



تحت رعاية وزير التعليم العالي والبحث العلمي Sous le Haut Patronage du Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

تنظم الجمعية الموريتانية للفيزياء مؤتمرها الدولي الأول
تحت شعار: الفيزياء في خدمة التنمية

La SOCIÉTÉ MAURITANIENNE DE PHYSIQUE organise son premier congrès
sous le Thème : LA PHYSIQUE AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES



Du 16 au 18 Juin 2025 - à l'Hotel MauriCentre

من 16 إلى 18 يونيو 2025 - في فندق موري سانتر

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE
DE PHYSIQUE



الجمعية الموريتانية
للفيزياء

المؤتمر الدولي الأول 1^{er} Congrès



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès



الجمعية الموريتانية
للفيزياء
المؤتمر الدولي الأول

أعمال المؤتمر الدولي الأول

Les actes du Congrès



Programme du 1^{er} Congrès

Lundi 16 Juin 2025	
08h30 - 09h00	Inscription et accueil des participants
09h00 - 09h30	Ouverture officielle
09h30 - 09h45	Discours du Président de la Société Mauritanienne de Physique
09h45 – 10h45	Session 1 : Présentation des sociétés de physique Président : Prof. Dah Ahmedou Memoune Président de la Société Mauritanienne de Physique
	Prof. Ahmedou Wague Président de la Société Africaine de Physique
	Prof. Adel Trabelsi Président de la Société Tunisienne de Physique
	Prof. Abdelmajid Kadiri Président de l'association Marocaine de Physique
10h45 - 11h30	Pause-café
11h30 - 12h30	Session de posters
12h30 - 13h30	Session 2 : Les défis de création des sociétés savantes Président : Prof. Ahmedou Wague
	Prof. Oumar Ka Président de la Société Ouest Africaine de Physique, et la Société Sénégalaise de Physique
	Prof. Shaaban Khalil Président de la Société Arabe de Physique
13h30 - 15h00	Déjeuner
15h00 - 17h00	Assemblée Générale



Mardi 17 Juin 2025

09h00 - 09h30	Inscription et accueil des participants
09h30 - 10h45	<p>Session 3 : Physique fondamentale et théorique Président : Prof. Abdellahi Aboubecrine</p> <p>Conférence plénière 1 : Prof. Shaaban Khalil Frontiers in Particle Physics: Beyond the Standard Model</p> <p>Communication orale 1 : Dr. Ousmane Ly, FST/ Université de Nouakchott High Harmonic Generation from Nonlinear Band Dynamics in Driven Quantum Systems</p> <p>Conférence plénière 2 : Prof. Adel Trabelsi Les dernières avancées en physique quantique</p> <p>Communication orale 2 : Prof. Hova Hoavo, Université de Kara Étude de la dynamique des mélanges superfluides</p>
10h45 - 11h30	Pause-café
11h30 – 12h30	<p>Session 4 : Physique et disciplines connexes Président : Prof. Ahmed Meissa</p> <p>Conférence plénière 3 : Prof. Abdelmajid Kadiri Nanomagnetism and Simulation: From Theory to Real-World Applications</p> <p>Communication orale 3 : Prof. Ganiou Gbenga Moussiliou, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry Étude cosmologique des singularités en temps fini à partir des systèmes dynamiques en théorie Teleparallèle modifiée</p> <p>Communication orale 4 : Prof. Salako Godonou Inès Ecole de Génie Rural EGR, UNA Étude de configurations d'étoiles compactes anisotropes en gravité f (R, T) via vecteurs conformes de Killing</p>
12h30 - 13h30	<p>Session 5 : Sciences des matériaux durables Président : Prof. Teyeb Mohamed Mahmoud</p> <p>Conférence plénière 4 : Prof. Oumar Ka From Materials Science to Nuclear Physics</p> <p>Communication orale 5 : Dr. TALL Abdoulaye, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry Utilisation de Matériaux Organique Locaux pour les Applications Electroniques</p>



	Communication orale 6 : Dr. Mohamed Ould Moussa, ISME, Groupe Polytechnique Physico-chemical characterization of bamboo fiber composites exposed to a wet-dry aging cycle
	Communication orale 7 : Zghouma Gue Lhadj Amar, FST/Université de Nouakchott Elaboration, caractérisation et étude des propriétés d'optique nonlinéaire de nouveaux composés hybrides organo-minéraux
13h30 - 15h00	Déjeuner
	Session 6 : Énergies renouvelables et hydrogène vert Président : Prof. Menny Bah
	Conférence plénière 5 : Prof. Menny Bah, FST/ Université de Nouakchott L'Hydrogène Vert en Afrique – Cas de la Mauritanie
	Communication orale 8 : Dr. Mohamed Ould Moussa, ISME, Groupe Polytechnique Towards wind turbines induced rotation by a shape memory alloys-based actuator
	Communication orale 9 : Thierno Madani Sidibé, Université des Sciences, des Techniques et Technologies de Bamako
	Étude de performance de la production d'une installation photovoltaïque
	Communication orale 10 : Elemine Sow, FST/ Université de Nouakchott Évaluation du Potentiel de Production d'Hydrogène Vert à partir de l'Énergie Solaire et Éolienne en Mauritanie
	Communication orale 11 : Roughaya Mohamed Lemine Mohamed Ahmed, FST/ Université de Nouakchott Étude de l'accumulation de poussière sur les surfaces solaires en milieu sahélien : cas de la Mauritanie
Mercredi 18 Juin 2025	
09h00 - 09h30	Inscription et accueil des participants
	Session 7 : Mécanique des fluides et applications Président : Prof. Ahmedou Mohamed Mahmoud
	Conférence plénière 6 : Prof. Ahmedou Mohamed Mahmoud, FST/ Université de Nouakchott Bulles d'air comme isolant sonore
09h30 - 10h30	Communication orale 12 : Dr. Kpode Kodjo, Université de Kara Etude numérique de l'impact d'une cheminée photovoltaïque équipée d'un ventilateur sur la dynamique de l'air dans un habitat



	Communication orale 13 : Sidi Mohamed Mohamed Salem, FST/Université de Nouakchott Analyse numérique des capteurs solaires à tubes sous vide utilisant des nanofluides
10h30 - 11h30	Session 8 : Électrotechnique et systèmes énergétiques Président : Dr. Boudy Bilal Conférence plénière 7 : Prof. Ahmedou Wague Le développement de l'optique et de la Photonique en Afrique Communication orale 14 : Prof. Lemrabott Habiboullah Elhavid, ESMT-Dakar Point de puissance maximum délivrée par une photopile (n+/p/p+) au silicium en régime statique sous éclairement polychromatique d'incidence variable sur la face (n+), par le concept de la vitesse de recombinaison à la jonction
11h30 - 12h00	Cocktail de clôture
12h00 - 12h30	Discours de clôture Remise des certificats et remerciements.

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès



الجمعية الموريتانية
للفيزياء
المؤتمر الدولي الأول

كلمة رئيس الجمعية الموريتانية للفيزياء

Discours du Président de la Société Mauritanienne de Physique

Mesdames Messieurs

- **Chers collègues, je suis honoré de vous adresser la parole aujourd'hui, à l'occasion du premier congrès de la société mauritanienne de physique**
- **"La Société mauritanienne de Physique comme son nom l'indique, se veut autant que faire se peut, être un acteur majeur dans le développement de la physique en Mauritanie."**
La Société Mauritanienne de Physique aspire à devenir un acteur clé pour promouvoir la recherche scientifique et l'enseignement de la physique en Mauritanie. Tout en favorisant la coopération internationale, en soutenant l'innovation et en développant les compétences nationales dans ce domaine.
- **La société rassemble les différents acteurs de la physique enseignants, chercheurs, doctorants, scientifiques d'entreprises sous une seule bannière, montrant ainsi la multiplicité et la complémentarité des compétences de la cette discipline en Mauritanie, mais aussi sa pertinence et le caractère durable et utile de ses activités pour le développement.**

La physique est mal connue de nos concitoyens et de nos étudiants, alors que c'est une discipline d'avenir qui peut offrir des métiers de résonnance avec le milieu actuel de l'entreprise sans cesse en mutation.

Ce milieu sans cesse en évolution et en recherche d'excellence technique, exige des emplois fortement qualifiés.

- **" A cet effet nous devons relever un grand défi celui de mieux intégrer cette discipline dans nos politiques publiques."**
- **"Je suis convaincu que la physique à travers ses enseignements théoriques et surtout pratiques a un rôle essentiel à jouer dans le développement durable de la Mauritanie."**

C'est un secteur clé du développement économique et de la création de richesse.

La physique fournit des solutions techniques, des matériaux et des produits à pratiquement tous les secteurs de l'économie. C'est un monde qui évolue de plus en plus vite avec l'émergence des nouvelles technologies.

C'est enfin un monde de créativité et d'innovation dans lequel elle peut proposer des solutions pour répondre aux défis actuels en matière de climat, d'énergies, d'eau etc....

Je souhaite ici remercier tous les partenaires qui nous ont soutenu dans nos efforts notamment l'université de Nouakchott, la Faculté des Sciences et Techniques, l'Ecole Normale Supérieure, La région de Nouakchott, Mauritanie Airlines et lance un appel aux autres à partir de cette tribune pour solliciter leur appui."

- **Je vous invite à continuer à nous soutenir, afin que la physique devienne un moteur de croissance et de progrès."**

Je vous remercie.

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE
DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès



الجمعية الموريتانية
للفيزياء
المؤتمر الدولي الأول

الملخصات العلمية المشاركة

Les résumés



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

High Harmonic Generation from Nonlinear Band Dynamics in Driven Quantum Systems

Ousmane LY

Université de Nouakchott, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Physique

Email: ousmanebouneoumar@gmail.com

Abstract We show that high harmonic generation (HHG) in magnetically driven systems arises from the strongly nonlinear nature of the underlying energy dynamics. By employing an adiabatic framework, we capture the essential features of this nonlinear regime and reveal that the instantaneous energy dispersion exhibits pronounced nonlinearity. This nonlinear behavior directly reflects the high-frequency excitations responsible for non-equilibrium transport phenomena. Our analysis highlights that the dynamics of instantaneous energy levels encode key signatures of HHG, offering a clear and simplified understanding of the effect. Leveraging this insight, we predict the emergence of tunable integer and fractional high harmonics when a time-dependent spin-orbit interaction is introduced. We further apply our approach to light-driven HHG, uncovering distinct nonlinear behaviors that govern harmonic generation. These findings point to a fundamental connection between band structure nonlinearity and HHG, opening new avenues for controlling ultrafast carrier dynamics through engineered energy dispersions.

Keywords : High harmonic generation, Adiabatic pumping, Spin-orbit coupling, Magnetic dynamics, Terahertz emission, Time dependent quantum transport

Étude de la dynamique des mélanges superfluides

AMEGNINUO Kodjo Edouard, HOVA Hoavo

Laboratoire Matériaux, Energies Renouvelables et Environnement (LaMERE), Département de Physique,

Faculté des Sciences et Techniques, Université de Kara, Togo

Emails : eddior1998@gmail.com ; hovhoav@gmail.com

Abstract

La découverte de la superfluidité dans l'hélium-4 à des températures inférieures à 2,17 K, a trouvé des applications dans divers domaines de la physique (gaz atomiques froids, astrophysique, gravité quantique, etc.). En effet, des applications des superfluides vont du refroidissement des matériaux supraconducteurs et des détecteurs infrarouges à la recherche fondamentale pure sur les atomes froids et la turbulence. Ainsi, des mélanges superfluides (hélium-4 et hélium-3) ont été réalisés pour abaisser la température critique à 50 μK (en dessous de 100 μK observée dans les mélanges d'hélium liquide). L'étude d'un mélange superfluide nécessite la connaissance des paramètres d'interaction inter-fluides et intra-fluides qui déterminent les propriétés de miscibilité ou d'immiscibilité du mélange. Dans ce travail, nous étudions les propriétés de miscibilité des mélanges de deux superfluides à travers une étude numérique en une dimension puis en deux dimensions. L'état dynamique des deux superfluides couplés est déterminé en utilisant la méthode de Crank-Nicolson basée sur la discrétisation de l'évolution temporelle des équations de Gross-Pitaevskii. Cela nous a permis de déterminer le temps de miscibilité et d'étudier l'impact des paramètres d'interaction intra-fluides et inter-fluides sur le temps de miscibilité. En une dimension, la diminution des paramètres intra-fluides ou une augmentation du paramètre inter-fluide accélère la miscibilité du mélange, tandis qu'en deux dimensions, cette corrélation entre les paramètres d'interaction intra-fluides et inter-fluides et le temps de miscibilité n'est plus observée.

Keywords : Quantique, Superfluide, Équations de Gross-Pitaevskii, Modélisation, Miscibilité

Titre : Étude cosmologique des singularités en temps fini à partir des systèmes dynamiques en théorie Teleparallèle modifiée*

M. G. Ganiou^(1,2), M. Touré⁽¹⁾, C. Aïnamon⁽²⁾, I. S. V. Hontinfinde⁽³⁾, M. J. S. Houndjo^(2,4)

1- Département de Physique, Faculté des Sciences, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, BP: 1147-Conakry, République de Guinée

2- Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques (IMSP) 01 BP 613, Porto-Novo, Bénin

3- Ecole nationale supérieure de génie mathématique et modélisation, UNSTIM, Bénin

4- Faculté des Sciences et Techniques de Natitingou - UNSTIM – Bénin

**Ganiou.gbenga@uganc.edu.gn; touremam2@yahoo.fr; ainamonyrille@yahoo.fr;
vhontinfinde26@gmail.com; sthoudjo@yahoo.fr**

Abstract

L'unification de la gravitation avec l'électromagnétisme a été l'une des préoccupations d'Albert Einstein après l'élaboration de la théorie de la Relativité Générale. Ce faisant, il s'inspire des travaux de H. Weyl (1918) qui tente déjà d'introduire les notions de transformation et d'invariance de jauge dans les théories de gravité. Après trois années de recherche intense entre l'été 1928 et le printemps 1931, avec huit articles sur le sujet, Einstein n'a pas réussi à établir une relation entre ce nouveau cadre et l'électromagnétisme mais il a fini par jeter les bases d'une nouvelle théorie de gravité appelée théorie Teleparallèle (TT) dans laquelle la gravité peut être décrite au moyen de la torsion au lieu de la courbure comme en Relativité Générale (RG). Une formulation lagrangienne de cette théorie montre que cette dernière est équivalente à la Relativité Générale (RG) et présente un avantage quant à la complexité des équations. Aujourd'hui, la science bute sur un mystère qui remet en cause toutes nos certitudes. En effet, l'accélération actuelle de l'expansion de l'univers soutenue par plusieurs observations astronomiques a conduit en cosmologie moderne à la modification de ces théories standards de gravité. L'objectif de notre travail est d'étudier dans la version modifiée f(T) de la théorie Teleparallèle, les singularités en temps fini qui sont des points hypothétiques dans le temps où l'univers subit un changement dramatique et rapide, conduisant potentiellement à la fin de l'espace et du temps. Ce concept repose sur certaines théories cosmologiques, telles que le Big-Crunch ou le Big-Rip, où l'univers s'effondre sur lui-même ou s'étend à l'infini, conduisant à une singularité où toutes les lois physiques connues s'effondrent. L'idée d'une singularité cosmologique à temps fini soulève des questions sur le destin ultime de

* General Relativity and Gravitation (2025) 57:83
<https://doi.org/10.1007/s10714-025-03418-w>

l'univers et sur la nature même du temps. Notre étude est basée sur la reconstruction puis l'analyse analytique et numérique des systèmes dynamiques formés à partir des équations du mouvement de la théorie $f(T)$ dans l'espace-temps de Friedman-Robertson-Walker. L'étude nous a permis de confirmer l'évolution de type de Sitter comme candidate à l'accélération actuelle de l'expansion de l'univers. Notre travail révèle une telle évolution proche de la singularité de type I encore appelé Big-Rip contrairement aux autres types de singularité. L'approche dynamique utilisée dans cet travail a également permis d'affronter un autre challenge de la cosmologie moderne qui est la reconstruction des modèles de gravité modifiée capable de reproduire les évolutions cosmologiques. La pertinence des résultats établis dans cet travail réside dans le fait que l'approche basée sur la reconstruction des systèmes dynamiques présente l'avantage d'offrir une méthode relativement simple pour obtenir des solutions exactes (même si celles-ci ne représentent que le comportement asymptotique) et une description (qualitative) de la dynamique globale de modèles cosmologiques. De tels résultats sont très difficiles à obtenir par d'autres méthodes ou sont obtenus avec assez d'approximations. Néanmoins, nous avons utilisé une approche classique basée sur les équations de Friedman et le paramètre de Hubble décrivant les singularités en temps fini pour reconstruire encore des modèles $f(T)$ et même temps étudier leur stabilité et la possibilité de rencontrer ou d'éviter les singularités avec ces modèles. D'autres tests suivront dans des travaux futurs pour évaluer davantage la portée cosmologique des modèles reconstruits.

Keywords : Teleparallel, Singularité, Gravité, Torsion, Dynamique.

Étude de configurations d'étoiles compactes anisotropes en gravité f (R, T) via vecteurs conformes de Killing

Inès Godonou SALAKO ^(1, 2)

1) École de Génie Rural (EGR), 01 BP 55 Kétou, UNA, Bénin

2) Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques (IMSP), 01 BP 613 Porto-Novo, UAC, Bénin

ines.salako@imsp-uac.org

Résumé

Cette étude propose une modélisation d'étoiles compactes anisotropes constituées de matière de quarks étranges dans le cadre de la gravité modifiée f (R, T). L'objectif principal est de résoudre analytiquement les équations de champ étendues en incorporant une anisotropie de pression via un vecteur conforme de Killing. La méthodologie repose sur : i) l'adoption de l'équation d'état MIT Bag pour le Strange Quark Matter SQM) ii) une relation linéaire entre pression tangentielle et densité d'énergie iii) l'analyse des solutions pour différentes valeurs du couplage Υ , du paramètre \mathbf{B} , et du coefficient d'anisotropie \mathbf{C}_1 ; iv) la vérification des critères physiques (énergie, stabilité TOV modifiée, limite de Buchdahl, fissuration d'Herrera). Les résultats révèlent une structure stellaire régulière (densité et pressions décroissantes, absence de singularités), une anisotropie maximale à la surface, et des relations masse-rayon dépendantes de Υ , divergentes de la relativité générale (RG). La stabilité est confirmée via les indices adiabatiques et l'équilibre hydrostatique. Ces résultats étendent les travaux antérieurs sur les étoiles à quarks en f (R) et RG, soulignant l'impact du couplage matière-géométrie Υ . Les perspectives incluent l'ajout de champs électromagnétiques, l'analyse en rotation rapide, et la comparaison avec des données observationnelles de pulsars.

Mots-clés : Gravité modifiée ; Étoiles compactes anisotropes ; Modèle MIT Bag ; Vecteurs de Killing conformes ; Analyse de stabilité

Physico-chemical characterization of bamboo fiber composites exposed to a wet-dry aging cycle

Mohamed Ould Moussa

*Laboratory of Renewable Energies and Advanced Materials LERMA, College of Engineering and Architecture,
International University of Rabat, Morocco*

ISME, Groupe Polytechnique, route de la plage, Nouakchott, Mauritania

mohamed.ouldmoussa@uir.ac.ma

Abstract

Natural fibers reinforced composites stand for lightweight and ecofriendly materials which hygro-mechanical properties can promote them to substitute the glass or metallic fibers based ones for some applications [1-2]. Actually, the current contribution examines the influence of wet-dry aging cycle on the tensile and physical properties of bamboo fiber composites at different fiber fractions (20 wt.%, 30 wt.% and 40 wt.%). In this way, a preliminary characterization is carried out to get insight into the physical expansion of bamboo fibers under water immersion. More importantly, the tensile properties of composites are evaluated after the exposure to a wet-dry cycle. Their degradation mechanisms are assessed based on SEM fracture analysis and weight loss measurements. Interestingly, the findings show a good retention of the tensile properties of 20 wt.% and 30 wt.% fiber composites, suggesting that the swelling of fibers, matrix plasticization as well as the slow rate hydrolysis reaction are the dominant aging mechanisms. However, cyclic aging allows a limited recovery of the tensile properties of 40 wt.% fiber composites, which is attributed to the microstructural damage and the active leaching of functional polysaccharides at the fiber cell wall.

References

- [1] Chakkour M, Ould Moussa M, Khay I, Balli M, Ben Zineb T, Towards widespread properties of cellulosic fibers composites: A comprehensive review, Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol. 42(5-6), pp. 222-263, 2023.
- [2] Mouad Chakkour, Mohamed Ould Moussa, Ismail Khay, Mohamed Balli, Tarak Ben Zineb, Effects of humidity conditions on the physical, morphological and mechanical properties of bamboo fibers composites, Industrial Crops and Products, Vol. 192, pp. 116085, 2023.).

Keywords: Natural fibers, biocomposites, hygromechanical properties, cyclic aging

Elaboration, caractérisation et étude des propriétés d'optique nonlinéaire de nouveaux composés hybrides organo-minéraux

Auteurs: Zghouma El hadj Amar¹, Dah Memoune¹, Teyeb Mohamed Mahmoud¹, Ali Ben Ahmed^{2,3*}

¹University of Nouakchott, Faculty of Sciences and Technics, Mauritania

²University of Sfax, Faculty of Sciences of Sfax, Laboratory of Applied Physic, Sfax-Tunisia.

³Department of Biomedical, Higher Institute of Biotechnology of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia.

*Eamils : zgouma.gha@gmail.com, memounedah2000@gmail.com , ommteyeb@yahoo.fr , ali.benahmed@isbs.usf.tn

Résumée

Les propriétés d'optiques non linéaires dans les systèmes cristallins dépendent de plusieurs paramètres tels que la composition chimique, la symétrie, la cohésion du cristal, la liaison hydrogène, l'hyperpolarisabilité de la molécule (β),(γ), etc. La corrélation de ces paramètres avec les propriétés optiques non linéaire nécessite plusieurs études systématiques dans le but d'avoir un matériau muplificateur de fréquence. Les avantages des cristaux minéraux (stabilité, transparence) et organiques (hyperpolarisabilité élevée) donne l'idée de la combinaison de ces avantages dans un seul cristal hybride.

Ce travail porte sur l'élaboration, la caractérisation structurale et l'étude des propriétés optique non linéaires d'un nouveau compose hybride organo-minéral de formule A_mMX_n (ou A représenté partie organique, M : métal, X : halogène.). l'objectif principale est d'évaluer le potentiel de ce matériau dans le domaine de l'otique non linéaire, notamment pour des applications photoniques et en optoélectronique.

Les composées ont été synthétisés par évaporation lente a température ambiante a partir de réactifs organiques et inorganiques en solution. Les structures cristallines ont été déterminée par diffraction des rayons X sur monocrystal, révélant une architecture dans laquelle les cations organiques interagissent avec les unités inorganiques par liassions hydrogène et interactions électrostatiques.

Des caractérisations complémentaires ont été réalisées :

- **Spectroscopie infrarouge (IR) et Raman** pour identifier les groupes fonctionnels,
- **Spectroscopie UV-Visible** : pour étudier les propriétés électroniques des composés,
- **Calculs de polarizabilité et d'hyperpolarizabilité** (par des méthodes semi-empiriques ou DFT) afin d'évaluer ses réponses optiques non linéaires.

Les résultats montrent que le composé possède une **hyperpolarizabilité significative**, suggérant un comportement optique non linéaire de deuxième ordre potentiellement exploitable. L'arrangement cristallin non centrosymétrique est favorable à la génération de troisième Ce travail ouvre la voie à la conception de nouveaux matériaux hybrides pour des dispositifs photoniques.

Towards wind turbines induced rotation by a shape memory alloys-based actuator

Mohamed Ould Moussa

*Laboratory of Renewable Energies and Advanced Materials LERMA, College of Engineering and Architecture,
International University of Rabat, Morocco*

ISME, Groupe Polytechnique, route de la plage, Nouakchott, Mauritania

mohamed.ouldmoussa@uir.ac.ma

Abstract

Wind turbines technologies fail today to solve some relevant drawbacks at the starting stage owing to the inertia induced resistant torque. Afterwards, an efficient and constant production of electricity needs to reach and maintain a steady motion of the wind turbines rotor by overcoming emergent electromagnetic, ohmic and friction induced torques. Therefore, the current contribution promotes to utilize a rotation actuator based on shape memory alloys which show an ability to recover strain upon heating behind a certain temperature when deformed at small temperatures and during mechanical unloading at high temperatures. Indeed, a generated torque from the harvested mechanical energy would serve to assist the wind turbine rotation. The current contribution investigates this issue and gives a kind of benchmark of three solutions based on different structures made of shape memory alloys and guided by advanced finite elements computations and a thermomechanical constitutive model using Abaqus software [1-2]. Depending on the type of wind turbines [3] and electricity needs, one can size up and select the adequate rotation actuator according to our findings.

References

- [1] Y. Chemisky, A. Duval, E. Patoor, and T. Ben Zineb, Constitutive model for shape memory alloys including phase transformation, martensitic reorientation and twins accommodation, *Mechanics of Materials*, Vol 43, pp. 361–376, 2011.
- [2] M. Ould Moussa, Z. Moumni, O. Doaré, C. Touzé, and W. Zaki, Non-linear dynamic thermomechanical behaviour of shape memory alloys, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, Vol. 23, pp. 1593–1611, 2012.
- [3] M. Ould Moussa, Experimental and numerical performances analysis of a small three blades wind turbine, *Energy*, Vol. 203, pp. 117807, 2020

Keywords: Shape memory alloys, wind turbine, turbine rotor, rotation actuators, smart materials

Évaluation du Potentiel de Production d'Hydrogène Vert à partir de l'Énergie Solaire et Éolienne en Mauritanie

Elemine Adama Sow^a, Mohamed Mohamed Vall^b, Mohamed Mahmoud Abidine^c, Houda Babah^d, Ahmed Hamoud^e, Gayane Faye^f, Bakari Semega^a

^a*Water, Pollution and Environment Research Unit, Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, University of Nouakchott Al-Aasriya, Mauritania, BP 880, Nouakchott, Mauritania*

^b*Ministry of Petroleum Mines and Energy of Mauritania*

^c*Biodiversity and Valorization of Vegetal Resources, Faculty of Sciences and Techniques - University of Nouakchott, Mauritania*

^d*Materials Science and Environment, Faculty of Sciences and Techniques - University of Nouakchott, Mauritania*

^e*Department of Geology, Faculty of Sciences and Techniques, University of Nouakchott, Mauritania*

^f*Laboratory of Applied Remote Sensing / Institute of Earth Sciences of Cheikh Anta DIOP University, Senegal.*

Batal1989@gmail.com; medmedvall87@gmail.com; abidine108@gmail.com; houdababah@gmail.com;
aohamoud@gmail.com; gayane.faye@gmail.com; semeba@una.mr;

Abstract : Cette étude évalue le potentiel de production d'hydrogène vert en Mauritanie à partir des énergies solaire et éolienne, en combinant des données satellitaires (Global Solar Atlas et Global Wind Atlas) avec des outils de Système d'Information Géographique (SIG). L'objectif principal est de quantifier la production électrique renouvelable et son potentiel de conversion en hydrogène par électrolyse PEM. Les résultats montrent que le solaire domine largement, avec une production annuelle de 275-329 GWh/km² (soit 5 248-6 272 tonnes H₂/km²), contre 1-28 GWh/km² (23-625 tonnes H₂/km²) pour l'éolien. Ces chiffres sont comparables aux études similaires au Maroc et en Algérie, mais révèlent un avantage marqué du solaire en Mauritanie, notamment dans les régions nord (Tiris-Zemour, Adrar). Les perspectives incluent l'optimisation via des systèmes hybrides (PVT) pour capter l'excès de chaleur, crucial dans un climat désertique où les températures élevées réduisent l'efficacité des panneaux. Une analyse multicritère sera menée pour identifier les sites les plus appropriés au développement de projets d'énergies renouvelables, en intégrant des critères techniques, économiques, environnementaux et sociaux. Cette recherche offre une base pour des politiques énergétiques durables et des projets pilotes en Afrique de l'Ouest.

Keywords : Mauritanie, Hydrogène vert, SIG, Énergie solaire, Énergie éolienne.

Étude de l'accumulation de poussière sur les surfaces solaires en milieu sahélien : cas de la Mauritanie

Roughaya Mohamed lemme MOHAMED AHMED^{1,*}, Mohamed El Hacen JED¹, Ahmedou MOHAMED MAHMOUD¹, Pierre-Olivier LOGERAIS²

¹Unité de recherches nouvelles Technologies d'Energie et Systèmes Thermofluides, département de physique, Faculté des sciences et technologies, Nouakchott, Mauritanie

²Centre d'Études et de Recherche en Thermique, Environnement et Systèmes, IUT de Sénart-Fontainebleau, Université Paris Est Créteil, 61 avenue du Général de Gaulle, 94010 Crétel, France

Email des auteurs : roughayalemine@gmail.com , hassenjid9@gmail.com , ahmcheikho@gmail.com , pierre-olivier.logerais@u-pec.fr

La Mauritanie vise depuis plusieurs années à réduire leur dépendance des sources fossiles en mettant l'accent sur le mix énergétique dans la production d'électricité qui était d'origine thermique diesel (Fuel et Gasoil). Parmi les stratégies misent en place par le gouvernement durant ces dernières années, l'intégration des énergies renouvelables solaires photovoltaïques. Cette dernière a permis l'augmentation de la capacité de la production sur la base des sources locales. Depuis 2013, plusieurs centrales solaires photovoltaïques ont été installées en Mauritanie ; leur performance est fortement influencée par les conditions environnementales locales, notamment la poussière. La poussière est l'un des paramètres essentiels qui affectent les performances, le rendement et la rentabilité des panneaux photovoltaïques. Cette étude présente une analyse de l'impact de la poussière sur la production de l'une des centrales PV installée en Mauritanie précisément en Nouakchott : **Centrale de Toujounine (50 MWc)**. Ce travail présente une analyse hebdomadaire de la quantité de poussière déposée sur des surfaces d'exposition, sur une période représentative, dans le contexte climatique de la Mauritanie. Les résultats montrent une variabilité marquée de la charge en poussière selon les semaines, avec des pics d'accumulation dépassant 0,08 g/semaine. Ces dépôts peuvent provoquer une baisse significative du rendement énergétique des installations solaires. L'étude met en évidence la nécessité d'un suivi régulier de l'empoussièvement et l'importance de définir des stratégies de maintenance adaptées.

Mots clés : Mauritanie ; Performance ; Centrale solaire photovoltaïque ; Poussière.

Étude numérique de l'impact d'une cheminée photovoltaïque équipée d'un ventilateur sur la dynamique de l'air dans un habitat

Kodjo Kpode, Yaovi Nougbléga, N'détigma Kata, Hodo-Abalo Samah

Laboratoire Matériaux, Énergies Renouvelables et Environnement de l'Université de Kara, Togo, 400 BP 404

k.kpode@univkara.net ; nycogl@yahoo.fr ; pkata406@gmail.com ; samah.abalo@gmail.com

Résumé : Cette étude numérique examine l'influence d'une cheminée photovoltaïque sur les transferts dans un habitat. La cheminée inclinée d'un angle $\alpha=9^\circ$ par rapport à l'horizontal du toit, est constituée d'un panneau photovoltaïque (PV) qui reçoit les irradiations solaires à travers un vitrage. Le canal d'écoulement formé par le vitrage et le PV est muni d'un ventilateur dont l'électricité nécessaire pour son fonctionnement est fournie par le PV. Le phénomène de convection mixte numérique est étudié dans ce travail à l'aide des équations de mouvement et d'énergie qui régissent un écoulement laminaire. Ces équations sont discrétisées à l'aide de la méthode des volumes finis avec un schéma de loi de puissance. Le code de calcul, développé en Fortran, repose sur un algorithme de calcul itératif de Gauss-seidel sous-relaxé. Les simulations sont effectuées pour les nombres de Rayleigh variant de 10^3 à 5.10^5 , et pour des nombres de Reynolds variant de 50 à 200, garantissant un régime laminaire. Le système permet une dépollution thermique de l'habitat grâce à l'action combinée de la poussée thermique naturelle et de l'impulsion cinétique générée par le ventilateur. Contrairement aux cheminées classiques fonctionnant uniquement par le phénomène de thermosiphon, cette configuration hybride exploite à la fois la convection naturelle et forcée. Les résultats, présentés sous forme de lignes de courant et d'isothermes, mettent en évidence une amélioration notable du confort thermique. Notamment, la suppression quasi totale des zones de recirculation à $Ra=5\times10^5$, favorise un écoulement continu, assurant un renouvellement efficace de l'air intérieur. Par conséquent, la température de la zone de vie diminue significativement avec l'augmentation des nombres de Reynolds et de Rayleigh. L'énergie thermique captée est convertie en énergie cinétique à hauteur de 0,0014 % à 0,017 %.

