

RUBIS, ALUMINE, CORINDON OU SAPHIR PLUSIEURS MILLENAIRES AU SERVICE DES REVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES ET SCIENTIFIQUES

Samuel Margueron

FEMTO-ST Institute, University of Bourgogne Franche-Comté, CNRS (UMR 6174), ENSMM- UFC, 26 rue de l'Épitaphe, 25030 Besançon, France

samuel.margueron@femto-st.fr

RÉSUMÉ

Cette présentation propose une revue des découvertes scientifiques au cours des XIX, XX et XXIème siècles autour de l'oxyde d'aluminium, et, une petite histoire de 100 ans entre la découverte de la fluorescence par Edmond Becquerel et celle du laser rubis par Theodore Maiman.

MOTS-CLEFS : *rubis ; saphir ; corindon ; alumine.*

1. INTRODUCTION

Des rubis de la statuette babylonienne de la déesse Ishtar qui est un témoignage des routes de communications jusqu'en Birmanie [1] aux saphirs cryogéniques qui permettent la meilleure référence de fréquence [2], le troisième élément de la croûte terrestre a permis de révolutionner la connaissance de nombreux domaines scientifiques et technologiques. Cet exposé propose une revue des découvertes et faits marquants associés à l'oxyde d'aluminium.

2. DECOUVERTE DES NIVEAUX ELECTRONIQUE D'IMPURETES DANS L'ALUMINE

La découverte des premiers niveaux électroniques d'impuretés par spectroscopie d'émission se fait dans l'alumine. La figure 1 présente le montage de E. Becquerel [3] qui permis de séparer l'absorption et l'émission de la lumière grâce à un chopper. Dans les années 40, le rubis est aussi un matériau de test de la théorie de Tanabe et Sugano. La sensibilité des raies d'émission du rubis avec la température est étudiée par Gibson en 1916 [4] conduira à une description quantique de la pression des phonons sur les transitions Sturge et [5]. Des travaux sur l'émission stimulé du rubis conduira à découvrir la première source laser à 3 niveaux [6]. La sensibilité des raies d'émission du rubis avec la pression a permis la calibration en géosciences des cellules diamants ou en sciences des matériaux l'étude des oxydes d'alumine sur aubes de turbines.

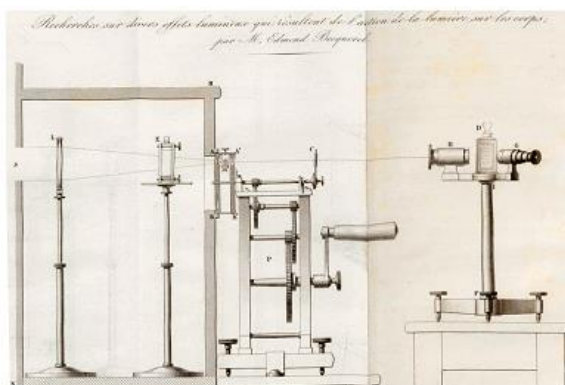


Fig.1 : Phosphoroscope de Becquerel basé sur l'excitation ultraviolette (spectre solaire) et la dispersion d'un prisme. La roue permet d'occulter la lumière solaire et observer la persistance de la phosphorescence.

3. UNE REVOLUTION INDUSTRIELLE ET TECHNOLOGIQUE

La croissance des premiers monocristaux synthétiques de saphir est une révolution en chimie minérale. Bien qu'il existait plusieurs méthodes de croissance de cristaux, la mise au point par A. Verneuil (publié en 1902[7]) du premier monocristal synthétique de saphir marque le passage à l'industrialisation des procédés de croissance de grands cristaux (figure 2 Gauche). Ces cristaux permettent initialement de réaliser des crapaudines pour les appareils de hautes précisions. Ils sont actuellement employés pour les parebrises de trains ou d'aéronefs ou verres de montres. Son utilisation comme substrats haute-température, sans perte et très inerte a révolutionné la croissance de nouveaux matériaux technologiques comme les semiconducteurs grand gap de GaN, les résonateurs ultrastables (figure 2 Droite) ou la croissance de ferroélectriques LiNbO_3 pour les filtres acoustiques 5G.



Fig. 2 : Gauche batterie de fours à rubis (vers 1910) [7]. Droite : résonateur à mode de galeries d'un cristal de saphir. Ce système maintenu à la température cryogénique d'inversion permet une stabilité en fréquence supérieure à 10^{-15} s. (photo : Vincent Giordano)

CONCLUSION

Chaque cristal apporte par son développement technologique et ses applications, une des découvertes. Le saphir, l'un des plus inertes et durs est quand-à-lui à l'origine de nombreux développements technologiques historiques et récents.

REFERENCES

- [1] T. Calligaro et al. Provenance study of rubies from a Parthian statuette by PIXE analysis, *Nucl. Instr. and Meth.* B136/138:846, 1998.
- [2] V. Giordano et al. The autonomous Cryocooled Sapphire Oscillator : A Reference for Frequency Stability and Phase Noise Measurements. *Journal of Physics : Conference Series*, 723 :012030, 2016.
- [3] E. Becquerel, Recherche sur divers effets lumineux qui résultent de l'action de la lumière sur les corps , *Annales de Chimie et de Physique*, Tome 3, 40, 1959.
- [4] K. S. Gibson, *Phys. Rev.* 8:38, 1916.
- [5] D.E. McCumber et al. *J. Appl. Phys.* 34: 1682, 1963.
- [6] T. H. Maiman, Stimulated Optical Radiation in Ruby, *Nature* 187, 493–494, 1960
- [7] A. Verneuil, Production artificielle du rubis par fusion, *Comptes rendus de l'académie des sciences*, t CXXXV, 10 novembre 1902, p791
- [8] Les pierres précieuses, Jean Escard, éditions H Dunod et E. Pinat, Paris, 1914