**.Thèse de doctorat**

**Discipline : Sciences de l’Ingénieur**

**Nom du candidat : Asmae BABAYA**

**Titre: Contribution à la Conception des Transistors de Puissance HEMT Intégration en Technologie Nitrure de Galium GaN et AlGaN**

***Résumé****:*

Biomembranes, Cordes, Mécanique Statistique, Transition de déliaisoProbabilité de contact, Séparation moyenne, Densité d’énergie libre

Le développement des systèmes de télécommunications modernes, aussi bien civils que militaires, se traduit par une augmentation des puissances mises en jeu en présence de signaux de plus en plus complexes. Différents types de transistors ont vu le jour pour satisfaire aux mieux les contraintes des applications visées par ces systèmes. Depuis les années 1990, la technologie de nitrure de gallium (GaN) suscite beaucoup d’intérêts dans les laboratoires industriels Américains, Japonais et Européens, avec pour objectif fondamental le développement des systèmes électroniques pour les applications de défense allant de la bande X à la bande E (couvrant la bande de fréquence entre 8GHz et 90GHz).

Les transistors à haute mobilité électronique (HEMTs) à base GaN sont devenus des candidats idéaux pour les applications hyperfréquences à haute puissance et haute température. Ces composants HEMTs GaN délivrent pratiquement le meilleur compromis puissance-fréquence dans un large domaine utilisation. Les applications possibles sont très vastes et couvrent les commutateurs de puissances, les amplificateurs de puissance (HPA) et ainsi que les amplificateurs faible bruit (LNA).

La première partie de notre travail est principalement dédié à la compréhension des phénomènes régissant la formation du gaz d'électrons bidimensionnel (2DEG) confiné dans le puits quantique qui tient le rôle du canal dans les transistors à haute mobilité électronique (HEMT) basés sur l'hétérojonction AlGaN/GaN. La théorie prend en compte : la structure cristalline, le concept de polarisation spontanée et piézoélectrique, le mécanisme de formation du gaz d'électrons bidimensionnel à l'interface AlGaN/GaN, la résolution approximative des équations de Poisson et de Schrödinger afin de déterminer la densité du gaz d'électrons bidimensionnel après que la formule analytique de la caractéristique courant-tension est établie. Notre étude porte également sur l’influence des paramètres technologiques suivants : fraction molaire d'aluminium, épaisseur de couche d'AlGaN et dopage de couche d'AlGaN, sur les performances du dispositif. Ensuite, nous avons discuté la caractéristique courant-tension qui reflète la variation du courant drain-source en fonction de la modulation de la tension de grille. Enfin, nous avons trouvé que la désadaptation des paramètres de maille entre AlGaN/GaN engendre, par des phénomènes piézoélectriques, un grand nombre de défauts qui contribuent à la limitation des performances.

Dans la deuxième partie de notre travail, l’objectif était de contribuer à l’améliorer les composants à base de GaN, une alternative consiste à remplacer le matériau AlGaN par le matériau AlInN. Ce dernier possède l’avantage d’être adapté en maille avec le GaN pour un taux d’indium de 17%. Il présente une polarisation spontanée plus élevée que celle de l’AlGaN. L’hétérojonction Al1-xInxN/GaN offre la possibilité d’obtenir une densité d’életrons élevée en réduisant l’épaisseur de la barrière AlInN, ce qui constitue une limite pour l’hétérojonction AlGaN/GaN. Dans ce travail, nous avons présenté les résultats de l’étude de l’influence de l’épaisseur de la barrière d’AlInN et la fraction molaire d’indium sur les propriétés de l’hétérojonction AlInN/GaN. La caractéristique courant-tension de l’AlInN/GaN a était étudié et comparé à celle de l’hétérojonction AlGaN/GaN. Ensuite, Nous avons également étudié le rôle de l'insertion d'une couche intermédiaire d'AlN à l'hétérojonction InAlN/GaN. Nous avons montré que l'ajout d'une couche fine d'AlN augmente la discontinuité de la bande interdite, ce qui implique l'augmentation du gaz d'électrons bidimensionnel confiné dans le puits quantique. Ainsi, On a trouvé que la mobilité électronique devient plus importante avec un intercalaire en AlN optimisé.

Dans un transistor à haute mobilité électronique (HEMT), la densité du canal bidimensionnel de gaz d'électrons (2DEG) est modulée par l'application d'une polarisation à une grille métallique Schottky. Ces dispositifs sont en mode d’appauvrissement (mode D), ce qui signifie qu'une polarisation négative doit être appliquée à la grille pour épuiser le canal électronique. L'aspect le plus difficile de l'activité de recherche actuelle sur les dispositifs à base de GaN est le développement d'un moyen fiable pour réaliser un HEMT en mode d'enrichissement (mode E). Les HEMT GaN en mode d'enrichissement offriraient un circuit simplifié en éliminant l'alimentation négative. Dans la troisième partie du travail, l'objectif est d'étudier les différentes techniques qui peuvent influencer la tension de seuil et la décaler vers une valeur positive. Un nouveau métal-isolant-semiconducteur (MIS) en mode E HEMT AlInN/GaN avec une grille Au-T a été étudié. Les impacts de la forme de la grille en T ont été discutés, il a été constaté que pour dp = 28 nm et wn = 1,8 m, la tension de seuil atteint 0,7 V et la valeur pic de la transconductance (Gm) atteint 523 mS à Vgs = 3,5 V La caractéristique de courant de drain a été démontrée.

***Mots clés:***

Transistor HEMT, GaN , Gaz Bidimensionnel d’Electron, Hétérojonctions, AlGaN/GaN, Caractéristique Courant-Tension, AlInN