

Journée de restitution CaDORoc 10/10/2017

Analyse des outils 3D de description des massifs rocheux

Dter Méditerranée

P.Azemard, C.E. Kermiche

Objectifs

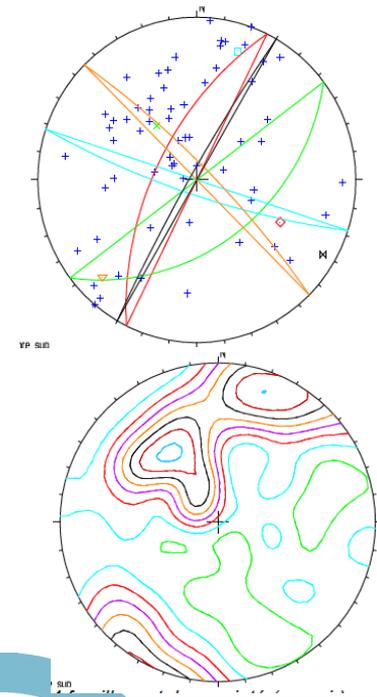
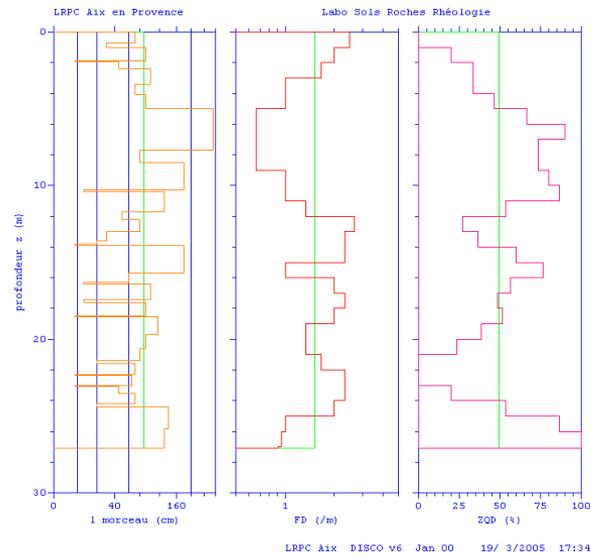
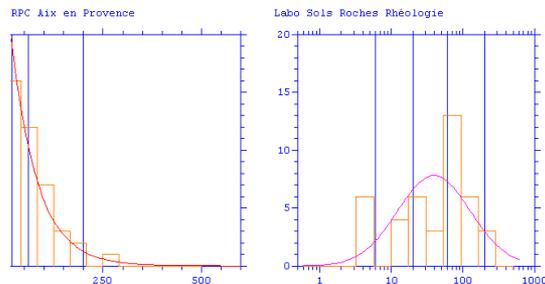
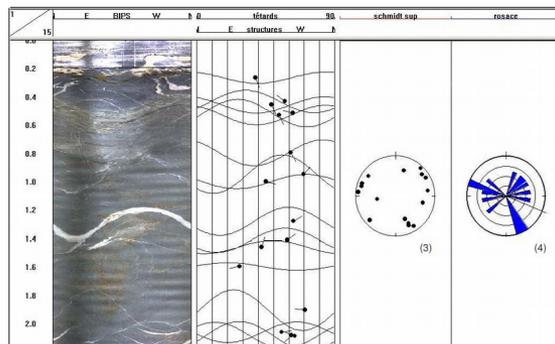
Analyser les méthodes émergentes de description des massifs rocheux pour l'analyse structurale

Nuages de points 3D denses obtenus par :

