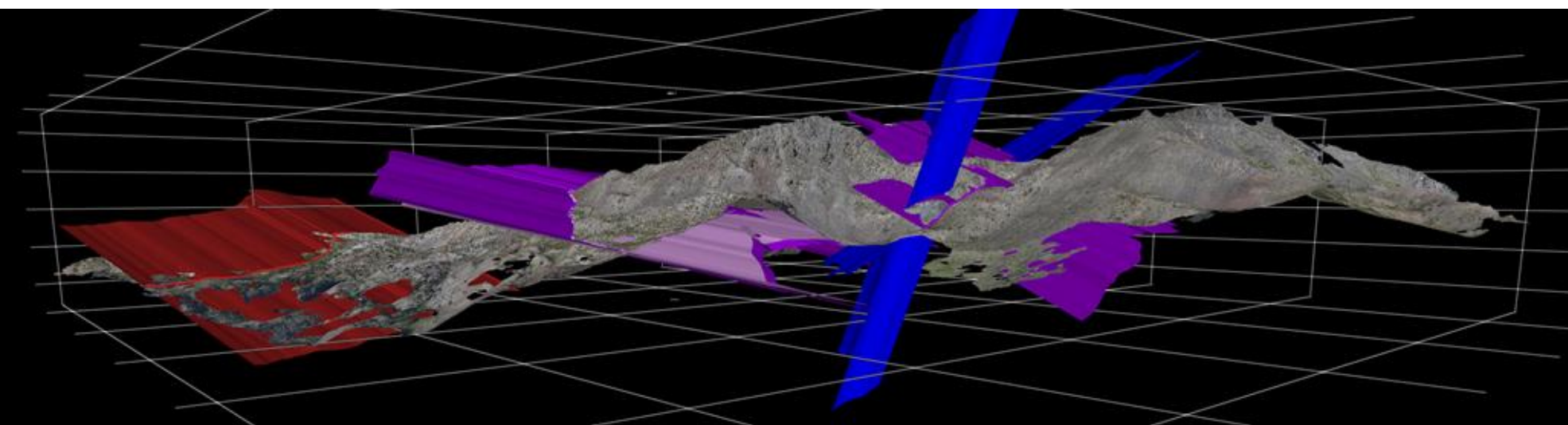
Analogue de dorsale actuelle

A) 13°20' OCC (view from SSE)



Escartin et al. 2017

Interprétations des failles sur VRGS
Stage de M2 Bianca Angulo Lutchamma-Dudoo





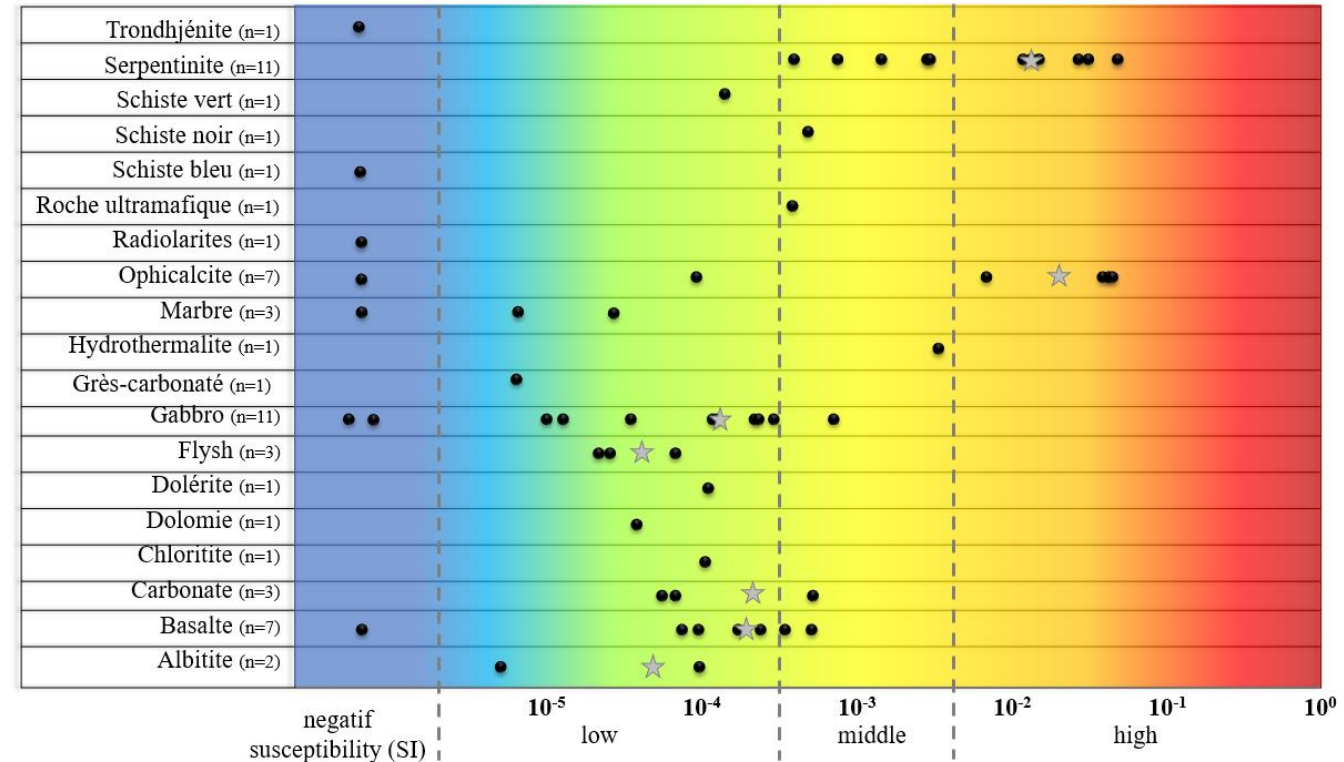
But de cette mission:

Réaliser des relevés aéromagnétiques au Chenaillet.

