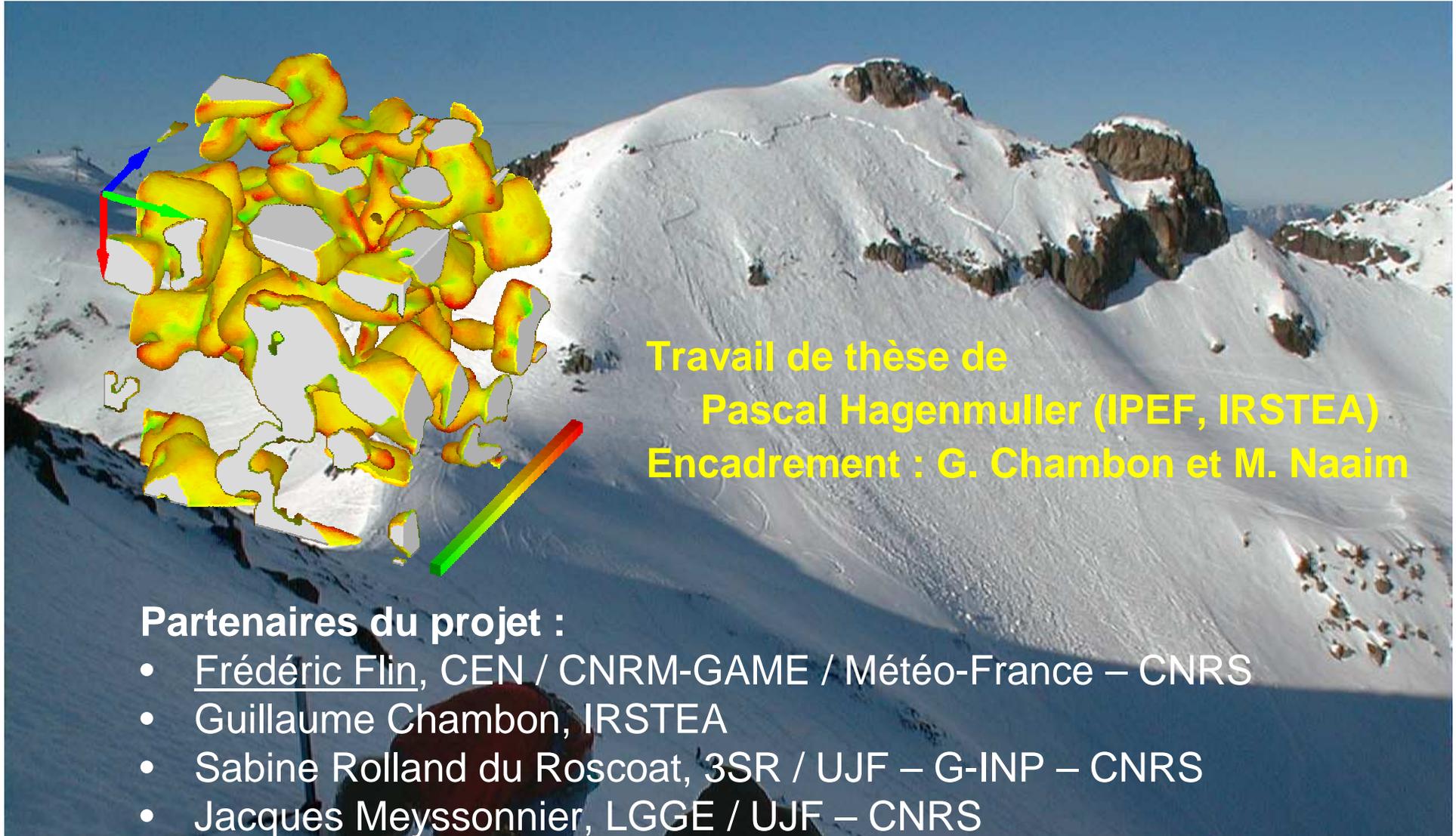


Obtention d'images tomographiques de neiges de faible cohésion pour la modélisation du comportement mécanique des couches fragiles



Travail de thèse de
Pascal Hagenmuller (IPEF, IRSTEA)
Encadrement : G. Chambon et M. Naaim

Partenaires du projet :

- Frédéric Flin, CEN / CNRM-GAME / Météo-France – CNRS
- Guillaume Chambon, IRSTEA
- Sabine Rolland du Roscoat, 3SR / UJF – G-INP – CNRS
- Jacques Meyssonnier, LGGE / UJF – CNRS

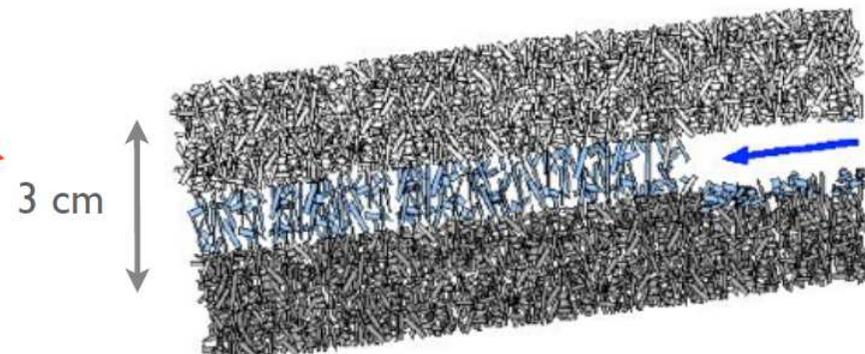
Contexte

Avalanche

Phénomène de grande ampleur (10 m - 1 km)

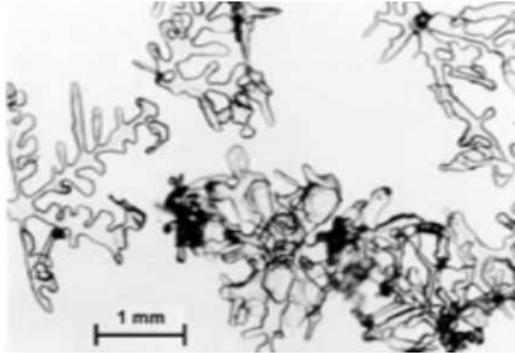


Dont le départ est conditionné par des mécanismes à petite échelle (mm)

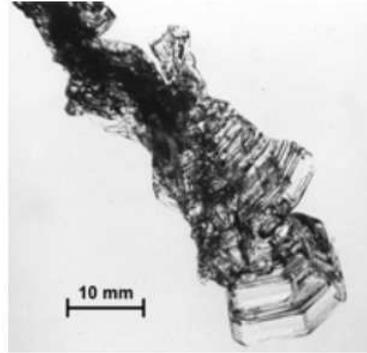


Propagation d'une rupture dans la couche «fragile» (Heierli et al. 2008)