- Scan Laser Terrestre (TLS) ou LIDAR
- Structure From Motion (SFM)
- GB-SAR

Relevés structuraux classiques

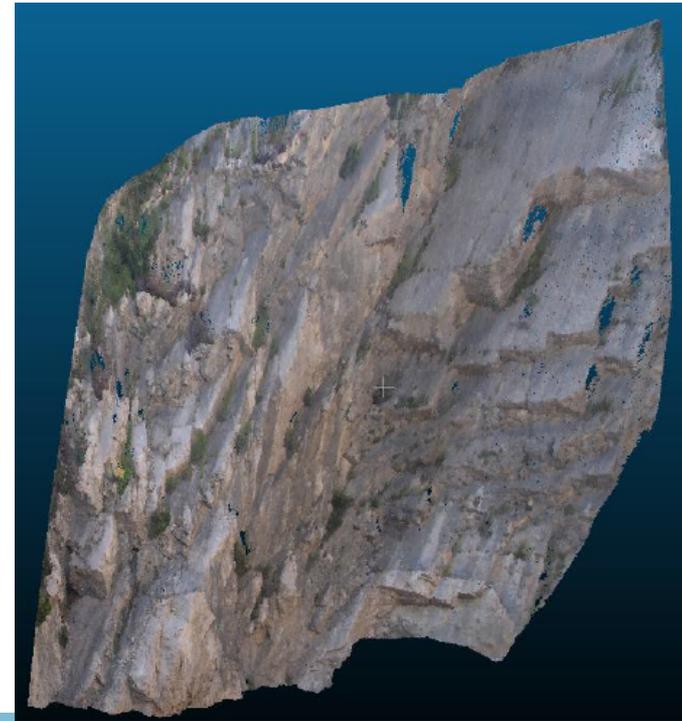
- « Scan line » sur affleurements
- Relevés sur carottes
- Relevés par diagraphies d'imagerie (OPTV, BIP's, BHTV)



Nuages de points 3D

Développement récent des méthodes topographiques par mesure de distance (Lidar – TLS – GB SAR) ou de photogrammétrie (SFM)

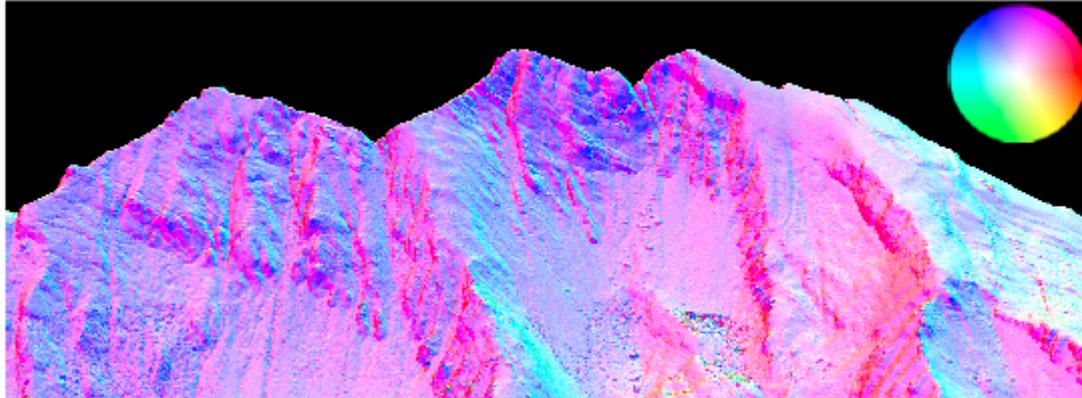
Génération de nuages de points 3D très denses (qqes mm à qqes cm d'espacement) décrivant très précisément les affleurements



Nuages de points 3D

A chaque point est attribué une normale.

Coloration selon l'orientation (soit direction, soit direction et pendage selon les logiciels)



COLTOP3D

Regroupement des points proche par agrégation selon l'orientation, la coplanarité, la proximité (Riquelme) puis création de « facettes » (Dewez)

Cloud Compare / Facets

Critères de création des facettes

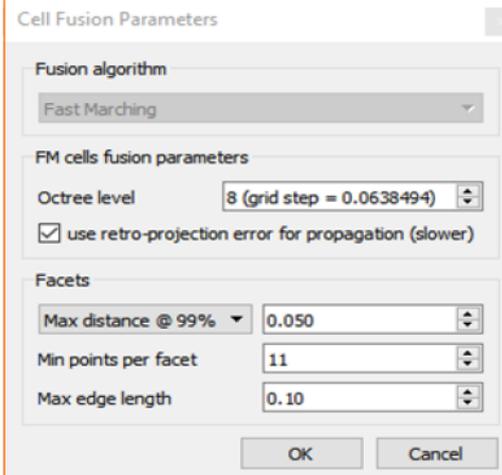
- *Octree level* : taille minimale des « boîtes 3D » régulières ajustées à un plan
- *Retro projection* : fusionne les facettes par effet mini sur le RMS