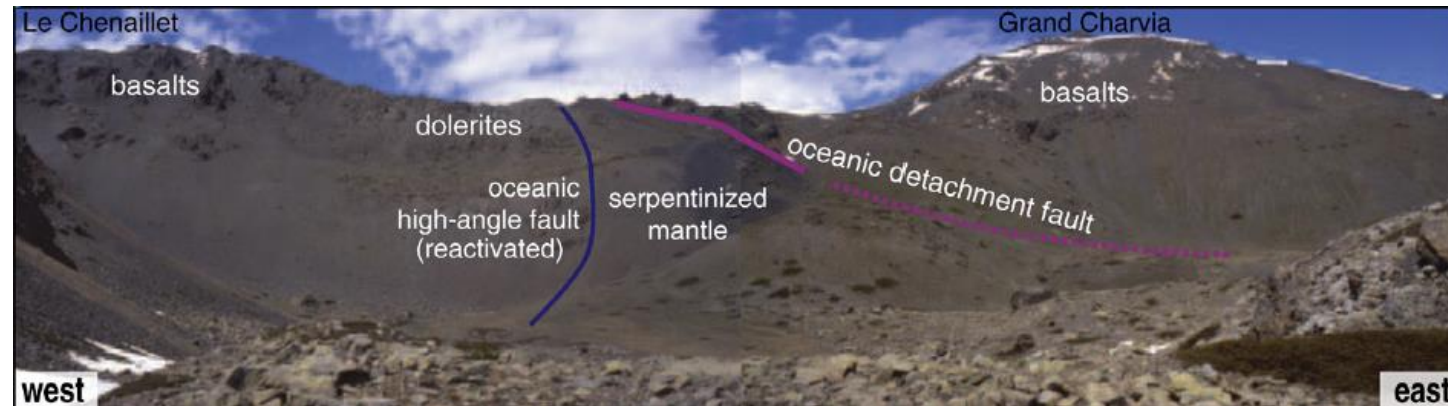
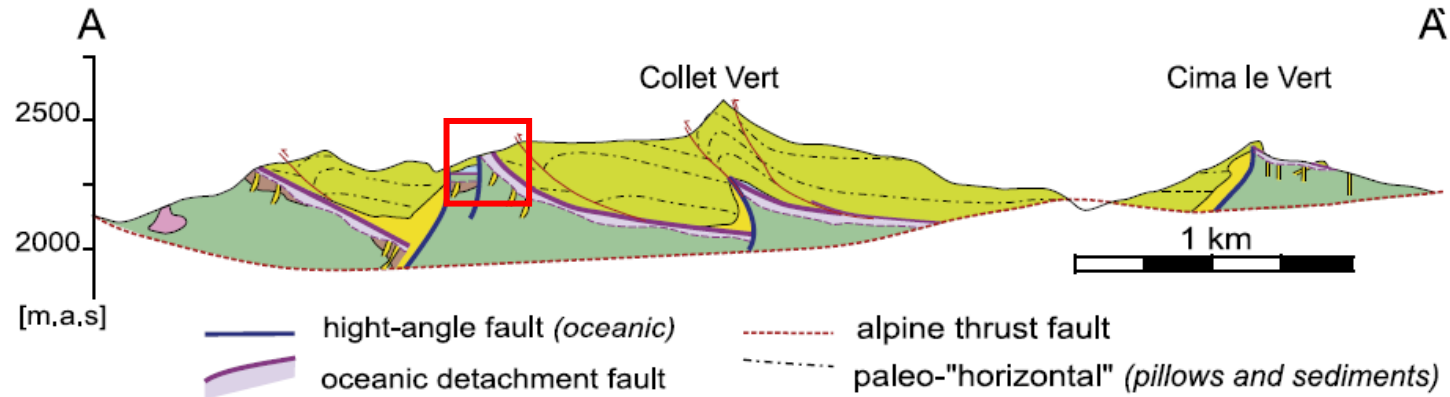
Implications:

- Tester les différentes interprétations géologiques du massif du Chenaillet
- Implications pour la formation des océans

