

Soutenance de thèse

Le vendredi 14 décembre

14h 00

Salle visioconférence –C2N site Orsay

Jean CHOUKROUN

“ Etude théorique des hétérojonctions planaires de dichalcogénures de métaux de transition, et de leurs applications pour des transistors à basse consommation »

Jury members :

Philippe DOLLFUS	DR2	CNRS	Directeur de thèse
Marco PALA	Chargé de Recherche	CNRS	CoDirecteur de thèse
Bernard PLAÇAIS	Directeur de Recherche	CNRS	Examineur
Frédéric ANIEL	Professeur	CNRS	Examineur
Yann-Michel NIQUET	Ingénieur de Recherche	CEA	Rapporteur
Raphaël CLERC	Professeur	Université Jean Monnet, Saint-Etienne	Rapporteur

Abstract :

La miniaturisation des MOSFET a permis une forte diminution des transistors et des puces, ainsi qu'une augmentation exponentielle des capacités de calcul. Cette miniaturisation ne peut néanmoins continuer ainsi: de nos jours, un microprocesseur peut contenir des dizaines de milliards de transistors et la chaleur dégagée par ces composants peut fortement détériorer ses performances. De plus, du fait de leur principe même de fonctionnement, la tension d'alimentation des MOSFET ne peut être réduite sans en impacter les performances. De nouvelles architectures telles que le TFET -basé sur l'effet tunnel bande-à-bande et pouvant fonctionner à des tensions d'alimentation très basses- ainsi que de nouveaux matériaux pourraient donc apporter une alternative au MOSFET silicium. Les monocouches de dichalcogénures de métaux de transitions (TMDs) -des semiconducteurs à bande interdite directe d'environ 1 à 2 eV- possèdent un fort potentiel pour l'électronique et la photonique. De plus, dans le cas de contraintes appropriées, ils peuvent conduire un alignement de bandes présentant un broken-gap; une configuration permettant de surpasser les limites habituelles du TFETs, à savoir de faibles courants dus à l'effet tunnel sur lequel ces dispositifs reposent.

Dans ce travail de thèse, des hétérojonctions planaires de TMD sont modélisées via une approche atomistique de liaisons fortes, et une configuration broken-gap est observée dans deux d'entre elles (MoTe₂/MoS₂ et WTe₂/MoS₂). Leur potentiel dans le cadre de transistors à effet tunnel (TFETs) est évalué au moyen de simulations de transport quantique basées sur un modèle TB atomistique ainsi que la théorie des fonctions de Green hors-équilibre.

Des TFETs type-p et type-n basés sur ces hétérojonctions sont simulés et présentent des courants ON élevés ($I_{ON} > 10^3 \mu A/\mu m$) ainsi que des pentes sous-seuil extrêmement raides ($SS < 5 \text{ mV/dec}$) à des tensions d'alimentation très faibles ($V_{DD} = 0.3 \text{ V}$). Plusieurs architectures novatrices basées sur ces TFETs et découlant de la nature 2D des matériaux utilisés sont également présentées, et permettent d'atteindre des performances encore plus élevées.