Ou (boîtes irrégulières)

- *Max angle* : dispersion d'orientation
- *Max rel distance* : espacement maxi

puis

- *Max distance* : valeur seuil de RMS pour la fusion de facettes
- *Min point per facet*
- *Max edge length* : taille max des facettes



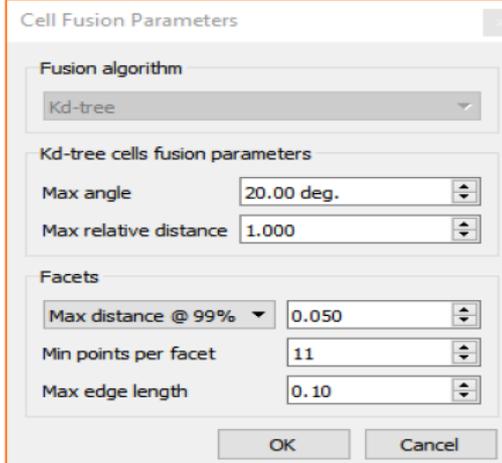
Cell Fusion Parameters

Fusion algorithm
Fast Marching

FM cells fusion parameters
Octree level 8 (grid step = 0.0638494)
 use retro-projection error for propagation (slower)

Facets
Max distance @ 99% 0.050
Min points per facet 11
Max edge length 0.10

OK Cancel



Cell Fusion Parameters

Fusion algorithm
Kd-tree

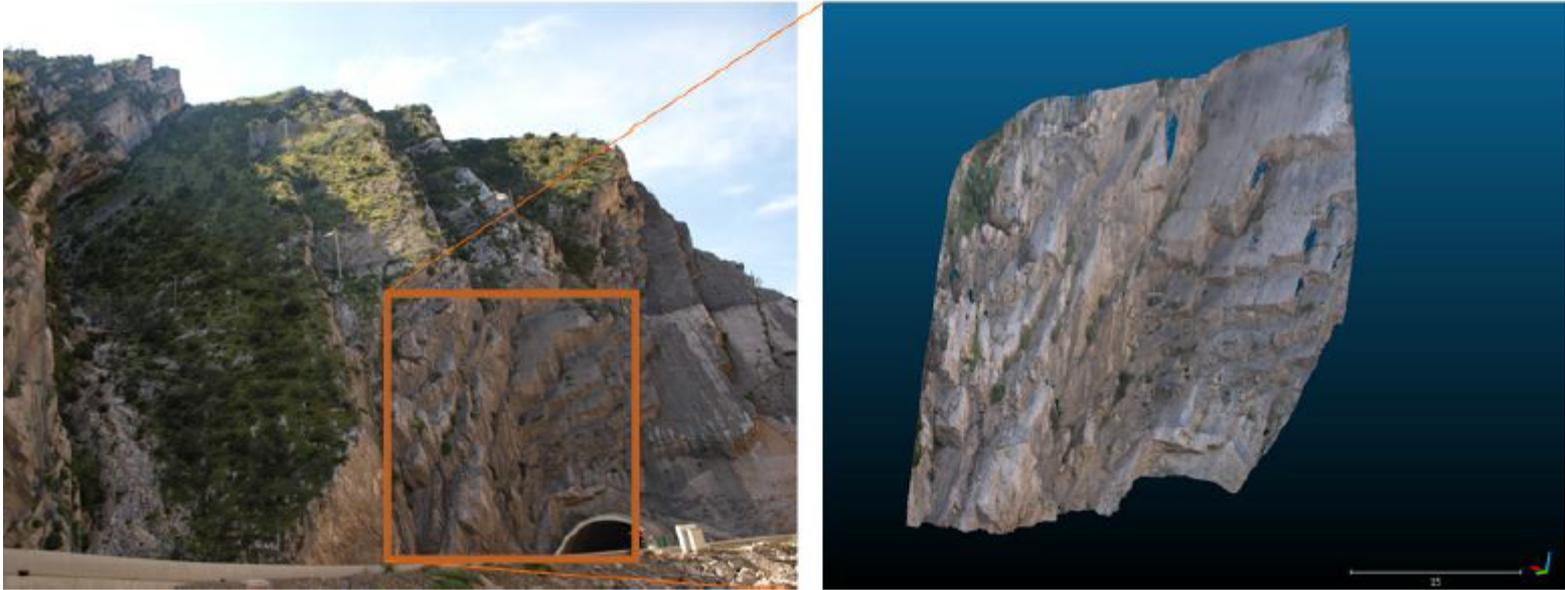
Kd-tree cells fusion parameters
Max angle 20.00 deg.
Max relative distance 1.000