60 mesures de susceptibilité magnétique

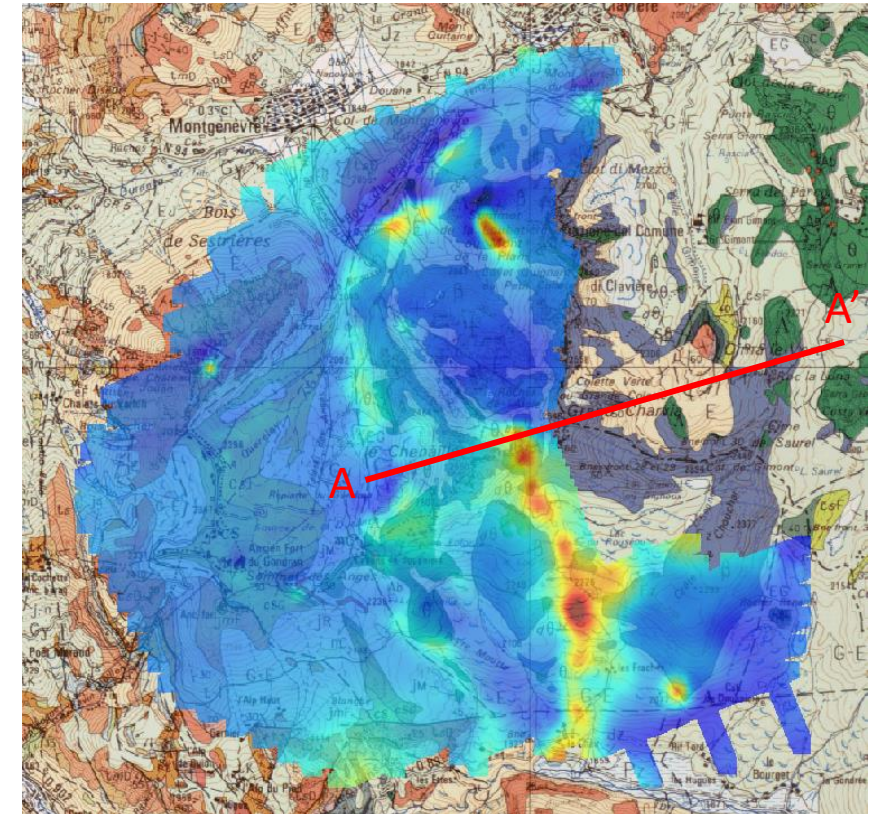


Cartographie magnétique drone de haute résolution de l'ophiolite du Chenaillet



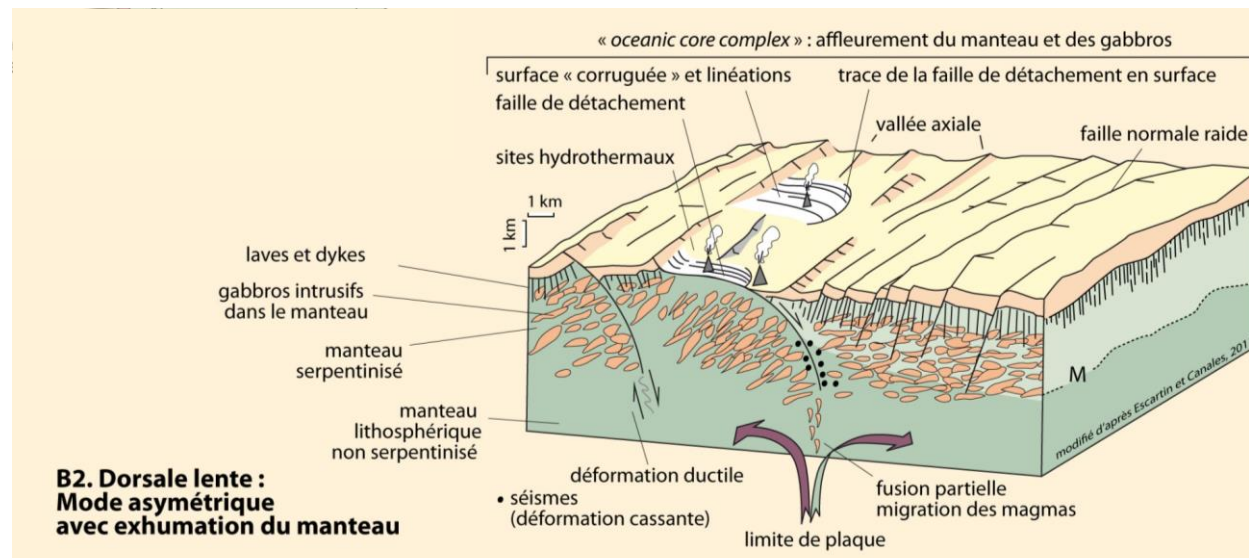
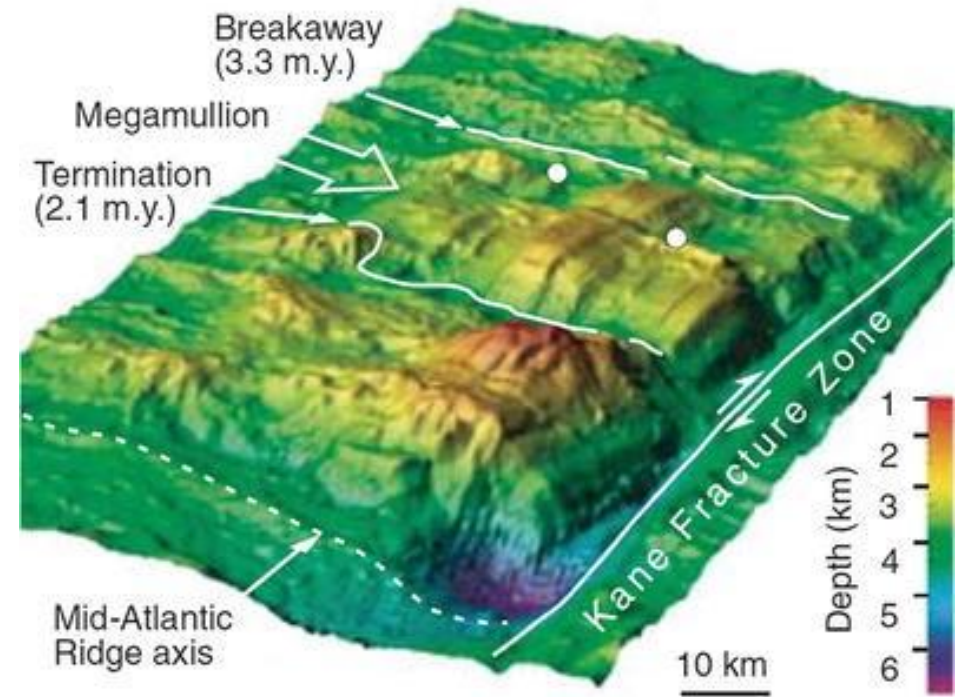
(Manatschal *et al.*, 2011)

