

Etude géotechnique de roches cataclasées ou bréchiques dans des ouvrages souterrains basée sur l'interprétation de lames minces et d'images tomographiques à rayons X (XRCT). Caractérisation structurale, implications mécaniques et comparaison des méthodes

CHAIGNAT Laurent; février 2007

Supervisor: Prof. A. Parriaux, EPFL et Prof. R. Olivier, Institut de Géophysique

Les roches cataclasées ont subi des transformations minéralogiques et structurales d'origine tectonique, principalement cassante (Twiss & Moores, 1992 ; Passchier & Trouw, 1996 ; Pluijm & Marshak, 1997). Si la roche ne possède plus de cohésion intrinsèque due à l'intensité de la transformation, le terme de kakirite est alors employé (Kellerhals & Isler, 1998). Du fait de leur faible résistance mécanique mais de tout un éventail de propriétés physiques, les cataclasites et les kakirites sont souvent à l'origine de problèmes techniques importants lors de la réalisation d'ouvrages souterrains. Elles influencent la technique d'excavation, le type de soutènement, l'hydrogéologie locale et régionale, et finalement les coûts. L'occupation du territoire pousse les ingénieurs à creuser des galeries dans des roches de qualité toujours plus faible. Afin de mieux prévoir le comportement de ces zones cataclasées, une caractérisation géotechnique de ces matériaux est nécessaire.

La déformation d'une roche selon une contrainte orientée est contrôlée par sa minéralogie et par sa texture. Ce projet concerne principalement le second de ces deux facteurs. La texture peut être définie comme l'ensemble des différences physiques de structure d'une roche, en particulier en relation avec la taille, la forme et l'arrangement de ses composants.

Du fait de leur relative fragilité, ces roches cataclasées ou kakiritisées sont des matériaux difficiles à tester en laboratoire par des méthodes directes, donc des matériaux particulièrement complexes à caractériser d'un point de vue géologique et mécanique.

Une technique indirecte et non destructive, la tomographie par rayons-X (XRCT), permet une reconstruction de l'échantillon en 3D, reconstitue la texture d'un échantillon rocheux et offre ainsi de nouvelles perspectives dans l'étude structurale 3D des matériaux.

En particulier, elle pourrait permettre de progresser dans la prévision du comportement mécanique d'un échantillon cataclastique en améliorant la détermination tridimensionnelle de sa texture.

Plusieurs types d'échantillons rocheux à textures bien différenciées ont été utilisés dans le cadre de ce travail :

- 1) une série de type marno-argileux de Moutier (BE)
- 2) une série métamorphique bréchifiée à clastes polygéniques et à porosité variable de Viège (VS)
- 3) une série gneissique du Monte Ceneri (TI)
- 4) une série calco-dolomitique de Glion (VD)
- 5) une série marno-calcaire de La Roche- Saint-Jean (JU)

L'objectif de cette étude, qui s'intègre dans le travail de recherche effectué par Christe (in prep.), est de caractériser les roches cataclasées et de leur attribuer un indice le plus fiable possible. Les indices de Bürgi (1999) et de Howarth & Rowlands (1986) ont été appliqués sur les lames minces ainsi que sur les images

tomographiques. La minéralogie des échantillons a été définie par Veuve (2007). Des tests mécaniques ont ensuite été effectués (Christe, in prep.) et les différentes méthodes ont été comparées entre elles, critiquées, améliorées. Enfin, des modèles ont été calculés à partir des indices

afin de prédire le comportement mécanique de ces roches.

L'un des buts est aussi de comparer la tomographie à rayons X (XRCT) et sa vision en 3D par rapport aux lames minces bidimensionnelles. Les textures de chaque échantillon ont été testées de manière indirecte (XRCT) et directe (microscopie).

Le principal résultat est que la tomographie, qui ne donne des informations que sur les contrastes de densité, rend également compte des différentes structures présentes dans une cataclasite.

En référence à l'indice MSI de Bürgi (1999), ces caractérisations ont été calées sur les résultats des essais mécaniques afin de prévoir l'importance du facteur structural par rapport aux autres paramètres, et principalement par rapport à la minéralogie. A titre de validation, des analyses supplémentaires par XRCT ont été acquises sur certains échantillons déformés pour déterminer quelles sont les structures de la roche sur lesquelles l'accumulation de contraintes a eu le plus d'effet lors des tests mécaniques.

Ce travail de diplôme est une contribution dans le cadre d'un projet de recherche sur le comportement des roches cataclastiques dans les ouvrages souterrains, chapeauté par le travail de thèse de Christe (in prep.1).