Facets
Max distance @ 99% 0.050
Min points per facet 11
Max edge length 0.10

OK Cancel

Cloud Compare / Facets

Site des clues de Chabrières (04)



Grandes dalles structurales bien visibles (esp > 1m)
Modèles 3D par photogrammétrie (MicMac © IGN)

Cloud Compare / Facets

Difficultés du choix des « bons » paramètres

=> rechercher un compromis

- Facettes de taille similaire aux plans visibles sur l'affleurement
- Facettes regroupant des points « bien alignés » (RMS)

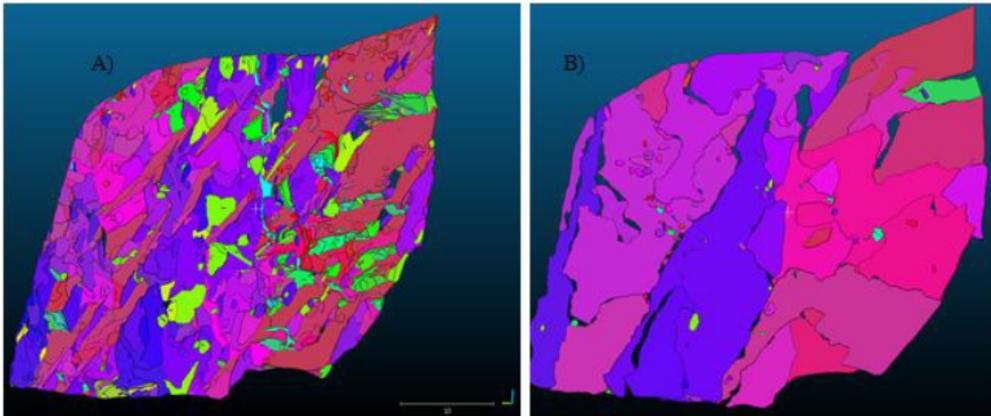


Figure 22 : Création des facettes en introduisant A) max distance= 0.2 ; B) max distance=0.8.

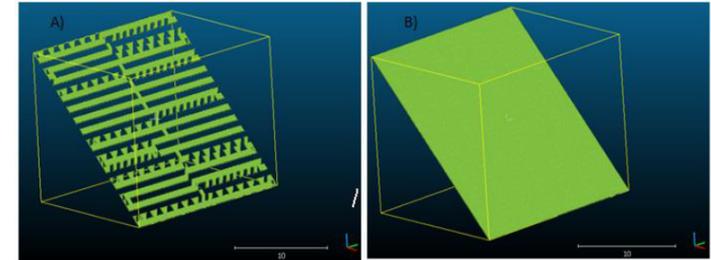
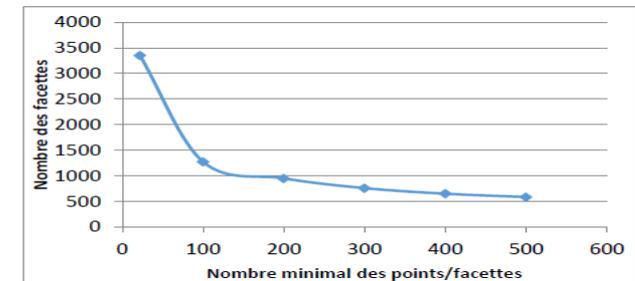
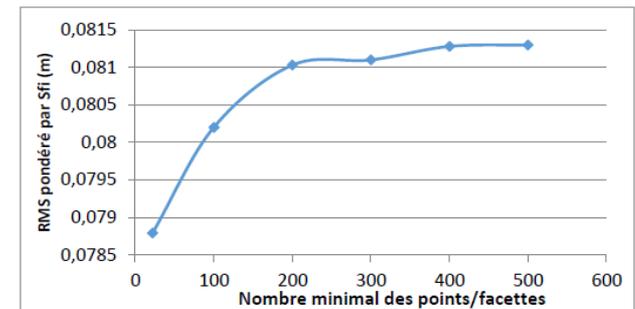


Figure 17: Création du plan A) pour max edge=0.5, B) pour max edge=1



Cloud Compare / Facets

Détermination des caractéristiques des facettes

ID ; position centre ; orientation (dip,dip dir) ;
surface ; RMS ;

=> stéréogramme

Dans CC/F pas de densités.