Carte des relevés aéromagnétiques





Comparaison entre l'ophiolite du Chenaillet et les dorsales actuelles

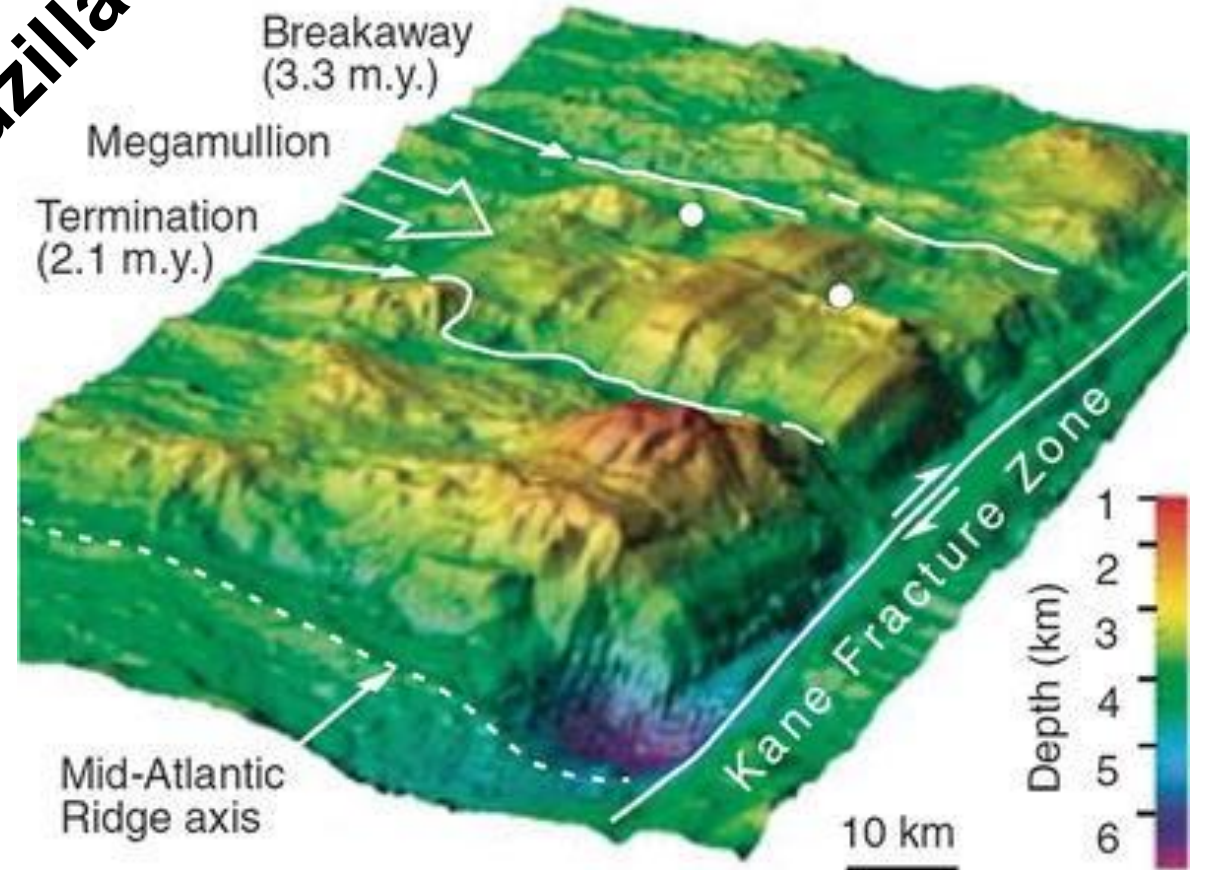


Tucholke et al. 2008

Comparaison entre l'ophiolite du Chenaillet et les dorsales actuelles



Godzilla



Le Chenaillet et le CBGA : une grande histoire d'amour et de géologie

Centre Briançonnais de Géologie Alpine



Organisation de stages scolaires, niveaux :

- Collège
- Première spé SVT
- Terminale spé SVT
- Classe préparatoire BCPST

<https://cbga.net/>

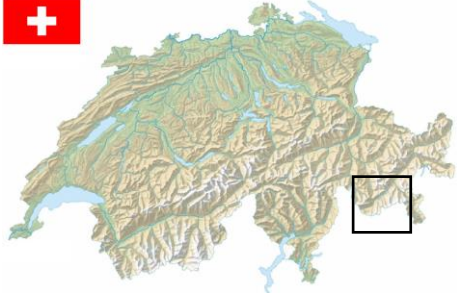


Sorties de terrain

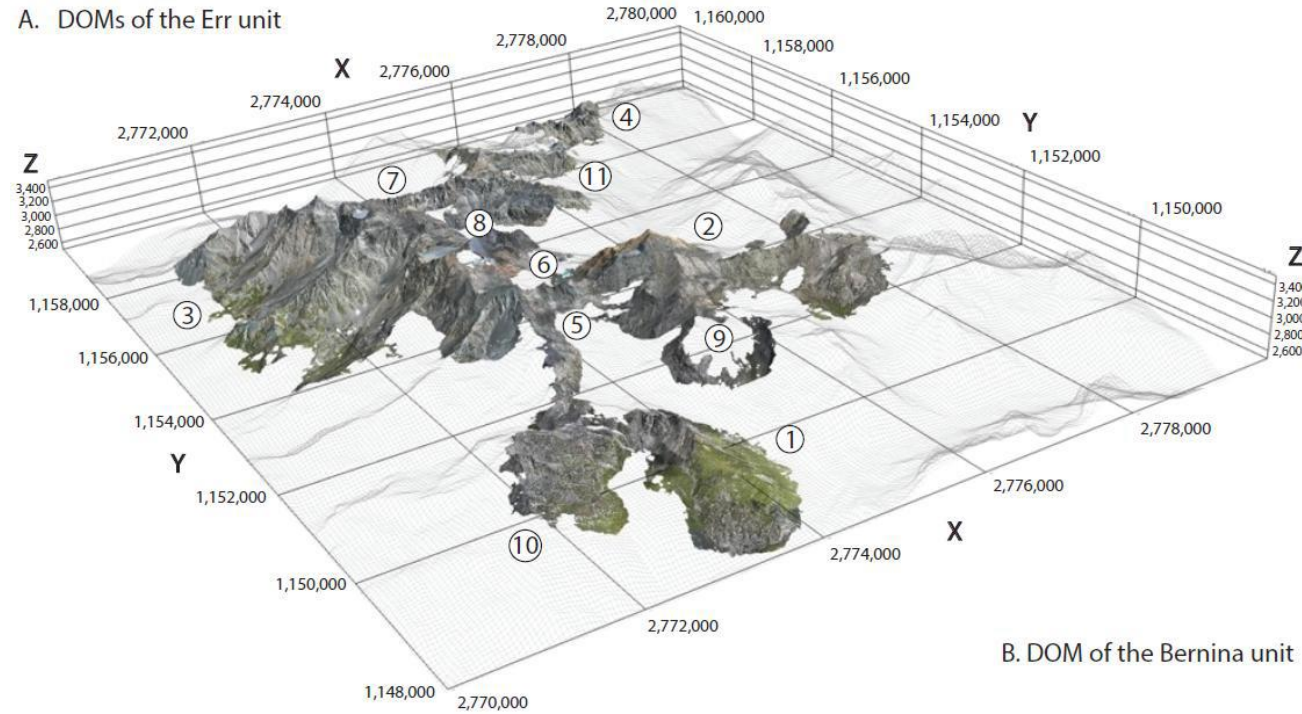


Visite de la maison de la géologie : musée, conférences, ateliers...

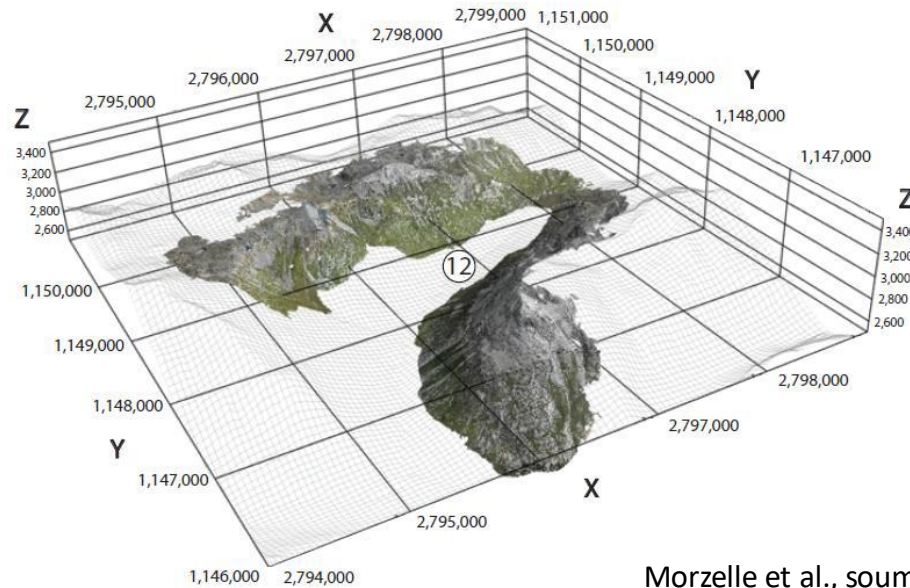
Partie 3 : Acquisition d'un jeu de données de 43km² dans les Alpes suisses



