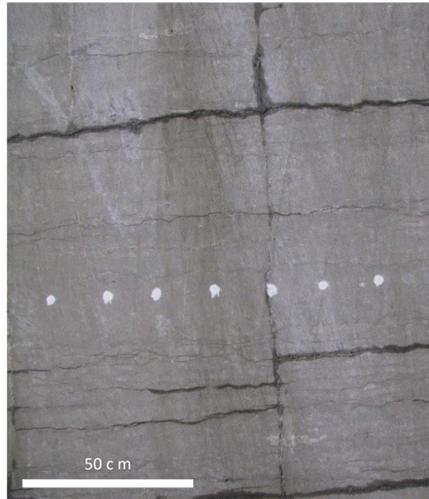
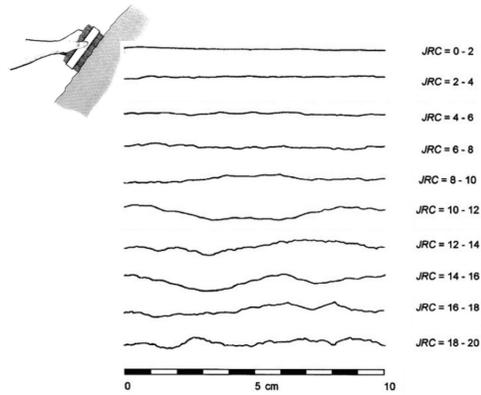


Contexte



Massif parsemé de discontinuités (Carrières du Clypot, Neufvilles)

- Les discontinuités peuvent constituer des zones de faiblesse dans les massifs rocheux
- Leur état de surface est généralement quantifié par le *Joint Roughness Coefficient* (JRC) qui est pratique mais manque d'objectivité



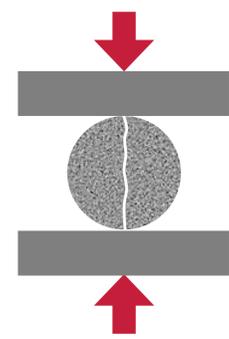
Echantillons

Joint stylolithique



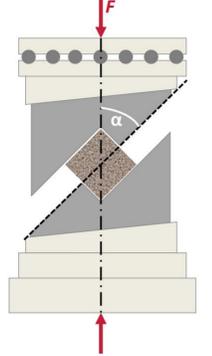
- Discontinuité naturelle
- Phénomènes de pression-dissolution
- Relief très marqué

Essai de traction



- En laboratoire
- Rupture par décohesion

Essai de cisaillement



- En laboratoire
- Angle de rupture imposé
- Déplacement relatif

Profilométrie optique 3D

Principe de mesure

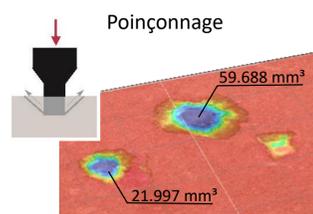
- Lumière LED haute intensité émise avec un angle θ
- Si pas d'objet : rayon incident arrive en O
- Sinon, rayon arrive en A pour un objet de hauteur h avec distorsion de l'image

$$h = \frac{d}{\tan \theta}$$

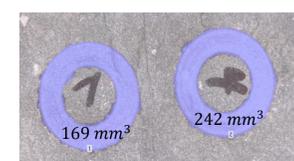
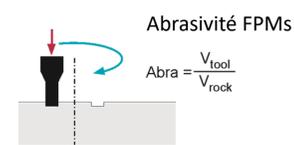
- Lumière structurée en franges parallèles : lentille collectrice, unité de génération des franges et lentille de projection
- 2 unités de projection pour minimiser l'influence de la forme et de l'orientation de l'objet
- Capteurs CMOS monochromes de 4 Mp
- Grossissement : 12 x à 160 x
- Résolution : $\pm 4.0 \mu\text{m}$ (Z) et $\pm 5 \mu\text{m}$ (X, Y)
- Mesure instantanée de hauteur, longueur, angle, volume, etc.