=> export vers un logiciel externe

Un nb min de point par facette
important est nécessaire pour
retrouver les mesures terrain

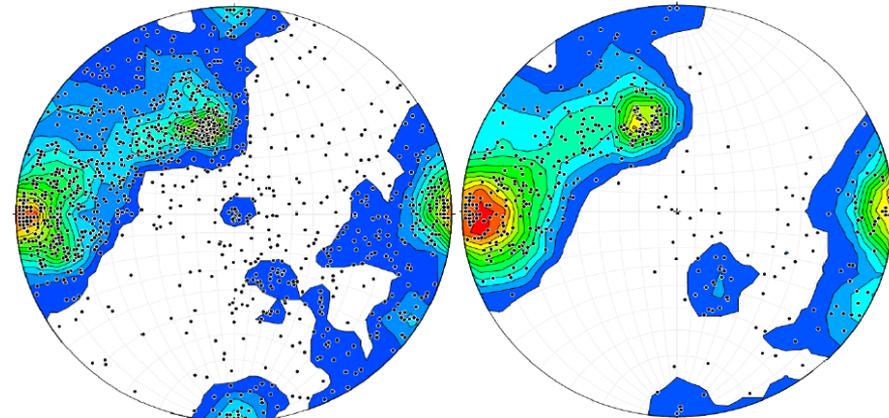
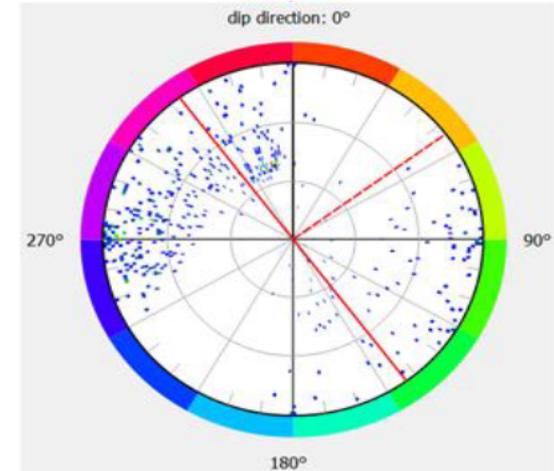
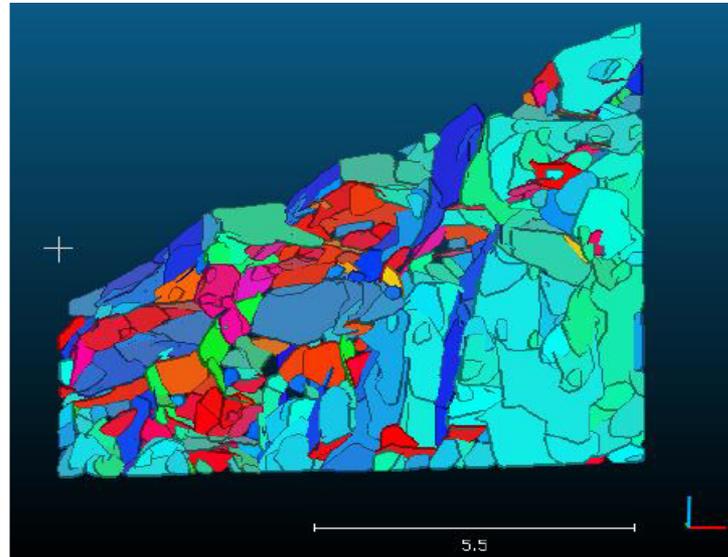
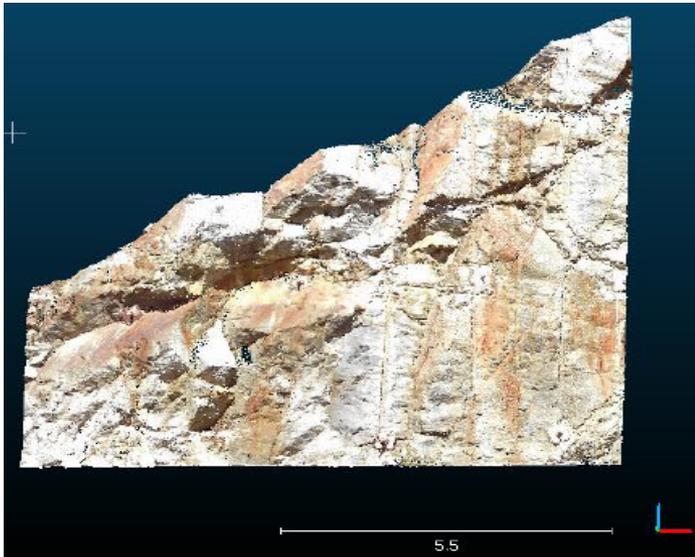