Keywords : Cheminée voltaïque, conversion d'énergie, convection mixte

Titre : Analyse numérique des capteurs solaires à tubes sous vide utilisant des nanofluides

Sidi Mohamed Mohamed Salem, Kamal Bouaraour.

Université de Nouakchott – FST- département de physique

Université de Ghardaïa – FST -Algérie

sasidi309@gmail.com, bouaraourk@yahoo.fr

Abstract Cette étude utilise la modélisation CFD pour analyser le comportement thermique de l'eau et des nanofluides à base d'eau ($\text{AlO}_3\text{-H}_2\text{O}$ et $\text{CuO}\text{-H}_2\text{O}$) dans des capteurs à tube solaire sous vide (ETSC). La validation a été réalisée en comparant les résultats à ceux de deux autres simulations numériques et expériences. De nombreux facteurs ont été examinés, tels que la fraction volumique des nanoparticules, l'angle d'inclinaison des collecteurs, la masse du dépôt et le nombre de tubes. Une analyse thermique et hydraulique a été réalisée à l'aide de l'approximation de Boussinesq. Les résultats montrent que les nanofluides, en particulier $\text{CuO}\text{-H}_2\text{O}$, qui offrent les meilleures performances, améliorent significativement le transfert de chaleur.

Keywords : CFD, nanofluides, fraction volumique, thermique.

Point de puissance maximum délivrée par une photopile (n+/p/p+) au silicium en régime statique sous éclairement polychromatique d'incidence variable sur la face (n+), par le concept de la vitesse de recombinaison à la jonction

Bakary Dit Dembo SYLLA^{1,2}, Cheikh THIAW^{1,3}, Gilbert N DIONE^{1, 3}, Khady LOUM^{1,3}, Moussa

CAMARA^{1,4}, Habiboula Lemrabott EHEVID^{1,5}, And Gregoire SISSOKO¹,
1Groupe International de Recherche en Energie Renouvelable (GIRER). BP. 15003, Dakar,
Sénégal.

2Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel- Genie Mecanique
Energetique et Mine- Mali

3Université Iba Der THIAM de Thiès, Sénégal

Université Assane SECK, Ziguinchor, Senegal

5Ecole Multinationale de Télécommunication-Dakar, Sénégal

Résumé : Le concept de la vitesse de recombinaison des porteurs minoritaires de charge à

la jonction (n+/p) de la photopile (n+/p/p+) au silicium, est utilisé, pour produire les caractéristiques, courant-tension, et puissance- vitesse de recombinaison des porteurs minoritaires à la jonction. La vitesse de recombinaison des porteurs minoritaires de charge à la jonction (S_{fmax}) correspondant au point de puissance maximum est obtenue graphiquement, par résolution de l'équation transcendante, obtenue du gradient de la puissance par rapport à (S_f), pour différents angles d'incidence de la lumière polychromatique sur la photopile.

Keywords:-Photopile-Vitesse de recombinaison – Angle d'incidence – Puissance maximum- Rendement

References

Bakary Dit Dembo Sylla, Ibrahima Ly, Ousmane Sow, Babou Dione, Youssou Traore, Grégoire Sissoko, (2018). Junction

Surface Recombination Concept as Applied to Silicon Solar Cell Maximum Power Point Determination Using

Matlab/Simulink: Effect of Temperature. Journal of Modern Physics, 9, 172-188.

<http://www.scirp.org/journal/jmp>

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE
DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès



الجمعية الموريتانية
للفيزياء
المؤتمر الدولي الأول

الملاصقات العلمية

Les posters Scientifiques



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

Transparent conductive Materials

El Bou Mohamed Lemine, Abd Elhamid Ahmedou and Rabia Yahya

Research Unit for Energy, Materials, and Telecommunications (EMT), University of Nouakchott

Abstract

Transparent conductive materials (TCMs) uniquely combine optical transparency with electrical conductivity, making them essential for applications such as touch screens, solar cells, LEDs, and smart windows. Indium Tin Oxide (ITO) is the most widely used TCM, owing to its high transparency and excellent conductivity. This study aimed to analyze the properties of various TCMs and evaluate their performance across different technological fields, including telecommunications and optoelectronics. In addition, alternative materials, such as Fluorine-doped Tin Oxide (FTO), Aluminum-doped Zinc Oxide (AZO), Carbon Nanotubes (CNTs), and two-dimensional materials, such as graphene, have been explored. The methodology includes examining the electronic structures, optical responses across the infrared (IR), visible, and ultraviolet (UV) spectra, and their overall efficiency. The results show that multi-layer structures, particularly ITO/silver/ITO, offer superior performance, achieving a balance between high transparency, low sheet resistance, and chemical stability. This configuration also addresses key challenges such as cost, flexibility, and mechanical durability, making it a strong candidate for next-generation optoelectronic devices.

Applications

Touch screens



LEDs



Solar cells



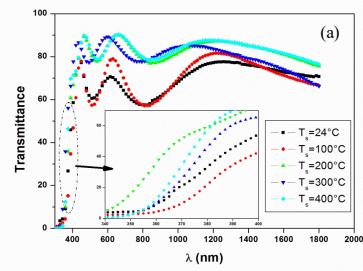
Smart windows



Optical properties

AZO

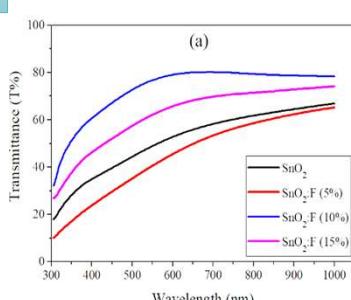
- AZO thin films exhibit high transmittance (78–90%) in the visible and near-IR regions
- A sharp UV absorption edge indicates strong photon absorption suitable for UV optical filter applications.
- The transmittance improves with increasing substrate temperature (T_s), which is attributed to better crystallinity and larger grain size. [1]
- The UV absorption edge shifts toward shorter wavelengths (blue shift) with T_s owing to the Burstein-Moss effect [2] (carrier concentration increases).



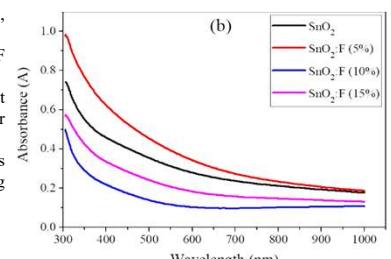
Transmittance (a) and reflectance (b) spectra of AZO thin films deposited at various T_s [3]

FTO

- Undoped SnO₂ shows ~55% transmittance in the visible range.
- 5% F-doped SnO₂: transmittance slightly decreases to ~50%.
- 10% F-doped SnO₂: highest transmittance (~80%) due to improved crystallinity.
- 15% F-doped SnO₂: transmittance drops to ~70% owing to the structural disruption.



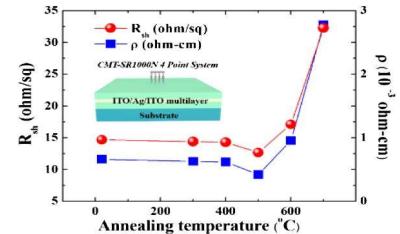
- All films show broad absorption edges, indicating significant band tailing.
- Absorption decreases with increasing F doping.
- 10% F-doped film has the lowest absorbance, corresponding to higher transparency.
- Shift in absorption edge suggests variation in band gap with doping level.



(a) Transmittance spectra and (b) absorption spectra for undoped SnO₂ and SnO₂ films doped with different ratios (5 %, 10 %, and 15 %) of F. [4]

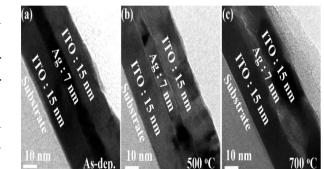
ITO/Ag/ITO

- Minimum sheet resistance (9.21 Ω/sq) and resistivity ($7.66 \times 10^{-4} \Omega\cdot\text{cm}$) achieved at 500°C
- Annealing up to 500°C improves ITO crystallinity and Ag protection, enhancing conductivity.
- Sharp increase in resistance above 600°C due to Ag agglomeration.



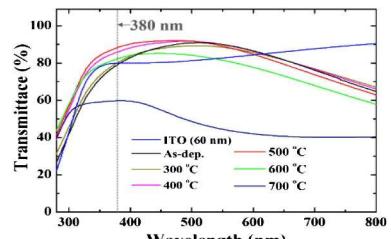
Sheet resistance and resistivity of IAI multilayer as a function of annealing temperature. [5]

- (a) As-deposited: Amorphous structure with poor crystallinity.
- (b) 500°C Annealed: Well-defined columnar grains in ITO and Ag layers → better electrical performance.
- (c) 700°C Annealed: Severe Ag agglomeration observed → structural degradation and increased resistance.



Cross-sectional TEM image in the interface region of IAI multilayer (a) before and after postannealing at (b) 500°C and (c) 700°C. [5]

- Transmittance at 380 nm increased from 79% (as-deposited) to 88% at 500°C.
- Higher UV transmittance after annealing due to reduced Ag absorption in that region.
- Transmittance drops again above 600°C due to scattering from Ag agglomeration.



Optical transmittance spectra for IAI multilayer as a function of annealing temperature. [5]

Conclusion

- AZO thin films exhibit high transmittance in the visible region and low reflectance, making them highly suitable for optical applications such as smart windows, solar cells, and optical filters.
- Fluorine doping significantly influences the optical properties of SnO₂ thin films. A 10% F doping level enhances transmittance and diminishes absorbance due to enhanced crystallinity and the Burstein-Moss effect. Overdoping at 15% compromises structural integrity and optical quality. These results underscore the necessity for precise doping levels to optimize transparent conductive oxides for optoelectronic applications.
- The best balance between transmittance and conductivity is achieved at an annealing temperature of 500°C.
- Annealing at temperatures above 600°C causes structural degradation and deterioration of optical and electrical performance due to silver agglomeration.

References

1. A. Mosbah and M.S. Aida, Influence of deposition temperature on structural, optical and electrical properties of sputtered Al doped ZnO thin films, *J. Alloys Compd.* 515 (2012) 149–153.
2. K. YIM, and C. LEE, Optical properties of Al-doped ZnO thin films deposited by two different sputtering methods, *Cryst. Res. Technol.* 41 (2006) 12, 1198–1202.
3. A. Barhoumi et al., “Aluminum doped ZnO thin films deposited by direct current sputtering: Structural and optical properties,” 2015, *Academic Press*, doi: 10.1016/j.spmi.2015.03.007.
4. I. Gunes, E. Sarica, V. Bilgin, A. Kucukarslan, and S. Ozder, “Fluorine-doped tin oxide films via ultrasonic spray pyrolysis: Investigation of physical properties post-annealing and their potential for TCO applications,” *Mater. Today Commun.*, vol. 41, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.mtcomm.2024.111094.
5. Z. Wang et al., “Mechanical performance of ITO/Ag/ITO multilayer films deposited on glass substrate by RF and DC magnetron sputtering,” *Ceram. Int.*, vol. 47, no. 22, pp. 31442–31450, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.ceramint.2021.08.020.

Mono-band and Tri-band Rectenna design

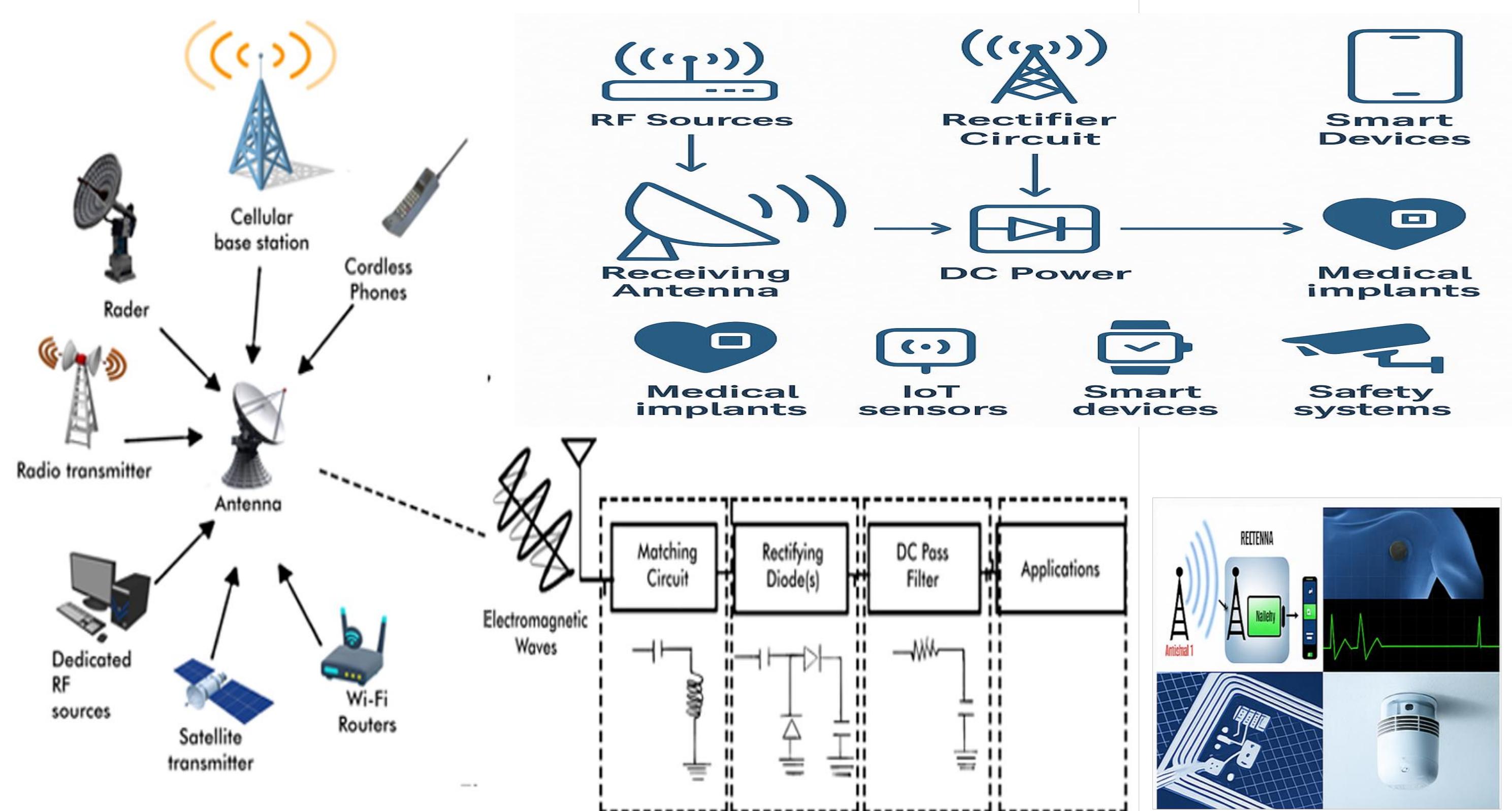
Aminetou Ahmed Meiloud and Rabia Yahya

Research Unit for Energy, Materials, and Telecommunications (EMT), University of Nouakchott

Abstract

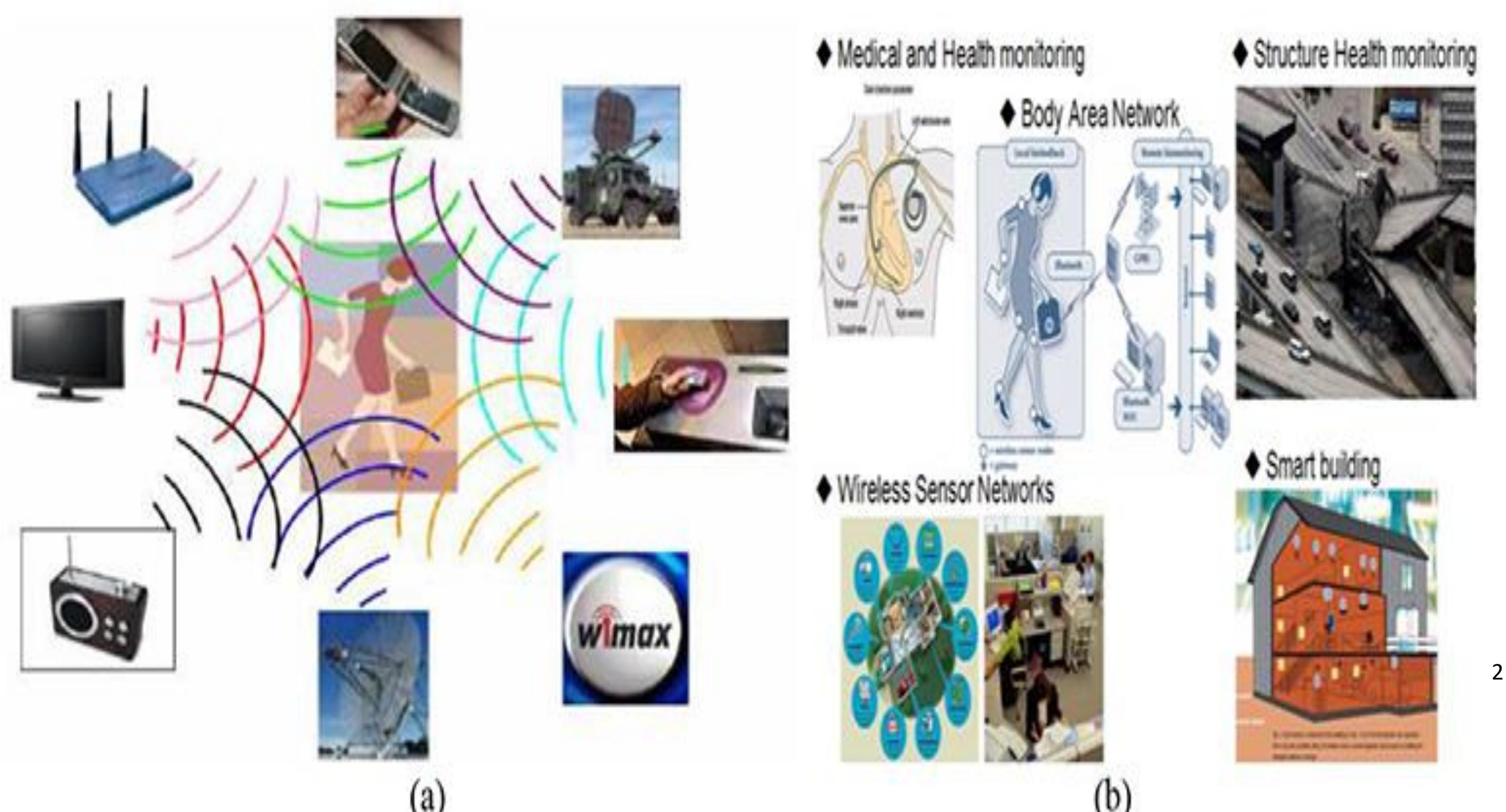
This study presents the design and performance analysis of two rectangular-patch-based rectifying antenna (rectenna) systems that support mono- and tri-band operations for ambient Radio Frequency (RF) energy harvesting. The mono-band configuration targets Wi-Fi at 2.4 GHz and the tri-band system covers 2.4 GHz, 3.5 GHz, and 4.4 GHz—supporting Wi-Fi, Wi-MAX, and Wireless Local Area Network (WLAN) applications. All designs are built on a common antenna platform with multiband functionality enabled and inset-feed techniques. Each rectenna was integrated into an optimized RF-to-DC rectifier circuit using Schottky diodes. Full-wave electromagnetic simulations and harmonic balance analyses confirm energy conversion efficiencies of up to 65 percent, demonstrating the feasibility of the proposed rectennas for powering low-power wireless devices and enabling energy-autonomous Internet of Things (IoT) applications.

Applications



RF Sources → Energy Harvesting (Rectenna) → DC Power → Applications

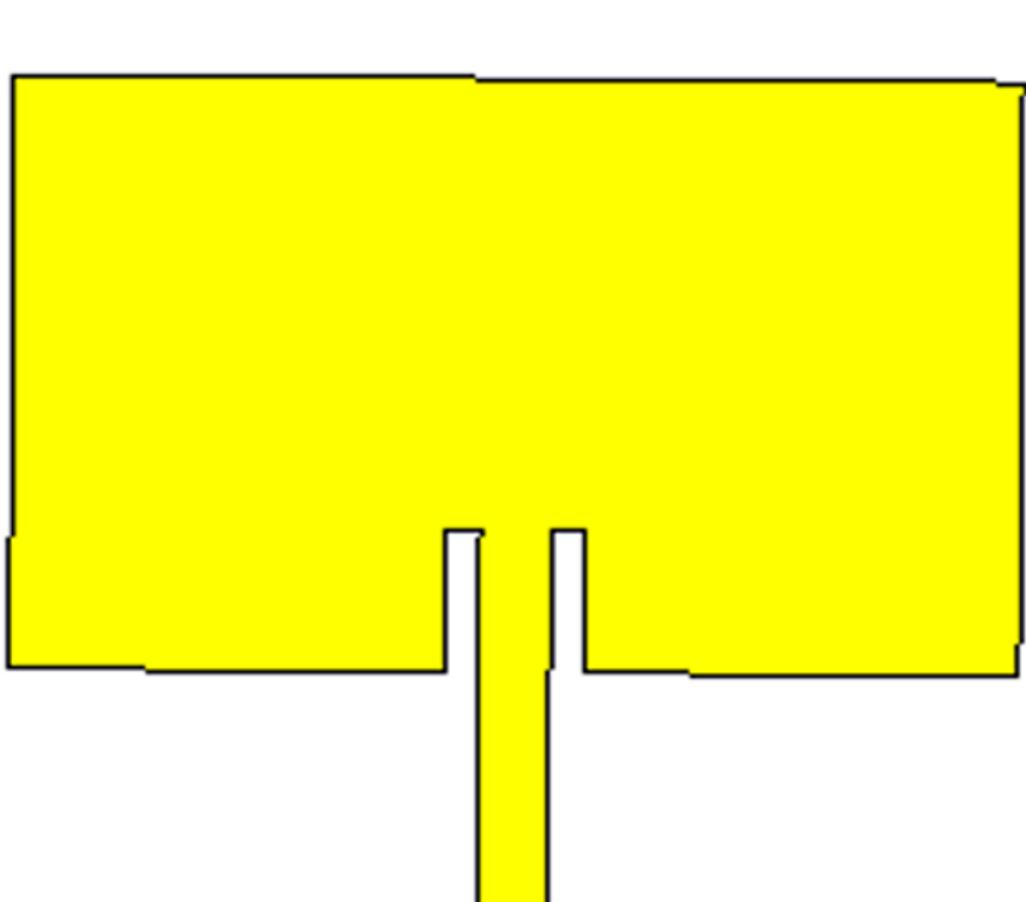
The image effectively demonstrates how **ambient RF (Radio Frequency)** energy from everyday sources like mobile phones, Wi-Fi routers, and cell towers can be scavenged using a **rectifying antenna (rectenna)** converted RF to DC. This harvested energy is then **converted into usable DC voltage**, which powers various **low-power devices and applications** such as medical implants, IoT sensors, and wireless safety systems



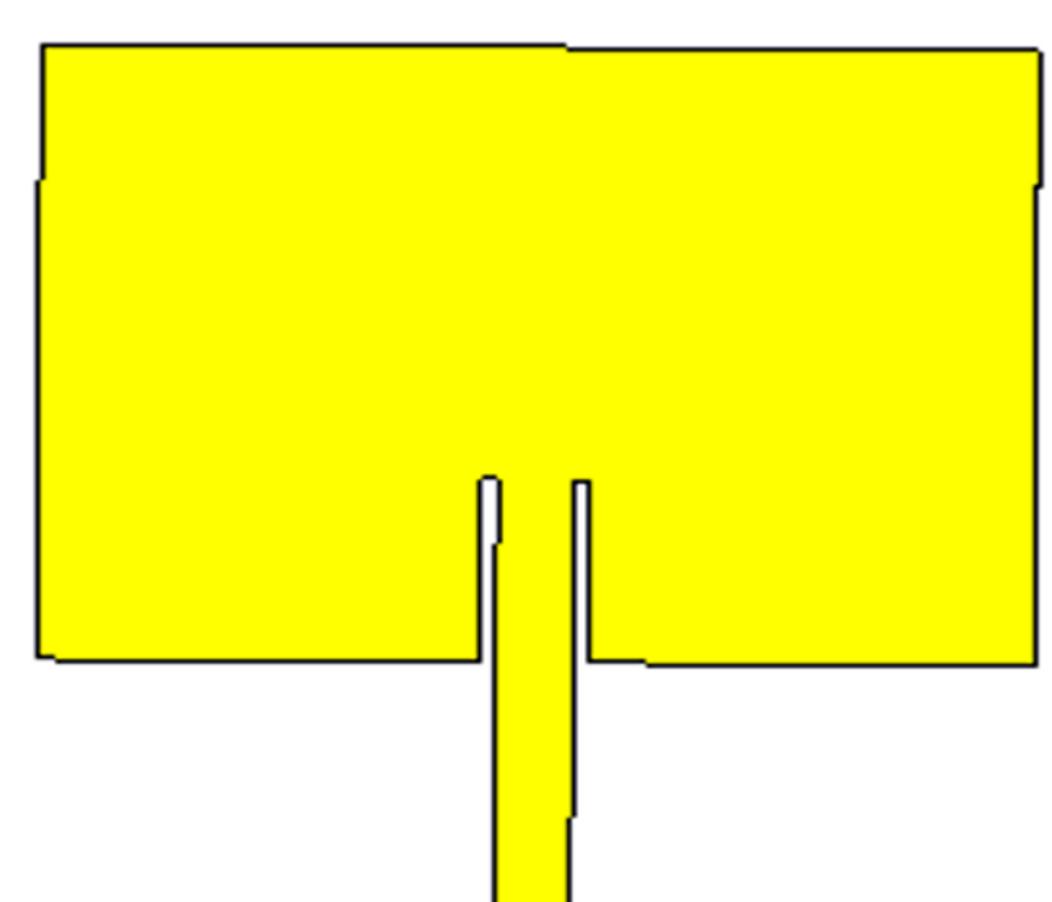
Antennas structures

- The mono-band configuration utilizes a rectangular patch resonating with dimensions of 47 mm × 30 mm
- The tri-band design integrates inset feeding and additional slot structures with dimensions of 40.7 mm × 29.05 mm

Proposed antenna



Mono-band antenna

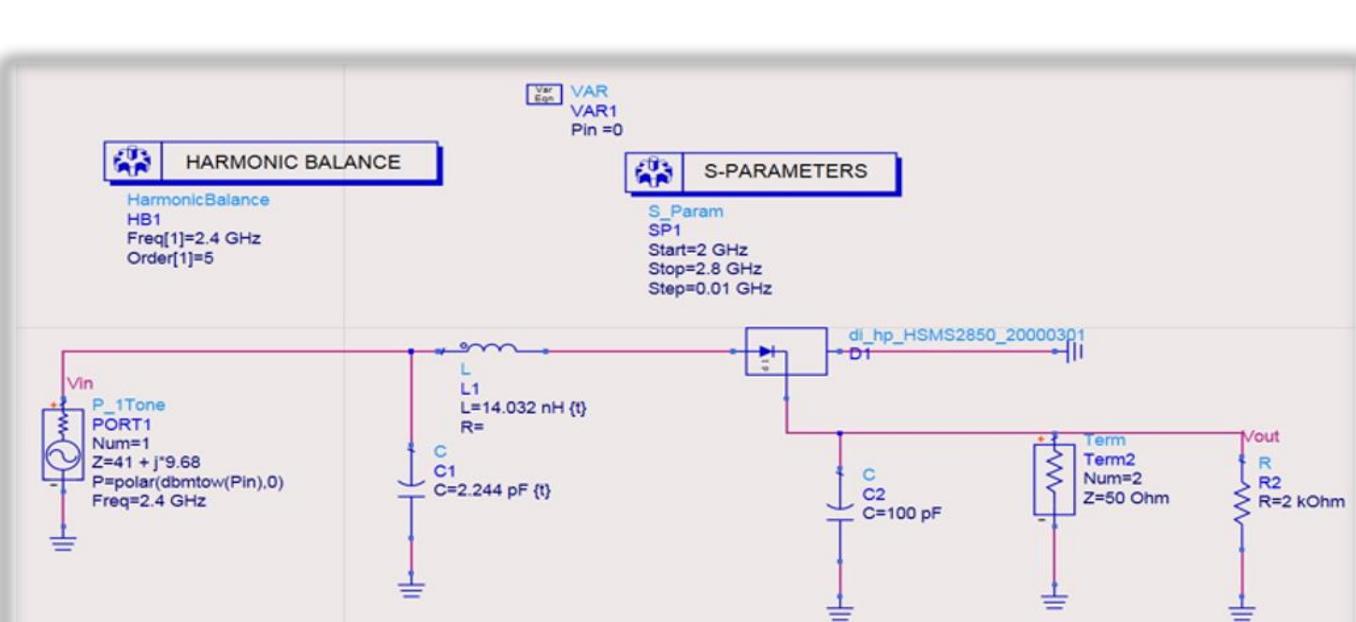


Tri-band antenna

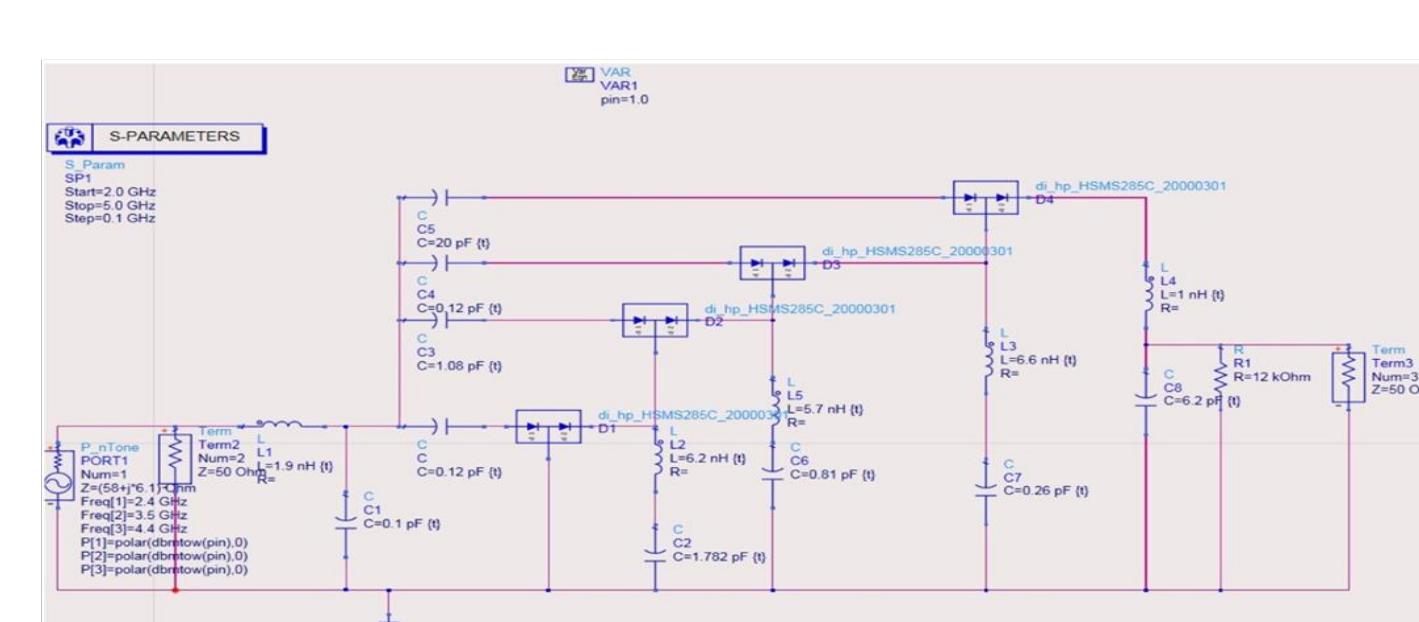
Proposed rectifiers

Each antenna is connected to a rectifier circuit optimized for the corresponding frequency band(s)

- The first rectifier circuit is based on the HSMS2850 Schottky diode, optimized for efficient RF-to-DC conversion.
- The second rectifier circuit adopts a multi-stage architecture utilizing HSMS-285C Schottky diodes, with individual branches tuned to each target frequency.

