



# Etude expérimentale de l'usure d'une mèche en acier inoxydable 316L au cours de l'opération de perçage osseuse

**Etudiant :** ZO'O Fils Davy, Département de Génie Mécanique (GME), ENSET-Université de Douala.

**Encadrants :** Pr. TSIAGADIGUI Jean Gustave, Maître de Conférences, Université de Douala.

Dr. HUISKEN MEDJOUYO Paul William, Chargé de Cours, Département de Génie Mécanique, ENSET-Université de Douala.

## RESUME

Le perçage osseux est une opération courante en chirurgie orthopédique et maxillo-faciale, mais elle demeure un processus critique en raison de la chaleur générée au point de coupe, susceptible d'induire une ostéonécrose thermique au-delà de 47 °C. Par ailleurs, l'usure prématurée de l'outil compromet la précision opératoire et augmente le risque de complications post-chirurgicales. Cette étude expérimentale analyse de manière systématique l'effet des principaux paramètres de coupe sur la température générée et l'usure d'un foret en acier inoxydable 316L, matériau largement utilisé en instrumentation biomédicale pour ses propriétés anticorrosion et sa biocompatibilité. Un plan d'expériences factoriel a été mis en œuvre afin d'évaluer l'impact combiné de la vitesse d'avance (mm/min) et de la vitesse de rotation (tr/min) lors du perçage osseux. La température au point d'usinage a été mesurée en temps réel à l'aide d'un dispositif Pico TC-08 équipé de thermocouples de type K, garantissant une haute précision de détection thermique. Parallèlement, l'usure de l'outil a été évaluée par microscopie numérique, puis quantifiée par analyse d'image via ImageJ. Les résultats montrent que l'augmentation simultanée de la vitesse d'avance et de la vitesse de rotation entraîne une élévation thermique critique ainsi qu'une intensification de l'usure abrasive en arête de coupe. Ces effets combinés limitent la durée de vie du foret et augmentent le risque de dommages irréversibles sur le tissu osseux. L'acier inoxydable 316L se révèle sensible aux sollicitations mécano-thermiques en contexte chirurgical, soulignant la nécessité d'un contrôle optimal des paramètres de coupe. Cette étude met en évidence la nécessité de définir des conditions opératoires sûres afin de concilier intégrité biologique et performance instrumentale. Des investigations futures intégreront l'effet de l'irrigation, ainsi que la comparaison avec des matériaux alternatifs tels que les alliages de titane ou les carbures.

**Mots-clés :** Perçage osseux ; acier inoxydable 316L ; température de coupe ; usure d'outil ; ostéonécrose thermique ; paramètres de coupe.

## ABSTRACT

Bone drilling is a critical procedure in orthopedic and maxillofacial surgery, yet it remains associated with significant risks such as thermal damage to bone tissue (osteonecrosis) and premature tool degradation. This experimental study investigates the influence of drilling parameters on the thermo-mechanical behavior of a 316L stainless steel surgical drill bit. The primary objective was to evaluate the combined effects of feed rate (mm/min) and spindle speed (rpm) on drilling temperature and tool wear progression. A controlled experimental design was implemented to ensure the reliability of the results. Real-time temperature measurements at the drilling interface were obtained using a Pico TC-08 thermocouple data acquisition system, ensuring high thermal sensitivity and accuracy. Tool wear was quantified using digital optical microscopy coupled with ImageJ image analysis software to assess flank wear and cutting-edge degradation. The results highlight a significant effect of cutting parameters on both thermal generation and tool wear mechanisms. Higher spindle speeds and feed rates systematically produced temperature rises beyond the osteonecrosis threshold of 47 °C, increasing the risk of irreversible thermal damage to bone tissue. Simultaneously, these aggressive drilling conditions accelerated the wear of the 316L drill bit, reducing its cutting efficiency and operational lifespan. The findings demonstrate the sensitivity of 316L stainless steel to coupled thermal and mechanical stresses during bone drilling. This study emphasizes the importance of optimizing drilling parameters to minimize excessive heat generation and tool wear in surgical applications. Future investigations should consider the effects of irrigation cooling, alternative tool materials such as titanium alloys or carbide tools, and finite element modeling to refine thermal and wear predictions during bone machining.

**Keywords:** Bone drilling; 316L stainless steel; drilling temperature; tool wear; thermal osteonecrosis; cutting parameters.