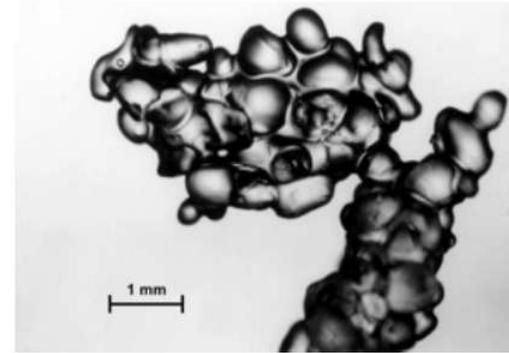
Contexte



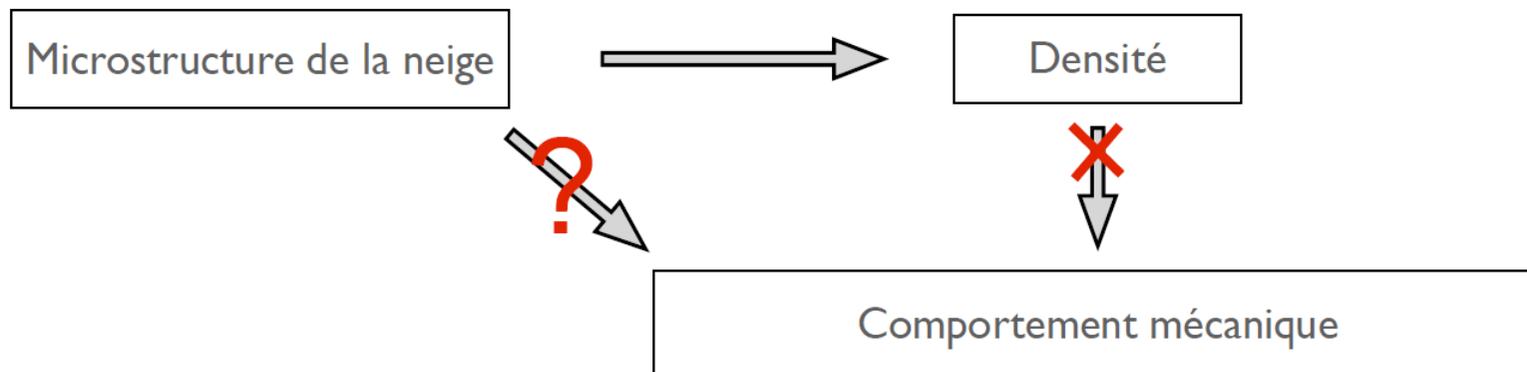
Neige fraîche partiellement décomposée



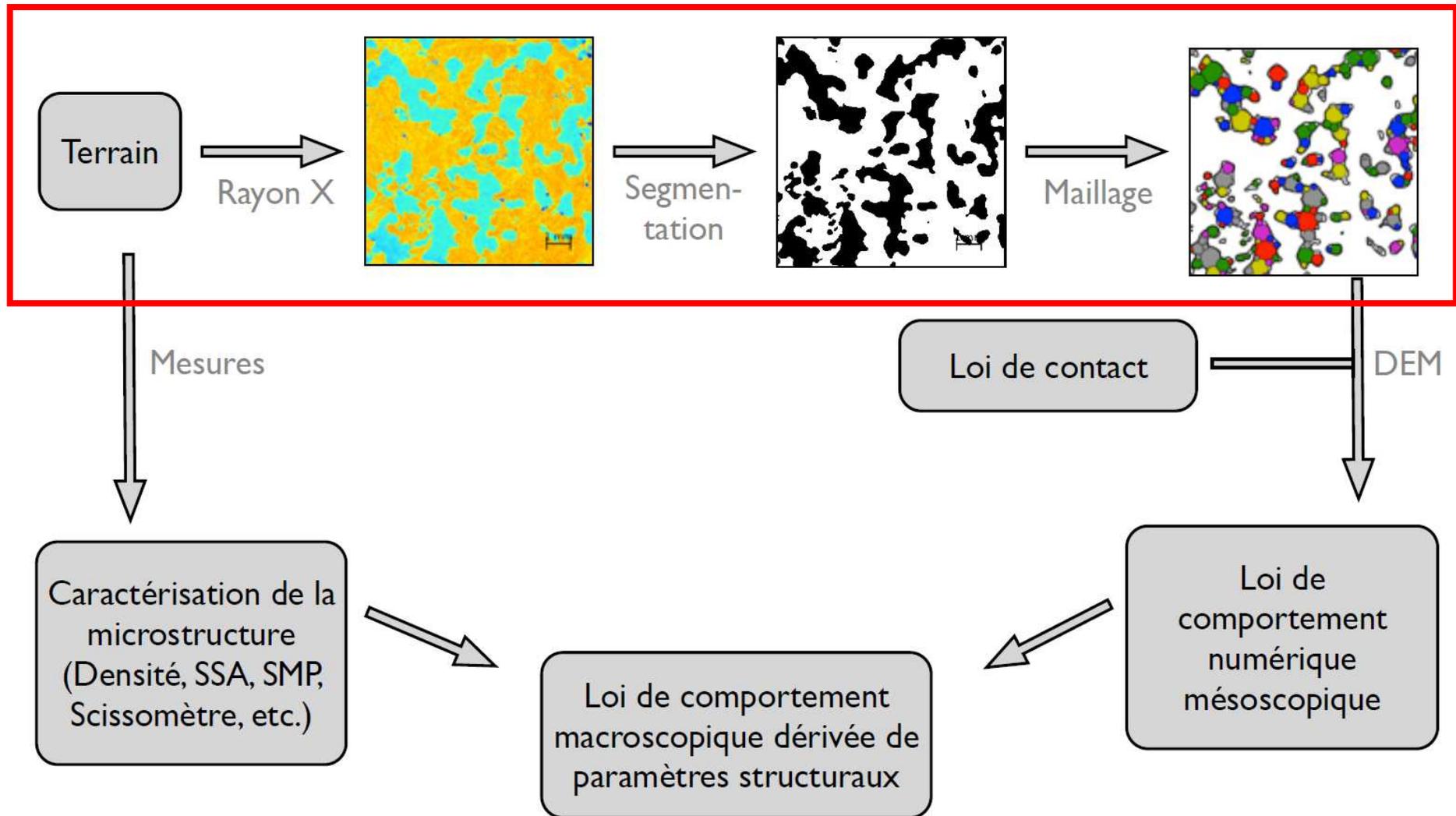
Givre de profondeur



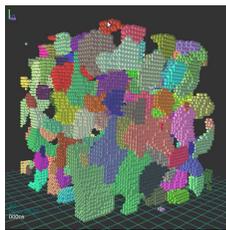
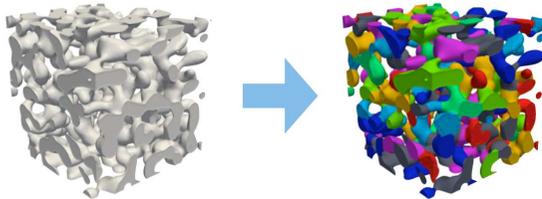
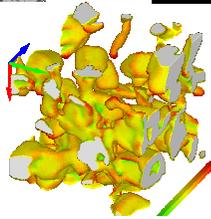
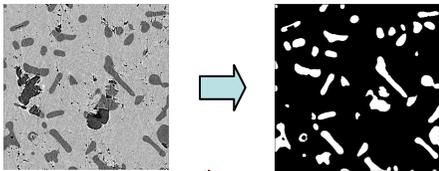
Grains ronds



Démarche



Plan



1. Expérimentation → images 3D en niveaux de gris

2. Segmentation binaire

3. Résultats : une dizaine d'images 3D

4. Segmentation en grains

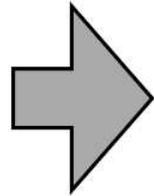
5. Maillages adaptés et DEM...