Figure 29 : Résultats des familles de discontinuités pour 100 points (canevas à gauche) et pour 800 points (canevas à droite)

Cloud Compare / Facets

Autre site : Talus routier d'Ax les Thermes



Faces visibles de plus petite dimensions
Relevé par Scan Laser Terrestre

Cloud Compare / Facets

Compromis plus difficile à trouver (plans moins net sur site)
Analyse sur stéréogramme très différente des mesures de terrain

CC/F ne détecte que les plans bien visibles en talus
Ne détecte pas les fractures perpendiculaires au talus que le géologue sait identifier

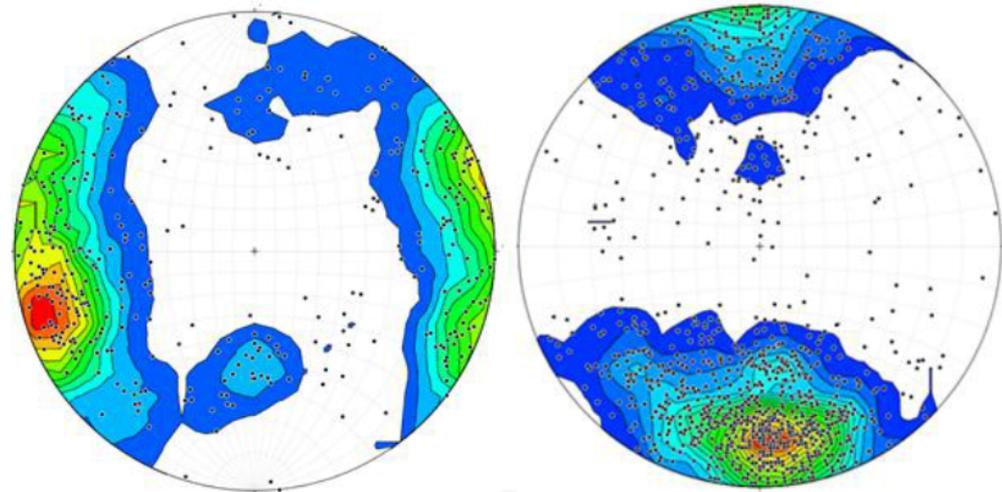


Figure 32 : Représentations polaires du site d'Ax-Les-Thermes : à gauche résultats du scan line à droite résultats de la modélisation par Cloud Compare.

Les paramètres pour les facettes dans le plan du talus ne permet pas de détecter les fractures perpendiculaires.