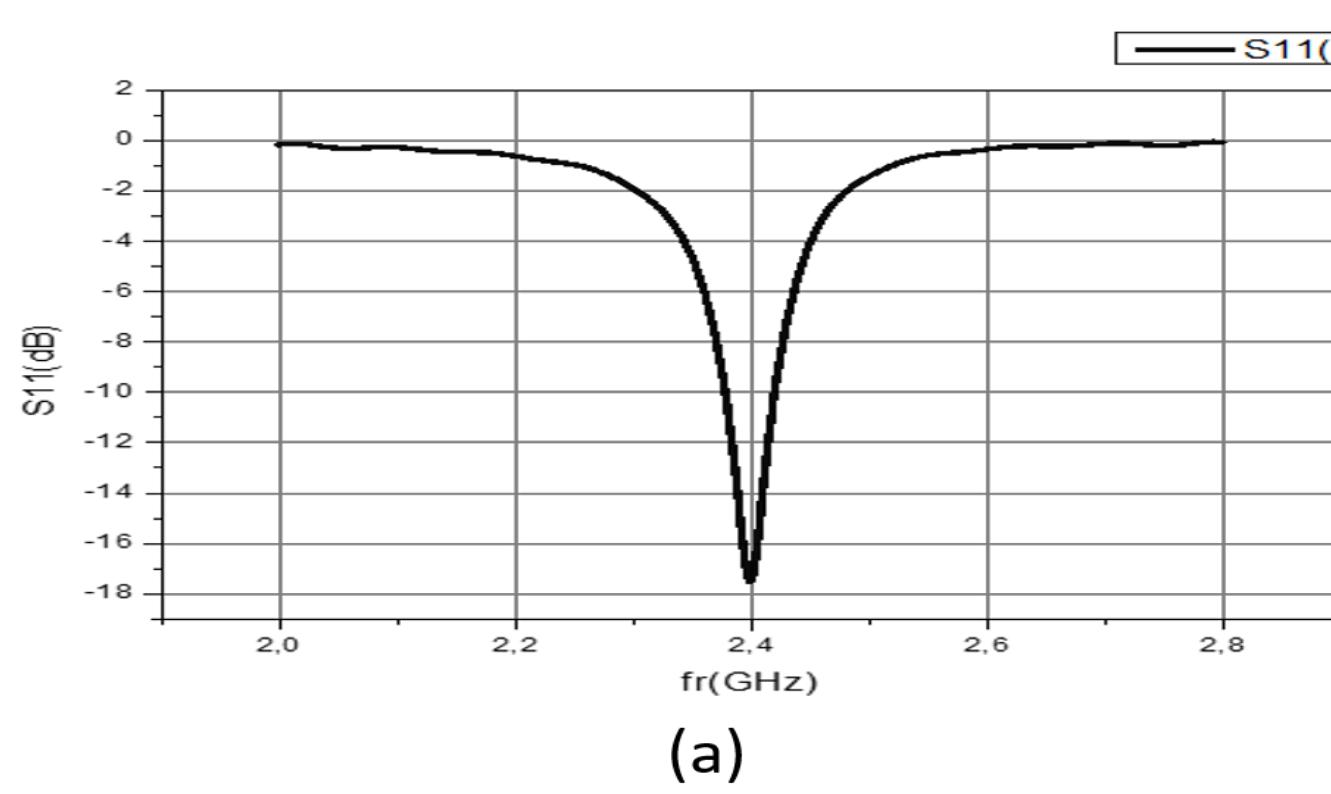


Mono-band rectifier

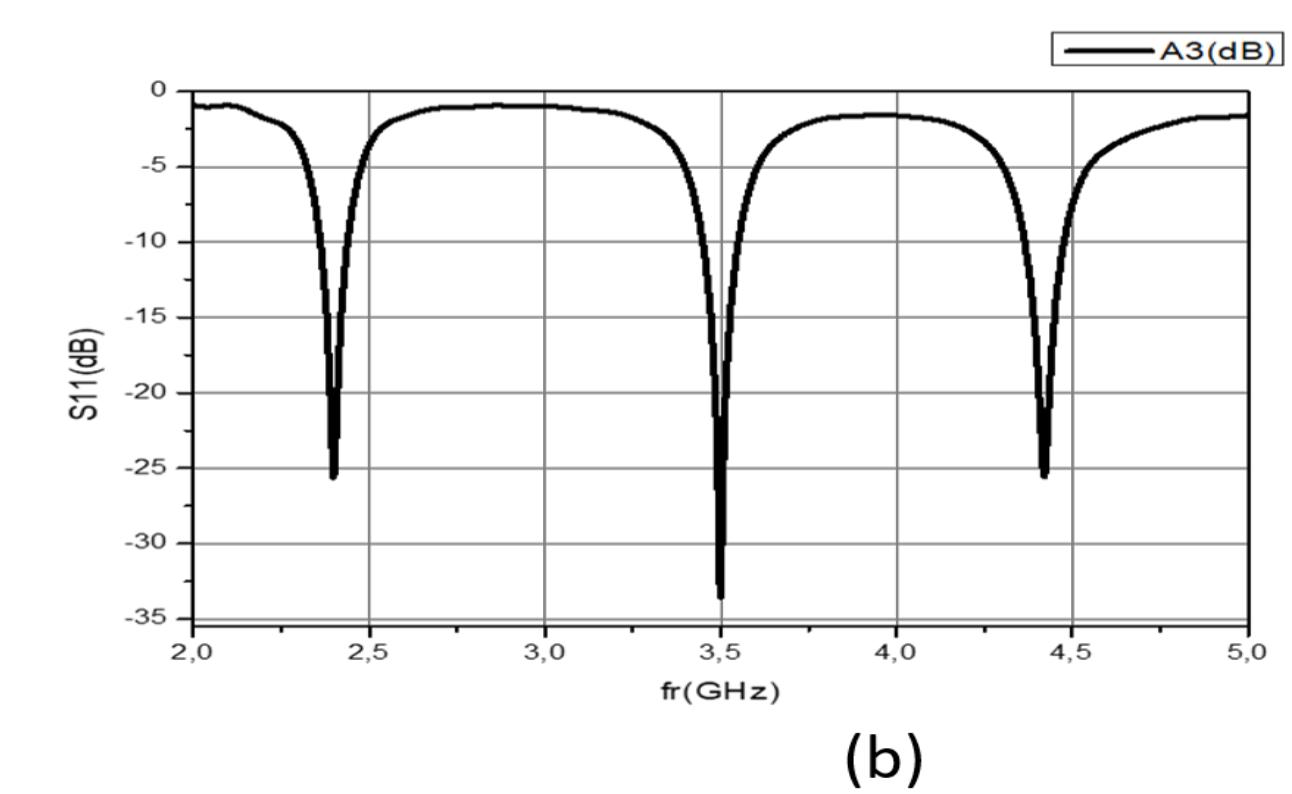


Tri-band rectifier

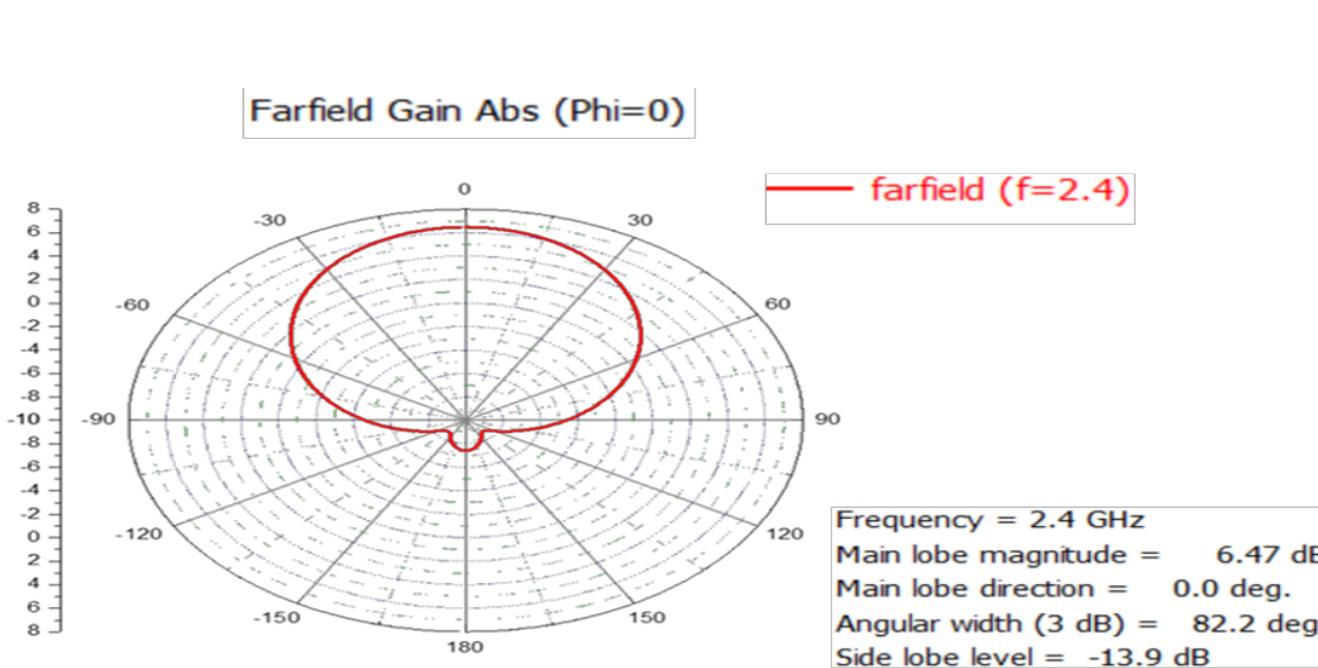
Numerical Results



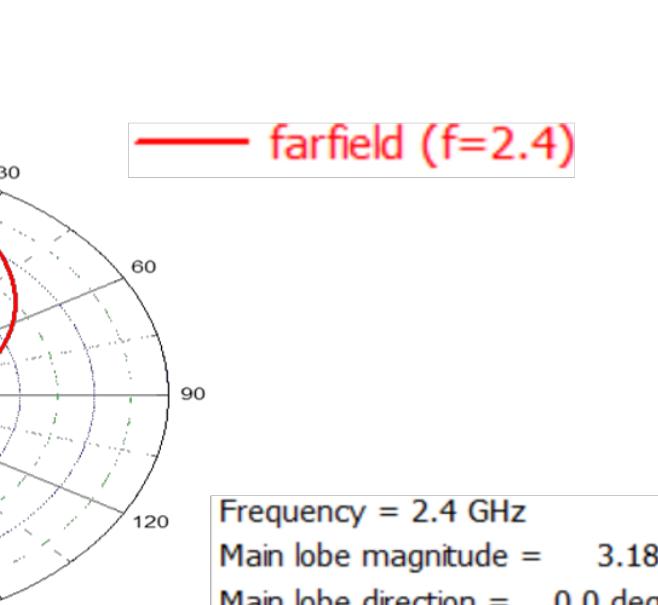
(a) Return loss S11 (dB) of antenna mono-band (a) and triple-band (b)



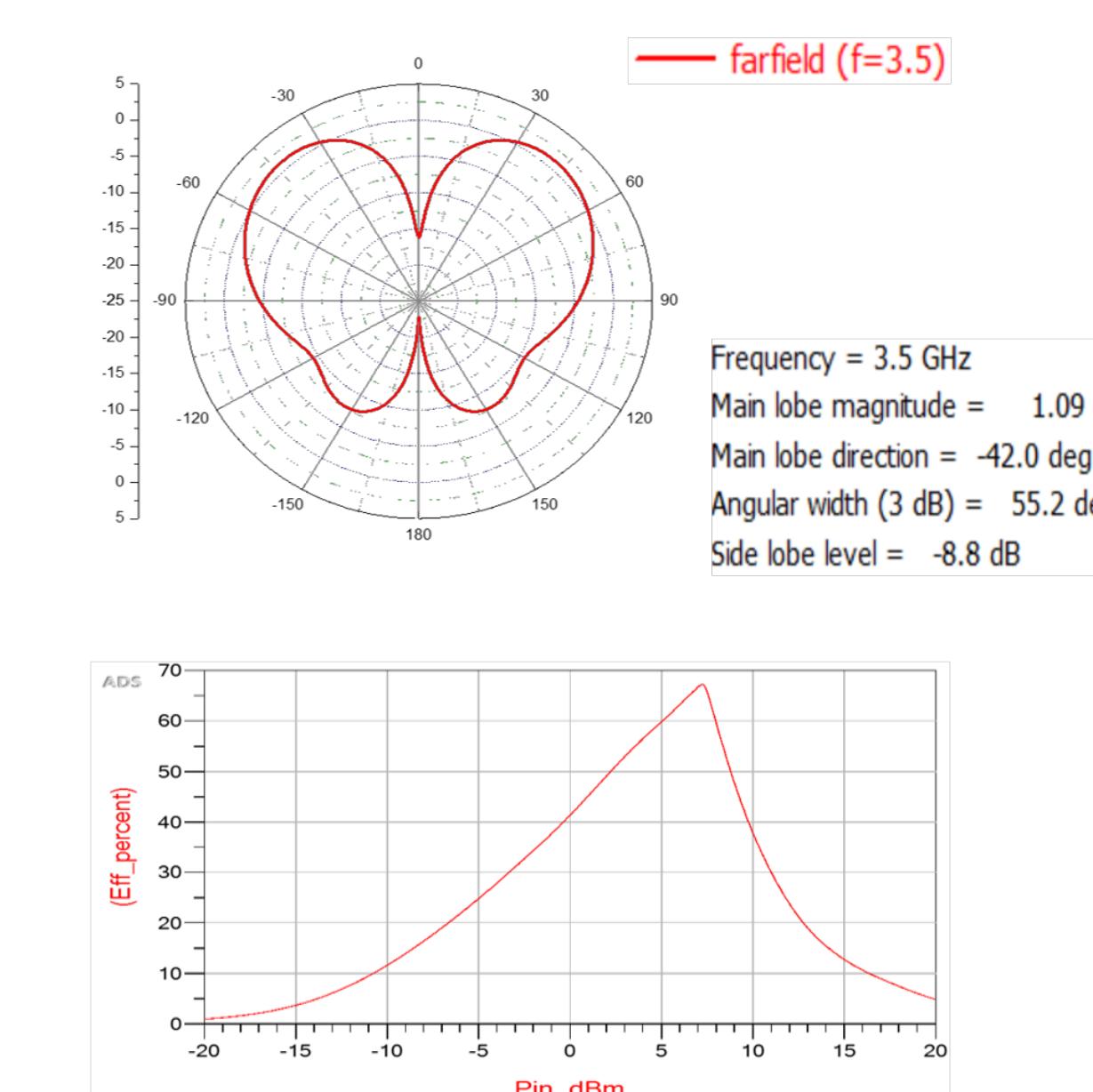
(b)



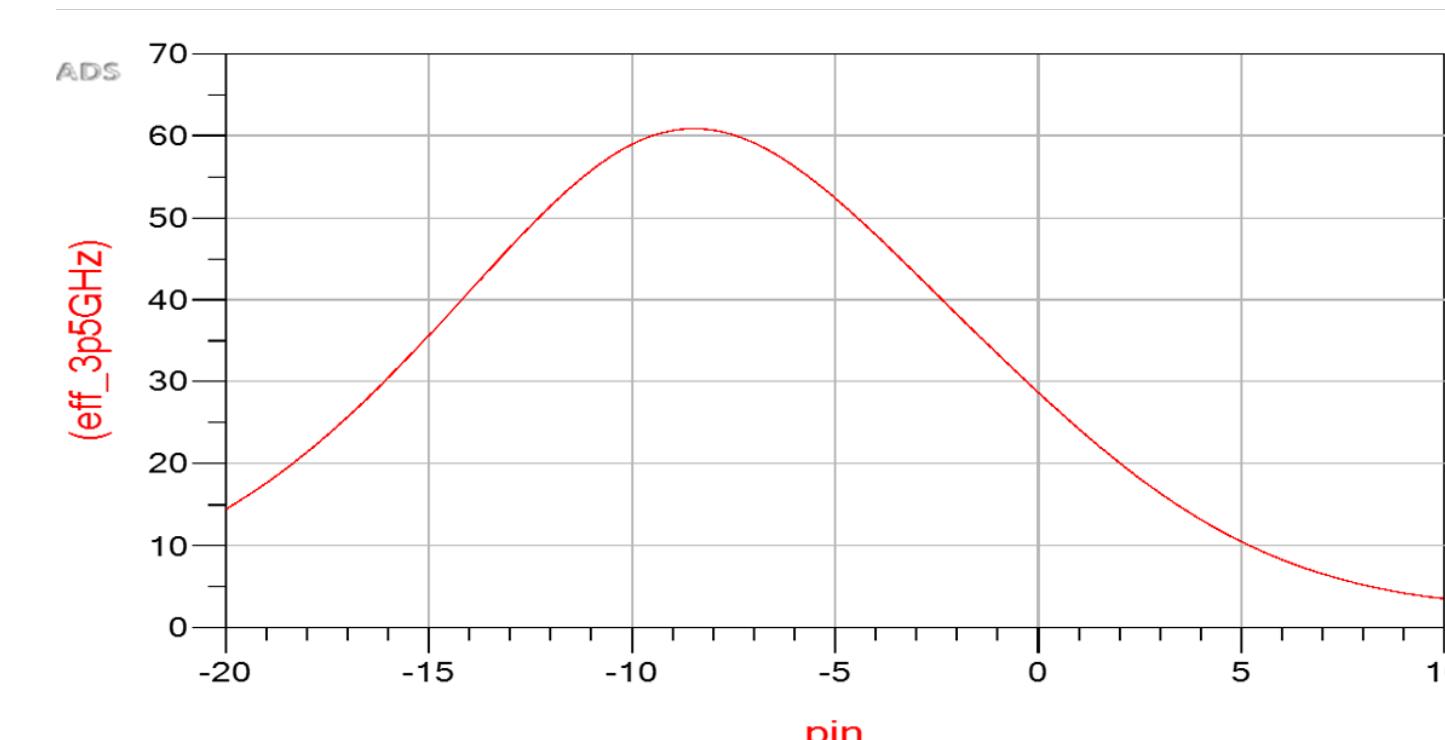
Radiation Pattern of antenna Mono-band



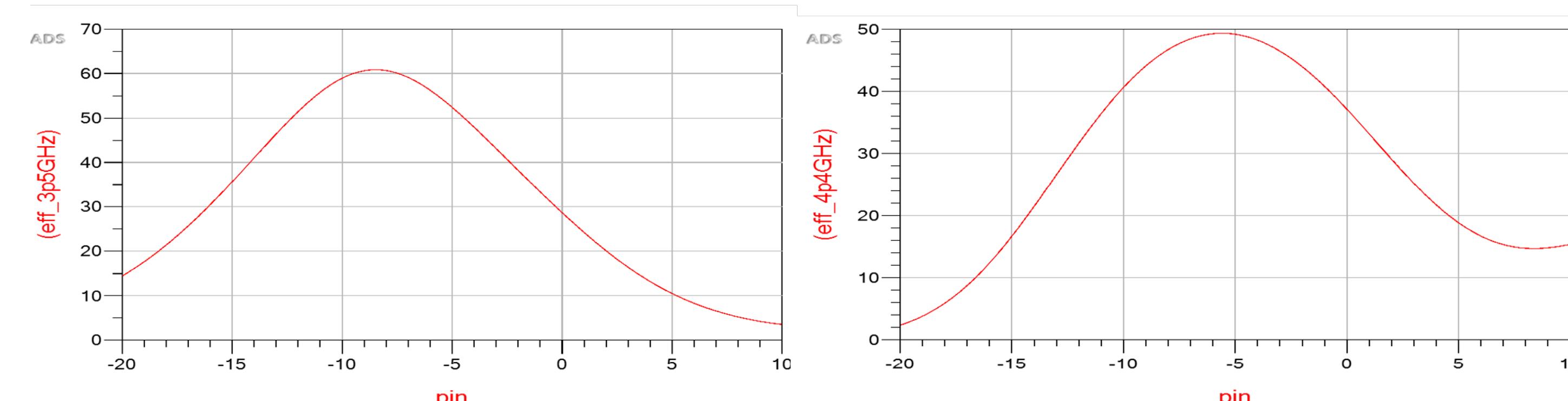
Radiation Pattern of antenna Tri-band



RF to DC conversion Efficiency (%) of rectifier Mono-band



RF to DC conversion Efficiency (%) of rectifier Tri-band



Conclusion

Here, the design and performance evaluation of two compact microstrip-based rectenna systems for ambient RF energy harvesting, supporting mono- and tri-band operations, is presented. Each rectenna incorporates an optimized RF-to-DC rectifying circuit using Schottky diodes. The mono-band rectenna, operating at 2.4 GHz, achieved the highest antenna gain (6.49 dBi)(simulated through CST [4]) and a peak efficiency of 65%(simulated through ADS [5]), making it well-suited for dedicated Wi-Fi energy harvesting. The tri-band rectenna demonstrated the most versatile operation, covering 2.4-, 3.5, and 4.4 GHz bands relevant to Wi-Fi, Wi-MAX, and WLAN applications, reaching up to 65% efficiency despite increased complexity.

References

- M.; Jahanbakhsh Basherlou, <https://doi.org/10.3390/s24216804>. Sensors 2024
- D. Bouchouicha, F. Dupont, M. Latrach, and L. Ventura, "Ambient RF energy harvesting," International Conference on Renewable Energies and Power Quality, Spain, pp. 1–5
- Khan, N.U.; Ullah, S.; Khan, F.U.; Merla, Sensors 2024, 24, 2986. <https://doi.org/10.3390/s24102986>
- <https://www.3ds.com/products/simulia/cst-studio-suite>.
- <https://www.keysight.com/simulated/Advanced Design System>

HIGH-SPEED OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM

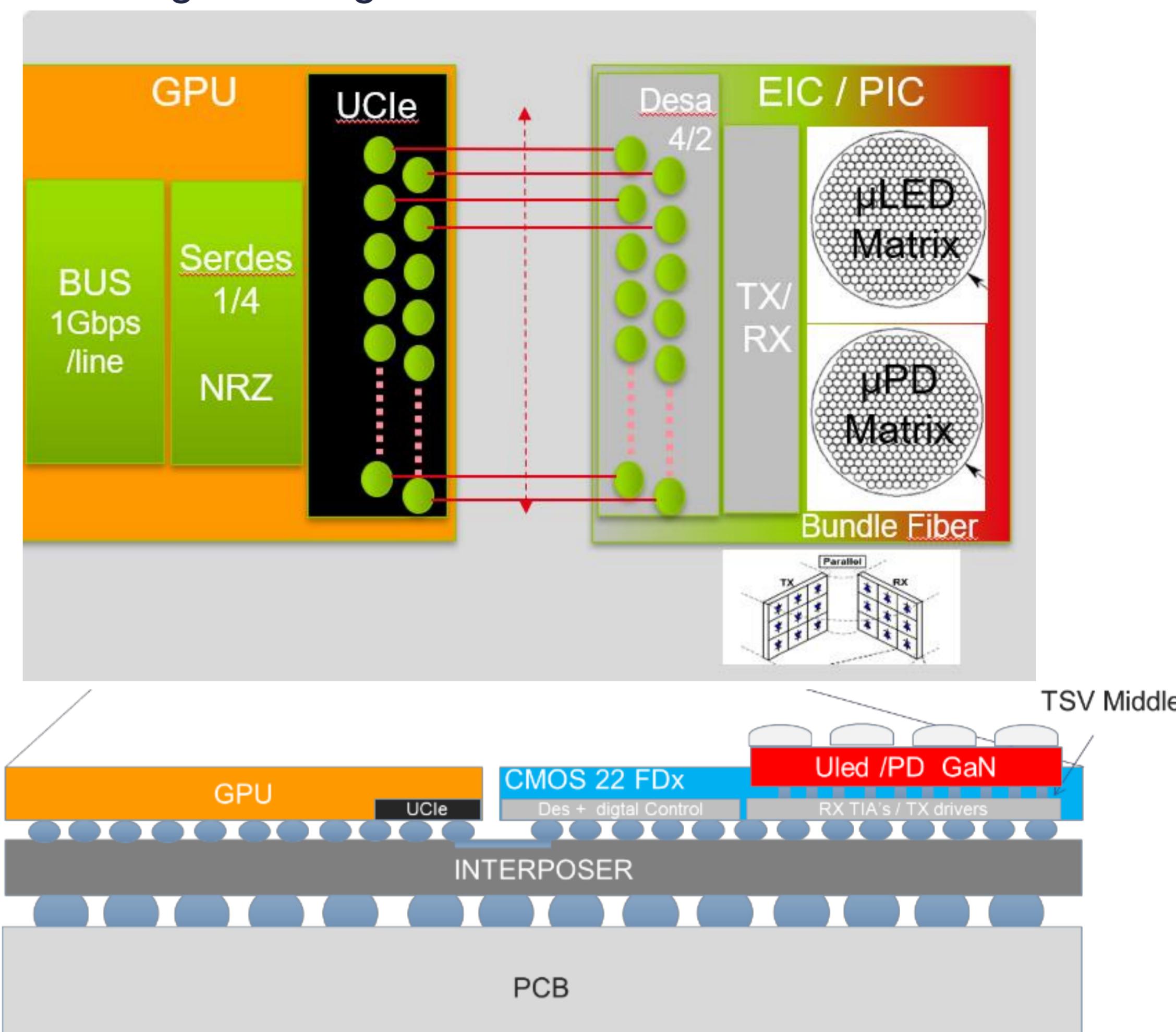
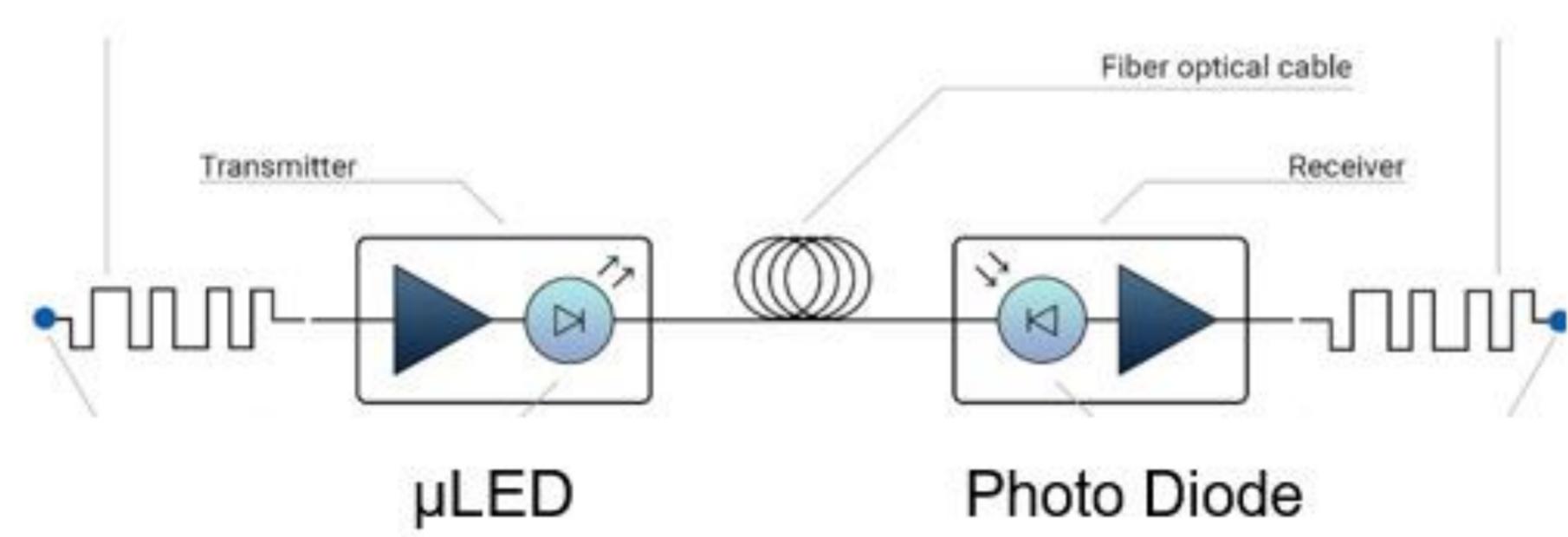
Aicha AMOU¹, Bertrand GOMEZ, Frédéric HAMEAU, Gilles SICARD

Context

- More powerful supercomputers require faster communication links with high energy efficiency and very low latency
- Optical links are essential to scale accelerated computing for growing HPC & AI workloads for short range and high range
- LEDs are typically used for short-range optical links, while lasers are preferred for long-range.

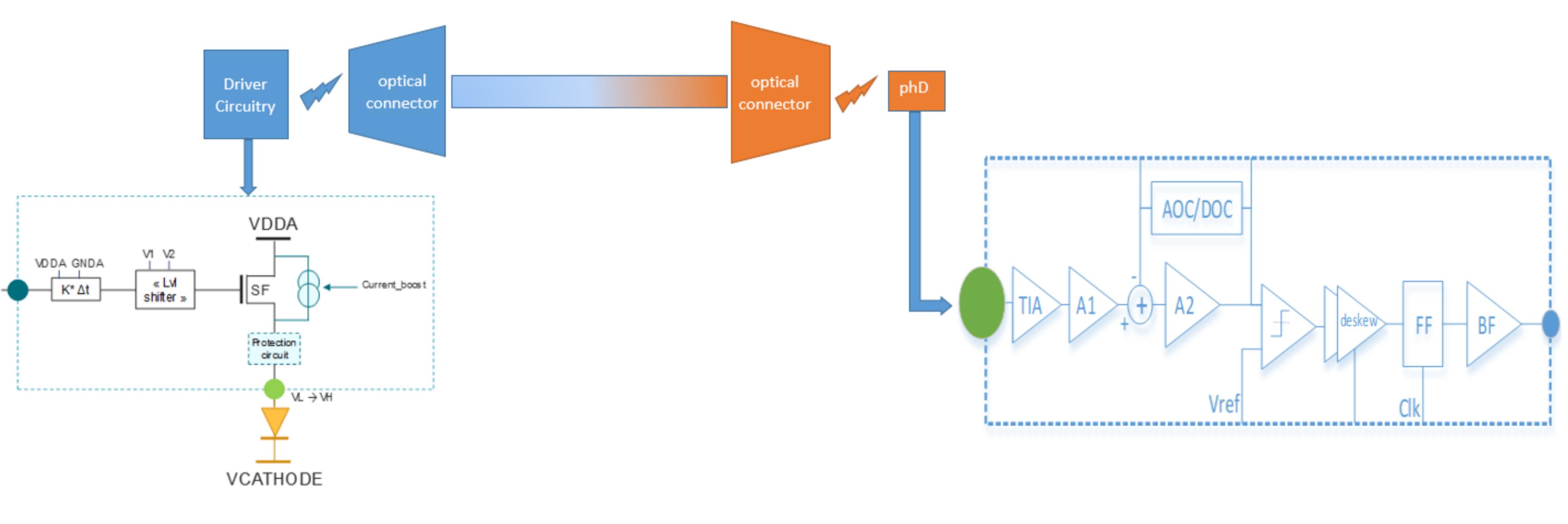
Objectives

- Develop a high-speed optical communication link for inter-chip communication.
- Design of High-Speed links Using μLEDs and Photodiodes: From Multi-Gbit/s to Tbit/s
- Design of the Transmitter and Receiver for Ultra-Fast Optical Links
- Achieve energy and power efficiency



Research System

- Transmitter Module → GaN-based μLEDs, Adaptive Driver Circuitry, Modulation Management.
- Receiver Module → GaN Photodiode, TIA(Trans-Impedance Amplifier), Post Amplifiers.