A. DOMs of the Err unit



B. DOM of the Bernina unit

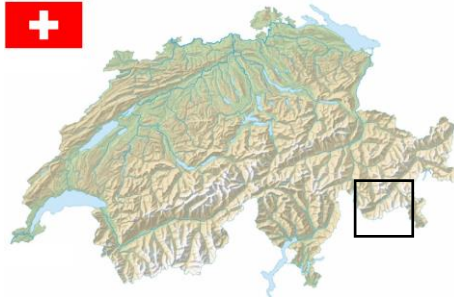


1. Piz Bardella
2. Piz Surgonda and Corn Margun
3. Piz Err and Piz Calderas
4. Piz Alp Val and Piz Bial
5. Fuorcla d'Agnel south
6. Fuorcla d'Agnel north
7. Piz Jentasch south 1
8. Piz Jenastch south 2
9. Corn Alv
10. Piz Neir
11. Laviner and Jenatsch area
12. Val da Fain

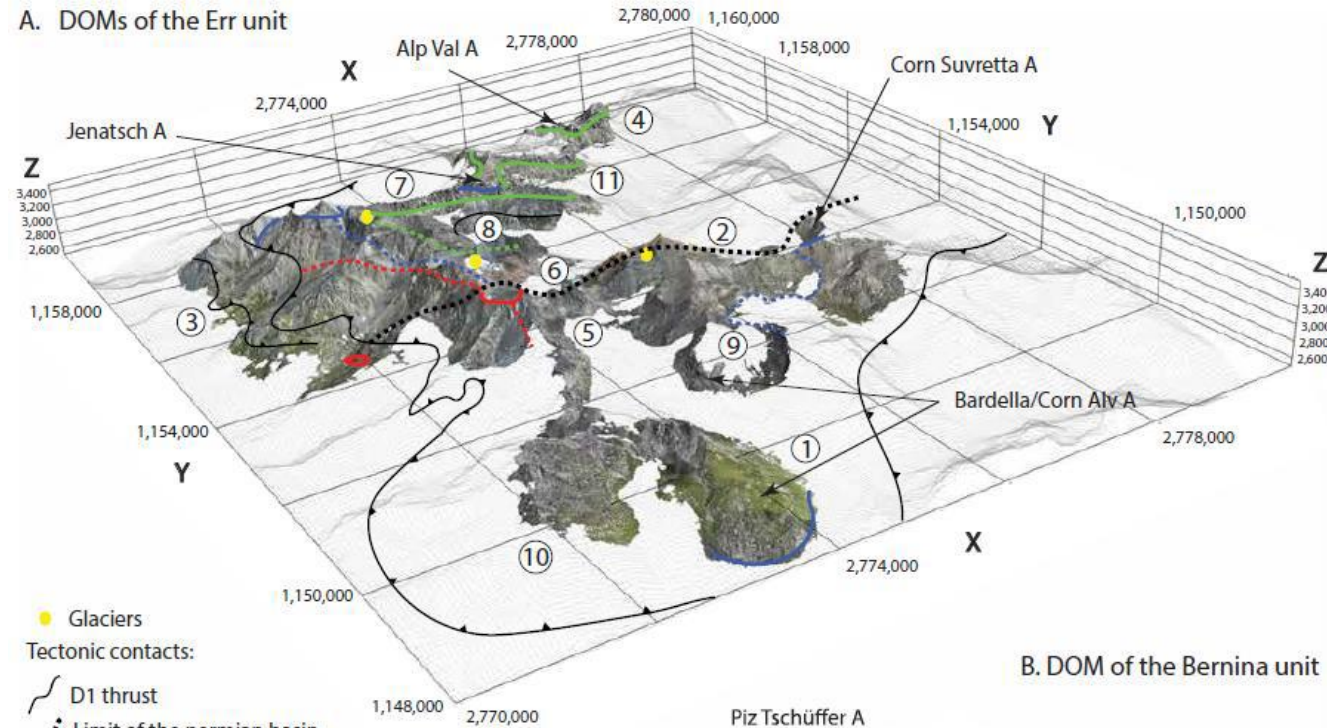
Morzelle et al., soumis



Interprétations géologiques : comprendre la tectonique



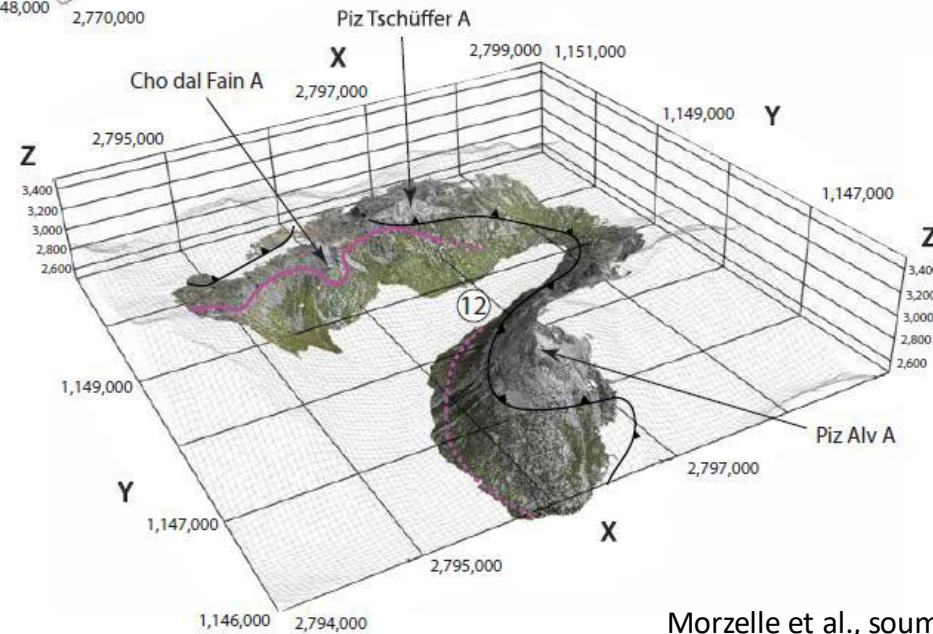
