



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr **BEN HAMMOU Omar**

Soutiendra : le **Vendredi 03/07/2026 à 10H00**

Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

**Propriétés optoélectroniques d'une boîte quantique pyramidale soumise à des perturbations extérieures**

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Sciences et Techniques**

Spécialité : **Sciences des Matériaux pour l'Énergie et l'Environnement**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr. RAHMANI Khalid	Ecole Normale Supérieure, UMV, Rabat	PES	Président
Pr. LIMAME Karoum	Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation, Fès	PES	Rapporteur
Pr. MELLOULI El Mehdi	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Fès	MCH	Rapporteur
Pr. ZEKRITI Mohssin	Université Euro-Méditerranéenne, Fès	MCH	Rapporteur
Pr. EL GHAZI Haddou	École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Casablanca	PES	Examinateur
Pr. TOUTI Rodouan	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	MCH	Examinateur
Pr. SALI Ahmed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse



## Résumé :

Ce travail est consacré à l'étude approfondie des propriétés électroniques et optiques d'une impureté donneuse confinée dans une boîte quantique pyramidale cœur/coquille/coquille (BQPCCC) de type  $GaAs/Ga_{1-x_1}Al_{x_1}As/Ga_{1-x_2}Al_{x_2}As$ , décrite par un potentiel de confinement de type Konwent. Les grandeurs étudiées concernent l'énergie de liaison, la susceptibilité diamagnétique, le décalage Stark, la section efficace de photoionisation (SEP), ainsi que les coefficients d'absorption optique (CAO) et les variations de l'indice de réfraction (VIR). L'influence du champ électrique, de la non-parabolicité de la bande de conduction (NP), de la masse polaronique (MP), de la pression hydrostatique et de la température a été analysée de manière systématique. Les propriétés du système ont été déterminées par la résolution de l'équation de Schrödinger indépendante du temps à l'aide de la méthode des éléments finis (MEF), dans le cadre de l'approximation de la masse effective (AME). Les résultats montrent que le champ électrique réduit l'énergie de liaison, tandis que la NP et la MP l'augmentent, particulièrement en régime de confinement fort. L'énergie de liaison croît également avec la pression hydrostatique et décroît avec la température. La SEP atteint un maximum lorsque l'énergie du photon incident correspond à l'énergie de liaison. Elle est renforcée par la pression et atténuée par l'élévation de la température. Les propriétés étudiées se révèlent fortement dépendantes des dimensions géométriques de la structure ainsi que des paramètres du potentiel de confinement ( $A$  et  $K$ ). Par ailleurs, la susceptibilité diamagnétique et le décalage Stark augmentent avec la pression et le paramètre  $A$ , mais diminuent avec la température et le paramètre  $K$ . Le décalage Stark décroît également avec l'intensité du champ électrique appliqué, avec un effet plus marqué pour les grandes boîtes quantiques. Enfin, les dimensions du système et les paramètres du potentiel induisent un déplacement des pics de résonance, tandis que l'intensité optique incidente influence principalement l'amplitude des réponses optiques sans modifier la position des résonances.

**Mots clés :** Boîte quantique, cœur/coquille/coquille pyramidale, Impureté donneuse, Potentiel de type Konwent, Non-parabolicité de la bande de conduction, Masse polaronique, Champ électrique, Pression hydrostatique, Température, Énergie de liaison, Décalage Stark, Susceptibilité diamagnétique, Section efficace de photoionisation, Coefficients d'absorption optique, Variations de l'indice de réfraction.



## OPTOELECTRONIC PROPERTIES OF A PYRAMIDAL QUANTUM DOT UNDER EXTERNAL PERTURBATIONS

### Abstract:

This work is devoted to a comprehensive investigation of the electronic and optical properties of a donor impurity confined in a pyramidal core/shell/shell quantum dot of the type  $GaAs/Ga_{1-x_1}Al_{x_1}As/Ga_{1-x_2}Al_{x_2}As$ , described by a Konwent-like confinement potential. The investigated quantities include the binding energy, diamagnetic susceptibility, Stark shift, photoionization cross section (PCS), as well as optical absorption coefficients (OAC) and refractive index changes (RIC). The influence of the electric field, conduction band nonparabolicity (NP), polaronic mass (PM), hydrostatic pressure, and temperature was systematically analyzed. The system properties were determined by solving the time-independent Schrödinger equation using the finite element method (FEM) within the effective mass approximation (EMA). The results show that the electric field reduces the binding energy, whereas NP and PM significantly increase it, particularly in the strong confinement regime. The binding energy also increases with hydrostatic pressure and decreases with temperature. The PCS reaches a maximum when the incident photon energy matches the binding energy. It is enhanced by pressure and reduced by increasing temperature. The studied properties are found to strongly depend on the geometrical dimensions of the structure as well as on the confinement potential parameters ( $A$  and  $K$ ). Furthermore, the diamagnetic susceptibility and Stark shift increase with pressure and parameter  $A$ , but decrease with temperature and parameter  $K$ . The Stark shift also decreases with the applied electric field intensity, with a more pronounced effect for larger quantum dots. Finally, the system dimensions and confinement potential parameters induce shifts of the resonance peaks, while the incident optical intensity mainly affects the amplitude of the optical responses without modifying the resonance positions.

**Keywords:** Quantum dot, Pyramidal core/shell/shell, Donor impurity, Konwent-like potential, Conduction band non-parabolicity, Polaronic mass, Electric field, Hydrostatic pressure, Temperature, Binding energy, Stark shift, Diamagnetic susceptibility, Photoionization cross-section, Optical absorption coefficients, Refractive index changes.

جامعة سيدي محمد بن عبد الله بفاس

UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES

كلية العلوم ظهر المصراز فاس

FACULTE DES SCIENCES DHAR EL MAHRAZ FES



*CENTRE D'ETUDES DOCTORALES*

*«SCIENCES ET TECHNIQUES ET  
SCIENCES MÉDICALES »*

*مركز الدكتوراه « العلوم والتقنيات »*

*والعلوم الطبية»*