Specifications and Strategy

- Technology : 22nm FDX projection to 10nm FD
- Target Bitrate: Up to multi-Gb/s, scalable toward Tb/s.
- Low Energy Efficiency
- Strategy:
 - Perform link budget analysis to define realistic specs.
 - Identify influential parameters for optimization.
 - Design and Simulation

State-Of-the-Art

- Avicena : highest in terms of performances as of today

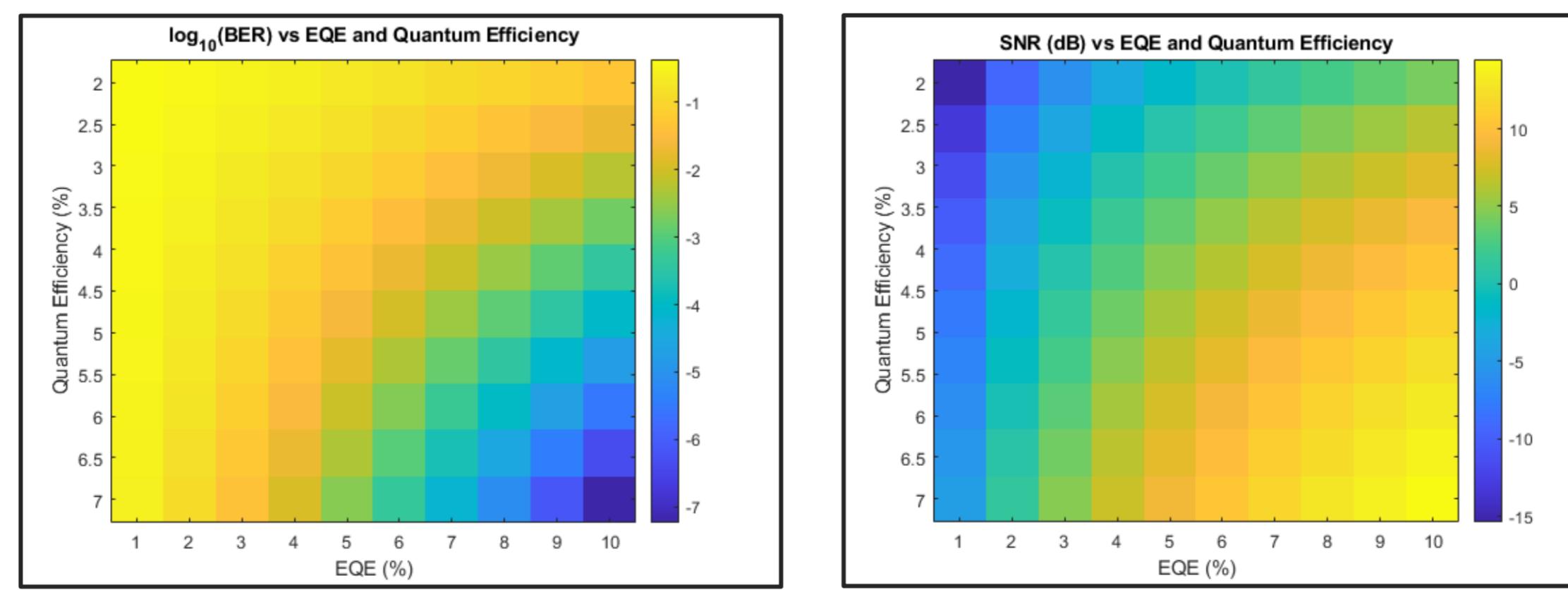
Technology	Datarate	Energy Efficiency	BER
16nm FinFET CMOS	Up to 1 Tbps	~0,5 pJ/bit	10 ⁻¹²

Data and Preliminary Results

- BudgetLink Evaluation → Parameters Configuration and System Study

	Current Data	Ongoing Data
Bandwidth	2GHz	1GHz
EQE	10%	0,463%
OP Voltage	3,3V	4V
OP current (DC)	0,1mA	1,2mA
ΔI_{PD}	$16,5 \cdot 10^{-12} A$	$6,7 \cdot 10^{-12} A$
SNR _{Rx}	14,49dB	13,8dB
BER _{Rx}	10^{-7}	10^{-6}

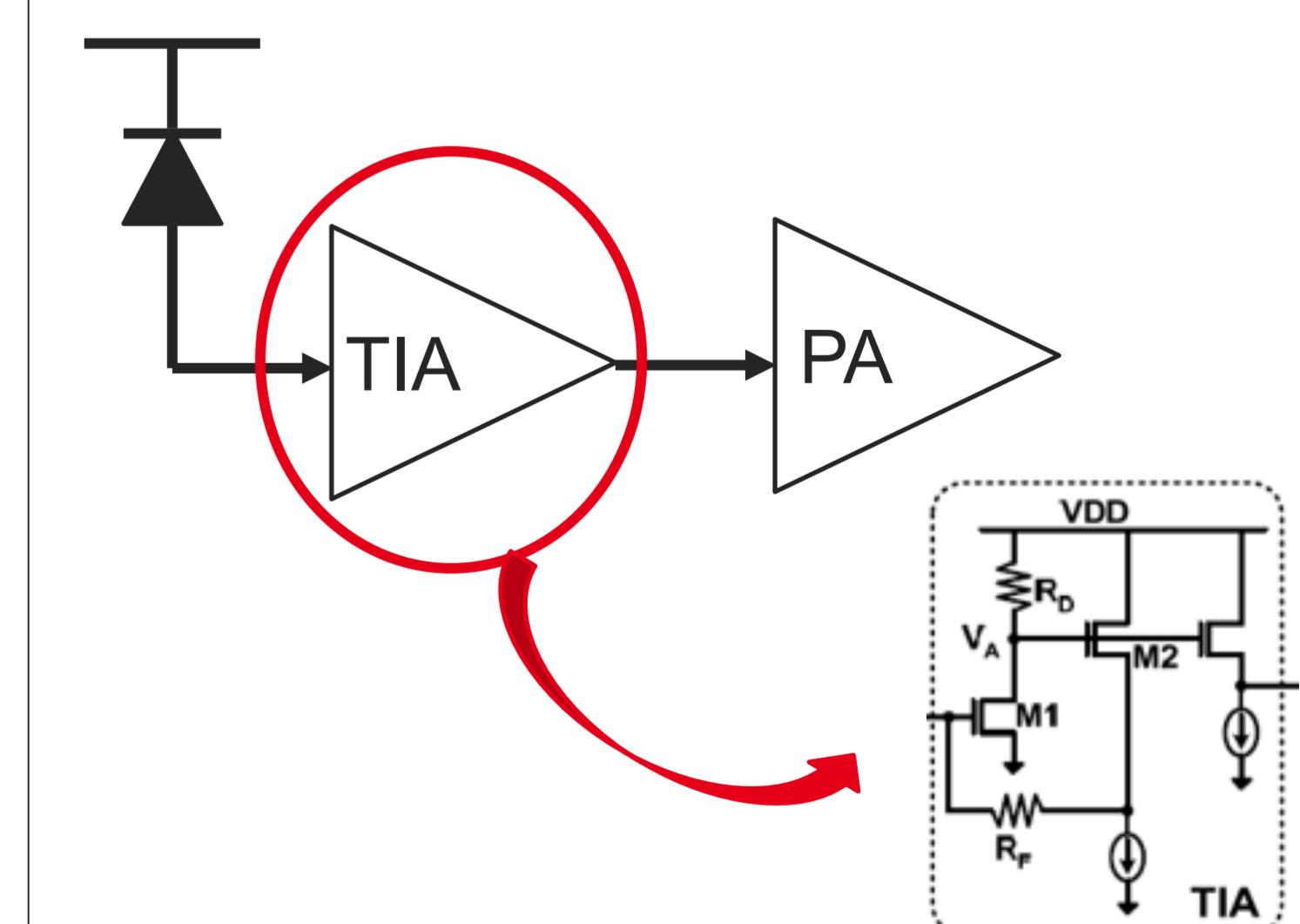
- Use of BudgetLink to study on matlab the optimization of the system



- Shows the importance of optimizing parameters such as the EQE for example

Future Work

- Design Of the Receiver Chain : TIA Topology Study and Optimization



References :

[1] Parallel Versus Serial: Design of an Optical Receiver With Integrated Blue Photodetectors and Digitally Tunable Low-End Cutoff Frequency for MicroLED-Based Parallel Interchip Communication, Farzad Khoeini , Member, IEEE, Bardia Pezeshki, Senior Member, IEEE, Emad Afifi , Alex Tselikov, Robert F. Kalman, Bahareh Hadidian , Graduate Student Member, IEEE, and Ehsan Afshari , Senior Member, IEEE [2023]

[2] High-Speed Micro-LEDs Based on Nano-Engineered InGaN Active Region Towards Chip-to-Chip Interconnection, Zhenhao Li , Luming Yu , Bo Liu , Xinran Zhang , Zengyi Xu , Xianhao Lin , Zhibiao Hao, Yi Luo, Changzheng Sun , Member, IEEE, Bing Xiong , Member, IEEE, Yanjun Han, Jian Wang , Hongtao Li, Lin Gan, Nan Chi , Senior Member, IEEE, and Lai Wang , Member, IEEE[2024]

[3] Data communication using blue GaN-on-Si micro-LEDs reported on a 200-mm Silicon substrate, Sultan El Badaoui, Luc Maret, Nicolas Delaunay, Anthony Cibié, Patrick Le Maitre, Clement Ballot, Julia Simon, Bastien Miralles, Bernard Aventurier, Paolo De Martino, Stephanie Jacob and Yannis Le Guennec



1er Congrès de la Société Mauritanienne de Physique

«La physique au service du développement»

du 16 au 18 juin 2025



Oumou DIENG, Djiby NDIONGUE, Khady LOUM, Cheikh THIAW, Ould Cheikh Lemine, Mohamed Yahya TEYAH· Moussa Ibra Ngom , Ibrahima DIATTA , Sega GUEYE Habiboula Lemrabott EHEVID and Grégoire SISSOKO

Objectif

Détermination de l'épaisseur optimum de la base (p) dopée (Nb) d'une photopile au silicium ($n^+/p/p^+$) sous température et champ magnétique et sous éclairement monochromatique en modulation de fréquence de la face(n^+), par l'étude des vitesses de recombinaison à la jonction et en face arrière.

Mots Clés : Photopile au Silicium- Coefficients de diffusion-Dopage- Champ magnétique-Coefficient d'absorption-Fréquence Vitesse de recombinaison-Epaisseur optimum

1. Théorie

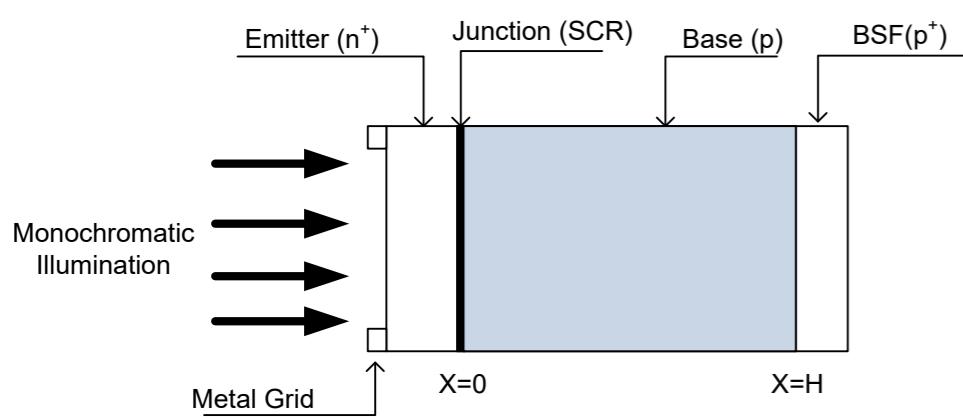


Figure 1: Structure d'une photopile monofaciale au silicium de type ($n^+/p/p^+$)

2. Équation de continuité

$$D(B, T, Nb) \times \frac{\partial^2 \delta(x, B, T, Nb, t)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x, B, T, Nb, t)}{\tau} = -G(x, \omega, t) + \frac{\partial \delta(x, B, T, Nb, t)}{\partial t}$$

1

$$D(B, T, Nb) = \frac{D(B, T)}{\sqrt{1 + 81 \cdot \frac{Nb}{Nb + 3,2^{18}}}}$$

2

$$D(B, T) = \frac{D(T)}{1 + (\mu(T) \cdot B)^2}$$

3

3. Conditions aux limites

- A la jonction émetteur-base ($x = 0$)

$$D(B, T, Nb) \frac{\partial \delta(x, B, T, Nb, t)}{\partial x} \Big|_{x=0} = S_f \times \delta(0, B, T, Nb, t)$$

4

- A la face arrière ($x = H$)

$$D(B, T, Nb) \frac{\partial \delta(x, B, T, Nb, t)}{\partial x} \Big|_{x=H} = -S_b \times \delta(H, B, T, Nb, t)$$

5

4. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE AVANT

$$\frac{\partial J_{ph}(B, T, \alpha_\lambda, H, S_f, S_b)}{\partial S_b} = 0$$

$$S_{f,1}(B, T, H, \alpha_\lambda) = D(B, T, Nb) \frac{\left\{ \alpha_\lambda - e^{-\alpha_\lambda H} \left(\frac{1}{L(B, T, Nb)} \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) + \alpha_\lambda \operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) \right) \right\}}{\left(e^{-\alpha_\lambda H} \left(\operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) + \alpha_\lambda L(B, T, Nb) \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) \right) - 1 \right)}$$

6

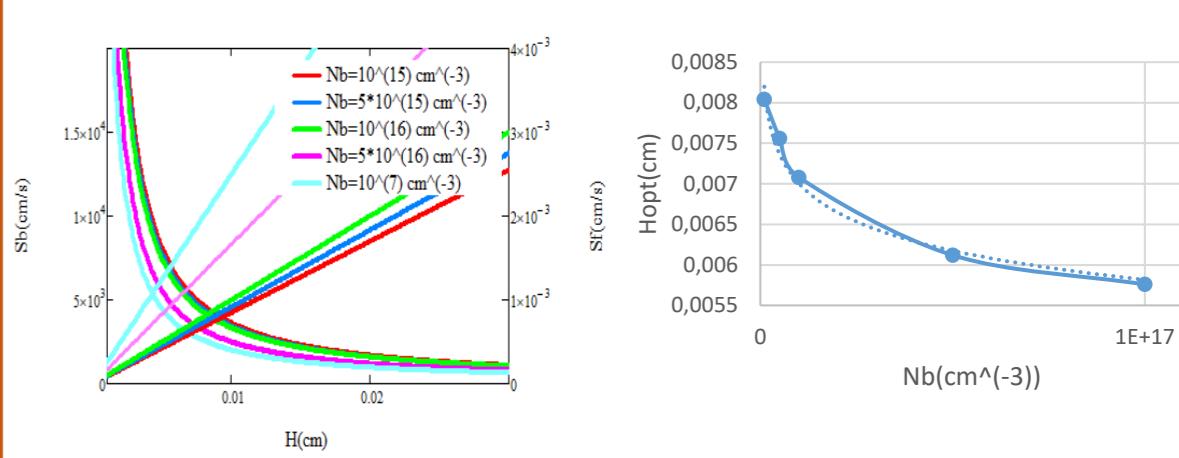


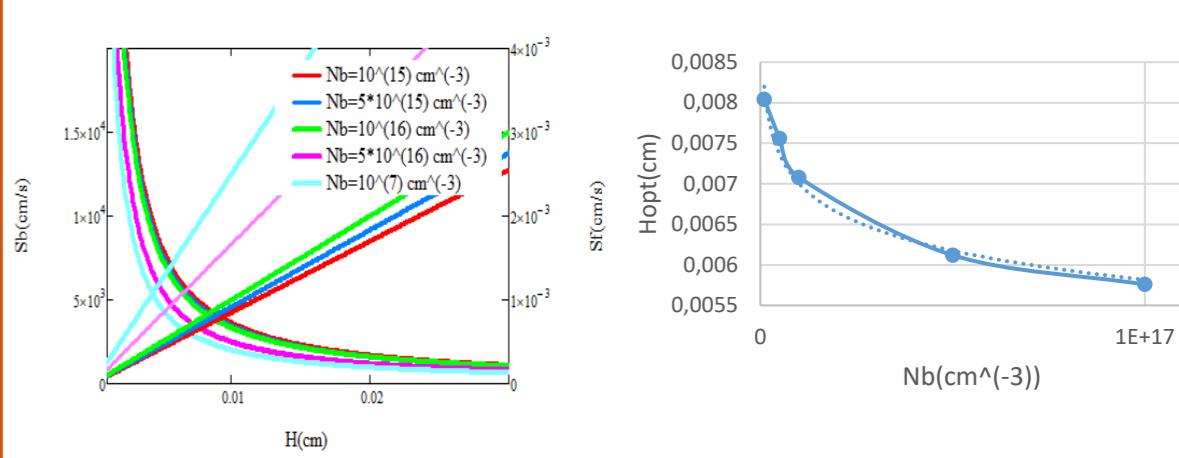
Figure : Représentation de l'épaisseur optimum en fonction du taux de dopage (Nb)

5. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIÈRE

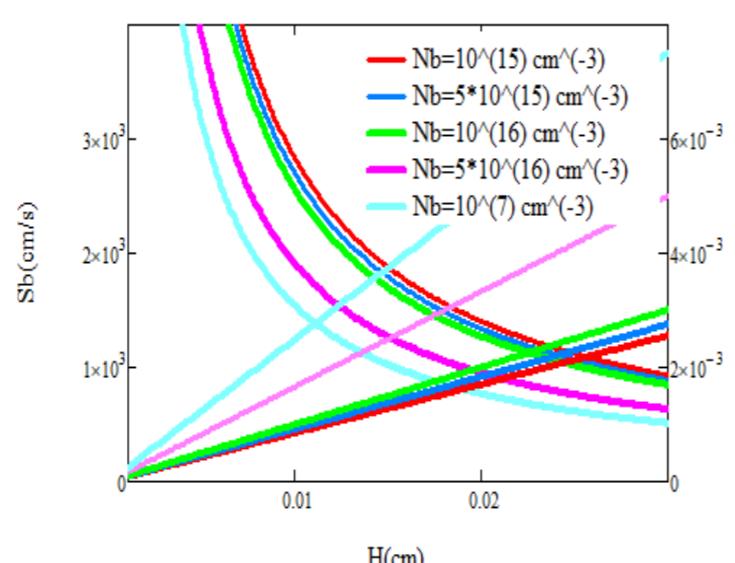
$$\frac{\partial J_{ph}(B, T, \alpha_\lambda, H, S_f, S_b)}{\partial S_f} = 0$$

$$S_{b2}(B, T, \alpha_\lambda, H) = D(B, T, Nb) \frac{\alpha_\lambda \left(\operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) - e^{-\alpha_\lambda H} \right) - \frac{1}{L(B, T, Nb)} \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right)}{\left(\operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) - e^{-\alpha_\lambda H} - \alpha_\lambda L(B, T, Nb) \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) \right)}$$

7



6. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIÈRE



8

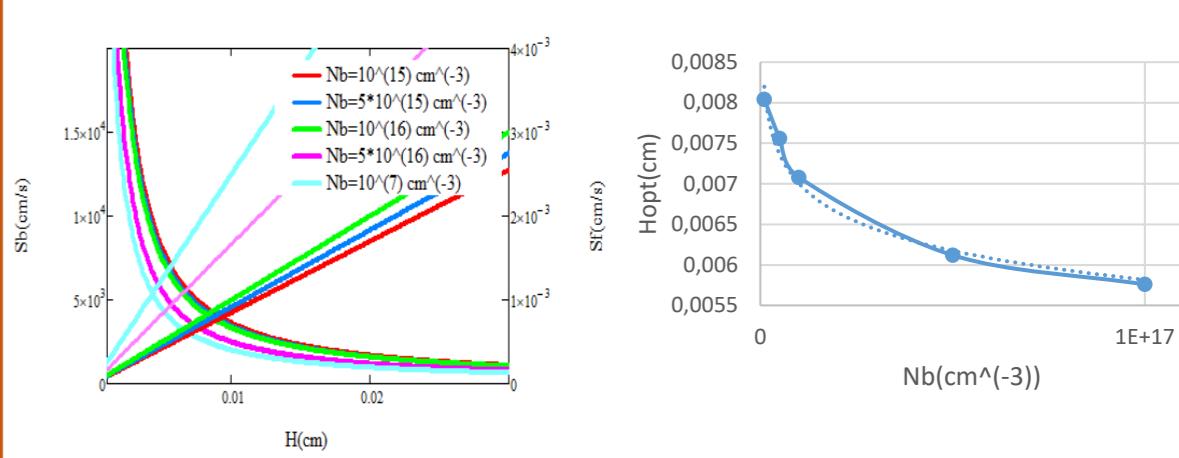


Figure : Représentation de l'épaisseur optimum en fonction du taux de dopage (Nb)

7. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIÈRE

$$Hopt(cm) = -5 * 10^{-4} \ln(Nb) + 0.026$$

9

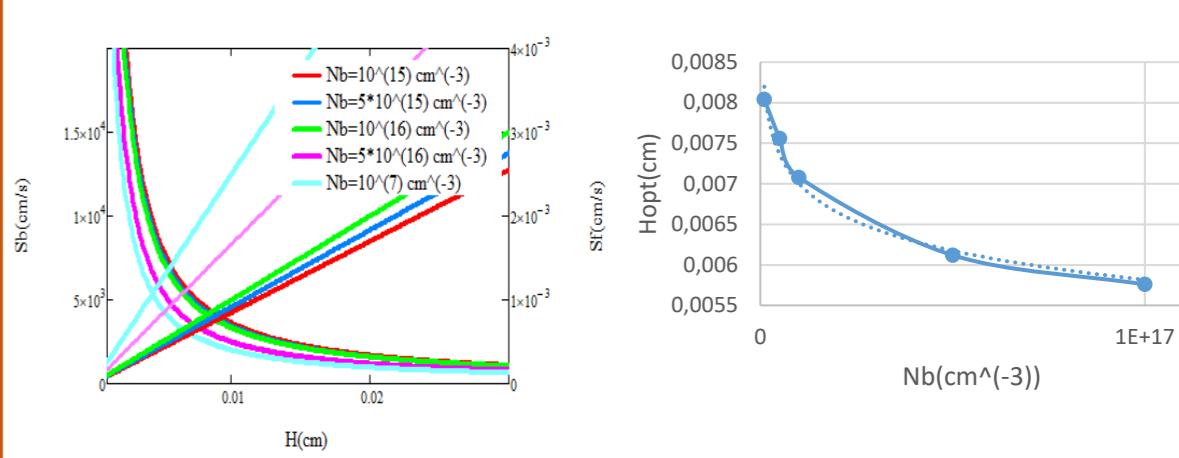


Figure : Représentation de l'épaisseur optimum en fonction du taux de dopage (Nb)

$$Hopt(cm) = 6 * 10^{-37} Nb^2 - 10^{-19} Nb + 0.0117$$

10

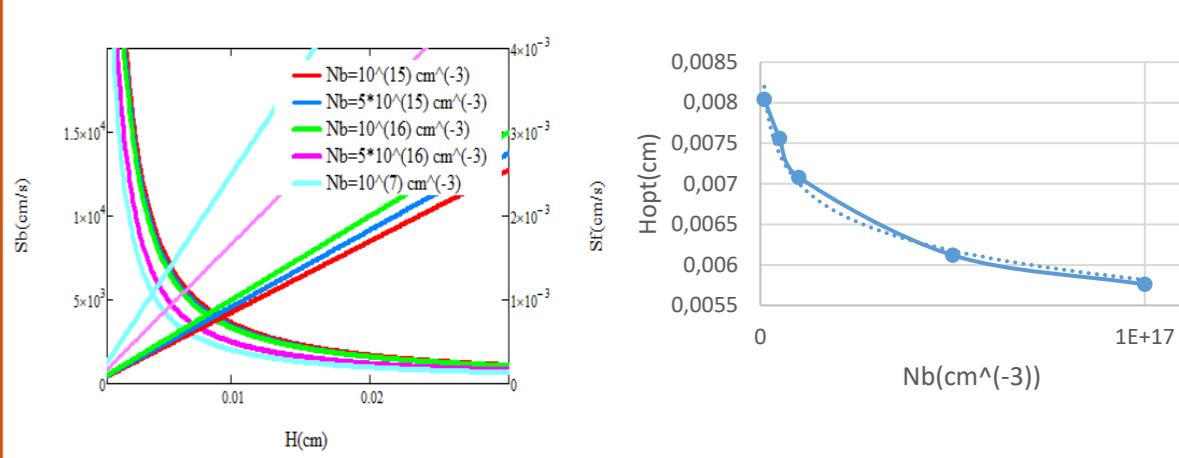


Figure : Représentation de l'épaisseur optimum en fonction du taux de dopage (Nb)

8. Conclusion

Les résultats obtenus de l'épaisseur optimum ($Hopt(\lambda)$) sont modélisés en fonction croissante avec la longueur d'onde (λ) de la lumière incidente. Par conséquent l'épaisseur optimum décroît avec le coefficient d'absorption ($\alpha(\lambda)$) du matériau (Si) [68, 69], quelle que soit la valeur de la fréquence de modulation (ω) de la lumière incidente.

1. (1996), « Light Spectral Effect on Recombination Parameters of Silicon Solar Cell », World Renewable Energy Congress, Pergamon, Part III, pp.1487-1490.

2. (2014), « Diffusion Coefficient in Silicon Solar Cell with Applied Magnetic Field and under Frequency: Electric Equivalent Circuits. », World Journal of Condensed Matter Physics, Vol.4 N°2, pp.84-92.

3. (2020), Back Surface Recombination Velocity Dependent of Absorption Coefficient as Applied to Determine Base Optimum Thickness of an $n^+/p/p^+$ Silicon Solar Cell. Energy and Power Engineering, 2020, 12, 445-458. <http://www.scirp.org/journal/epehttps://doi.org/10.4236/epe.2020.127027>

4. (2022). Determination of the optimum thickness of the base of the $n^+/p/p^+$ silicon solar cell, illuminated by the rear face by a monochromatic light of long wavelength in frequency modulation. JCBPS; Section C; November, Vol. 12, No. 1; 064-077

Symposium Mauritanie 2025

«les sciences au service du développement durable »

du 16 au 20 juin 2025

Khady LOUM, Gilbert Ndiassé DIONE, Cheikh THAIW, Maimouna Mint Sidi DEDE, Youssou TRAORE, Lemrabott Habiboullah ELHEVID, and Gregoire SISSOKO

Objectif

Localization of the hig-low (p/p+) junction in the (p) base of an (n+-p-p+) silicon solar cell under (p+) back surface monochromatic illumination; Base optimum thickness determination

Mots Clés : bifacial silicon solar cell – Absorption coefficient – recombination – optimum base thickness.

1. Théorie

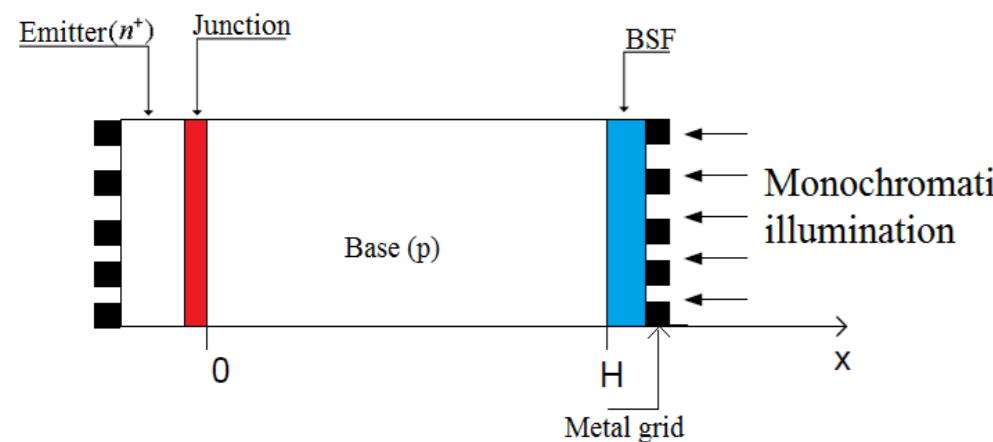


Figure 1: Structure of the bifacial (n+/p/p+) silicon solar cell

2. Equation de continuité

$$D \cdot \frac{\partial^2 \delta(x)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x)}{\tau} = -G(x)$$

$$L^2 = D \cdot \tau$$

$$G(x) = \alpha \cdot I_0 \cdot (1 - R) e^{-\alpha \cdot (H-x)}$$

3. Conditions aux limites

- A la jonction émetteur-base ($x = 0$)

$$\left. \frac{\delta(x, \alpha)}{\partial x} \right|_{x=0} = \frac{S_f}{D} \delta(x, \alpha)$$

- A la face arrière ($x = H$)

$$\left. \frac{\delta(x, \alpha)}{\partial x} \right|_{x=H} = -\frac{S_b}{D} \delta(x, \alpha)$$

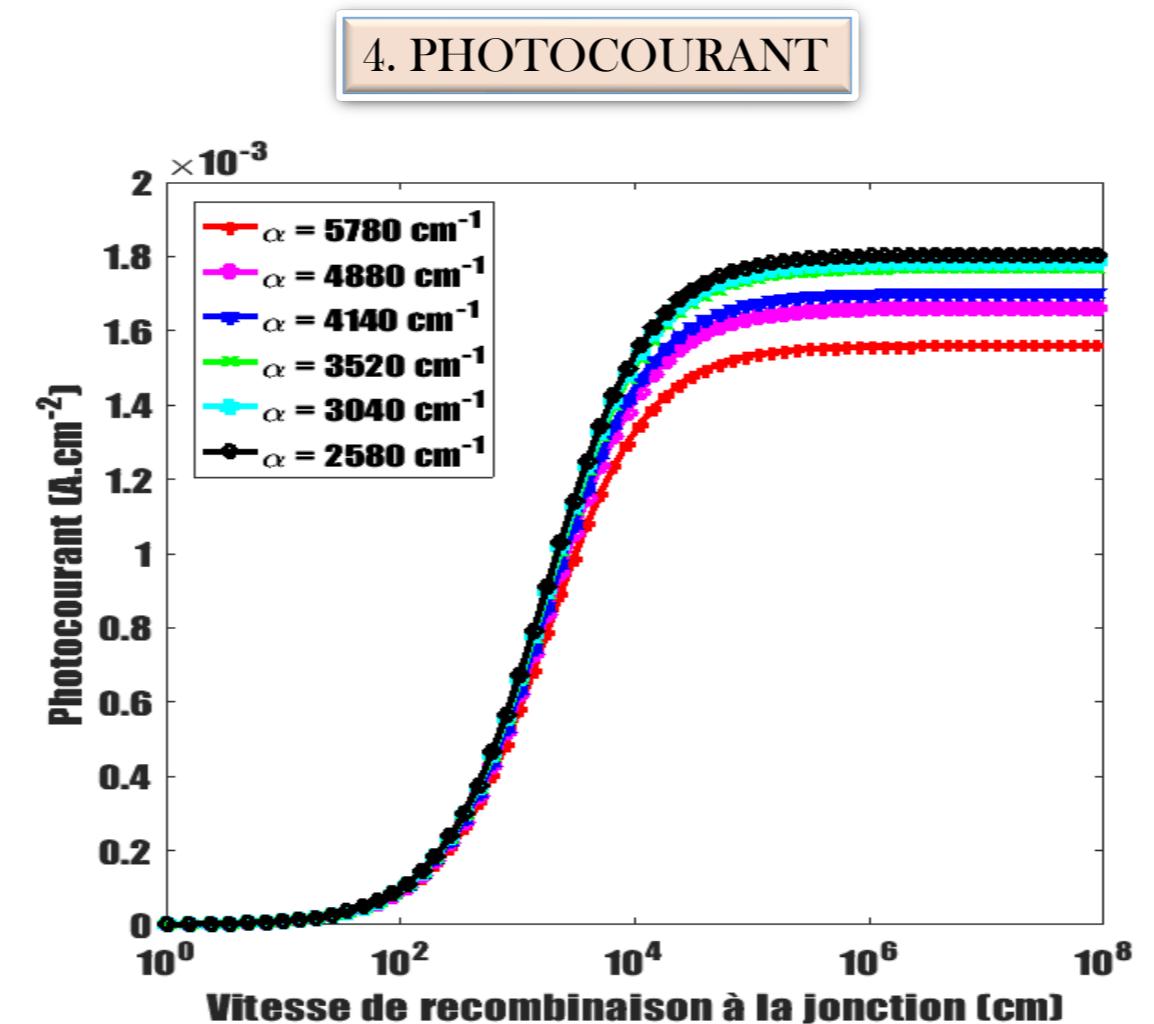


Figure 2: Densité de photocourant en fonction de la vitesse de recombinaison (Sf) des porteurs minoritaires à la jonction-n+/p+.

5. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIÈRE

$$\frac{\partial J_{ph}((S_f, S_b, \alpha, H))}{\partial S_f} = 0$$

$$S_{b1}(H) = -\frac{D}{L} \cdot \tanh\left(\frac{H}{L}\right)$$

$$S_{b2}(H, \alpha) = \frac{D}{L} \cdot \frac{\left[L \cdot \alpha - \left(L \cdot \alpha \cdot \text{ch}\left(\frac{H}{L}\right) + \text{sh}\left(\frac{H}{L}\right) \right) e^{-\alpha H} \right]}{\left(-\text{ch}\left(\frac{H}{L}\right) + L \cdot \alpha \cdot \text{sh}\left(\frac{H}{L}\right) \right) e^{-\alpha H} + 1}$$

$$6$$

6

7

8

3

4

5

9

10

11

12

6. DETERMINATION DE L'ÉPAISSEUR OPTIMUM

$$\frac{\partial S_{b2}}{\partial H} = 0$$

$$G(H) = \text{th}\left(\frac{H}{L}\right)$$

$$F(H, \alpha) = \frac{1}{L \cdot \alpha} \left[\frac{1}{e^{-\alpha \cdot H} \text{ch}\left(\frac{H}{L}\right)} - 1 \right]$$

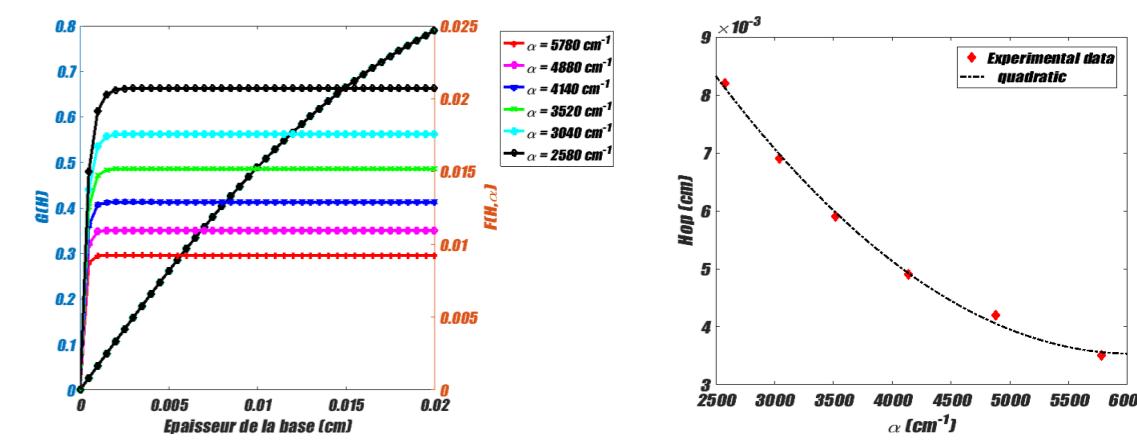


Figure 3: Epaisseur de la base en fonction du taux de génération pour différentes valeurs du coefficient d'absorption

Figure 4: Profile de Hopt en fonction du coefficient d'absorption

$$H_{op}(cm) = 3.8 \cdot 10^{-10} \cdot \alpha^2 - 4.6 \cdot 10^{-6} \alpha + 0.017$$

8. Conclusion

Nouvelle technique de détermination de l'épaisseur optimum de la base de la photopile, bifaciale, pour une économie de matériau (Si).

1. (2023), «Derivative of AC recombination velocity of minority carriers as applied to the determination of the optimum base thickness of an (n+/p/p+) silicon solar cell.», Journal of Scientific and Engineering Research (JSERBR). <http://www.jsaer.com>, 2023, 10, 3, 1-10.

2. (2023), Localization of the (p/p+) junction in the (p) base of an (n+-p-p+) silicon solar cell under front face (n+) monochromatic illumination. Journal of Scientific and Engineering Research, 2023, 10



Symposium Mauritanie

«les sciences au service du développement durable »

du 16 au 20 juin 2025



Université Norbert ZONGO

Rasmané SIMPORE, Cheikh THIAW, Gilbert N DIONE, Khady LOUM, Moussa CAMARA, Maimouna DIENG, Habiboula Lemrabott EHEVID, And Gregoire SISSOKO

Objectif

L'extension de l'épaisseur de la zone de charge d'espace dans la couche (p) CZTS, sous éclairement monochromatique et sous température.

Mots Clés : Cellule solaire CZTS – Coefficients d'absorption – Zone de charge d'espace – Température – Vitesse de recombinaison.

1. Théorie

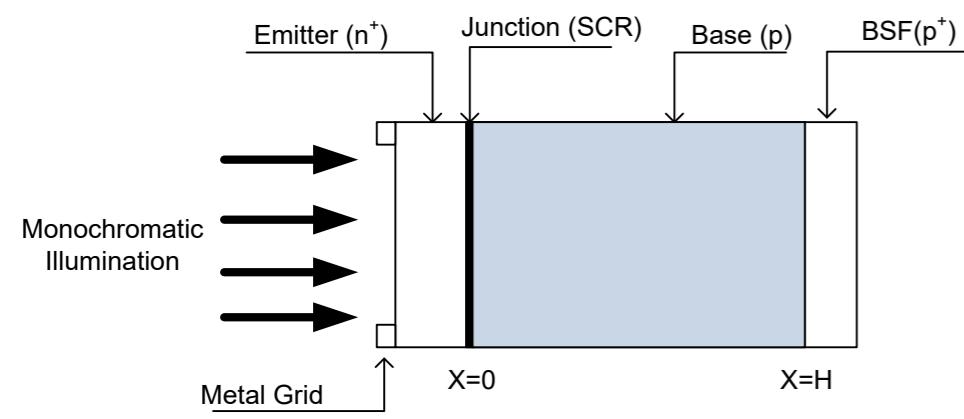


Figure 1: Structure d'une photopile monofaciale de type (n+/p/p+)

2. Equation de continuité

$$D \cdot \frac{\partial^2 \delta(x, T)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x, T)}{\tau} + g(x) = 0 \quad 1$$

3. Conditions aux limites

- A la jonction émetteur-base ($x = 0$)

$$\left. \frac{\delta(x, T, \alpha)}{\partial x} \right|_{x=0} = \frac{S_f}{D} \delta(0, T, \alpha) \quad 2$$

- A la face arrière ($x = H$)

$$\left. \frac{\delta(x, T, \alpha)}{\partial x} \right|_{x=H} = - \frac{S_b}{D} \delta(H, T, \alpha) \quad 3$$

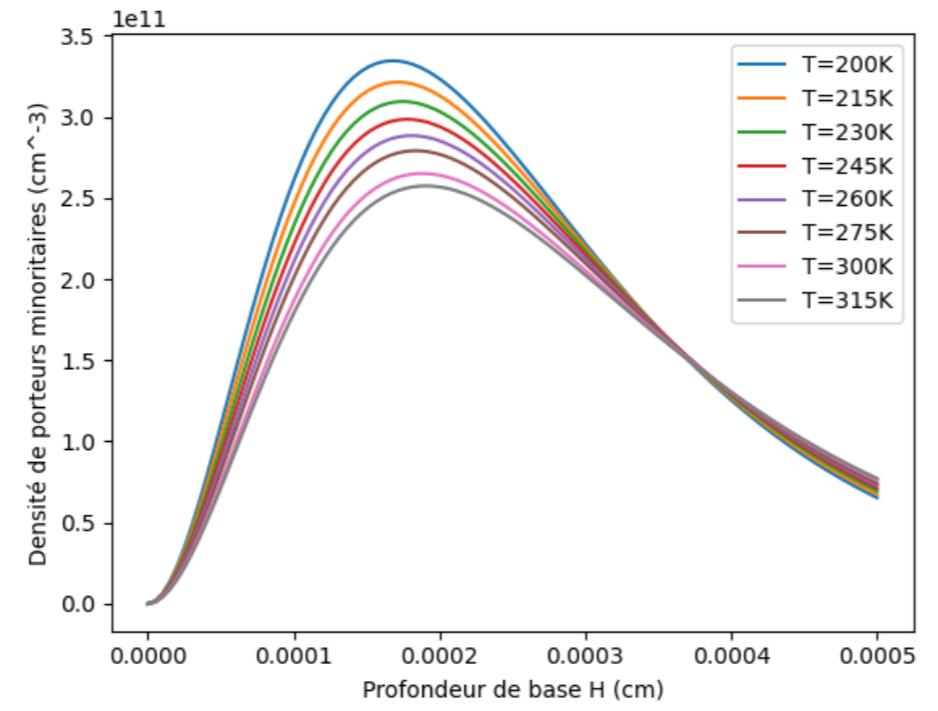


Figure 2: Profil de la densité de porteurs minoritaires en fonction de la profondeur de base pour différentes valeurs de la température et du coefficient d'absorption $\alpha = 11\ 601.7\ cm^{-1}$

3. CAPACITE DE DIFFUSION

$$C(T, H, \alpha_\lambda, S_f, S_b) = \frac{dQ(T, H, \alpha_\lambda, S_f, S_b)}{dV_{ph}(T, H, \alpha_\lambda, S_f, S_b)} \quad 4$$

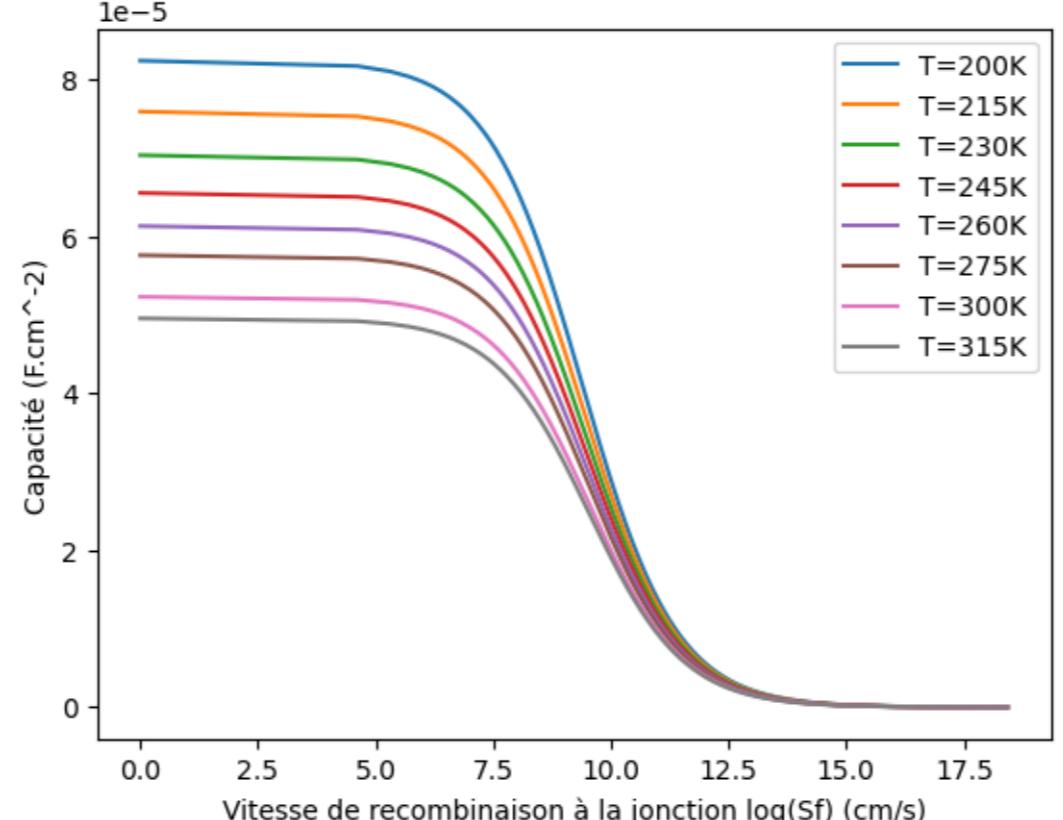


Figure 3: Capacité en fonction de la vitesse de recombinaison S_f pour différentes valeurs de température et du coefficient d'absorption $\alpha = 12\ 548.1\ cm^{-1}$

Tableau 1 : Capacité en fonction de la température et du coefficient d'absorption $\alpha = 12\ 548.1\ cm^{-1}$

T(K)	200	215	230	245	260	275	300	315
$H(10^{-4}cm)$	2.704	2.654	2.604	2.554	2.504	2.454	2.371	2.321
$C(10^{-5}F/cm^2)$	8.2	7.8	7.1	6.3	6.1	5.8	5.3	5

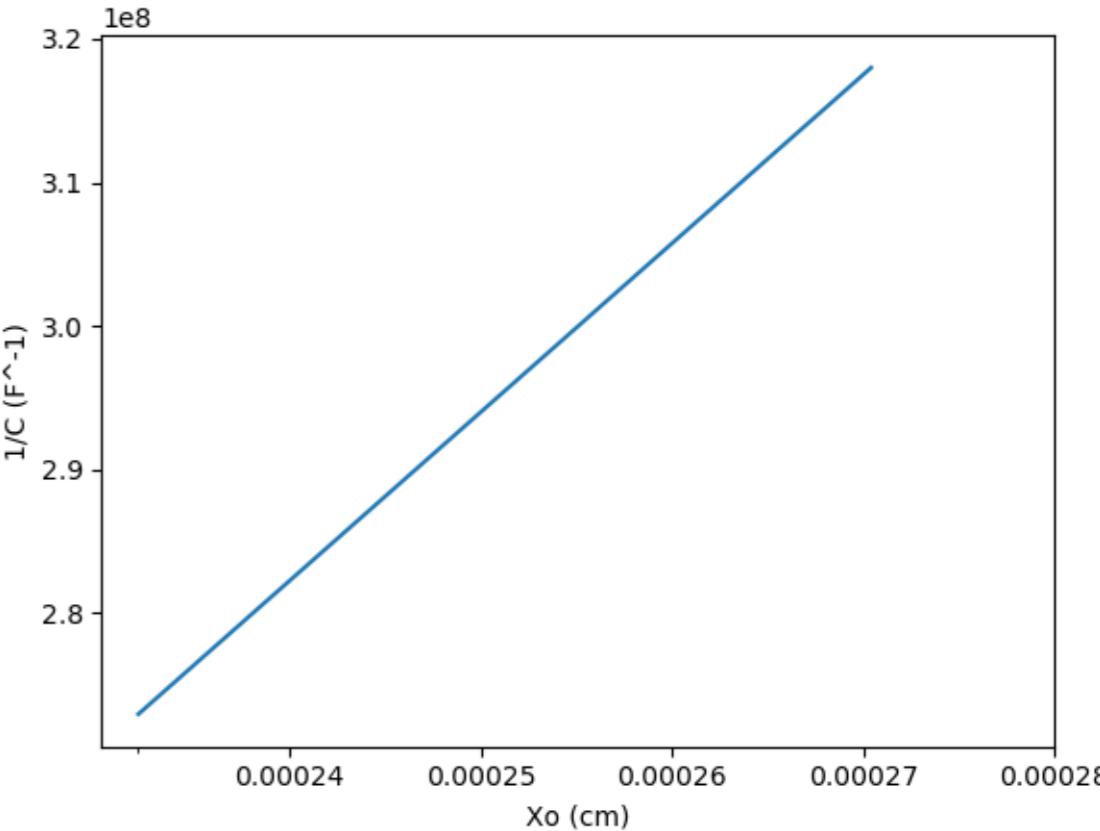


Figure 4 : Capacité en fonction de Xo

8. Conclusion

Cette étude montre que dans des conditions d'illumination, la capacité de diffusion des porteurs libres contribue considérablement à la capacité de la cellule solaire. La température optimale T_{opt} est définie par les fluctuations de la capacité de la cellule solaire en fonction de la température. La température optimale permet d'obtenir une capacité de haute performance.

1. (1998), «Silicon Solar Cell Space Charge Region With Determination by a Study in Modelling», Elsevier Science Ltd, 0960-1481 .

2. (2024), «Détermination de l'épaisseur optimum de la couche (p) CZTS, sous éclairement monochromatique et sous température », International Journal of Advanced Research, 12(05):1172-1184. <http://dx.doi.org/10.2147/IJAR01/18832>

Nafy Diop, Gilbert Ndiassé Dione, Khady Loum, Moustapha Thiame, Lemrabott Habiboullah Elhevid And Gregoire Sissoko

Objectif

Etude de la photopile monofaciale ($n+/p/p+$) au silicium en régime statique sous éclairement monochromatique et sous température : détermination de l'épaisseur optimum de la base.

Mots clés : Photopile monofaciale au Silicium- Vitesse de recombinaison- Coefficient d'absorption-Température- Epaisseur optimum

1. Théorie

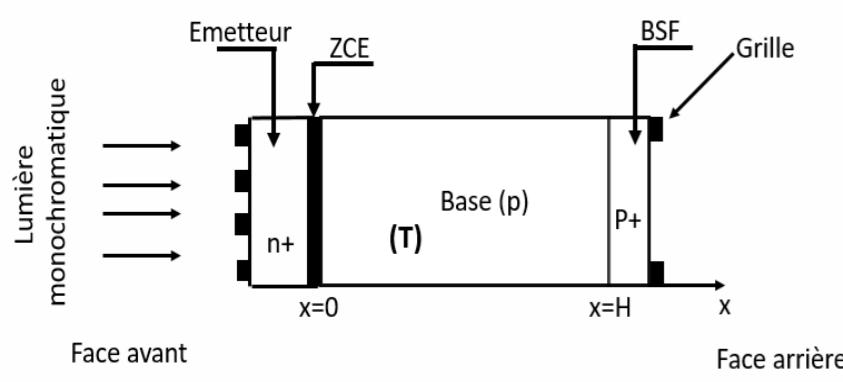


Figure 1: Structure d'une photopile monofaciale au silicium de type ($n+/p/p+$)

2. Equation de continuité

$$\frac{\partial^2 \delta(x, T, \alpha_\lambda)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x, T, \alpha_\lambda)}{(L(T))^2} + \frac{G(x, \alpha_\lambda)}{D(T)} = 0 \quad 1$$

$$D(T) = \mu(T) \times \frac{K_b \cdot T}{q} \quad 2$$

$$G(x, \alpha_\lambda) = \alpha_\lambda (1 - R_\lambda) \varphi_\lambda e^{-\alpha_\lambda x} \quad 3$$

3. Conditions aux limites

- A la jonction émetteur-base ($x = 0$)

$$D(T) \frac{\partial \delta(x, T, \alpha_\lambda)}{\partial x} \Big|_{x=0} = S_f \delta(0, T, \alpha_\lambda) \quad 4$$

- A la face arrière ($x = H$)

$$D(T) \frac{\partial \delta(x, T, \alpha_\lambda)}{\partial x} \Big|_{x=H} = -S_b \delta(H, T, \alpha_\lambda) \quad 5$$

4. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE AVANT

$$\frac{\partial J_{ph}(S_f, H, S_b, Sf, T, \alpha)}{\partial S_b} = 0 \quad 6$$

$$S_{f2}(T, \alpha_\lambda, H) = \frac{D(T)}{L(T)} \times \frac{L(T)\alpha_\lambda - e^{-\alpha_\lambda H} \operatorname{sh}\left(\frac{H}{L(T)}\right) - (L(T))^2 \alpha_\lambda e^{-\alpha_\lambda H} \operatorname{ch}\left(\frac{H}{L(T)}\right)}{L(T)\alpha_\lambda e^{-\alpha_\lambda H} \operatorname{sh}\left(\frac{H}{L(T)}\right) + e^{-\alpha_\lambda H} \operatorname{ch}\left(\frac{H}{L(T)}\right) - 1} \quad 7$$

$$S_{f1} = -\frac{D(T)}{L(T)} \operatorname{th}\left(\frac{H}{L(T)}\right) \quad 8$$

5. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIÈRE

$$\frac{\partial J_{ph}(x, T, \alpha_\lambda)}{\partial S_f} \Big|_{S_f \geq 10^5} = 0 \quad 9$$

$$S_{b2} = \frac{D(T)}{L(T)} \times \frac{\alpha_\lambda L(T) \operatorname{ch}\left(\frac{H}{L(T)}\right) - \alpha_\lambda L(T) e^{-\alpha_\lambda H} - \operatorname{sh}\left(\frac{H}{L(T)}\right)}{\operatorname{ch}\left(\frac{H}{L(T)}\right) - e^{-\alpha_\lambda H} - \alpha_\lambda L(T) \operatorname{sh}\left(\frac{H}{L(T)}\right)} \quad 10$$

6. DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR OPTIMUM

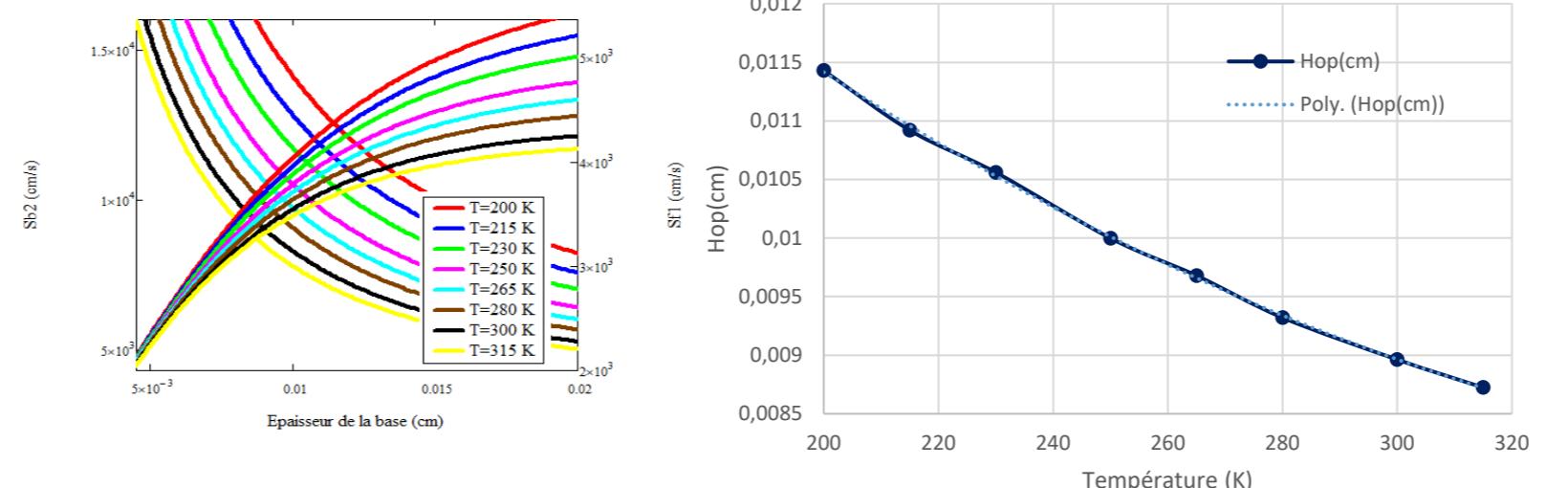


Figure : Représentation des vitesses S_f et S_b en fonction de l'épaisseur (H), pour différentes températures et $\alpha=2 \text{ cm}^{-1}$

$$Hop(cm) = 7 \cdot 10^{-8} T^2 - 6 \cdot 10^{-5} T + 0,00206 \quad 11$$

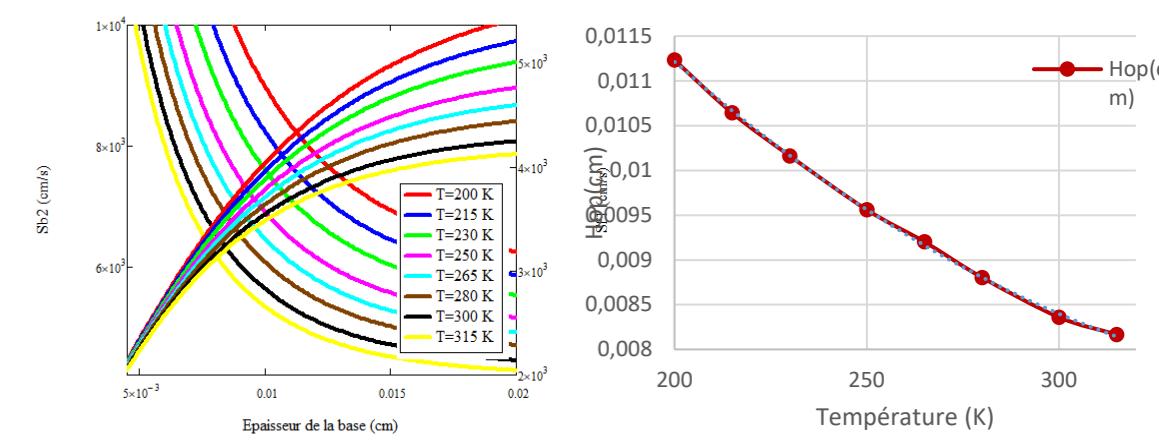


Figure : Représentation des vitesses S_f et S_b en fonction de l'épaisseur (H), pour différentes températures et $\alpha=850 \text{ cm}^{-1}$

Figure : Représentation de l'épaisseur optimum en fonction de la température

$$Hop(cm) = 1 \cdot 10^{-7} T^2 - 8 \cdot 10^{-5} T + 0,00227 \quad 12$$

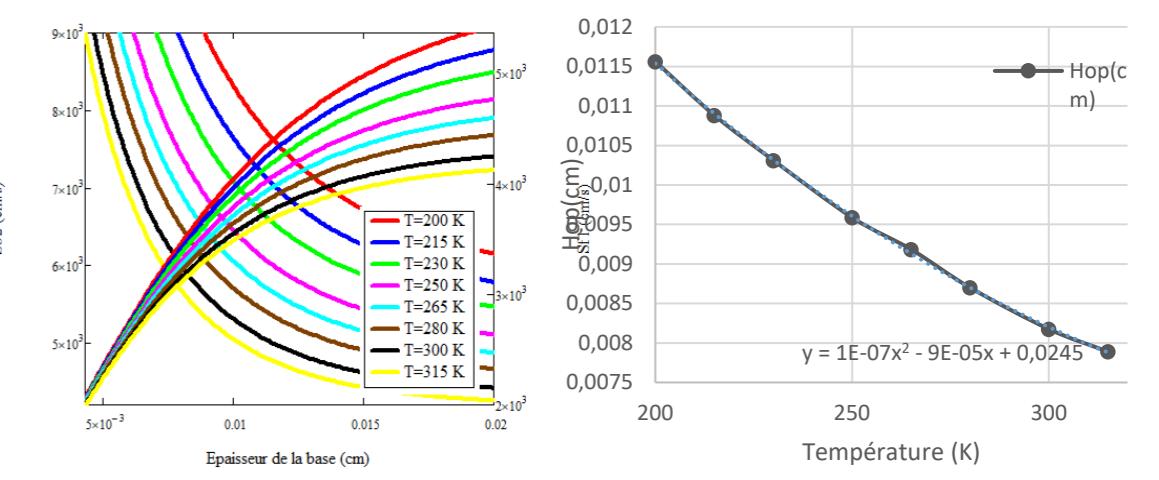


Figure : Représentation des vitesses S_f et S_b en fonction de l'épaisseur (H), pour différentes températures et $\alpha=8800 \text{ cm}^{-1}$

$$Hop(cm) = 1 \cdot 10^{-7} T^2 - 9 \cdot 10^{-5} T + 0,00245 \quad 13$$

7. Conclusion

Les résultats obtenus de l'épaisseur optimum ($Hopt(T)$) sont modélisés en fonction décroissante avec la température. Une épaisseur réduite de la base de la photopile est donc nécessaire, en particulier à des températures élevées, quel que soit le coefficient d'absorption

1. (1996), « Light Spectral Effect on Recombination Parameters of Silicon Solar Cell », World Renewable Energy Congress, Pergamon, Part III, pp.1487-1490.

2. (2014), « Diffusion Coefficient in Silicon Solar Cell with Applied Magnetic Field and under Frequency: Electric Equivalent Circuits. », World Journal of Condensed Matter Physics, Vol.4 N°2, pp.84-92.

3. (2020), Back Surface Recombination Velocity Dependent of Absorption Coefficient as Applied to Determine Base Optimum Thickness of an $n+/p/p+$ Silicon Solar Cell. Energy and Power Engineering, 2020, 12, 445-458. <http://www.scirp.org/journal/epehttps://doi.org/10.4236/epe.2020.127027>

4. (2022). Determination of the optimum thickness of the base of the $n+/p/p+$ silicon solar cell, illuminated by the rear face by a monochromatic light of long wavelength in frequency modulation. JCBPS; Section C; November, Vol. 12, No. 1; 064-077



1er Congrès de la Société Mauritanienne de Physique

«La physique au service du développement»

du 16 au 18 juin 2025



Tidiane DIAO, Moustapha THIAME, Moussa CAMARA, Khady LOUM, Gilbert N DIONE; Sega GUEYE, Habiboula Lemrabott EHEVID Grégoire SISSOKO

Objectif

Détermination de l'épaisseur optimum de la base (p) d'une photopile au silicium (n⁺/p/p⁺) sous température et sous éclairement polychromatique en modulation de fréquence de la face(n⁺), par l'étude de la vitesse de recombinaison à la jonction et en face arrière.