A. DOMs of the Err unit



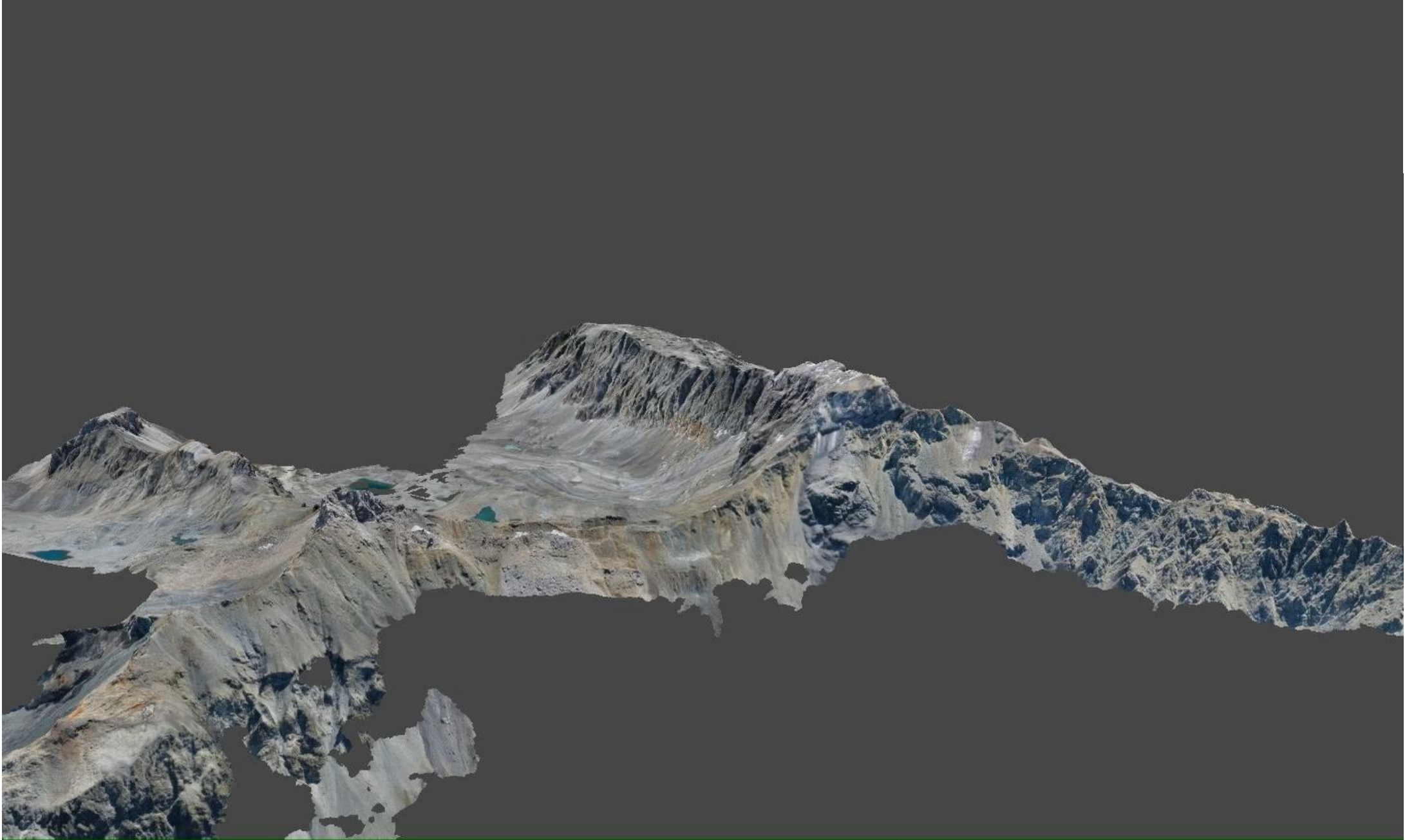
- Glaciers
- Tectonic contacts:
 - D1 thrust
 - ⋯ Limit of the permian basin
 - Agnel LANF
 - Jenatsch LANF
 - Err LANF
 - Bernina LANF
- A Allochthonous blocks

1. Piz Bardella
2. Piz Surgonda and Corn Margun
3. Piz Err and Piz Calderas
4. Piz Alp Val and Piz Bial
5. Fuorcla d'Agnel south
6. Fuorcla d'Agnel north
7. Piz Jenatsch south 1
8. Piz Jenatsch south 2
9. Corn Alv
10. Piz Neir
11. Laviner and Jenatsch area
12. Val da Fain