6. Bilan et valorisation

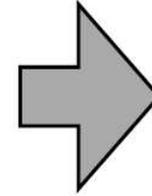
1. Expérimentation : prélèvements et préparation des échantillons



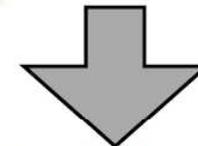
Prélèvement
(Col de Porte, Chartreuse)



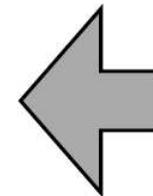
Imprégnation



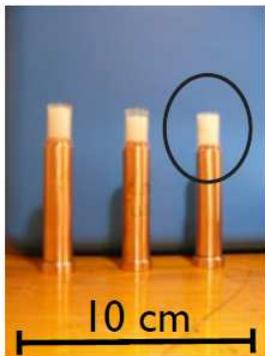
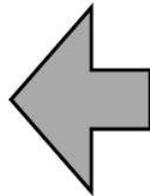
Bloc de glace, produit et bulles d'air



Usinage en chambre froide

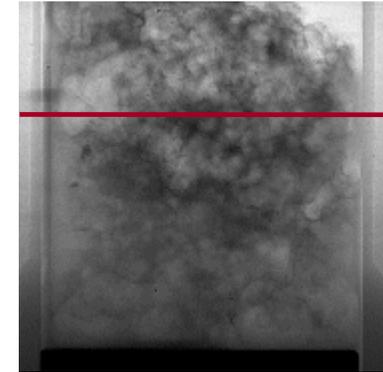
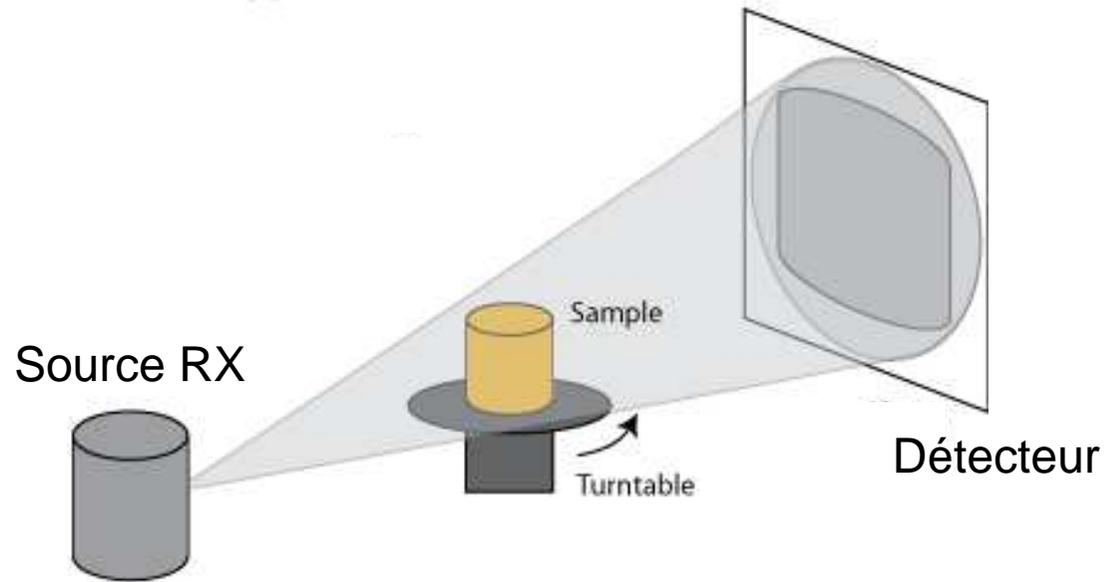


-28 °C pendant 2-3h ...



Tout ça pour ça ...

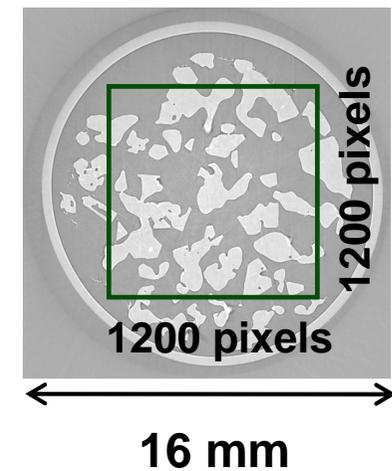
1. Expérimentation : Tomographie



Resolution :
7 - 10 microns



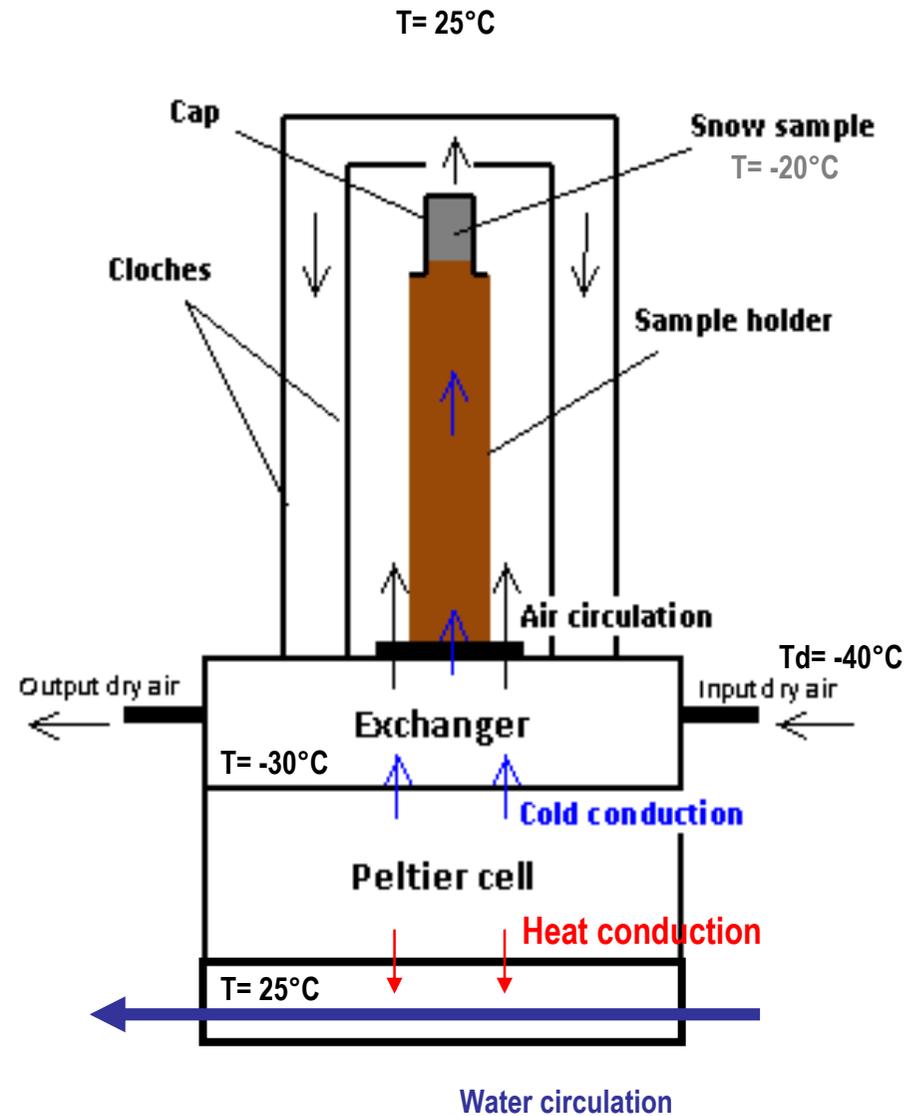
Laboratoire
Sols
Solides
Structures
Risques