Mots Clés : Photopile au Silicium- Eclairage polychromatique-Coefficients de diffusion-Température-Fréquence Vitesse de recombinaison-Epaisseur optimum

1. Théorie

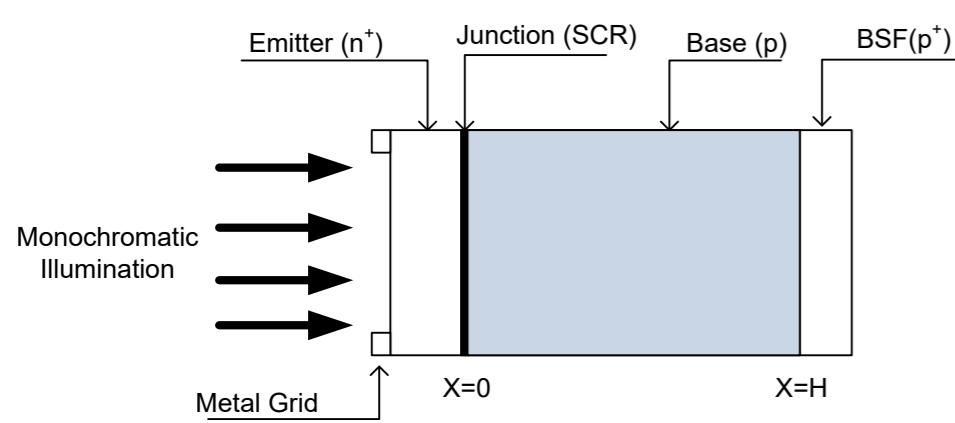


Figure 1: Structure d'une photopile monofaciale au silicium de type (n+/p/p+) sous température

2. Equation de continuité

$$D(\omega, T) \times \frac{\partial^2 \delta(x, \omega, T, t)}{\partial x^2} - \frac{\partial \delta(x, \omega, T, t)}{\tau} = -G(x, \omega, t) + \frac{\partial \delta(x, \omega, T, t)}{\partial t}$$

$$D(\omega, T) = D(T) \times \left(\frac{1 - j \cdot \omega^2 \cdot \tau^2}{1 + (\omega \cdot \tau)^2} \right)$$

$$D(T) = \frac{\mu(T) \cdot K_b \cdot T}{q} \quad \mu(T) = 1.43 \cdot 10^9 \cdot T^{-2.42} \text{ Cm}^2 \cdot V^{-1} \cdot s^{-1}$$

3. Conditions aux limites

- A la jonction émetteur-base ($x = 0$)

$$D(B, T, Nb) \frac{\partial \delta(x, \omega, T, t)}{\partial x} \Big|_{x=0} = S_f \times \delta(0, \omega, T, t)$$

- A la face arrière ($x = H$)

$$D(\omega, T) \frac{\partial \delta(x, \omega, T, t)}{\partial x} \Big|_{x=H} = -S_b \times \delta(H, \omega, T, t)$$

4. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE AVANT

$$\frac{\partial J_{ph}((B, T, \alpha_\lambda, H, S_f, S_b))}{\partial S_b} = 0$$

$$S_{f,1}(B, T, H, \alpha_\lambda) = D(B, T, Nb) \frac{\left\{ \alpha_\lambda - e^{-\alpha_\lambda H} \left(\frac{1}{L(B, T, Nb)} \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) + \alpha_\lambda \operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) \right) \right\}}{\left(e^{-\alpha_\lambda H} \left(\operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) + \alpha_\lambda L(B, T, Nb) \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(B, T, Nb)} \right) \right) - 1 \right)}$$

5. VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIÈRE

$$\frac{\partial J_{ph}(\omega, T, b_i, H, S_f, S_b)}{\partial S_f} = 0$$

$$S_{b2}(\omega, T, b_i, H) = D(\omega, T) \sum_{i=1}^3 \frac{b_i \left(\operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(\omega, T)} \right) - e^{-b_i H} \right) - \frac{1}{L(\omega, T, Nb)} \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(\omega, T, Nb)} \right)}{\left(\operatorname{ch} \left(\frac{H}{L(\omega, T)} \right) - e^{-b_i H} - b_i L(\omega, T) \operatorname{sh} \left(\frac{H}{L(\omega, T)} \right) \right)}$$

6. VITESSE DE RECOMBINAISON A LA JONCTION

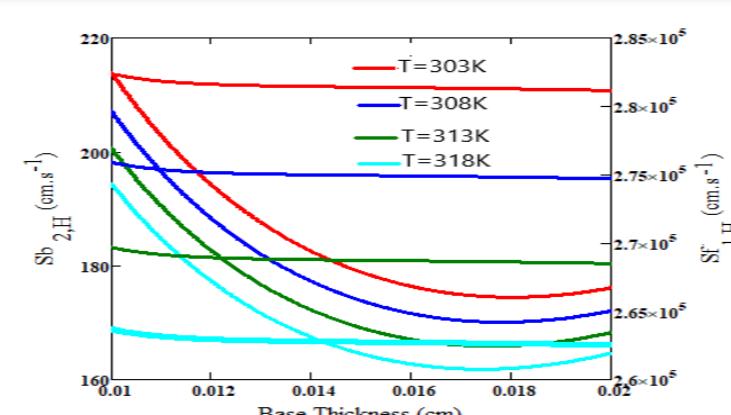
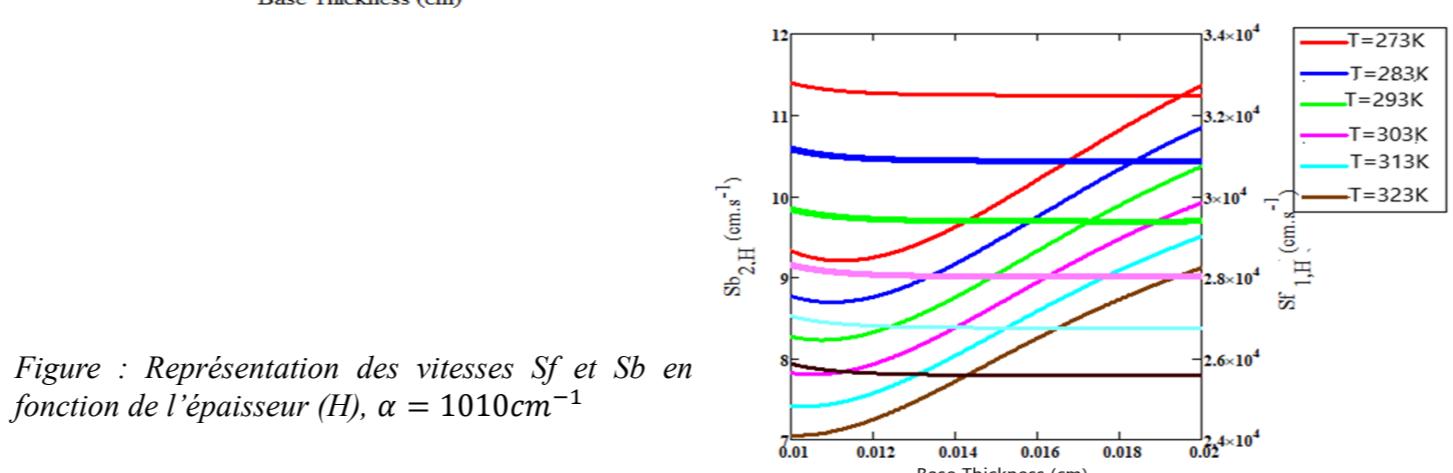


Figure : Représentation des vitesses Sf et Sb en fonction de l'épaisseur (H), $\alpha = 1010 \text{ cm}^{-1}$



6

7

8

9

10

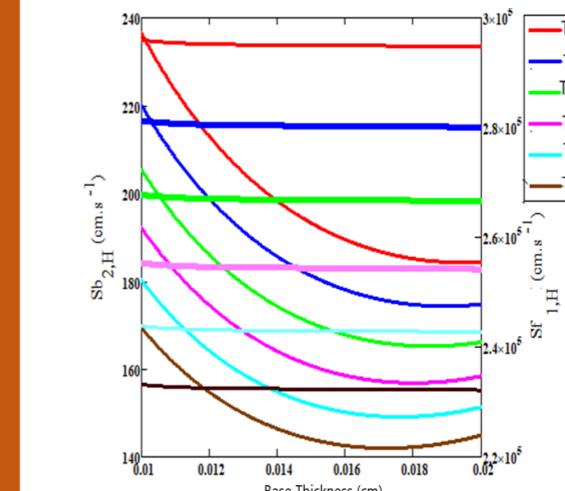


Figure : Représentation des vitesses Sf et Sb en fonction de l'épaisseur (H), $\alpha = 383 \text{ cm}^{-1}$

Figure . Epaisseur optimale en fonction de la température

1) Frequency regime $W \leq 10^3 \text{ rad.s}^{-1}$

$$H_{opt} (\text{um}) (T) = 2,7784 T - 744,18$$

2) Frequency regime : $10^3 \text{ rad.s}^{-1} < W \leq 10^5 \text{ rad.s}^{-1}$

$$H_{opt} (\text{um}) (T) = -1,088 T + 492,82$$

3) Frequency regime : $W > 10^5 \text{ rad.s}^{-1}$.

$$H_{opt} (\text{um}) (T) = 0,3223 T + 11,785$$

12

8. Conclusion

Les résultats obtenus de l'épaisseur optimum ($H_{opt}(\lambda)$) sont modélisés en fonction croissante avec la longueur d'onde (λ) de la lumière incidente. Par conséquent l'épaisseur optimum décroît avec le coefficient d'absorption ($\alpha(\lambda)$) du matériau (Si) [68, 69], quelle que soit la valeur de la fréquence de modulation (ω) de la lumière polychromatique incidente.

1. (1996), « Light Spectral Effect on Recombination Parameters of Silicon Solar Cell », World Renewable Energy Congress, Pergamon, Part III, pp.1487-1490.

2. (2014), « Diffusion Coefficient in Silicon Solar Cell with Applied Magnetic Field and under Frequency: Electric Equivalent Circuits. », World Journal of Condensed Matter Physics, Vol.4 N°2, pp.84-92.

3. (2020), Back Surface Recombination Velocity Dependent of Absorption Coefficient as Applied to Determine Base Optimum Thickness of an n+/p/p+ Silicon Solar Cell. Energy and Power Engineering, 2020, 12, 445-458. <http://www.scirp.org/journal/epehttps://doi.org/10.4236/epe.2020.127027>

4. (2022). Determination of the optimum thickness of the base of the n / p / p + silicon solar cell, illuminated by the rear face by a monochromatic light of long wavelength in frequency modulation. JCBPS; Section C; November, Vol. 12, No. 1; 064-077

Density Functional Theory Study of Cu-Doping Effects on the Electronic and Optical Behavior of ZnO

Asma Tabib
Tabib.asma@gmail.com

Introduction

Zinc oxide (ZnO) is a prominent semiconductor material with a direct bandgap of 3.37 eV and a high exciton binding energy (60 meV), making it ideal for optoelectronic devices, sensors, and transducers[1]. To tailor its properties for enhanced performance, doping with transition metals such as copper (Cu) has been widely explored. This study investigates the electronic and optical properties of Cu-doped ZnO using *ab initio* simulations, focusing on bandgap engineering, charge carrier mobility, and optical absorption. The results demonstrate the potential of Cu-doped ZnO for visible-light applications, corroborating existing experimental and theoretical findings[2]

Computational Methodology

First-principles calculations were performed within the framework of *Density Functional Theory (DFT)* using the CP2K software package. The *generalized gradient approximation* (GGA) with the *Perdew-Burke-Ernzerhof* (PBE) functional was employed for exchange-correlation effects. To address the known bandgap underestimation issue in standard DFT (e.g., PBE predicts ~ 2.8 eV vs. ZnO 's experimental gap of 3.4 eV), we incorporated *Hubbard-U corrections* (GGA+U) for improved treatment of strongly localized $\text{Zn-}3d$ and $\text{O-}2p$ states.

The Hubbard parameters were set to $U_{d-Zn} = 10$ eV and $U_{p-O} = 7$ eV, consistent with values validated in prior theoretical studies [?]. These corrections mitigate the self-interaction error in GGA by:

- Correcting excessive delocalization of $\text{Zn-}3d$ electrons
- Enhancing bandgap alignment with experimental measurements
- Improving description of hybridized $\text{Zn-}3d/\text{O-}2p$ states near the valence band maximum

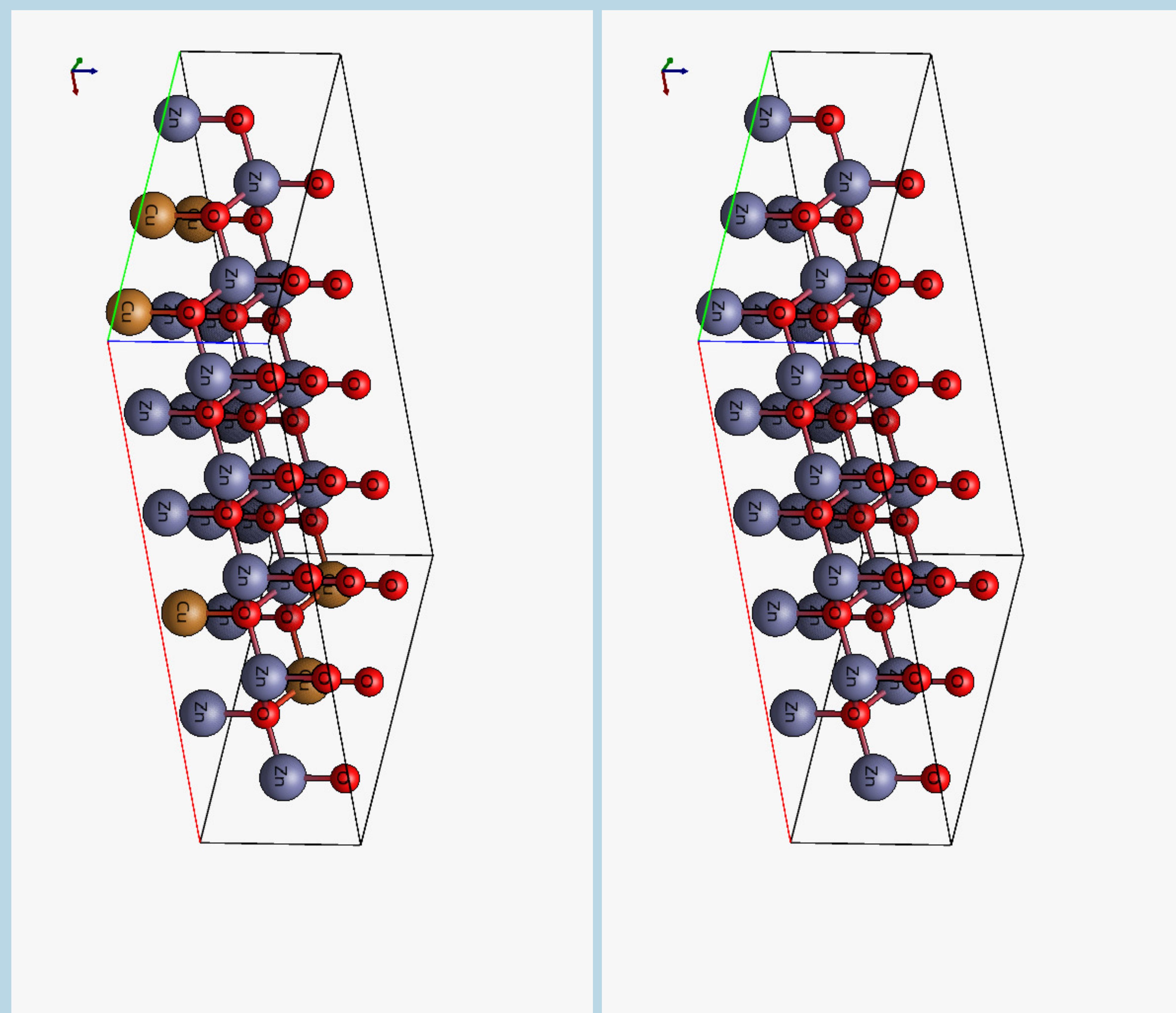
A $5 \times 3 \times 1$ supercell (60 atoms) of wurtzite ZnO was geometry-optimized until forces converged below 0.01 eV/ \AA . Brillouin zone sampling used a Γ -centered $2 \times 2 \times 2$ *k-point grid*. Electronic properties were analyzed via:

- Band structures (effective mass extraction)
- Projected density of states (PDOS) for orbital-resolved contributions
- Frequency-dependent dielectric functions (optical absorption)

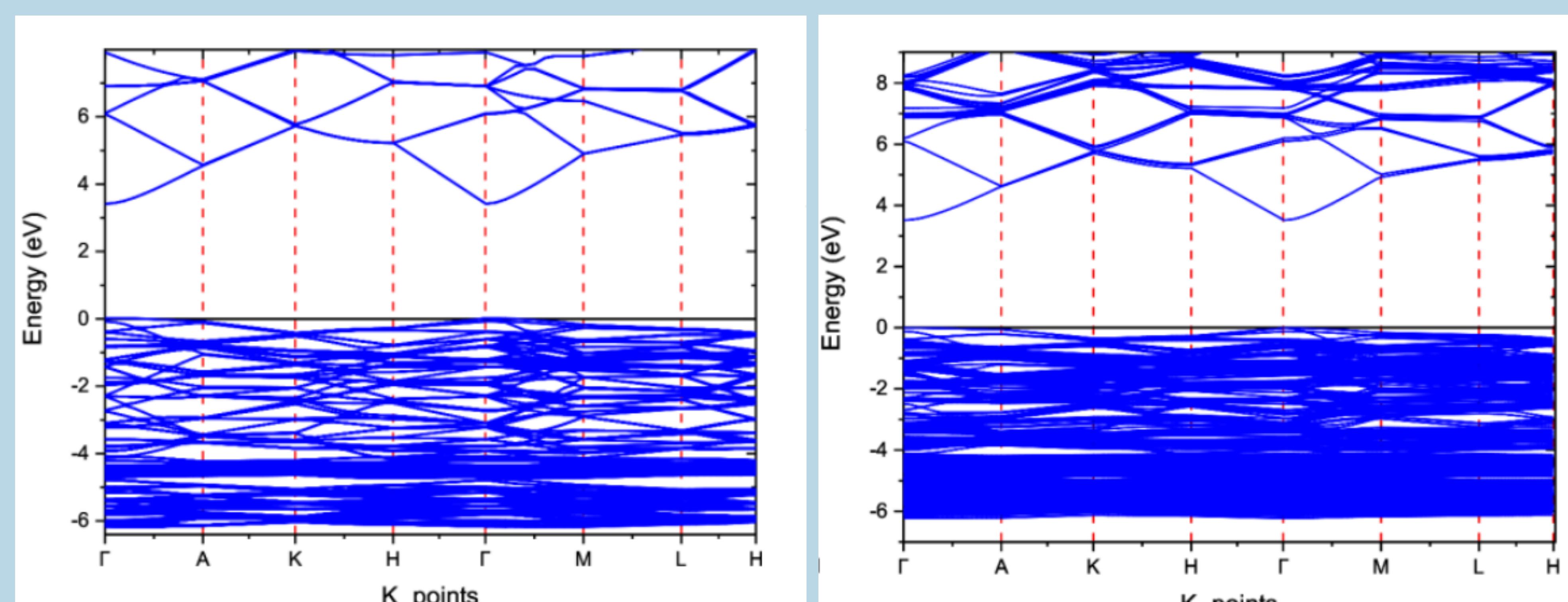
All calculations employed *norm-conserving pseudopotentials* and a mixed *Gaussian/plane-wave basis set* (400 Ry cutoff). The methodology was benchmarked against experimental ZnO bandgaps and Cu-doped system data.

Results

Geometry optimization reveals subtle modifications in interatomic distances following Cu doping of the ZnO supercell. Band structure calculations along high-symmetry *k*-paths indicate a reduction in the bandgap from **3.4 eV** (pristine ZnO) to **2.9 eV** (10% Cu-doped system), suggesting enhanced electronic tunability.



Left: Optimized ZnO supercell consisting of 60 atoms. **Right:** Corresponding supercell with 10% Cu doping (substitutional). Taking slices of the cumulative 3D charts shows us how the degree distribution changes. The log-log charts below show the progression of these changes as the aggregation window gets larger.



Left: Band structure of the pristine ZnO supercell. **Right:** Band structure of the Cu-doped ZnO supercell (10% substitutional doping). The dashed horizontal line indicates the Fermi level (E_F).

Next Steps

To further elucidate doping effects, we will compute:

- **Projected Density of States (PDOS)** to identify orbital contributions near the Fermi level.
- **Dielectric constant** for optoelectronic property assessment.
- **Higher doping concentrations** (15%, 20% Cu) to systematically correlate Cu content with structural and electronic changes.

References

- Ozgür, Ü., Avrutan, V., Morkoç, H. (2018). Zinc Oxide Materials and Devices Grown by Molecular Beam Epitaxy. Elsevier, 343–375. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812136-8.00016-5>
- Tanji, K., et al. (2023). Experimental and theoretical investigation of enhancing the photocatalytic activity of Mg doped ZnO for nitrophenol degradation. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*, 136(2), 1125–1142.

TRICARBON MONOXIDE (C_3O) IN INTERSTELLAR CHEMISTRY: COLLISIONAL DYNAMICS WITH H_2

AUTHORS: AHMEDBOWBA SIDI¹, FEHMI KHADRI² AND KAMEL HAMMAMI²
 Affiliations: ^{1,2}LSAMA/FST/University Tunis El Manar

INTRODUCTION

Tricarbon monoxide (C_3O) plays a pivotal role in interstellar chemistry, driving carbon–oxygen reaction networks in cold molecular clouds through ion–molecule processes. As the first oxygen-bearing carbon chain detected in space, its abundance provides critical constraints for astrochemical models. While spectroscopic studies have characterized its linear structure and vibrational modes, the underlying interaction potential governing its collisional dynamics remains poorly quantified.

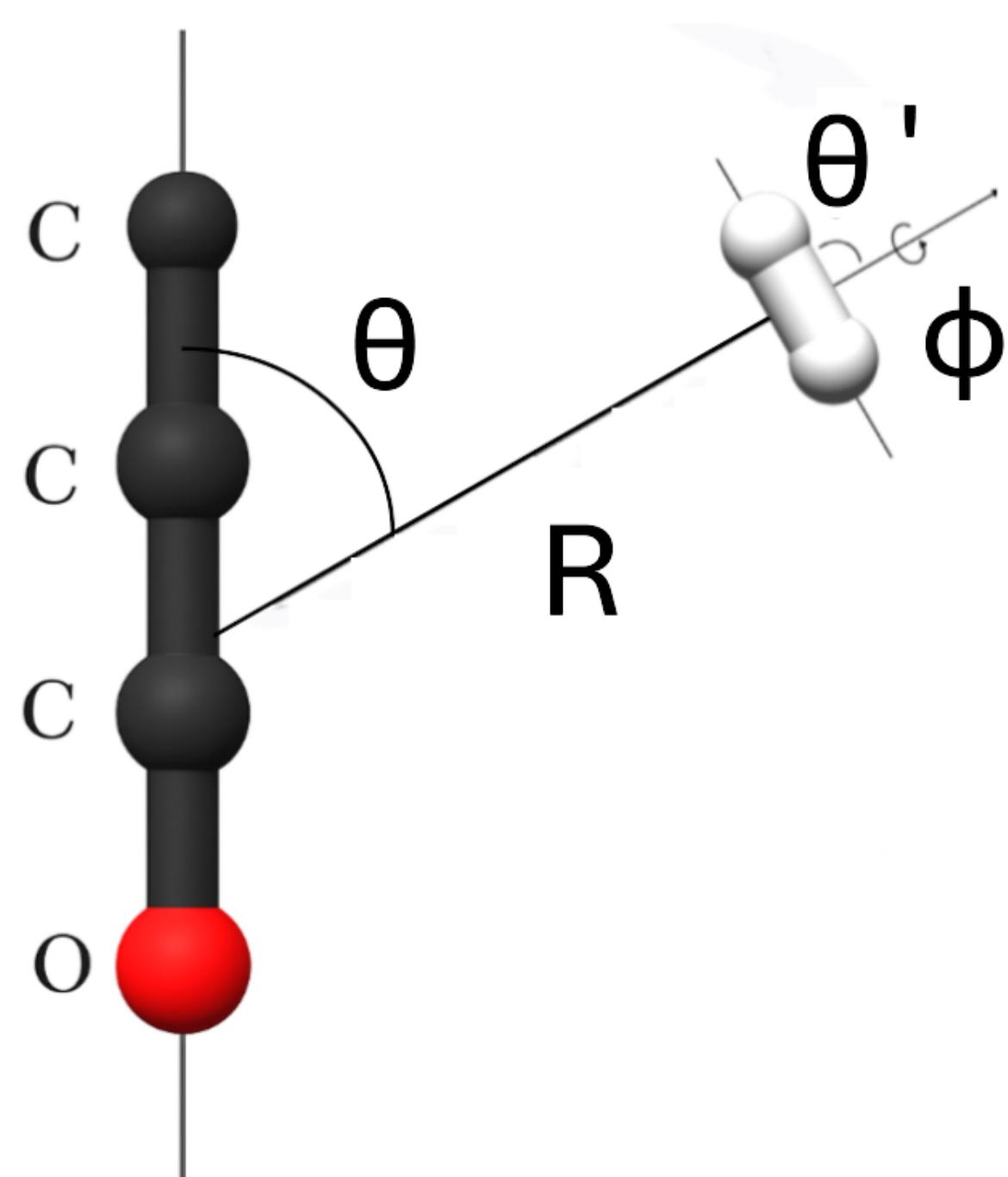


Figure 1: Internal Jacobi coordinates describing the C_3O-H_2 collision system.

COMPUTATIONAL METHODS

The interaction potential energy surface (PES) between C_3O and H_2 was computed using high-level ab initio electronic structure methods. We employed the explicitly correlated coupled-cluster method CCSD(T)-F12 with the AVTZ basis set to ensure accurate treatment of electron correlation. All calculations were performed using the MOLPRO 2024 software package.

To fully characterize the C_3O-H_2 interaction, we systematically evaluated its dependence on the H_2 orientation (θ', ϕ) by sampling five high-symmetry configurations (a, b, c, d, e), as illustrated in the potential energy surface section. The average potential of these PESs, $V_{av}(R, \theta)$, was computed as:

$$V_{av}(R, \theta) = \frac{1}{7} [2(V(R, \theta, d) + V(R, \theta, e)) + (V(R, \theta, a) + V(R, \theta, b) + V(R, \theta, c))], \quad (1)$$

This averaging procedure reduces the interaction to an effective rigid-rotor (C_3O) + sphere (H_2) potential dominated by the $l_2 = 0$ term, preserving accuracy while enhancing computational efficiency for subsequent quantum scattering calculations.

ONGOING RESEARCH

We are currently performing state-to-state inelastic scattering calculations using the MOLSCAT program to determine rotational cross sections for the C_3O-H_2 system. These computations leverage our previously developed ab initio potential energy surface, ensuring high fidelity in the resulting collision dynamics. The obtained data will serve as critical input for advanced astrophysical models, enhancing the accuracy of molecular line interpretations in interstellar environments.

COMPARISON OF C_3O PROPERTIES FOR COMPUTATIONAL METHODS

Software	Orca				Molpro				Theory CCSD(T)
	Method	CCSD(T)	DFT	F12	Method	CCSD(T)	F12	Method	
Basis Set	avtz	avqz	CBS	B3LYP	avtz-F12	avtz	avqz	CBS	avtz
Energy (u.a)	-189.09	-189.14	-189.17	-189.16	-189.07	-189.09	-189.14	-189.16	-189.09
Time	4h	36h	42h	9m	2h	4h	21h	40h	3h
$C_1-C_2 (\text{\AA})$	1.280	1.276	1.274	1.278	1.274	1.280	1.276	1.274	1.276
$C_2-C_3 (\text{\AA})$	1.304	1.302	1.302	1.304	1.300	1.304	1.302	1.299	1.302
$C_3-O (\text{\AA})$	1.155	1.151	1.149	1.153	1.149	1.155	1.151	1.150	1.150
RC ¹ (MHz)	4738	4762	4780	4743	4780	-	-	-	4794

POTENTIAL ENERGY SURFACES

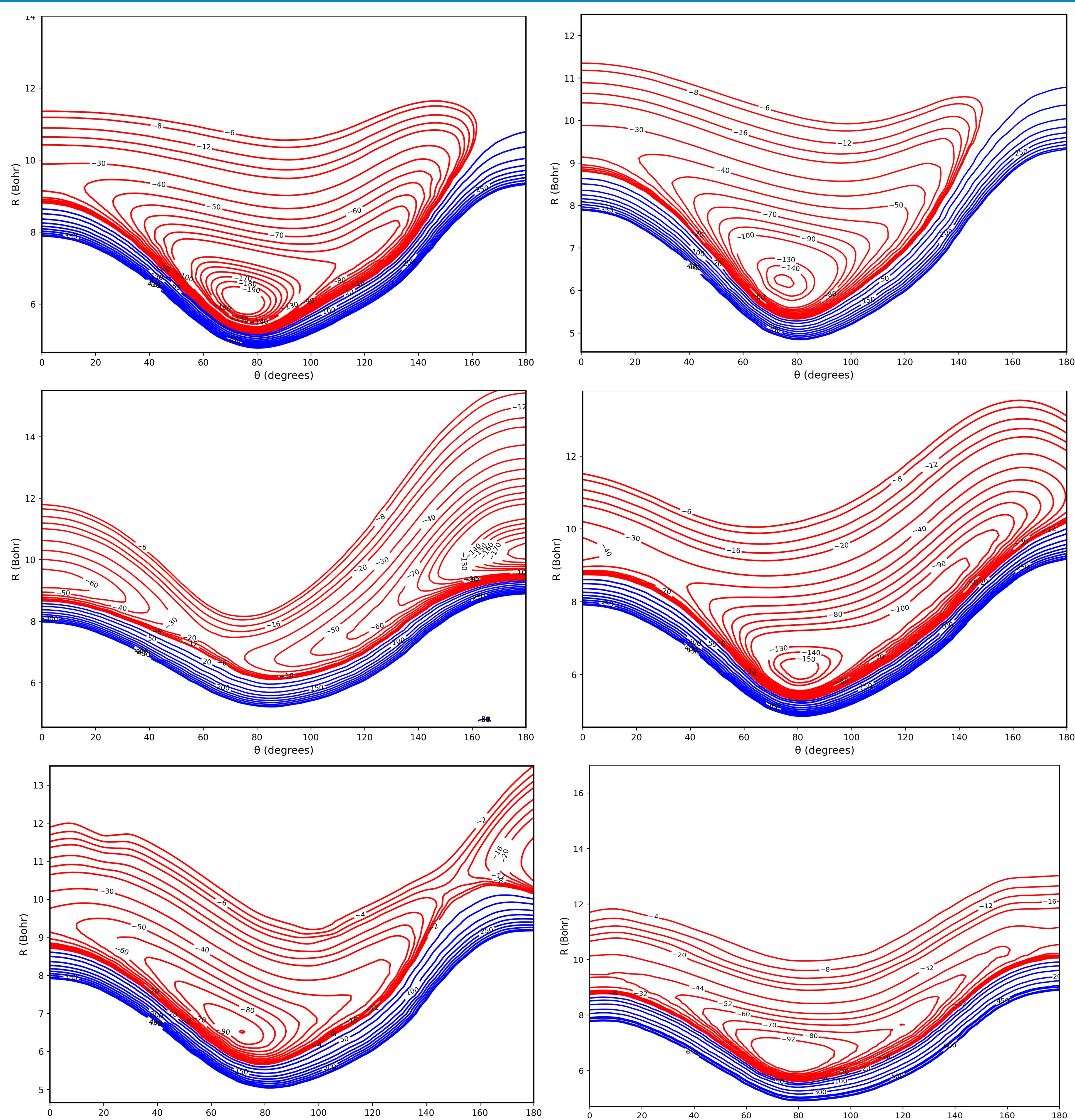


Figure 2: Two-dimensional potential energy surfaces for the C_3O-H_2 system depicting various angular configurations: (a) $\theta' = 0^\circ$, $\phi = 90^\circ$; (b) $\theta' = 90^\circ$, $\phi = 90^\circ$; (c) $\theta' = 0^\circ$, $\phi = 0^\circ$; (d) $\theta' = 45^\circ$, $\phi = 55^\circ$; (e) $\theta' = 45^\circ$, $\phi = 125^\circ$; with the final panel showing the averaged potential energy surface.

REFERENCES

References

- [1] Khadri, F., Hammami, K. (2019). Rotational (de)-excitation of linear C_3O by collision with He. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 21(8), 4606–4612. <https://doi.org/10.1039/C8CP07409G>
- [2] Matthews, H. E., Irvine, W. M., Friberg, P., Brown, R. D., & Godfrey, P. D. (1984). A new interstellar molecule: tricarbon monoxide. *Nature*, 310(5973), 125–126. <https://doi.org/10.1038/310125A0>
- [3] Loison, J.-C., Agúndez, M., Marcelino, N., et al. (2016). The chemistry of C_3O and C_4O in interstellar clouds. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 456(4), 4101–4110. <https://doi.org/10.1093/mnras/stv2933>

CONTACTS

- Email: ahmedbowba.sidi@etudiant-fst.utm.tn
- WhatsApp: +216 51770918



Analyse comparative des modèles d'apprentissage automatique basés sur l'intelligence artificielle pour la détection des défauts et l'optimisation de la maintenance dans les systèmes photovoltaïques.



Abdellahi. Moulaye Rchid¹, Moussa Attia², Mohamed Elmamy MOHAMED MAHOUD¹, Zoubir Aoulmi², Abdelkader Ould Mahmoud¹

¹Applied Research Unit for Renewable Energies in Water and Environment (URA3E), University of Nouakchott, Nouakchott BP 880, Mauritania

²Environment Laboratory, Institute of Mines, Echahid Cheikh Larbi Tebessi University, Tebessa 12002, Algeria

* Corresponding author: Abdellahi.MOULAYE RCHID, Doctorant en 2^{ème} année abdellahimoulayahmed4@gmail.com - 46 37 79 37



Mots clés: Systèmes photovoltaïques, apprentissage automatique, détection de défauts, optimisation de la maintenance, énergies renouvelables.

1. Introduction

Les systèmes photovoltaïques (PV) sont de plus en plus reconnus comme une technologie clé des énergies renouvelables, permettant de réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre et de renforcer la durabilité énergétique [1].

Malgré les avantages significatifs de l'énergie solaire, les systèmes PV sont sujets à divers défis opérationnels et dysfonctionnements pouvant affecter négativement leur efficacité et leurs performances globales [2]. Ces problèmes vont de complications mineures, telles qu'une baisse de la production d'énergie due à l'ombrage ou à l'accumulation de poussière, à des pannes mécaniques et électriques plus complexes, notamment des dysfonctionnements de l'onduleur ou la dégradation de certains composants du système.

Si ces défaillances ne sont pas rapidement détectées et corrigées, elles peuvent entraîner d'importantes pertes d'énergie, une augmentation des coûts de maintenance et une réduction de la durée de vie du système. Il est donc essentiel de mettre en place des mécanismes efficaces de détection des pannes afin de préserver l'intégrité opérationnelle des systèmes photovoltaïques [3].

Historiquement, la détection des pannes dans les systèmes photovoltaïques (PV) reposait sur des inspections manuelles et des systèmes de surveillance traditionnels basés sur des capteurs.