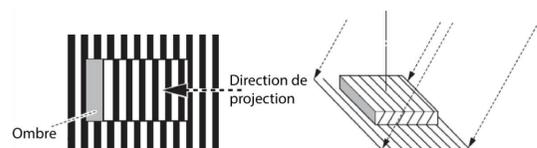
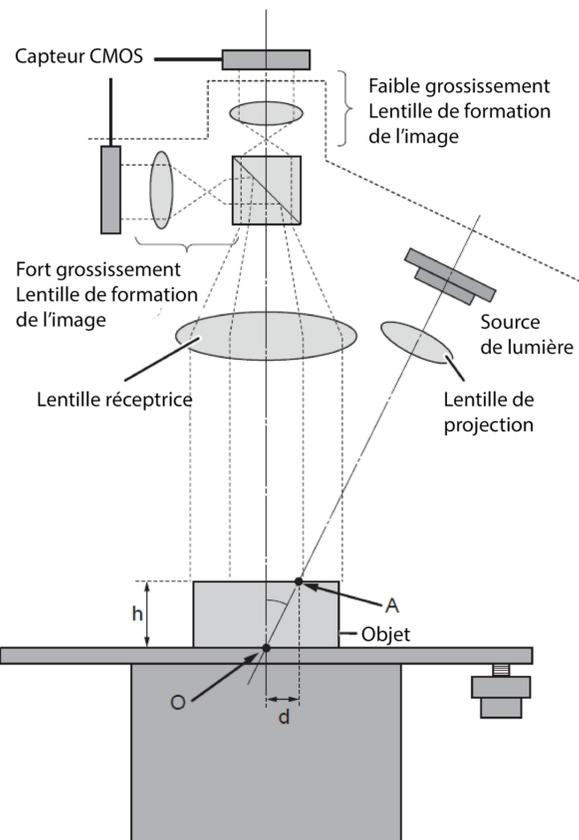
Quelques applications pour la géomécanique



Volume des cratères pour déterminer le travail spécifique

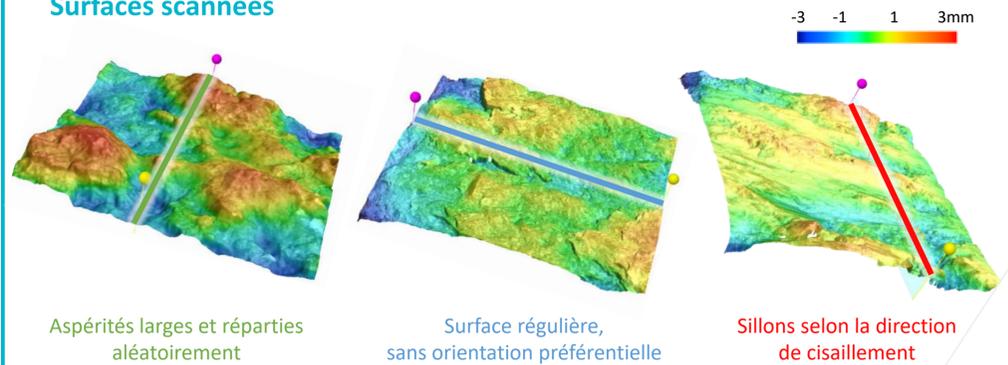


Usure d'un couteau PDC

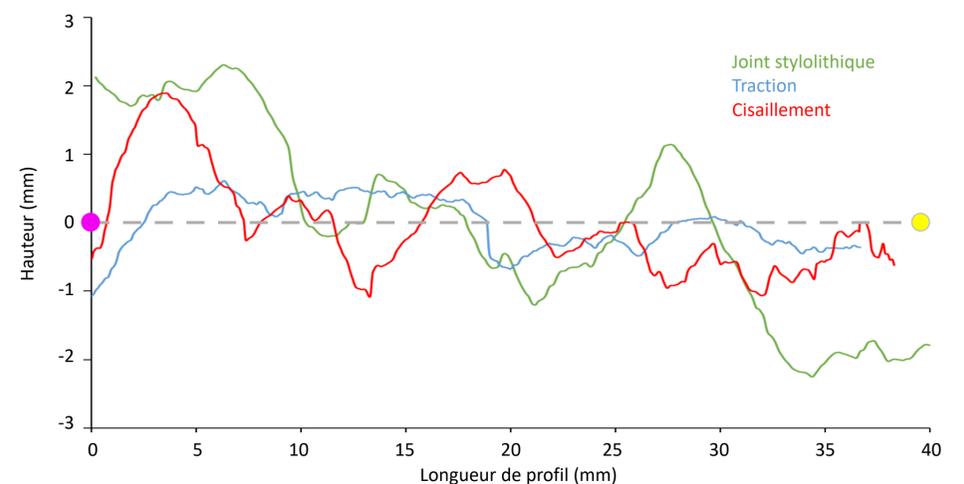


Résultats

Surfaces scannées



Profils de rugosité



Quantification par estimateurs statistiques et JRC

	JRC [-]	R_a [μm]	R_z [μm]	R_{sk} [-]	R_{ku} [-]
Stylolithe	12	1 034	4 557	0,13	2,16
Traction	4	318	1 288	0,22	1,59
Cisaillement	8	591	2 983	0,87	3,19