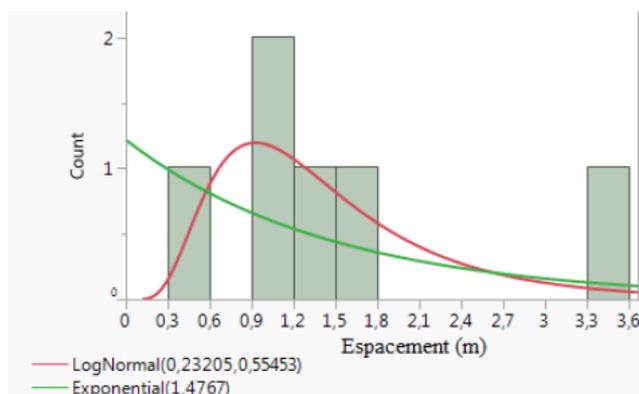
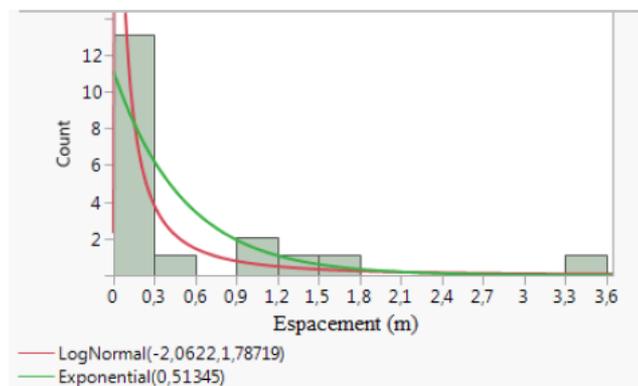
Evaluation des espacements

A partir de l'export des facettes :