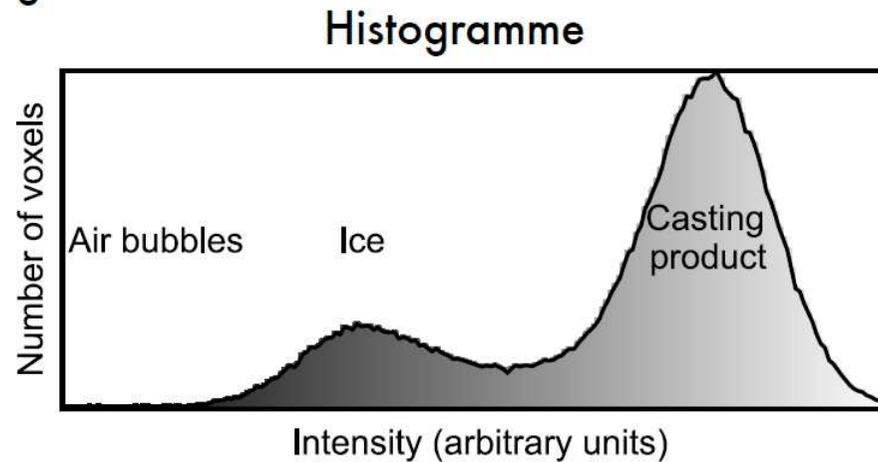
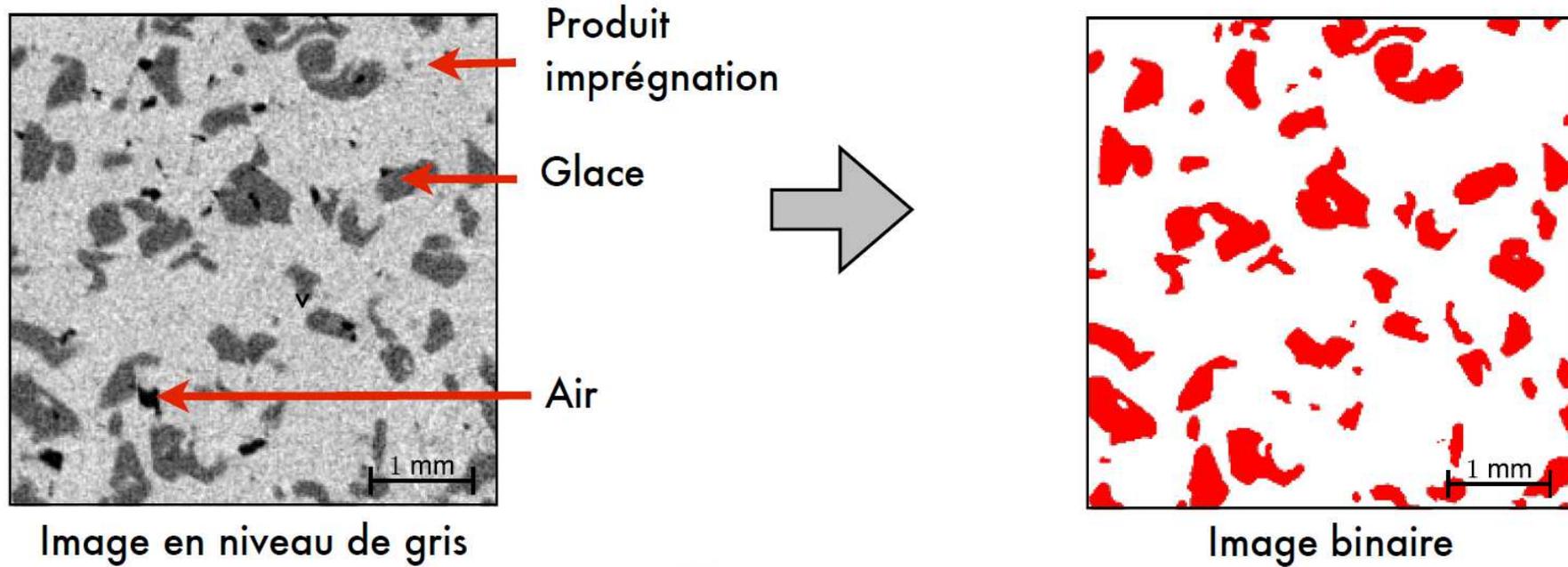
Cellule cryogénique



Paramètres tomo :
Spot : small (7-20 microns)
Résolution : 10 microns
Tension = 75 kV
Courant = 100 microA
Temps d'acquisition = 2h



2. Segmentation binaire



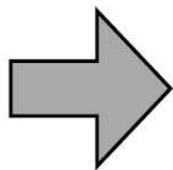
2. Segmentation binaire

Approche énergétique

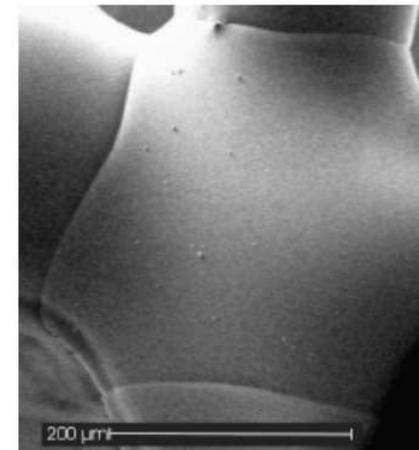
$$E(L) = E_V(L) + r \cdot E_S(L)$$

↙
Coût «volumique» quantifiant la proximité d'un voxel du fond ou de la glace (fidélité aux données)

↘
Coût «surfaccique» pénalisant la longueur de l'interface glace/fond (terme de régularisation)