Pour en savoir plus

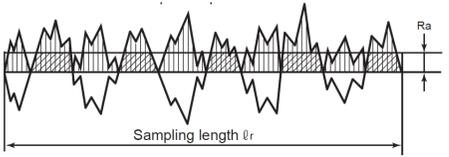
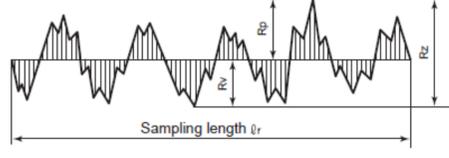
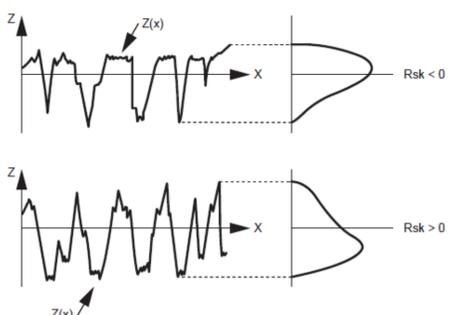
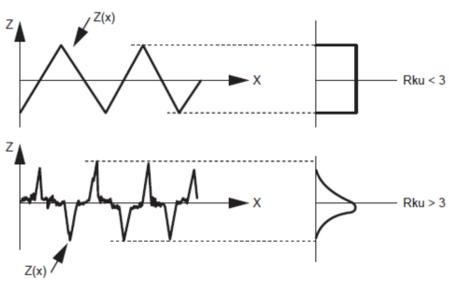


Analyse des estimateurs :

- JRC, R_a et R_z traduisent la rugosité plus importante du joint stylolithique
 - $R_{sk} > 0$: la distribution des hauteurs est dissymétrique à droite
 - $R_{ku} < 3$: la distribution des hauteurs n'est pas concentrée autour du mode
- Anisotropie

Conclusions et perspectives

- Le profilomètre optique 3D permet de quantifier rapidement et avec une grande précision la géométrie des discontinuités en roche
- Il intègre une grande variété d'estimateurs qui peuvent être mis en relation avec le JRC
- Perspective : évolution de la géométrie d'une discontinuité sous sollicitation pour construire un modèle de comportement mécanique

Estimateurs	Illustrations	Formules
<p>La rugosité arithmétique R_a ou CLA (Central Line Average) : est définie comme la moyenne de la valeur absolue des altitudes le long du profil par rapport à une droite de référence</p>		$R_a = CLA = \frac{1}{l_r} \int_0^{l_r} z dx = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z(x_i) $ <p>Avec N le nombre de hauteurs enregistrés</p>
<p>la rugosité absolue R_z ou k : elle est la différence entre le pic le plus haut et le creux le plus bas du profil de rugosité.</p>		$R_z = k = z_{max} - z_{min}$
<p>Le coefficient de dissymétrie ou le moment centré d'ordre 3 R_{sk} ou a_3 : C'est le cube de l'écart quadratique moyen des hauteurs le long du profil. Pour une distribution parfaitement symétrique comme la loi normale le coefficient R_{sk} est nul, pour une dissymétrie à droite $R_{sk} > 0$, et pour une dissymétrie à gauche $R_{sk} < 0$.</p>		$R_{sk} = a_3 = \frac{1}{N\sigma^3} \sum_{i=1}^N (z(x_i) - \overline{z(x)})^3$ <p>Avec N le nombre de hauteurs enregistrés</p>
<p>Le coefficient d'aplatissement ou moment centré d'ordre 4 R_{ku} ou a_4 : La notion d'aplatissement concerne la concentration des fréquences autour du mode, la loi Normale étant habituellement prise comme référence. Pour la loi Normale, le coefficient d'aplatissement R_{ku} est égal à 3. Si le coefficient d'aplatissement est supérieur, on dit que la distribution est à forte concentration, elle est dite à faible concentration si le coefficient est inférieur à 3.</p>		$R_{ku} = a_4 = \frac{1}{N\sigma^4} \sum_{i=1}^N (z(x_i) - \overline{z(x)})^4$ <p>Avec N le nombre de hauteurs enregistrés</p>

