



**CENTRALE
LYON**

Avis de Soutenance

Monsieur Swayam SAHOO

Matériaux

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Élaboration et intégration du VO₂ pour la réalisation de diodes photoniques infrarouges dédiées à la
thermotronique*

dirigés par Monsieur Bertrand VILQUIN
Cotutelle avec l'université "Université de Sherbrooke" (Canada)

Soutenance prévue le **mardi 04 novembre 2025** à 14h00

Salle : Amphi. 203

Composition du jury proposé

M. Bertrand VILQUIN	INSA Lyon	Directeur de thèse
M. Luc G. FRÉCHETTE	Université de Sherbrooke	Co-directeur de thèse
Mme Pascale ROY	Synchrotron SOLEIL(Université Paris-Saclay)	Examinatrice
Mme Anne D. LAMIRAND	Ecole Centrale de Lyon	Co-encadrante de thèse
M. Guillaume AGNUS	Université Paris-Saclay	Rapporteur
M. Nicolas HORNY	Université de Reims Champagne-Ardenne	Examineur
M. Olivier MARCONOT	Université de Technologie de Belfort-Montbéliard	Examineur
M. Abderraouf BOUCHERIF	Université de Sherbrooke	Invité
Mots-clés :	Dioxyde de vanadium,matériaux à changement de phase,transfert radiatif à l'échelle nanométrique,porte logique thermique,photonique IR,polaritons de phonon de surface	

Résumé :

Le traitement de l'information moderne repose principalement sur la manipulation de courants et de tensions électriques, une base établie grâce à des décennies de progrès dans l'industrie de la microélectronique. En revanche, la thermotronique, domaine émergent du traitement thermique de l'information, en est encore à ses débuts. Malgré son potentiel technologique, la thermotronique manque de composants fondamentaux et de mécanismes efficaces pour guider, amplifier ou moduler la chaleur. Les transistors et diodes thermiques radiatifs, qui modulent la chaleur par transfert d'énergie médié par les photons, offrent une approche prometteuse pour surmonter cette limitation. Au cœur de ces dispositifs se trouve le dioxyde de vanadium (VO₂), un matériau à changement de phase qui subit une transition métal-isolant (MIT) réversible vers 70 °C, accompagnée d'une modification significative de ses propriétés optiques dans l'infrarouge moyen. Pour garantir la compatibilité avec les technologies microélectroniques existantes, l'intégration du VO₂ sur une plateforme en silicium est essentielle. Cependant, des défis tels que le décalage de réseau cristallin et la formation d'oxydes et de silicates interfaciaux compromettent la qualité des films et les performances des dispositifs, entraînant des problèmes de fiabilité. Cette thèse présente une étude approfondie sur le développement, l'optimisation et l'intégration de couches minces de VO₂ pour des applications photoniques thermiques radiatives. La première étape s'est concentrée sur la croissance hétéroépitaxiale du VO₂ sur diverses orientations de saphir, afin d'évaluer la qualité cristalline, la structure des grains et le comportement de la contrainte. Les résultats ont révélé de fortes corrélations entre l'orientation du substrat, la contrainte et les caractéristiques de la transition de phase, apportant des éclairages essentiels sur la dynamique de croissance et les propriétés de transport. Sur la base de ces résultats, le VO₂ a été intégré sur une plateforme en silicium à l'aide d'une couche tampon Hf_xZr_{1-x}O₂ (HZO) compatible CMOS. Cette approche a permis d'améliorer l'amplitude et la netteté du comportement MIT du VO₂, tout en réduisant de manière significative l'hystérésis thermique et en supprimant les défauts aux joints de grains. De plus, l'étude a mis en évidence la présence de la phase intermédiaire M2 à l'aide de mesures de diffraction des rayons X en fonction de la température et de spectroscopie infrarouge, et l'a corrélée à la phase M2 du VO₂. La recherche a ensuite porté sur l'intégration du VO₂ dans des structures à membrane suspendue sur une plateforme de bolomètre MEMS pour des applications de diodes radiatives. Les principaux défis de fabrication, tels que le délaminage des films, l'amincissement des membranes et les effets de microchargement, ont été relevés grâce à des modifications architecturales et des optimisations de procédé. Bien que la libération complète des membranes n'ait pas été atteinte dans ce travail, ces avancées représentent une étape importante, passant du développement au niveau matériau à la mise en œuvre de dispositifs fonctionnels.