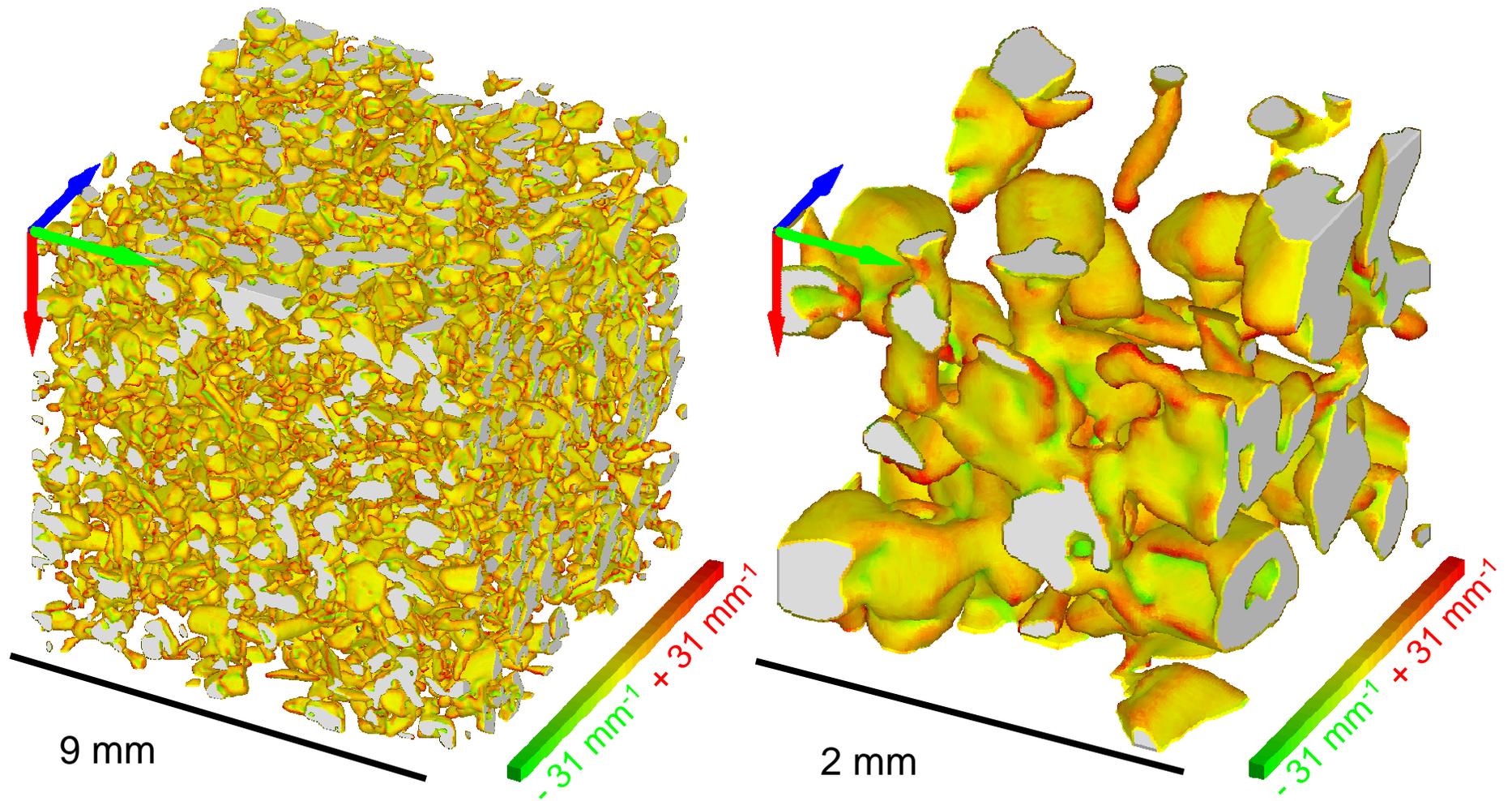


Minimisation globale par approche graph-cut (Boykov et al, 2003)

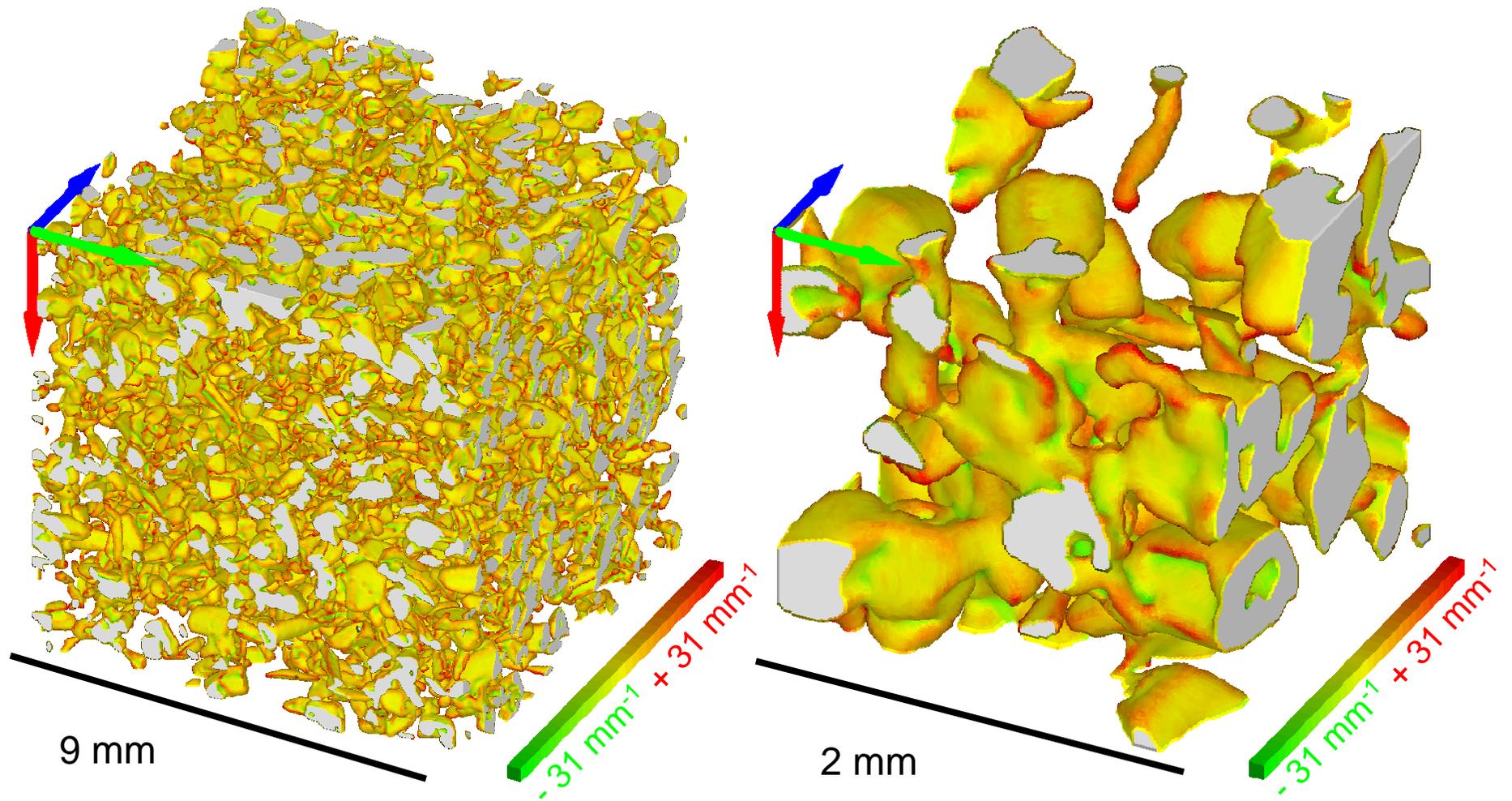


Adams (2001)