Cependant, ces méthodes sont coûteuses, chronophages et souvent inadaptées aux installations de grande envergure en raison de leurs limites en matière de montée en échelle.

La complexité croissante des systèmes PV, ainsi que la variabilité des conditions environnementales, exigent le développement de solutions automatisées et intelligentes de détection des pannes, capables d'offrir un diagnostic en temps réel et des fonctionnalités de maintenance prédictive [4].

L'apprentissage automatique (machine learning - ML) et l'intelligence artificielle (IA) se sont imposés comme des outils puissants pour améliorer la détection et le diagnostic des défauts dans les systèmes photovoltaïques (PV).

Ces méthodologies avancées permettent de traiter de grands volumes de données opérationnelles, de détecter des schémas subtils et de prédire les défauts potentiels avant qu'ils ne provoquent des défaillances du système. En exploitant des stratégies de maintenance prédictive basées sur le ML, les opérateurs de systèmes PV peuvent minimiser les temps d'arrêt, optimiser les calendriers de maintenance et réduire le recours à des inspections manuelles coûteuses.

Par conséquent, l'intégration de la détection des défauts basée sur l'apprentissage automatique peut considérablement améliorer la fiabilité et la durabilité des systèmes d'énergie solaire [5].

2. Objectifs

Les objectifs principaux de cette étude sont les suivants :

- Comparer les performances de cinq modèles d'apprentissage automatique de pointe — Random Forest, XGBoost, Réseaux de Neurones Artificiels (ANN), Réseaux de Neurones Convolutionnels (CNN) et Machines à Vecteurs de Support (SVM) — pour la détection des pannes dans les systèmes photovoltaïques.
- Évaluer ces modèles à l'aide de données opérationnelles réelles provenant d'une centrale photovoltaïque de 250 kW, en analysant leur précision, leur rappel, leur score F1 et leur exactitude.
- Proposer une stratégie optimisée de maintenance prédictive et préventive basée sur les modèles les plus performants.
- Analyser la faisabilité du déploiement de ces modèles performants dans des systèmes de surveillance en temps réel des installations photovoltaïques.

3. Méthodologie

Description du système photovoltaïque et collecte des données

Le jeu de données utilisé dans cette étude a été collecté à partir d'une station photovoltaïque (PV) simulée de 250 kW connectée au réseau. Cette station est située dans une ferme PV simulée de 250 kW, telle que décrite dans l'étude intitulée « *Fault Detection Algorithms for Achieving Service Continuity in Photovoltaic Farms* » (Ghoneim, Rashed, & Elkalashy, 2021) [6].

Le système se compose de 850 modules photovoltaïques polycristallins, chacun ayant une capacité nominale de 250 W, connectés à un onduleur central présentant un rendement maximal de 98 %.

La station est équipée de capteurs de surveillance en temps réel, garantissant une acquisition continue des données dans des conditions de fonctionnement réelles. Elle est entièrement intégrée au réseau électrique principal, ce qui permet une collecte constante des données en conditions opérationnelles réelles.

Le jeu de données comprend 700 échantillons, chacun contenant 31 variables électriques et environnementales, incluant le courant (I), la tension (V), la puissance de sortie (P), la température (T) et l'irradiance (IR).

Le jeu de données inclut des états de fonctionnement avec ou sans défauts, classés en quatre catégories distinctes.

La classe 0 correspond aux conditions normales de fonctionnement.

La classe 1 représente les défauts de chaîne, généralement causés par de l'ombrage, la dégradation des modules ou des connexions desserrées.

La classe 2 couvre les défauts de type chaîne-vers-terre, qui surviennent lorsqu'un contact électrique involontaire se produit avec la terre.

La classe 3 concerne les défauts de type chaîne-à-chaîne, où des

interconnexions involontaires entre différentes chaînes provoquent des déséquilibres de tension et une baisse de l'efficacité du système.

Prétraitement des données

Le jeu de données a subi un prétraitement rigoureux afin d'en améliorer la qualité et d'optimiser les performances des modèles.

La sélection des variables a été réalisée à l'aide de l'analyse de corrélation de Pearson, permettant d'éliminer les variables redondantes dont le coefficient de corrélation dépassait 0,85. Un classement de l'importance des variables selon l'algorithme Random Forest a également été appliqué afin de conserver les variables les plus influentes. Les cinq variables les mieux classées selon ce critère sont : **Pdcmean1, Vdcmean1, IR, I1 et I2**.

Le jeu de données prétraité a été divisé en deux sous-ensembles : entraînement (80 %) et test (20 %), conformément aux pratiques standards de l'apprentissage automatique, afin de garantir un apprentissage efficace tout en assurant une évaluation fiable. Pour optimiser les performances des modèles, un ajustement des hyperparamètres a été réalisé à l'aide de la validation croisée et de la recherche par grille (grid search), permettant de raffiner les paramètres des modèles en vue d'une détection des défauts plus précise et fiable dans les systèmes photovoltaïques (PV).

4. Résultats et discussion

Comparaison des performances des modèles avec les études précédentes

Dans cette étude, nous avons évalué les performances de cinq modèles d'apprentissage automatique : la machine à vecteurs de support (SVM), la forêt aléatoire (Random Forest - RF), XGBoost, les réseaux de neurones artificiels (ANN) et les réseaux de neurones convolutifs (CNN), pour la détection des pannes dans les systèmes photovoltaïques (PV).

Nos résultats montrent que le modèle **XGBoost** surpassé les autres en termes de précision (accuracy) à 88 %, précision au sens strict (precision) à 87 %, rappel (recall) à 88 % et score F1 à 87,5 %, en cohérence avec les travaux antérieurs d' [7] et de [8], qui ont obtenu des taux similaires en utilisant XGBoost et Random Forest.

Cependant, notre étude va plus loin en intégrant des données opérationnelles en temps réel issues d'une station photovoltaïque simulée de 250 kW, offrant des conditions plus variées et réalistes pour la détection des pannes.

Cela nous a permis d'évaluer la capacité des modèles à gérer les complexités des données réelles, telles que les environnements bruités et les ensembles de données déséquilibrés — des défis peu abordés dans les recherches antérieures. Par exemple, bien que [9].

aient obtenu une précision de 85 % avec le modèle SVM pour la détection des pannes d'onduleur, notre modèle XGBoost atteint 88 %, démontrant sa meilleure capacité à traiter des défauts complexes, comme les pannes entre chaînes (string-to-string), qui n'étaient pas prises en compte dans leur étude [9].

De même, Random Forest a montré une performance robuste dans notre étude avec 87 % de précision, dépassant les résultats de [9] pour les pannes d'ombrage et d'encrassement, qui étaient limitées à 87 %.

En outre, bien que les modèles ANN et CNN aient obtenu des performances similaires à celles observées dans les études précédentes (notamment [9]), ils ont fourni des informations précieuses pour la maintenance préventive [9].

Les modèles ANN et CNN se sont révélés efficaces pour identifier les schémas de dégradation à long terme, ce qui est crucial pour la planification de la maintenance — un aspect peu souligné dans les travaux antérieurs.

Le Tableau 1 compare nos résultats à ceux des études précédentes, montrant que XGBoost obtient la meilleure précision de détection des pannes (88 %), suivie de près par Random Forest (87 %).

Tableau 1 : Comparaison des performances avec les études précédentes

Référence de l'étude	Modèle	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)	Type de panne détectée :
Verma et al. (2024)	SVM	85	80	79	79.5	Pannes d'onduleur
Mellit & Kalogirou (2021)	Random Forest	87	85	84	84.5	Ombrage, encrassement
Abdelmoula et al. (2022)	XGBoost	88	87	88	87.5	Onduleur, encrassement
Cette étude	XGBoost	88	87	88	87.5	Pannes multiples
Cette étude	Random Forest	87	85	84	84.5	Pannes multiples

Analyse graphique des modèles de détection des pannes

Cette visualisation compare la précision (accuracy), la précision au sens strict (precision), le rappel (recall) et le score F1 des cinq modèles.

Le graphique comparatif des performances (Figure 1) offre une vue d'ensemble des scores de précision, de rappel et de F1 pour tous les modèles.

Cette visualisation met en évidence la supériorité des méthodes d'ensemble (XGBoost et Random Forest) par rapport aux modèles

d'apprentissage profond (ANN et CNN) dans la gestion des ensembles de données déséquilibrés.

La Figure 1 confirme que XGBoost et Random Forest surpassent systématiquement les modèles de deep learning, ce qui en fait des options optimales pour la détection des pannes en temps réel.

La matrice de confusion représente visuellement les vrais positifs, les faux positifs et les faux négatifs.

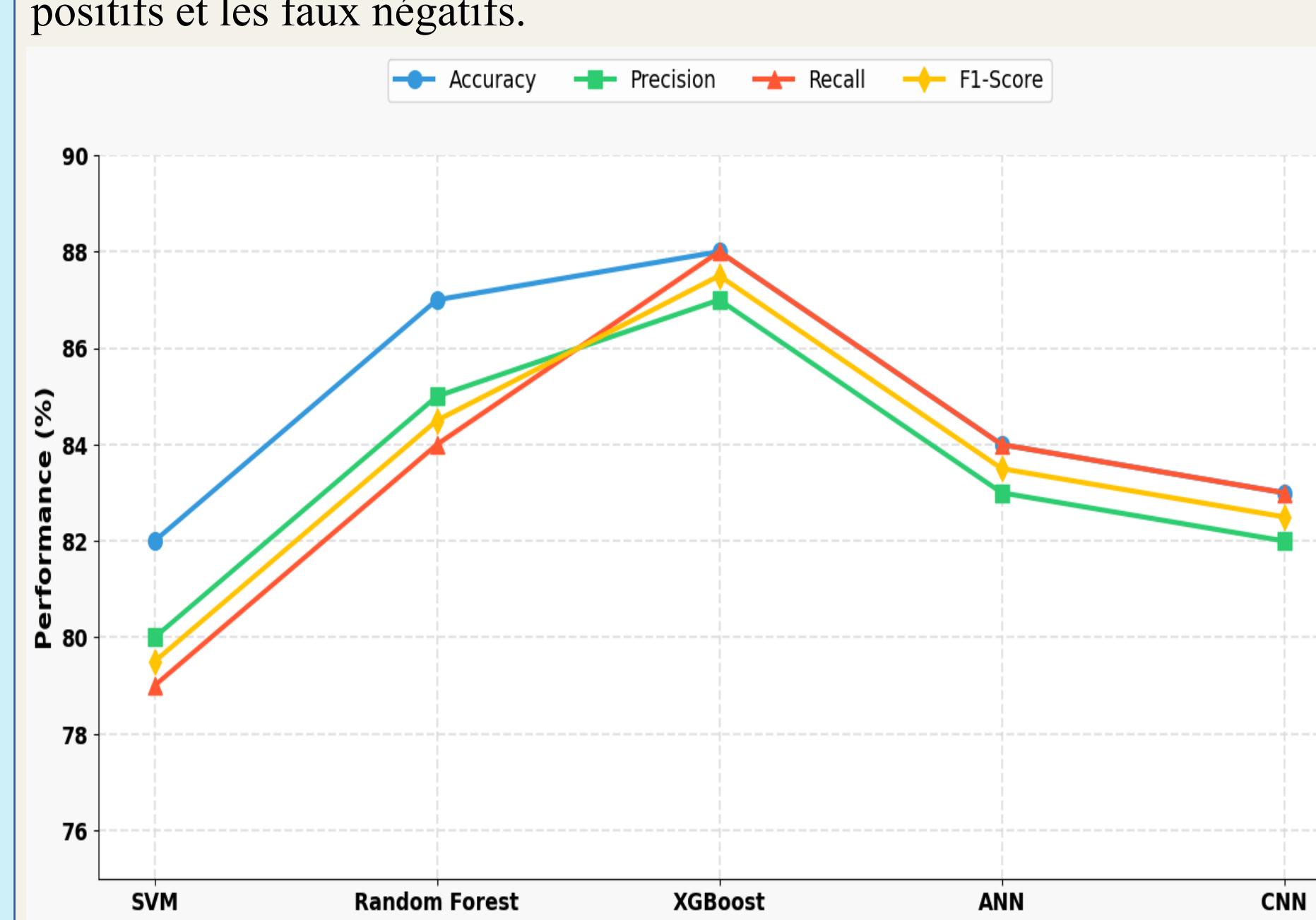


Figure 1 : Comparaison des performances des modèles d'apprentissage automatique

Les résultats de notre analyse mettent en évidence que les modèles d'ensemble, en particulier **XGBoost** et **Random Forest**, surpassent de manière constante les autres algorithmes dans la détection des défauts dans les systèmes photovoltaïques (PV).

XGBoost a affiché la précision la plus élevée (88 %), ce qui le rend particulièrement adapté aux stratégies de maintenance prédictive.

Random Forest a montré d'excellentes performances dans des environnements de données bruitées, tandis que les modèles ANN et CNN se sont distingués dans la détection des schémas de dégradation à long terme, ce qui les rend pertinents pour la maintenance préventive.

Les résultats suggèrent une **approche hybride** de la maintenance des systèmes PV : **XGBoost** et **Random Forest** devraient être utilisés pour la maintenance prédictive en temps réel, permettant une détection rapide des défauts et une réduction des temps d'arrêt du système.

Les modèles ANN et CNN sont plus adaptés à la **maintenance préventive**, car ils permettent de détecter la dégradation progressive des performances au fil du temps.

En conclusion, Cette étude vise à améliorer le processus de détection des défauts dans les systèmes photovoltaïques (PV) en utilisant des techniques avancées d'apprentissage automatique.

Les systèmes PV représentent l'une des principales solutions pour relever les défis liés aux énergies renouvelables.

Cependant, ces systèmes rencontrent de nombreux problèmes affectant leur efficacité opérationnelle, tels que les pannes d'onduleurs, la dégradation des modules, l'ombrage et l'encrassement.

Pour garantir que ces systèmes continuent à produire une énergie propre et efficace, il est nécessaire de développer des techniques efficaces permettant de détecter ces défauts et d'améliorer les opérations de maintenance.

References

- [1] M. Attia, N. Belghar, Z. Driss, and K. Soltani, "Automated Hydroponic System Measurement for Smart Greenhouses in Algeria," *Solar Energy and Sustainable Development Journal*, vol. 14, no. 1, pp. 111-130, 2025.
- [2] M. Attia, M. Bechouat, M. Sedraoui, and Z. Aoulmi, "An Optimal Linear Quadratic Regulator in Closed Loop with Boost Converter for Current Photovoltaic Application," *European Journal of Electrical Engineering/Revue Internationale de Génie Electrique*, vol. 24, no. 2, 2022.
- [3] G. Di Lorenzo, R. Araneo, M. Mitolo, A. Niccolai, and F. Grimaccia, "Review of O&M practices in PV plants: Failures, solutions, remote control, and monitoring tools," *IEEE Journal of Photovoltaics*, vol. 10, no. 4, pp. 914-926, 2020.
- [4] M. Del-Coco, M. Leo, and P. Carcagnì, "Machine learning for smart irrigation in agriculture: How far along are we?," *Information*, vol. 15, no. 6, p. 306, 2024.
- [5] C. Saiprakash, S. R. Kumar Joga, A. Mohapatra, and B. Nayak, "Improved fault detection and classification in PV arrays using stockwell transform and data mining techniques," *Results in Engineering*, vol. 23, p. 102808, 2024/09/01/ 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102808>.
- [6] S. Ghoneim, A. E. Rashed, and N. I. Elkashy, "Fault detection algorithms for achieving service continuity in photovoltaic farms," *Intelligent Automation & Soft Computing*, vol. 30, no. 2, pp. 467-479, 2021.
- [7] I. A. Abdelmoula, S. Elhamoui, O. Elalani, A. Ghennoui, and M. El Aroussi, "A photovoltaic power prediction approach enhanced by feature engineering and stacked machine learning model," *Energy Reports*, vol. 8, pp. 1288-1300, 2022.
- [8] A. Mellit, O. Herrak, C. Rus Casas, and A. Massi Pavan, "A machine learning and internet of things-based online fault diagnosis method for photovoltaic arrays," *Sustainability*, vol. 13, no. 23, p. 13203, 2021.
- [9] J. Verma, L. Sandys, A. Matthews, and S. Goel, "Readiness of artificial intelligence technology for managing energy demands from renewable sources," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 135, p. 108831, 2024/09/01/ 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.108831>



SOCIÉTÉ MAURITANIENNE DE PHYSIQUE
organise son Premier Congrès sous le Thème
LA PHYSIQUE AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT

16-18 JUIN 2025, NOUAKCHOTT



Structural and Optical Properties of pure ZnS and ZnS:Cr thin films prepared by RF-Sputtering

C. M. Samba Vall^{1,2}, M. Chaik¹, M. Aggour², A. Outzourhit¹

¹Laboratory of Nanomaterials for Energies and Environments, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakech 40000, Morocco.

² Laboratory renewable energy and environment, Faculty of Science Kenitra, Ibn Tofail University, Morocco.

cheikhmohamed5@gmail.com

ABSTRACT

chrominated zinc sulfide ZnS:Cr thin films were deposited on glass substrates by radio frequency (RF) sputtering using a Zinc Sulfide (ZnS) targeting an (Ar) atmosphere with various deposition times varying from 90min to 180min. The RF-power was also fixed at 200 W.

The ZnS:Cr films deposited showed a nearly stoichiometric composition with a preferred orientation along the (111) direction of the sphalerite cubic phase as revealed by the X-ray diffraction (XRD) analysis. The UV-visible-NIR measurements showed that the films have less than 40% transmission of visible wavelength (395-695 nm), while the optical band gap decreased slightly from 3.49 eV to 1.7 eV as the time of deposition is increased from 90 to 180 min at fixed RF-power and Argon pressure (10^{-2} mbar).

Scanning electron microscopy observations exposed smooth surfaces type of films. FT-IR data exhibited that absorption peaks at wave number 2730.65 cm^{-1} for ZnS due to the stretching vibration of O-H. Also, $1200/\text{cm}$ and $565.02/\text{cm}$ corresponding to asymmetric and symmetric Zn-S stretching bond.

EXPERIMENTS METHODS

Experimental conditions: ZnS and ZnS:Cr bufer layer

Deposition technique(1) : RF-sputtering

Residual pressure : 10^{-6} mbar

Gas Bombardment : Ar($100\% = 10^{-2}$ mbar)

target : Zn S (purity 99,99%) and chromium Cr(99,99%) pieces had been placed, covered 40% of the ZnS disc surface.

Temperature : ambient

RF power : was fixed at 200 W

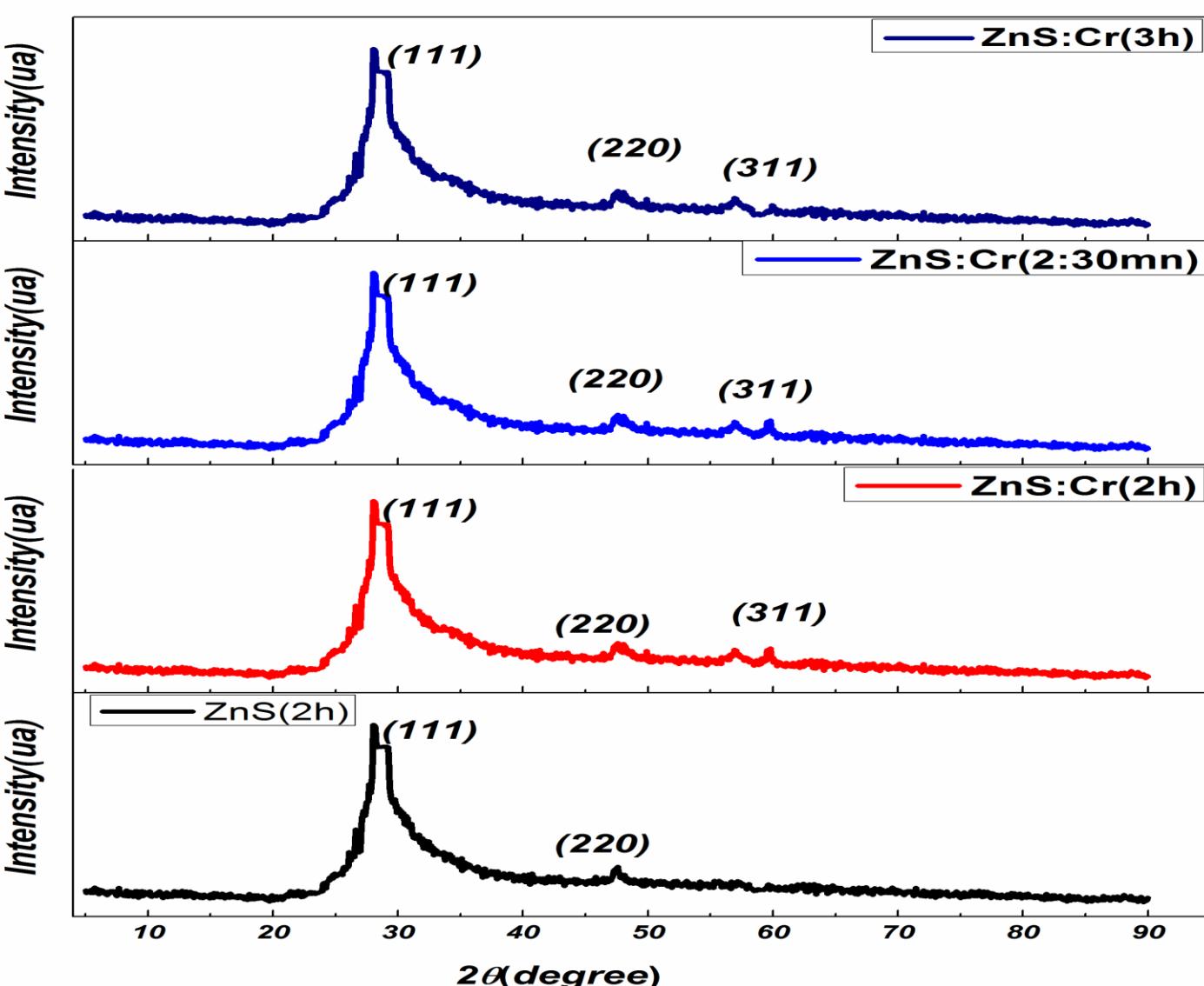
substrate : verre, Si

Deposition time : varied between 90min and 180min

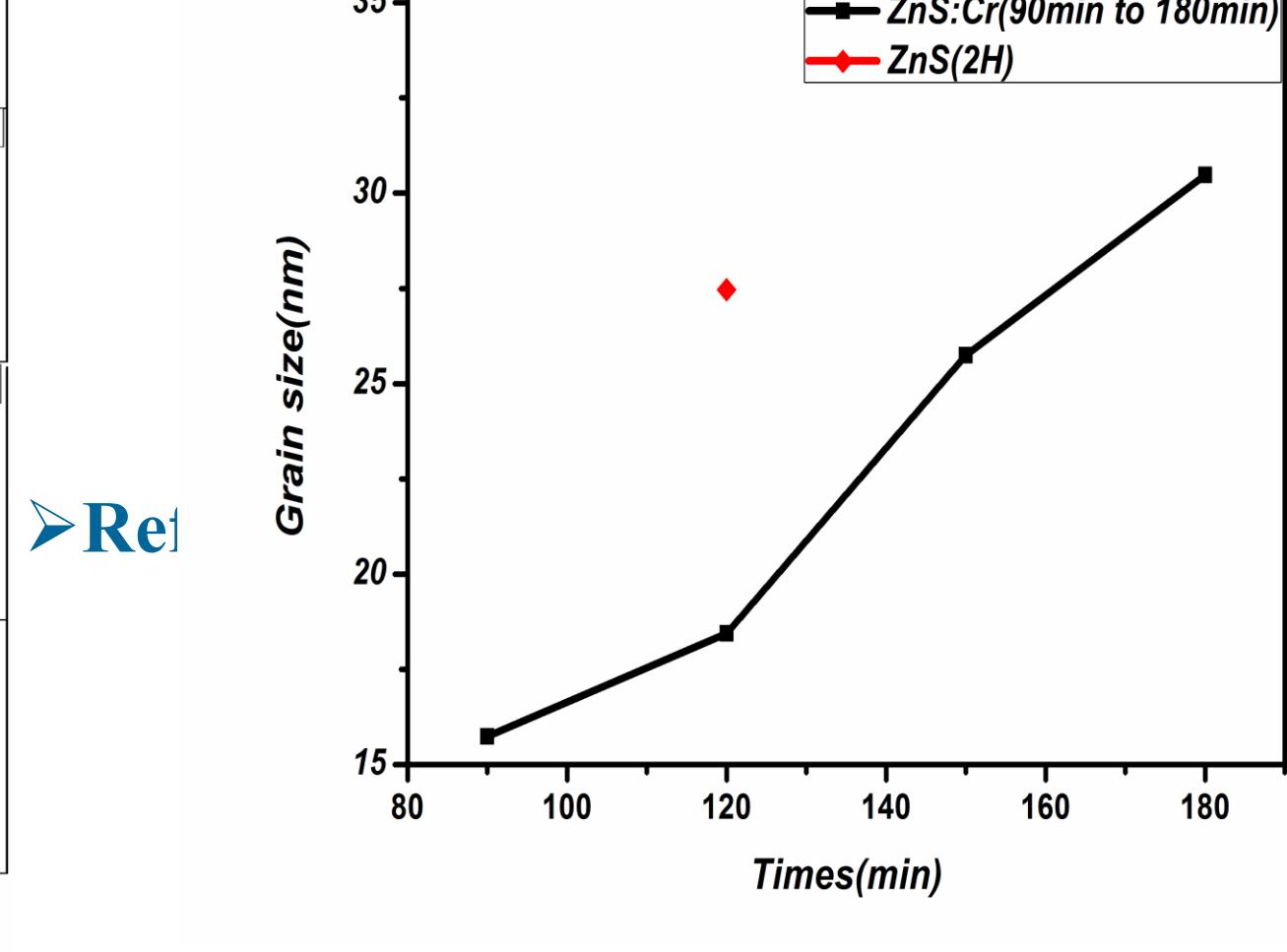


RESULTS

XRD diagram of ZnS and ZnS:Cr bufer layers deposited on glass substrates at different depositins times



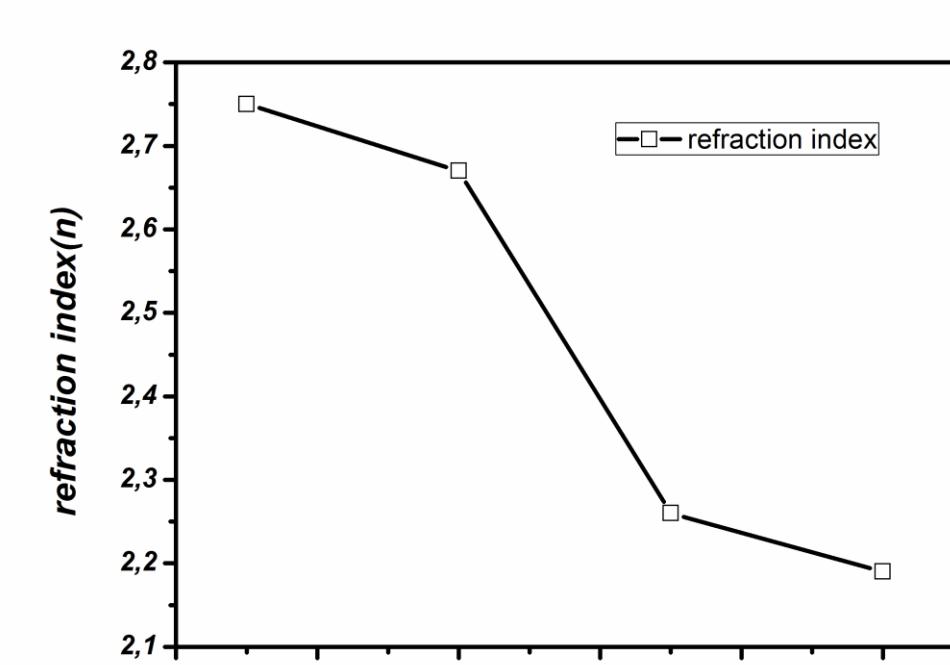
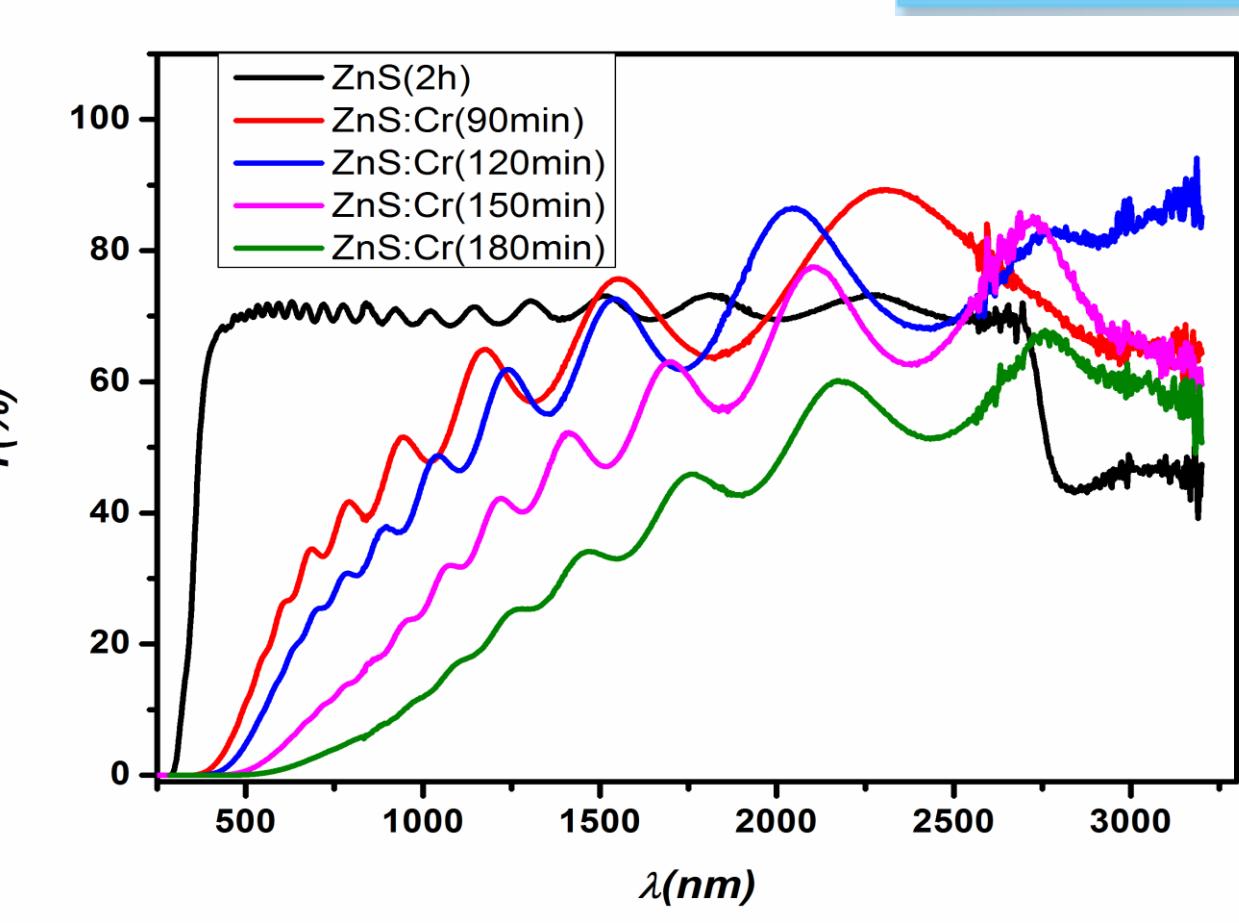
$$\triangleright \text{Crystallite size } L = \frac{0.9 * \lambda}{\Delta(2\theta) * \cos(\theta')}$$



Re!