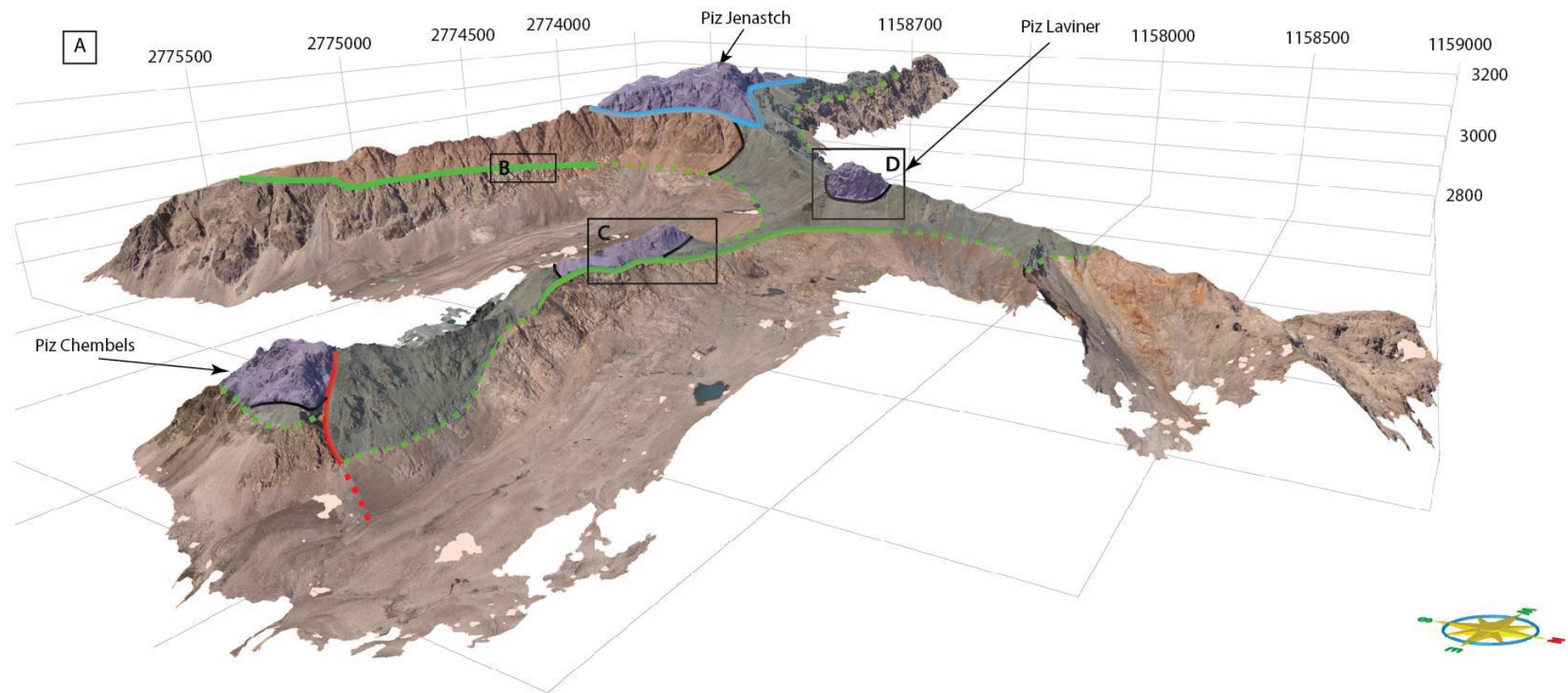
B. DOM of the Bernina unit



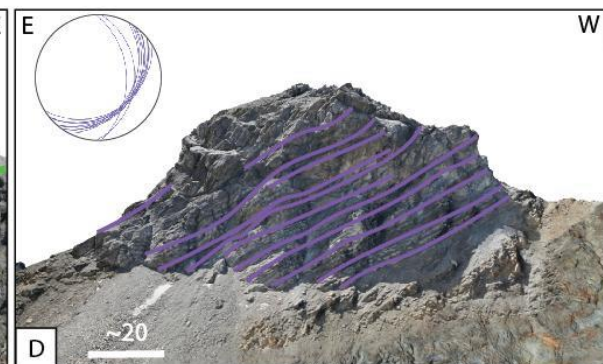
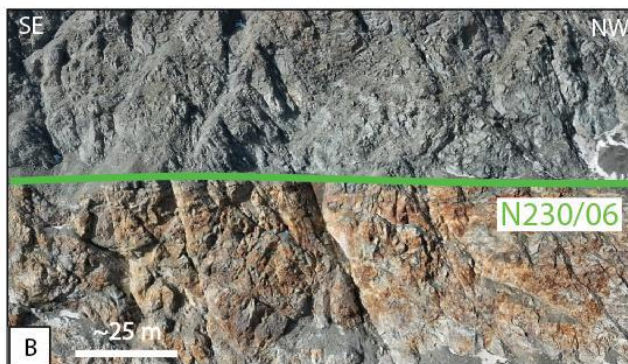
Zoom sur l'un des modèles



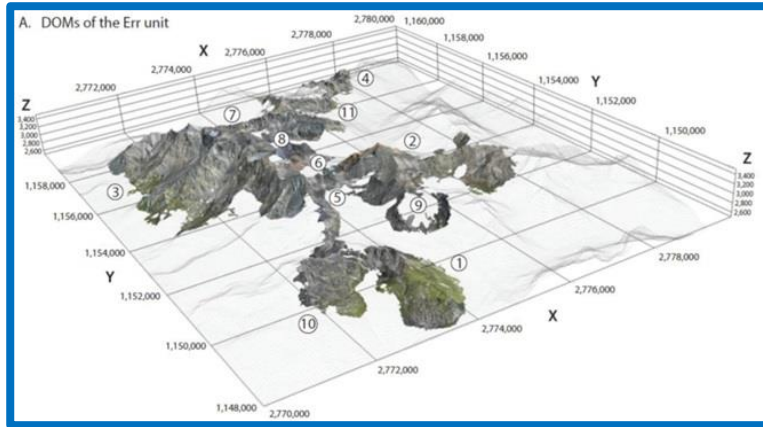
Zoom sur l'un des modèles



Albula Granite
 K+ feldspar granite
 Polymetamorphic basement
 Triassic pre-rift sediments
 Jenatsch LNF
 Err LNF
 Normal fault