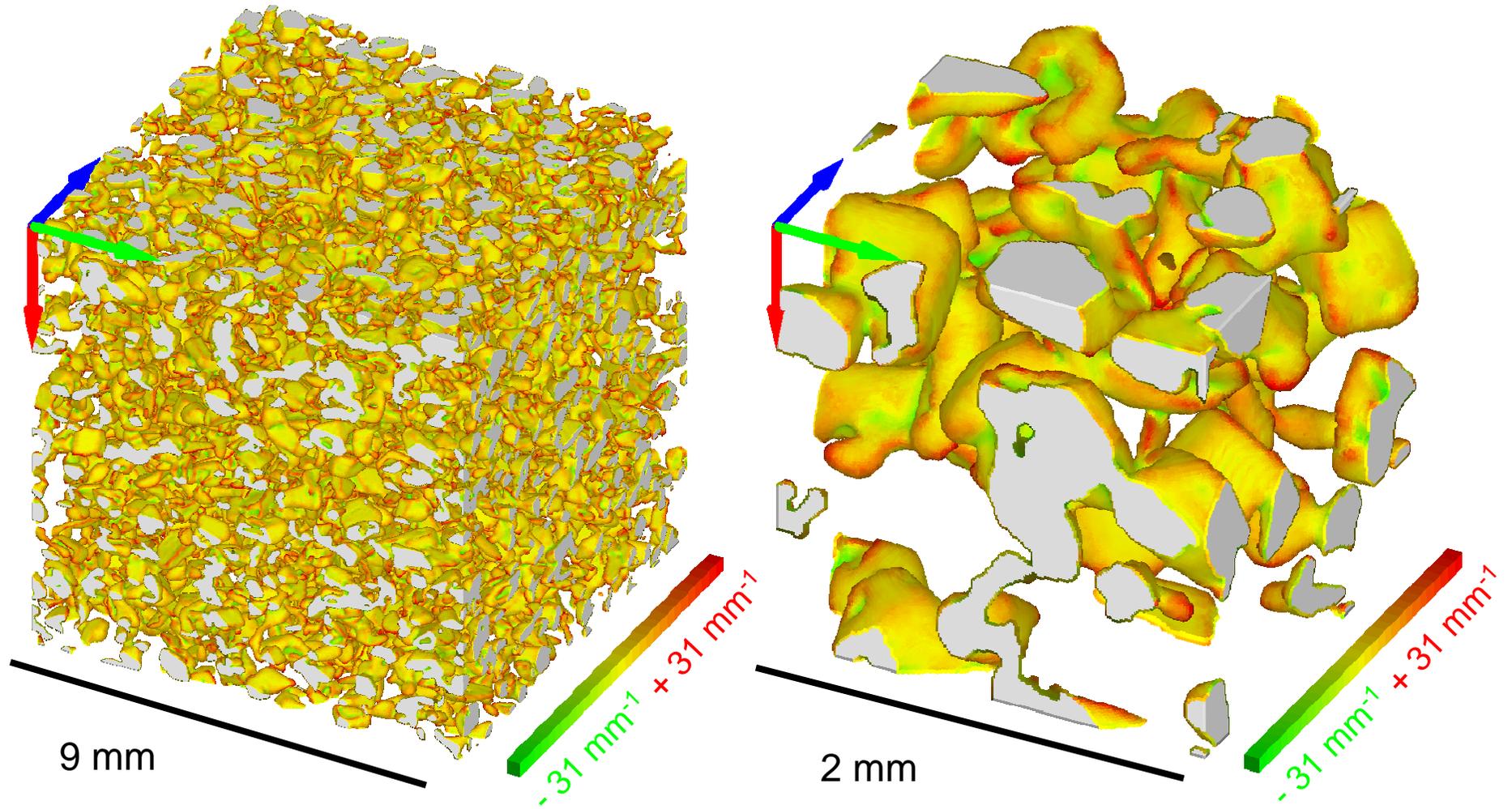
3. Résultats : une dizaine d'images 3D



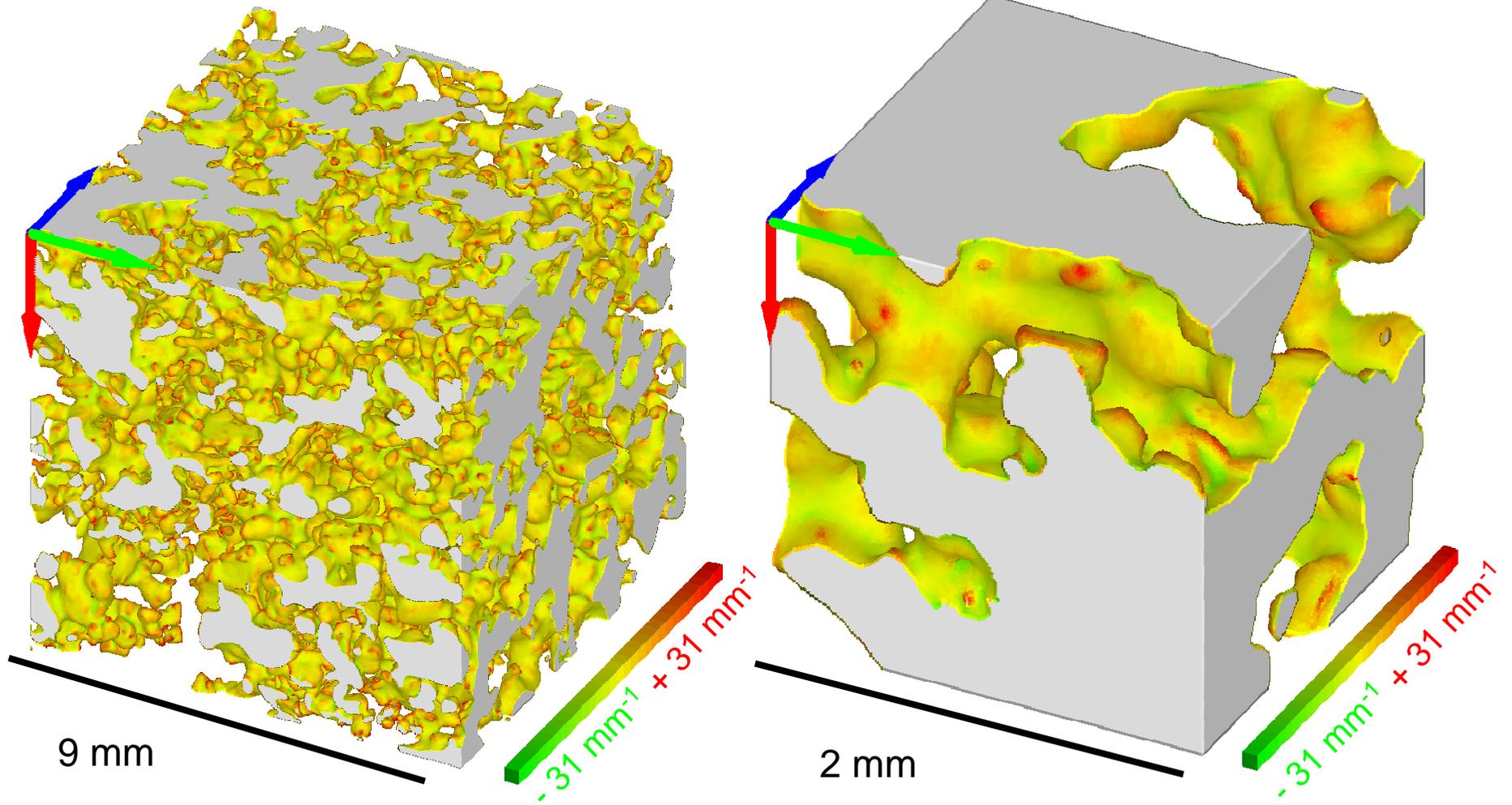
Echantillon 4 : Faces planes - gobelets



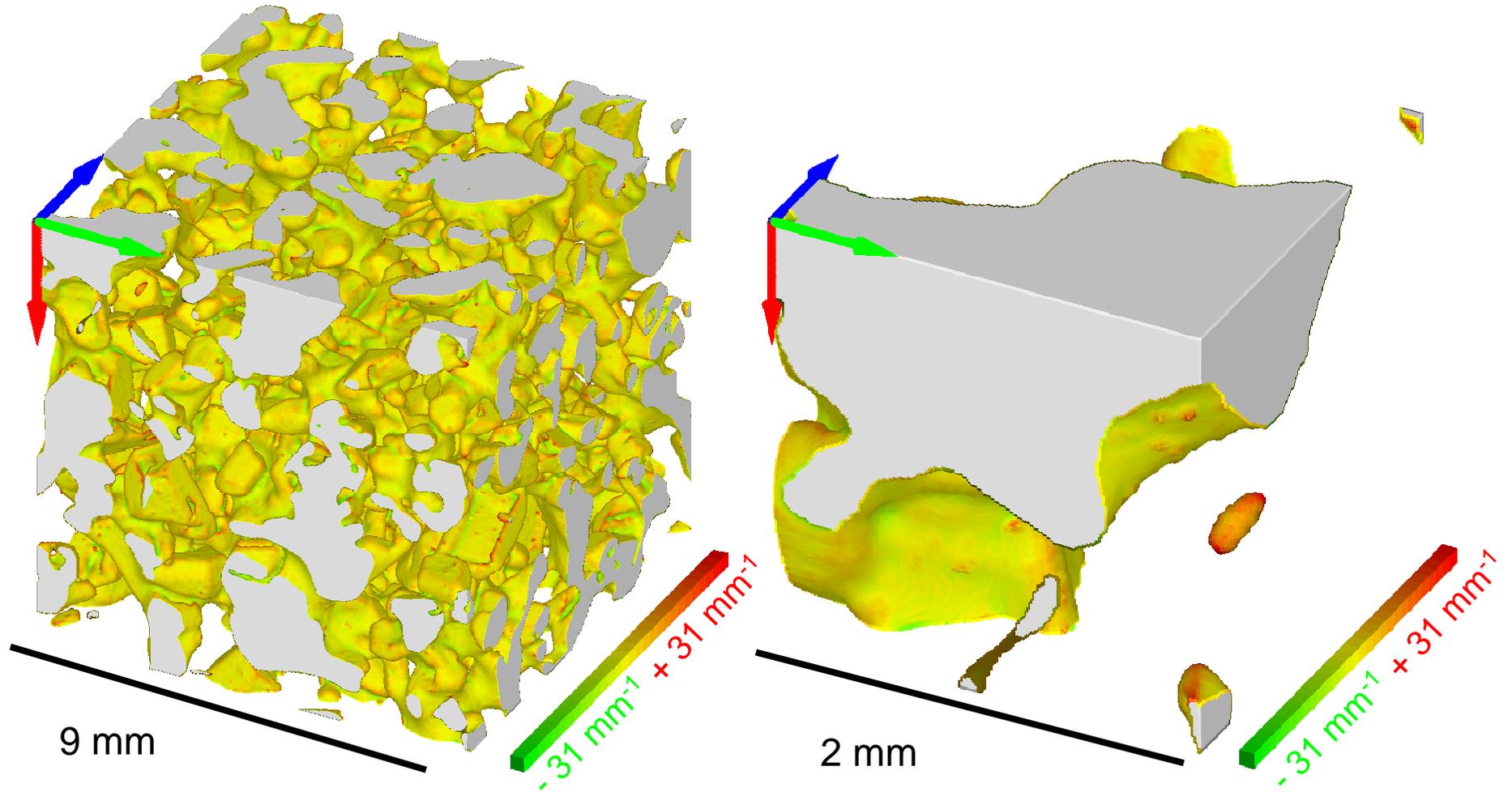
Echantillon 9 : Faces planes - gobelets



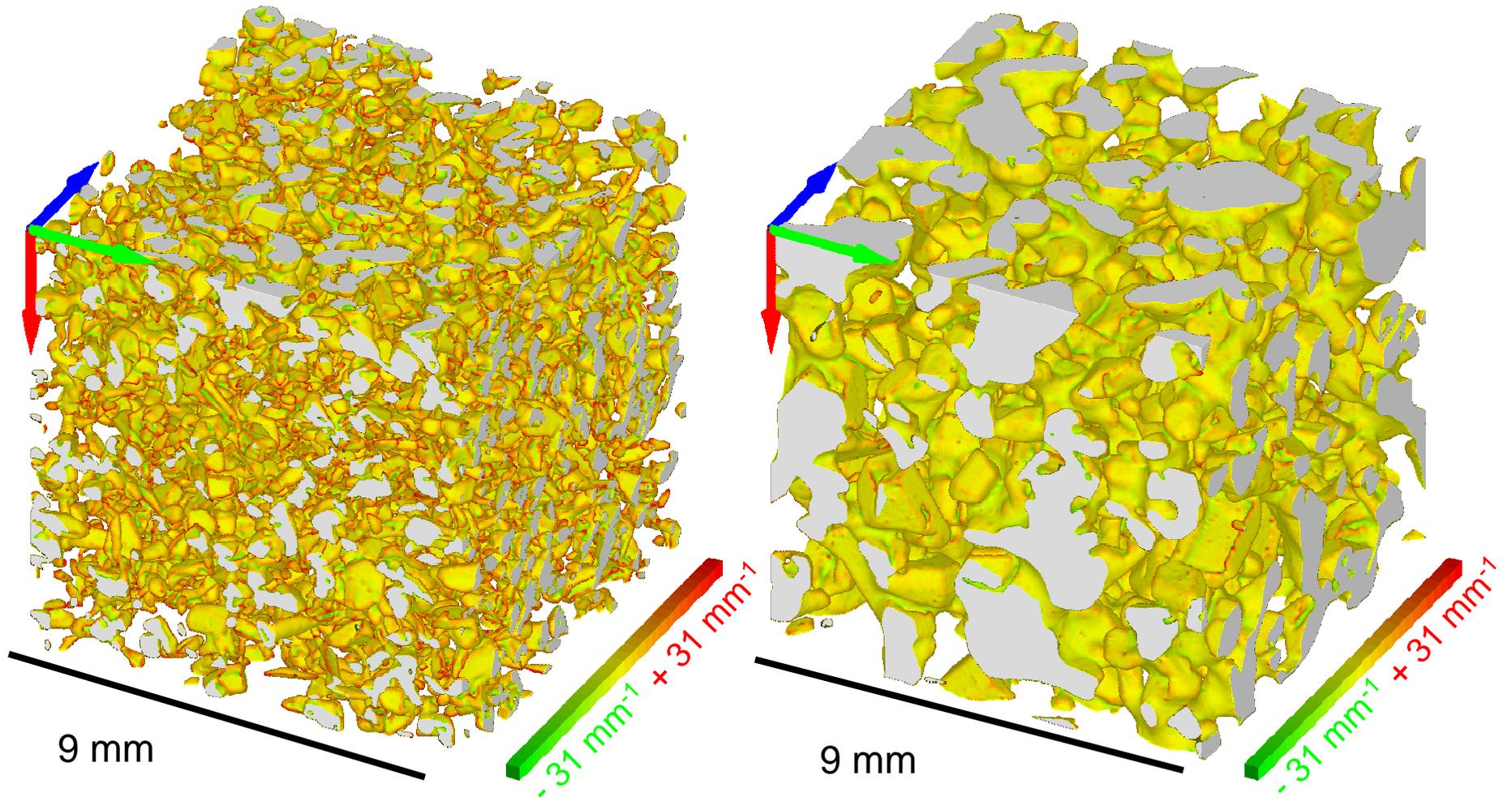
Echantillon A : Grains ronds



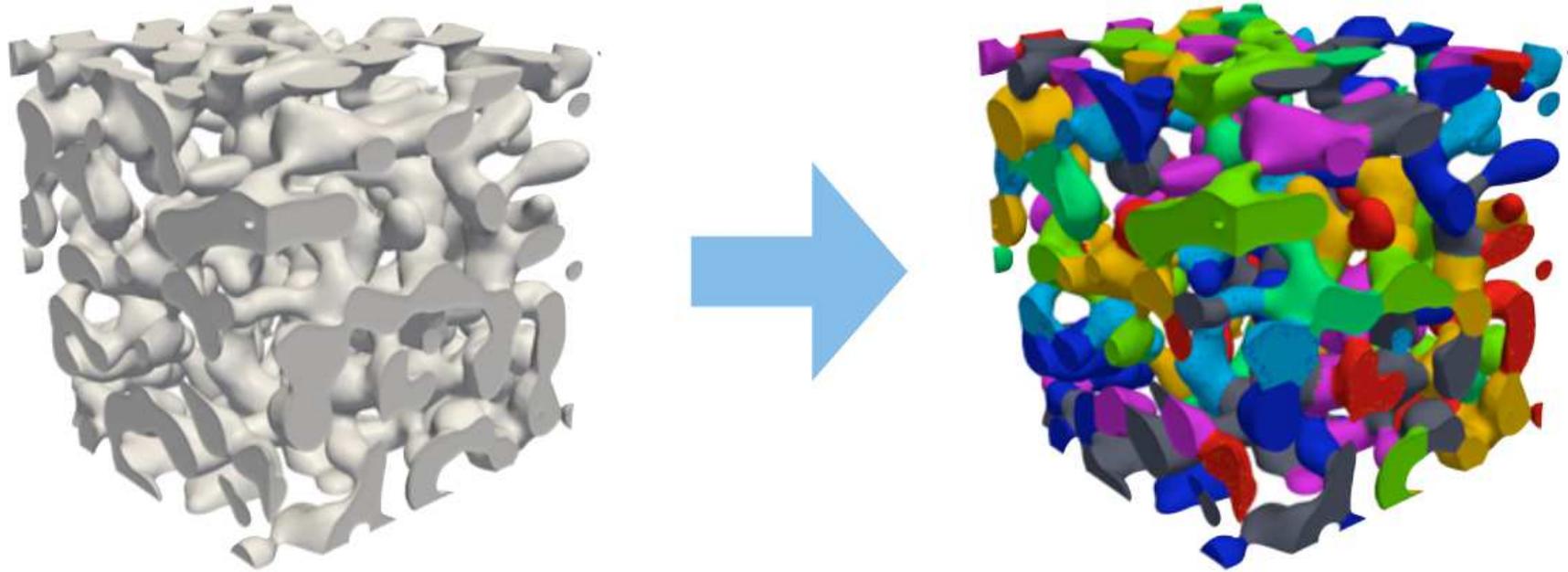
Echantillon F : Grains ronds facettés



Comparaisons entre les échantillons 4 et F



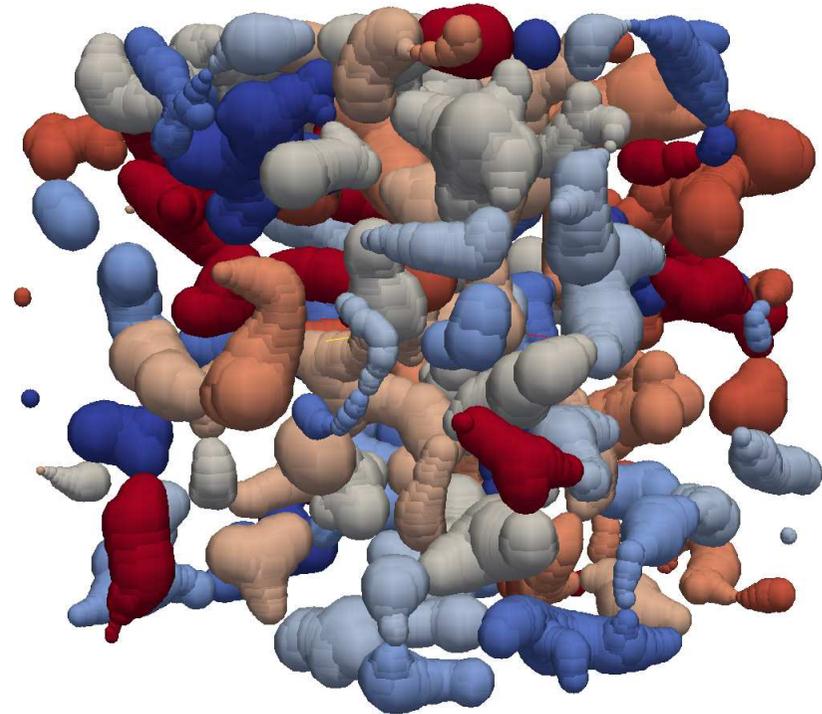