Projection du centre des facettes d'une famille sur la normale à la famille

L'analyse sur cas synthétiques => capacité de distinction des plans quand

espacement $> 3 \cdot \text{RMS}$

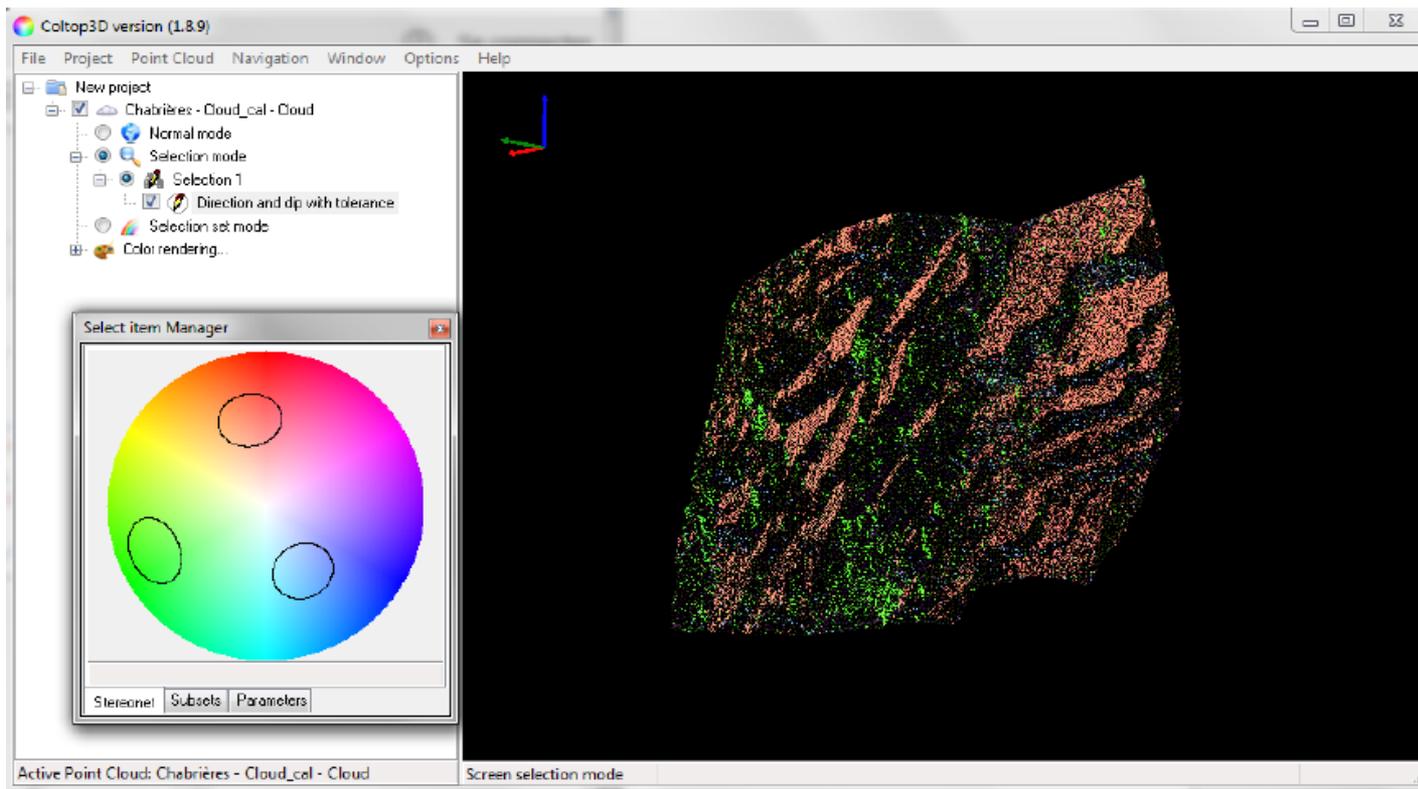


Chabrières
Limite de séparation
= 0,3 m

Test COLTOP 3D

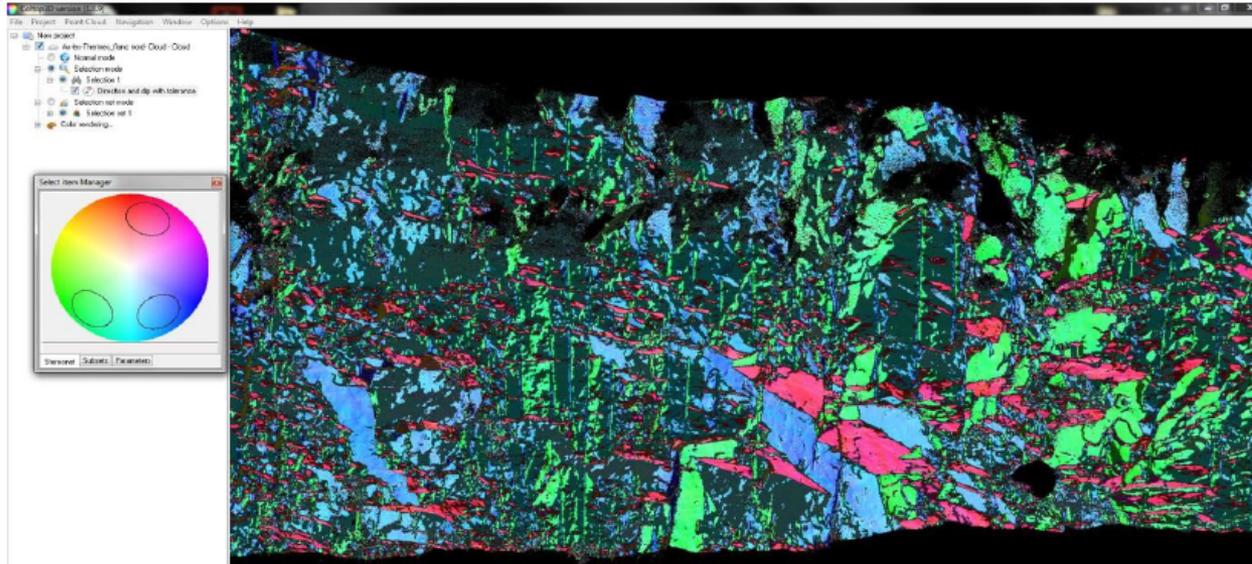
Ne calcule pas de facettes

Identification et sélection des familles très aisée.



Test COLTOP 3D

Met correctement en évidence les plans de surface à l'affleurement très différentes.



L'établissement d'un stéréogramme de densité est intégrée au logiciel, mais porte sur les normales aux points (pas de facettes)

Synthèse

Méthodes permettant un relevé structural « exhaustif » sur un affleurement.

CC/F

- Permet d'accéder aux caractéristiques (surface, position, RMS,..) pour des calculs d'espacement ou de persistance
- Difficulté de choix des « bons » paramètres
- Stéréogramme peu parlant (export nécessaire)

Coltop 3D

- Ne donne pas accès aux caractéristiques
- Stéréogramme de densité intégré
- Facilité de caractérisation des orientations des familles

Synthèse

Méthodes efficaces qui :

- Doivent être supervisées par un géologue pour obtenir un résultat cohérent.
- Ne détectent que les structures avec une surface minimale (l'analyse des traces de fractures perpendiculaires n'étant pas implémentée).
- La limite de séparation entre 2 plans d'une même famille est reliée au RMS des ajustements ; elle semble être un facteur limitant pour les massifs à forte densité de facturation



Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale Méditerranée

Merci de votre attention