

# Caractérisation mécanique du saphir en fonction de son élaboration et de sa qualité cristalline

Jessica MUZY

Sous la direction de M. FIVEL et T. DUFFAR

**Lundi 14 décembre 2020 à 14h00**

## **Jury:**

Madame Elisabeth BLANQUET - Directrice de Recherche au CNRS de Grenoble, Présidente

Monsieur Olivier THOMAS - Professeur à l'Université Aix Marseille, Rapporteur

Monsieur Christophe TROMAS - Professeur à l'Université de Poitiers, Rapporteur

Madame Marie-Hélène BERGER - Directrice de Recherche aux Mines Paris Tech, Examinatrice

Monsieur Thomas PARDOEN - Professeur à l'Université Catholique de Louvain, Examineur

Monsieur Serge LABOR - Ingénieur de Recherche à R.S.A Le Rubis, Invité

**Résumé :** Le saphir synthétique incolore, d'une grande dureté, est notamment utilisé pour la production de glaces de montres in-rayables. La société RSA le Rubis, fournisseur de plusieurs horlogers suisses, souhaite améliorer sa connaissance du comportement mécanique des cristaux, pour limiter le risque de rupture sur le produit fini. Pour cela, il est nécessaire d'approfondir le lien entre la résistance à la rupture des saphirs, leurs conditions d'élaboration et leurs qualités cristallines.

Cette étude porte sur deux procédés de fabrication, Verneuil et EFG (Edge-defined Fed-film Growth), majoritairement utilisés pour la production des cristaux pour glaces de montres. Plusieurs conditions de croissance sont étudiées au sein de chacun, telles que la dimension des cristaux, leur positionnement dans le four, ou encore le vieillissement de certains éléments.

Les deux dispositifs de flexion imaginés et conçus pour étudier la rupture (la flexion quatre points, et la flexion bille sur trois billes), ont permis de révéler entre autres une meilleure résistance à la rupture des cristaux Verneuil par rapport à ceux obtenus par la méthode EFG. Des essais de nano-indentation ont également permis d'étudier le début de la plasticité dans les cristaux à travers une analyse des pop-ins.

Afin de comprendre ces différences de comportements, des caractérisations structurales des cristaux ont été menées à l'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility), en topographie en lumière blanche, et en Rocking Curve Imaging.

Ainsi, il apparaît que la densité de dislocations cent fois plus élevée dans les cristaux Verneuil permet à ces cristaux d'accommoder une plus grande contrainte avant de rompre. Cette forte densité de dislocations est liée aux gradients de température dont les variations sont plus importantes dans les fours de cristallisation Verneuil.