4. Segmentation en grains



Approche basée sur la courbure de l'interface air-glace

5. Maillages adaptés et DEM... **En cours !**

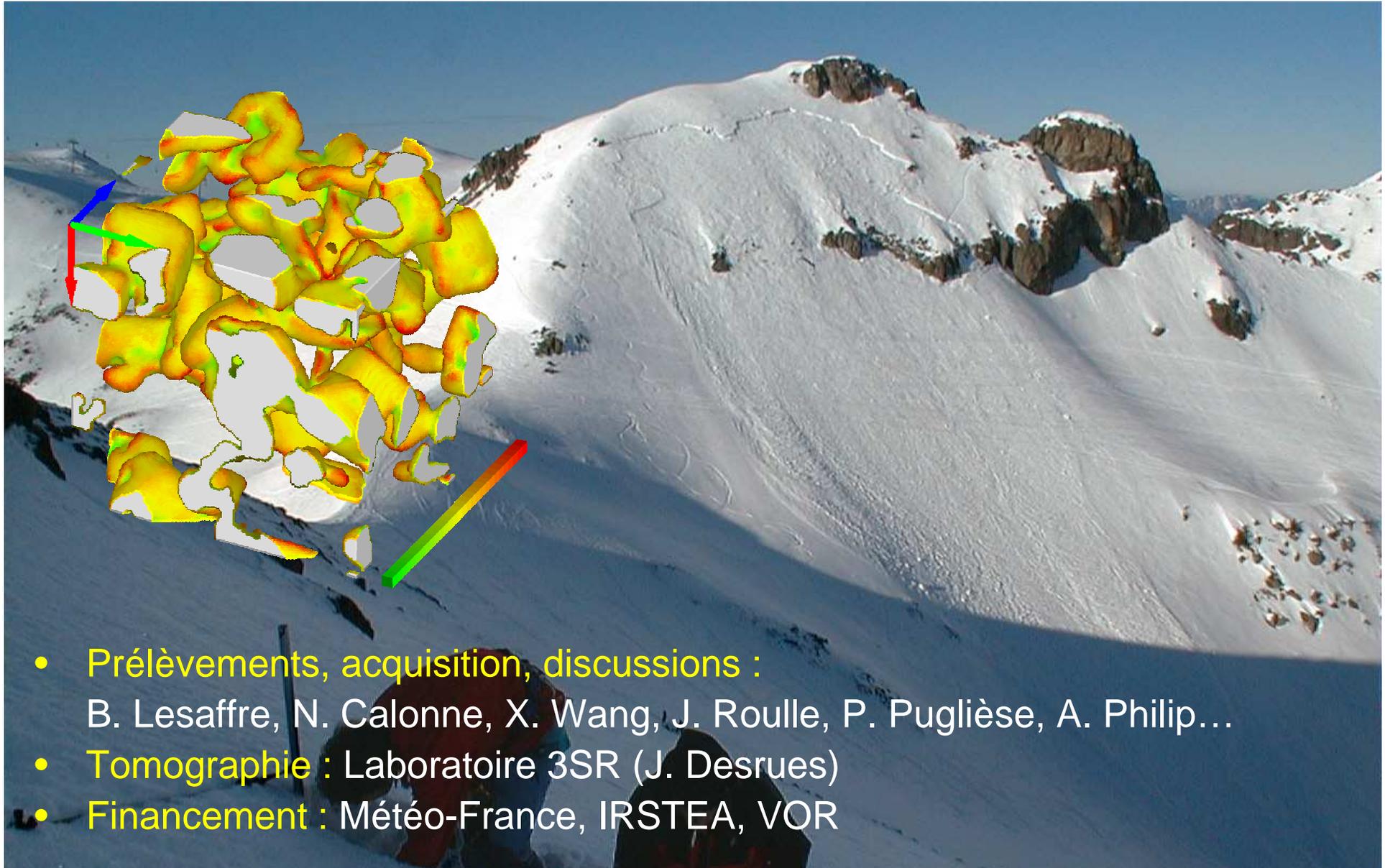
- Objectif : avoir des grains :
 - facilement manipulables pour la DEM
 - dont les formes soient proches des structures réelles



Bilan et valorisation

- Financement
 - 10 k€ attribué par VOR (acquisitions tomographiques + petits matériel)
 - 2.4 k€ de frais de chambre froide pris en charge par le CEN
- Articles :
 - Segmentation binaire : Hagenmuller et al, 2013, J. Glaciol., paru
 - Segmentation en grains : Hagenmuller et al, in prep
- Conférences :
 - ICTMS 2013, avec proceedings
 - DACA 2013
 - ISSW 2013, avec proceedings

Remerciements



- **Prélèvements, acquisition, discussions :**
B. Lesaffre, N. Calonne, X. Wang, J. Roulle, P. Puglièse, A. Philip...
- **Tomographie :** Laboratoire 3SR (J. Desrues)
- **Financement :** Météo-France, IRSTEA, VOR