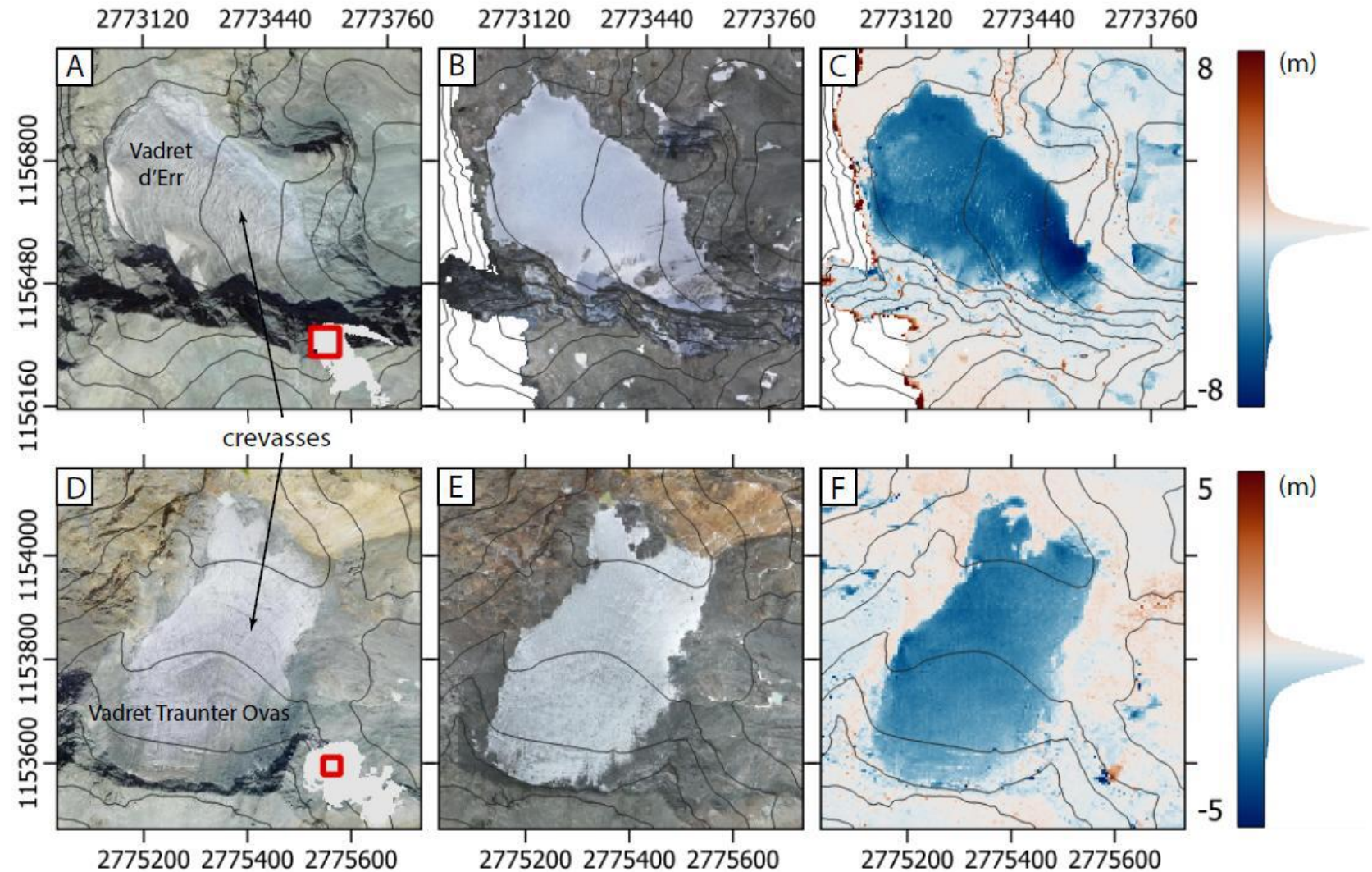


Suivre l'évolution des glaciers



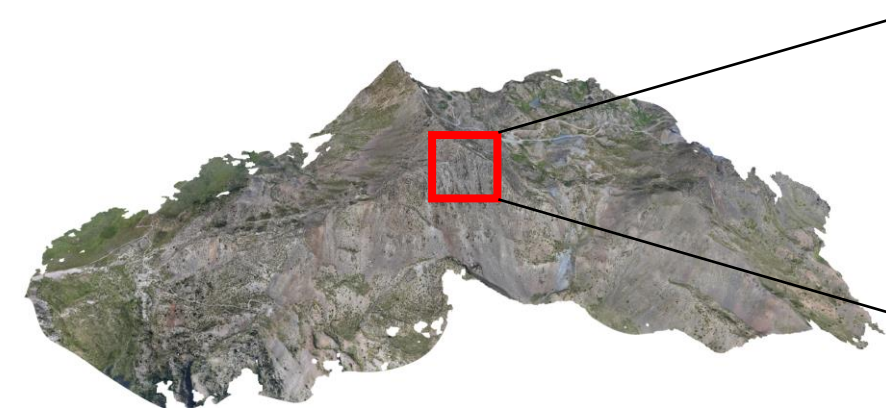
Entre 2022 et 2023, on estime la perte de volume

- à $-918\,918.46\text{ m}^3$ pour le glacier Vadret d'Err
- et à $-301\,971.59\text{ m}^3$ pour le glacier Vadret Traunter Ovas





Les modèles 3D comme outils pour l'enseignement secondaire et supérieur



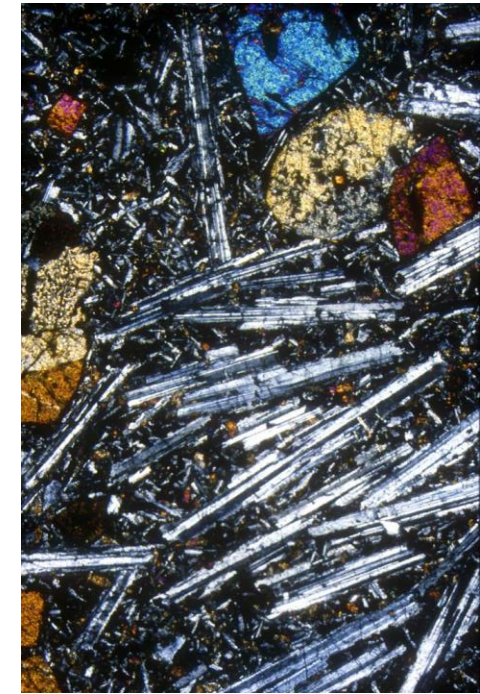
Modèle avec le trajet et les différents arrêts



Affleurement



Echantillon de roche



Lame mince

Intérêts :

- Préparer une sortie de terrain (activité : conception de la balade géologique)
- Reprendre les notions vues sur le terrain (mieux mémoriser, aller à son rythme...)
- Travailler en salle à différentes échelles (modèle, affleurement, roche, lame mince)
- En période d'état d'urgence sanitaire

On ne remplace jamais l'expérience vécue du terrain, mais on peut enrichir notre pratique pédagogique.



Les roches murmurent l'histoire de la Terre à l'oreille des géologues...

Merci pour votre attention !

L'intérêt du drone en Géosciences: Une nouvelle technologie pour mieux comprendre les Alpes

Intro: Alpes

I. La question scientifique

Beaucoup de choses ont été faites, figure chaine de collision, grand modèle Alpes

Cependant encore beaucoup de questions

Ophiolite emblématique du Chenaillet qui nous renseigne sur l'ouverture d'un océan.

Transition :

Comment les Nouvelles technologies peuvent nous aider à répondre à ces questions.

II. Méthode : la photogrammétrie

L'exemple du drone

Qu'est ce que c'est un drone?

Quels types de données cela nous permet d'acquérir

Photogrammétrie: modèle 3D

Vidéos du Chenaillet

Approfondissement de la question

III. Méthode 2 : le mag

Acquisition de données magnétiques

Carte et explication simple magnétiques

Applications au Chenaillet

IV. Les Alpes suisses

Présentation projet NFETRA

Alpes Suisse, présentation du dataset

Vidéo NFETRA