Transmission

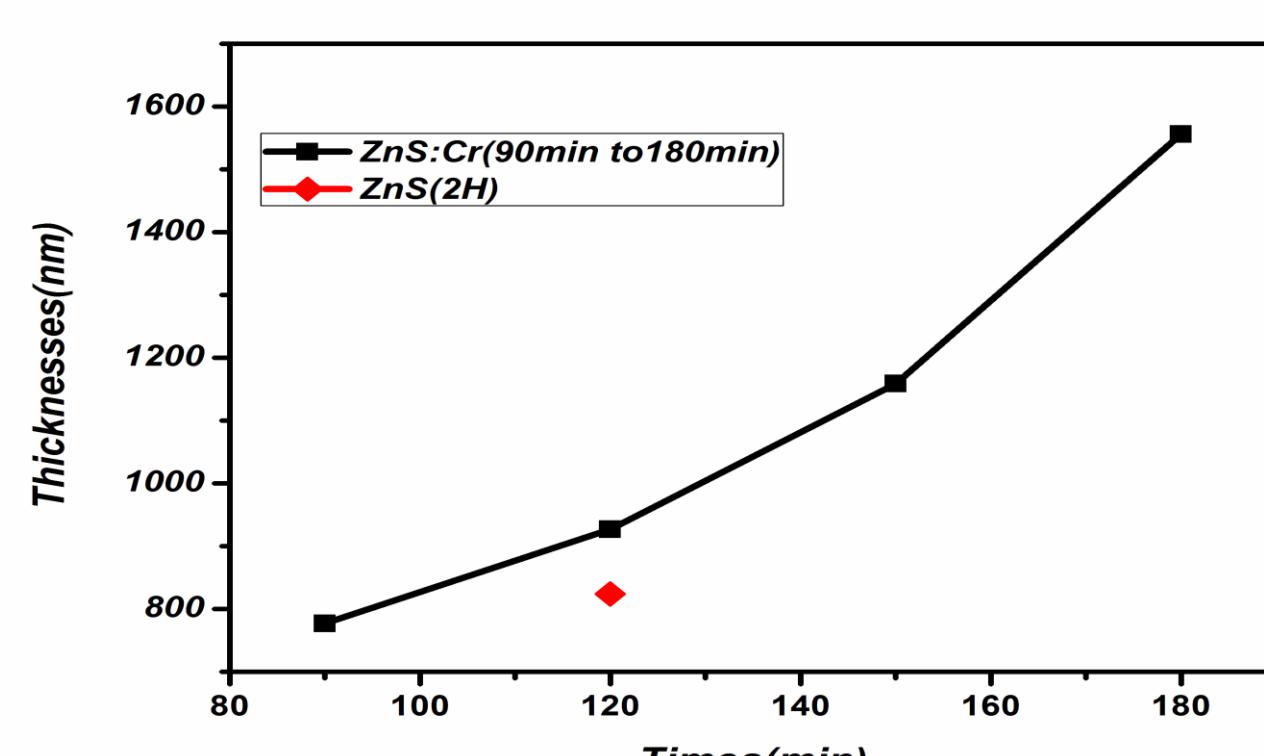
$$n = [M + (M^2 - n_s^2)^{1/2}]^{1/2}$$



❖ MEB and EDX

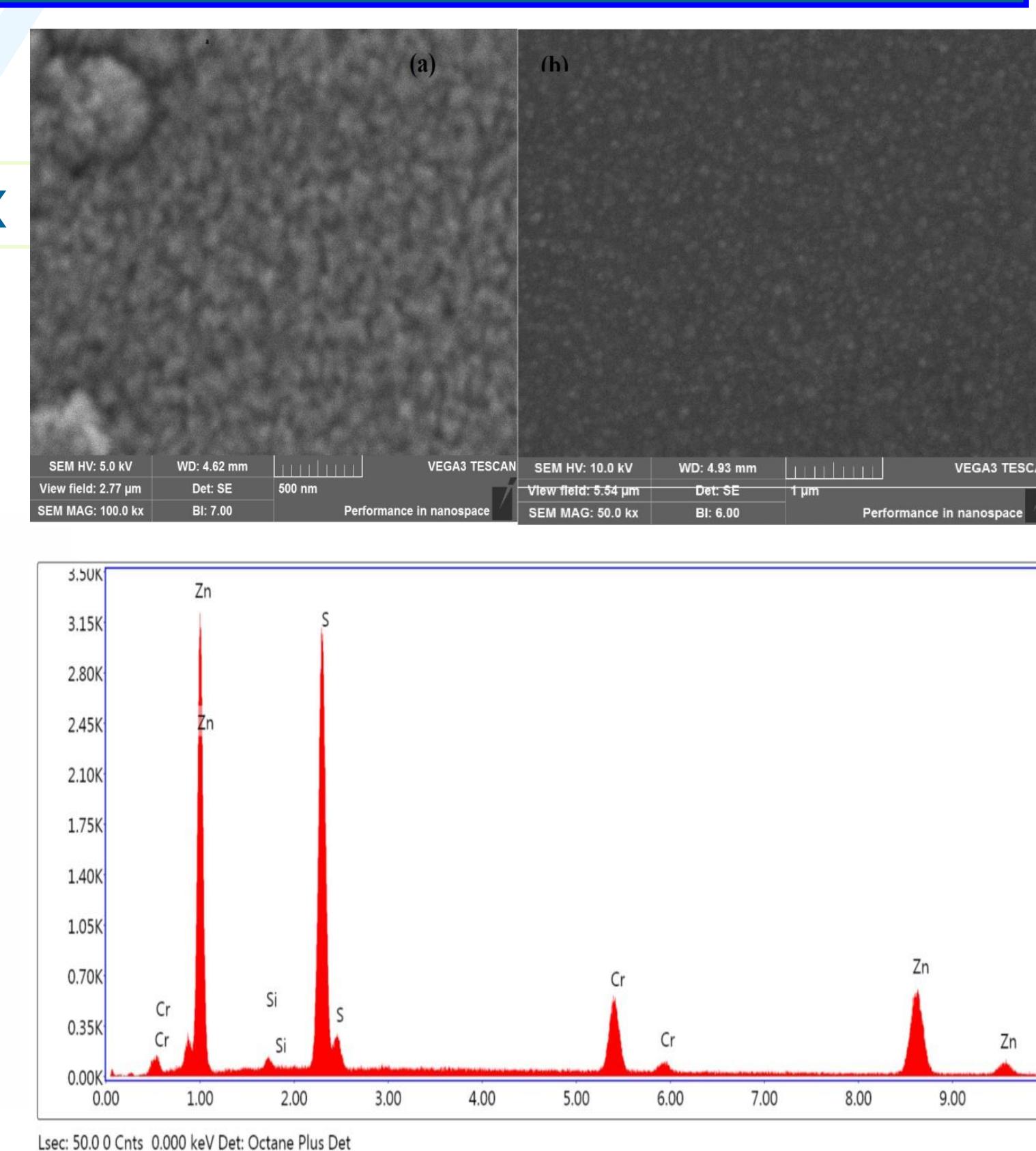
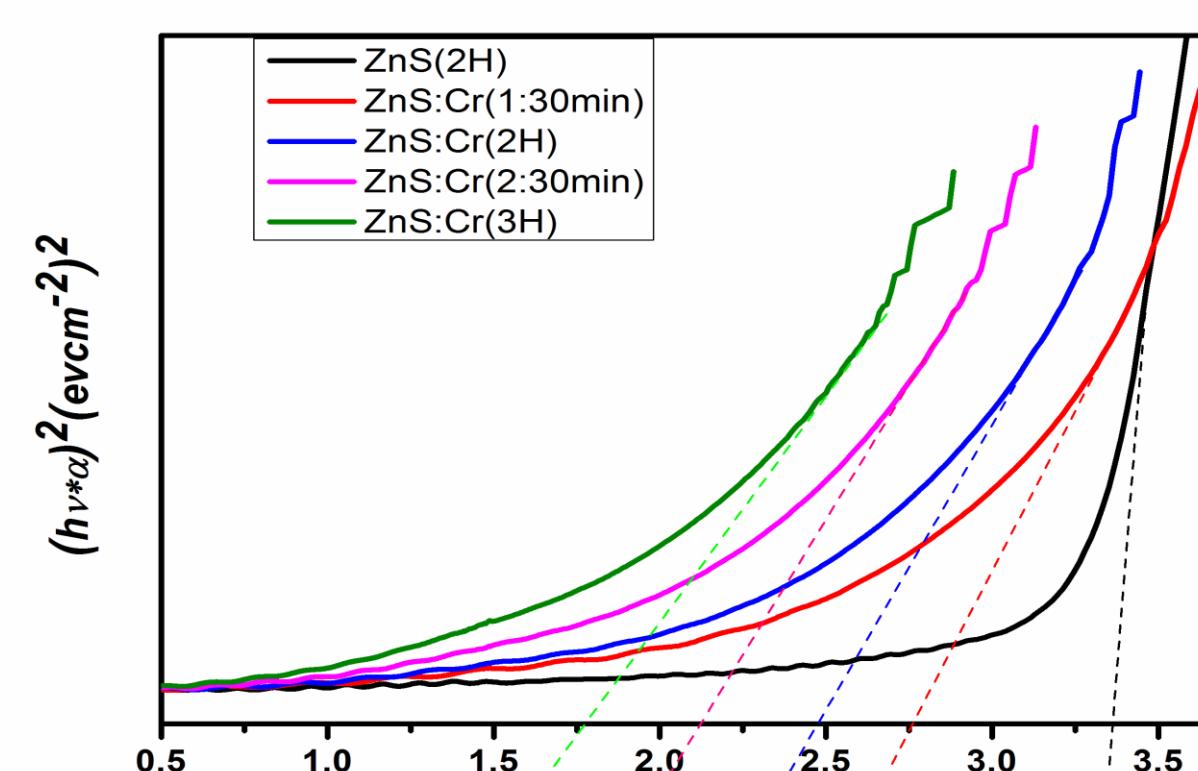
➤ Thickness

$$d = \lambda_1 \lambda_2 / 2(\lambda_1 n_2 - \lambda_2 n_1)$$

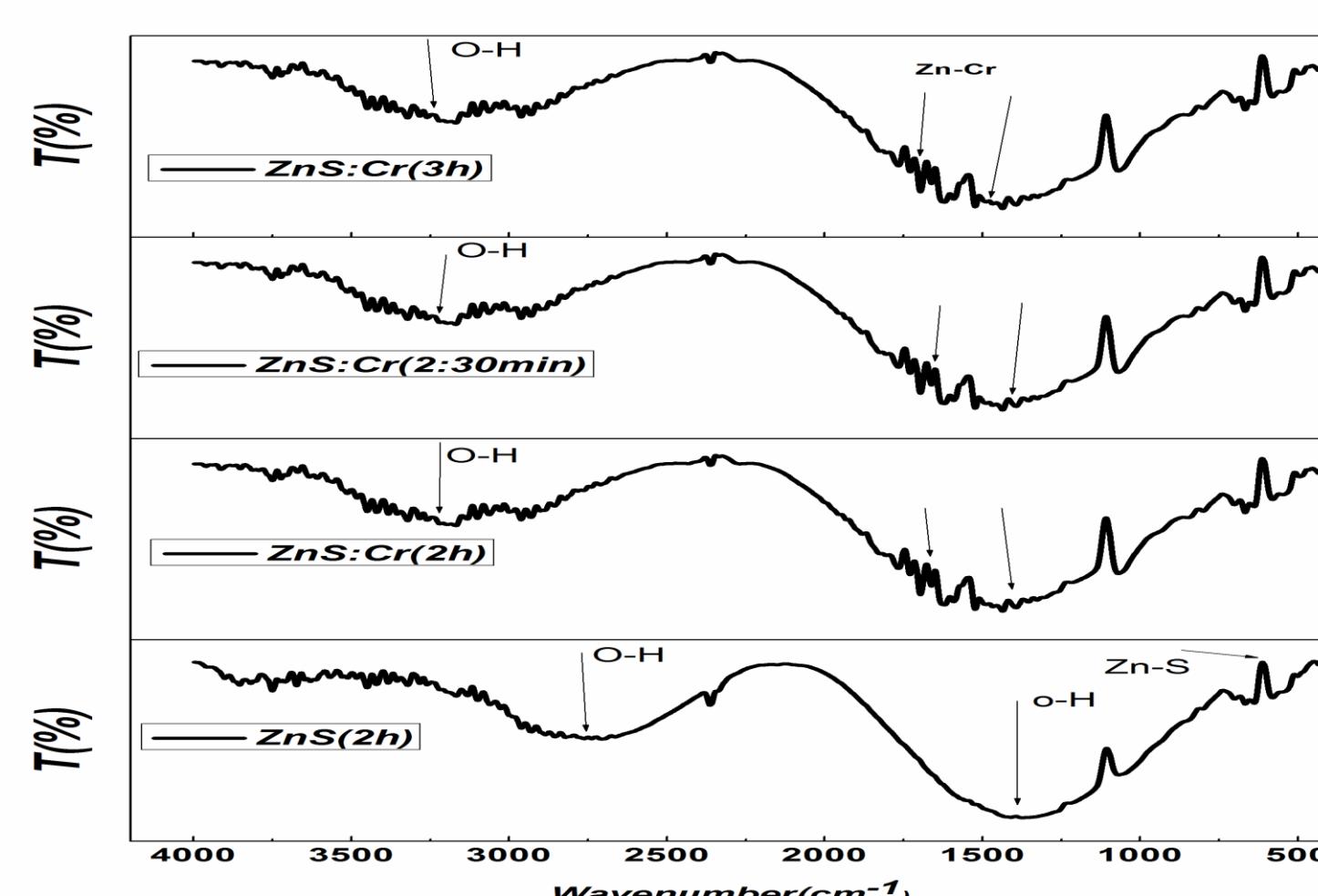


❖ Optical bandgap

$$(\alpha h\nu)^{1/n} = A(h\nu - E_g)$$



FT-IR



CONCLUSION

- The as-prepared ZnS:Cr films showed a prefered growth in the (111) of the cubic phase.
- the crystallinity of the ZnS:Cr thin films increases with the deposition times increases as revealed by the changes in the intensity and the FWHM of the (111)peak
- UV-vis-NIR spectro-photometric measurement showed that the films ZnS:Cr are less transparent of ZnS in the wavelength range 390–1000 nm.
- The direct bandgap values have been calculated and they lie in the range 1.7–2.75 eV for ZnS:Cr and 3.48eV for ZnS films,
- The MEB and EDX discovered that surface of our films is homogenous and has all the compositions chemicals of our material.



Correlating Structure and Electrical Behavior of Auto-Combustion Derived $\text{Cr}_{0.5}\text{Fe}_{2.5}\text{O}_4$ Nanoparticles

El Heda Issa

*Materials and Environmental Sciences Unit, Faculty of Science and Technology, University of Nouakchott

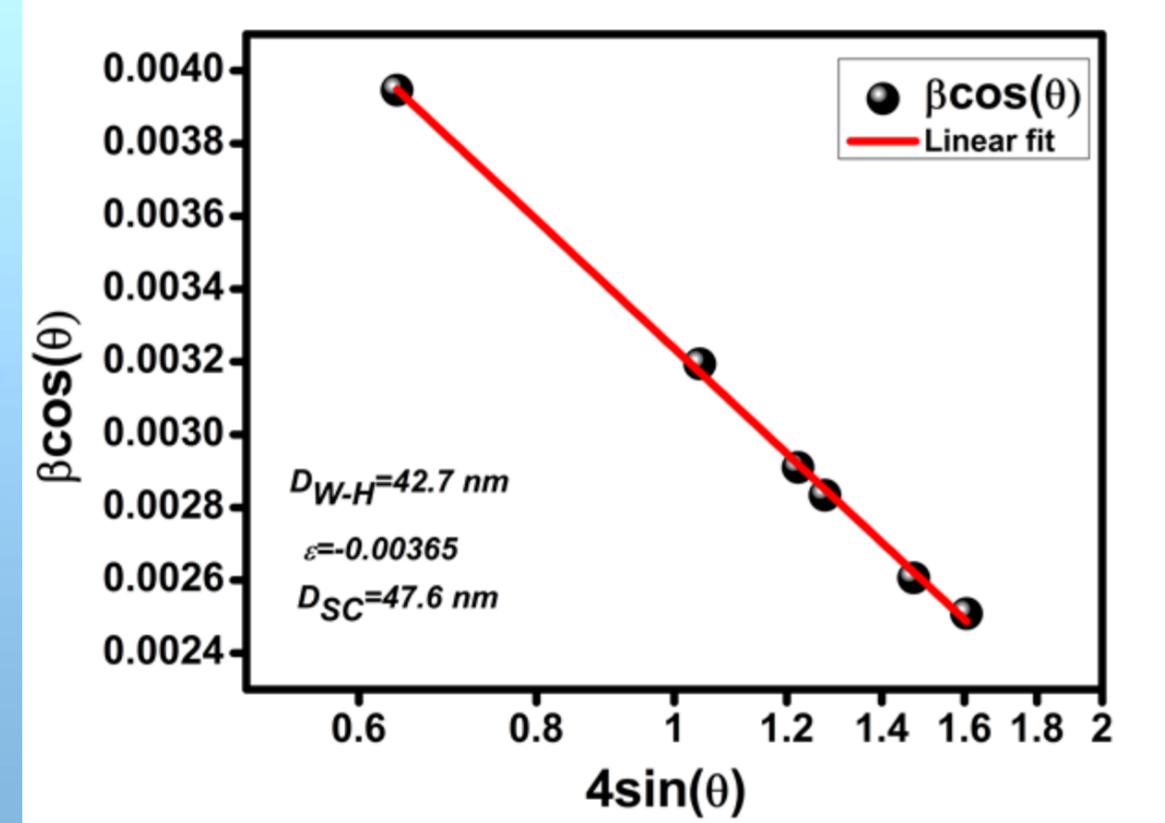
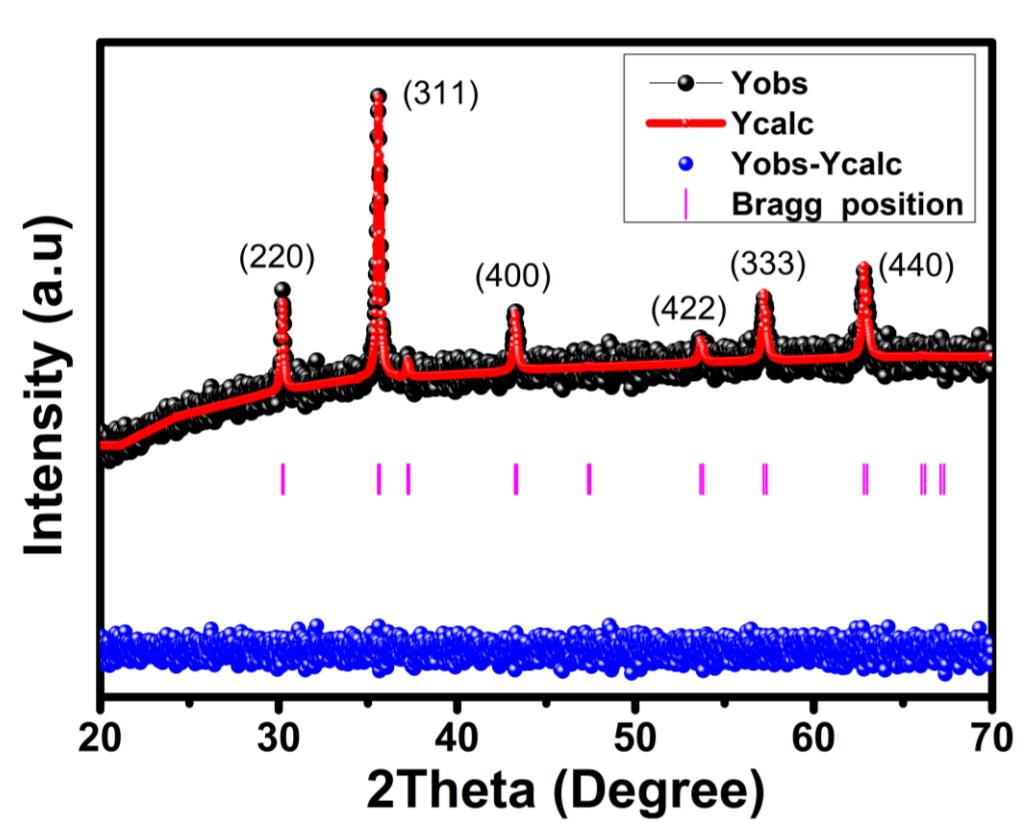
Abstract

Spinel nanoparticles $\text{Cr}_{0.5}\text{Fe}_{2.5}\text{O}_4$ was elaborated by the auto-combustion method using glycine as a fuel. X-ray diffraction have been employed to study the structure and morphology. Electrical analysis shows a semiconductor [300-520 K] - metallic [540-660 K] transition at a temperature of 540K. Correlated Barrier Hopping (CBH) and No Overlap Small Polaron Tunneling (NSPT) models dominate the conduction mechanisms in the compound. The activation energy of the conduction process was similar to that of the relaxation process, indicating the strong correlation between the conduction and relaxation mechanisms. Quantitative analysis of the dielectric constant suggests that the compound are good candidates for use in the electronic systems industry, LTCC devices and super capacitor applications.

Characterization methods

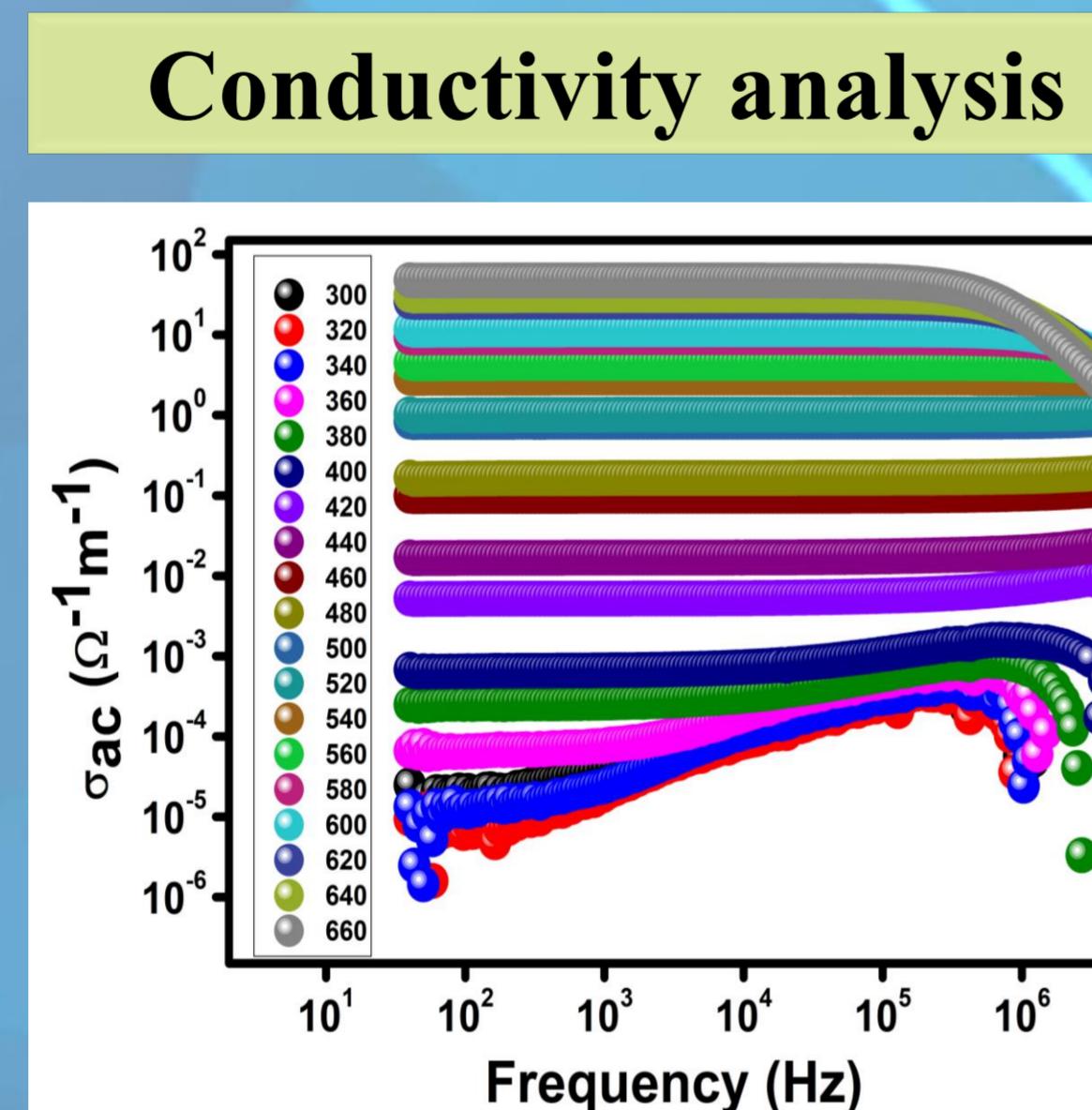
The X-ray diffractogram of the sample was recorded using an X-ray diffractometer (D8 Advance, Bruker), equipped with a CuK α radiation source ($\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$). The dielectric measurements were performed using an Agilent 4294 network analyzer, operating between 100 Hz and 1 MHz in a Cp-Rp configuration (capacitance in parallel with resistance) was used for these measurements.

X-ray diffraction



The identified Miller indices (hkl) (2 2 0) (3 1 1), (4 0 0), (4 2 2), (3 3 3) and (4 4 0) of the atomic planes confirm the formation of a single-phase cubic spinel structure with the space group Fd-3m for the compound according to (JCPDS Card No. 01-1121).

Parametrs	Values
χ^2	1.96
Space group	Fd-3m
a_{exp} (A°)	8.362 ₇
Volume (A°) ³	584.717 ₄
ρ_{th} (g cm ⁻³)	3,895 ₁
ρ_{exp} (g cm ⁻³)	5.297 ₂
P (%)	26,46
S (m ² g ⁻¹)	23597.37



T(K) behavior

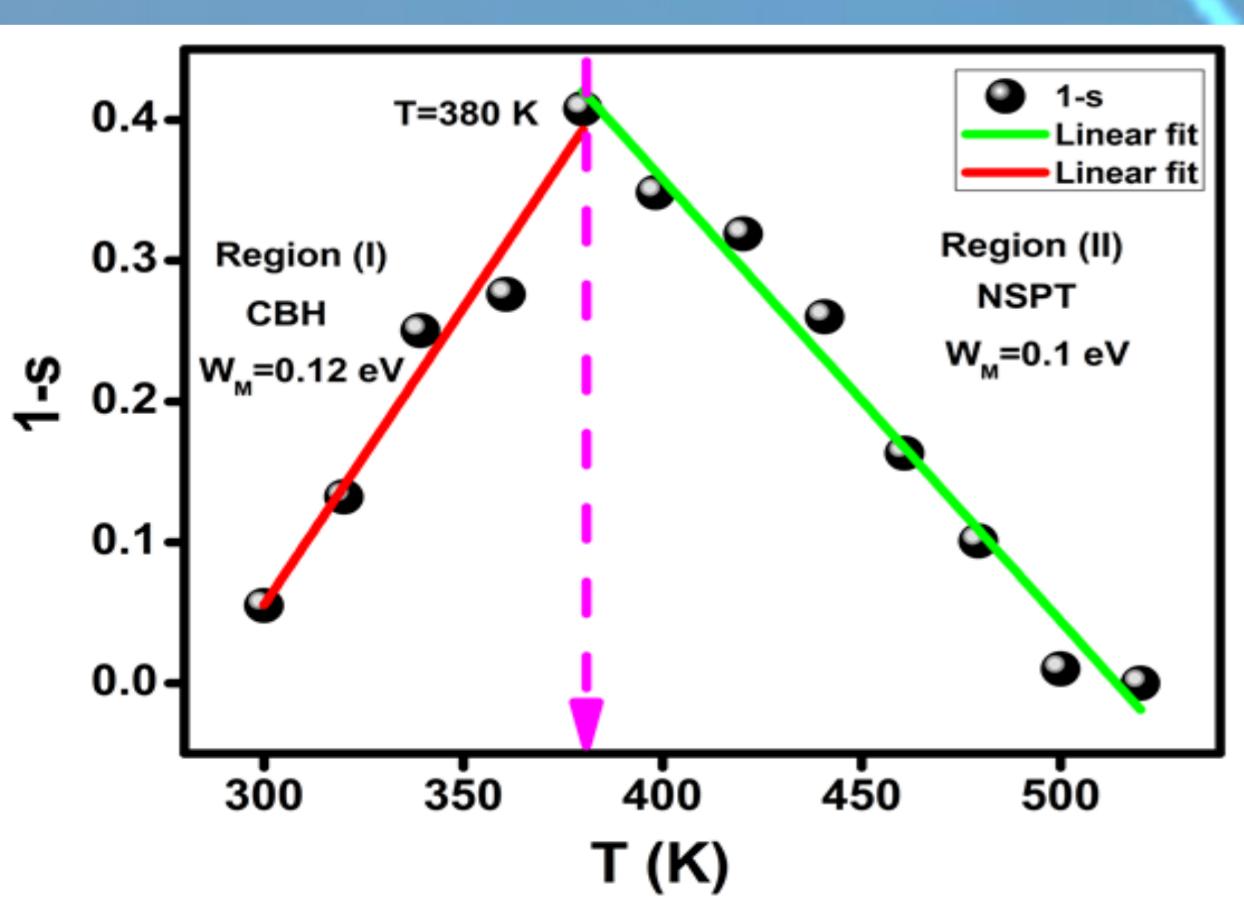
300-520 Semiconductor

$$\sigma_{\text{ac}}(\omega, T) = \sigma_{dc} + A\omega^s$$

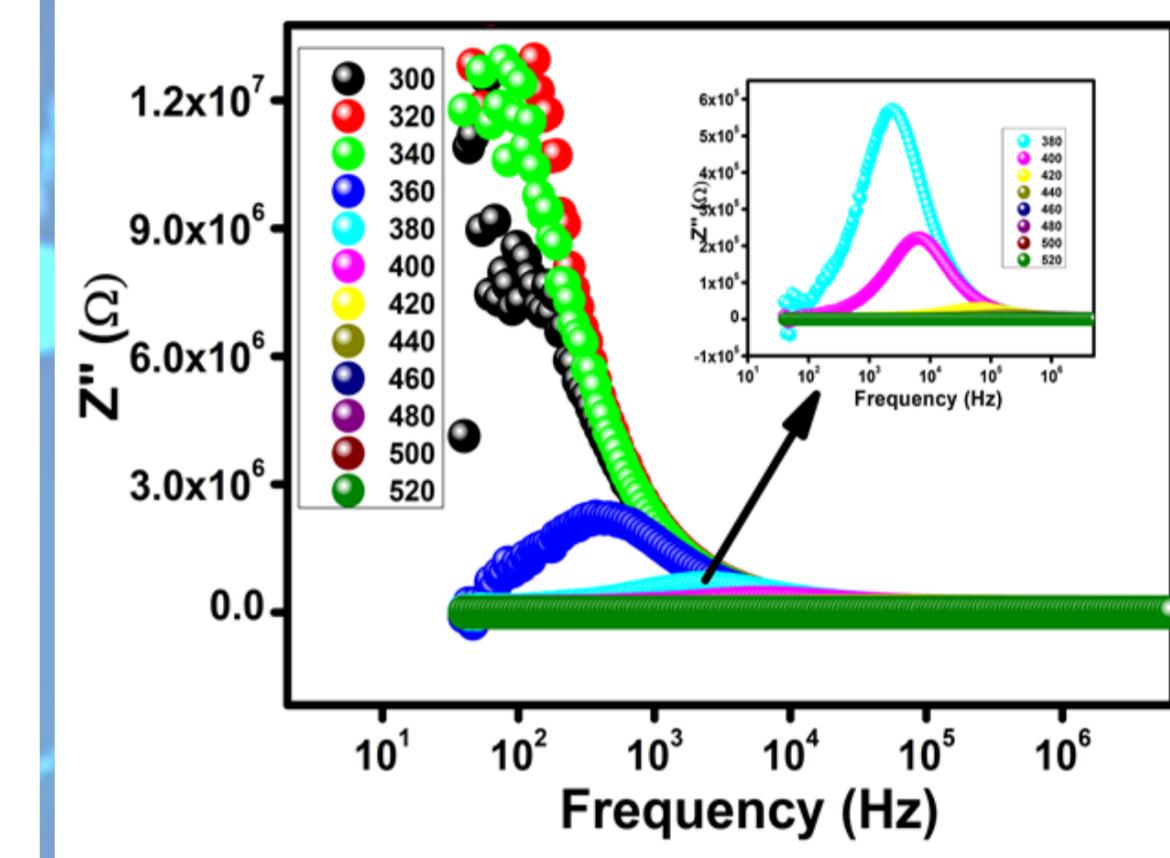
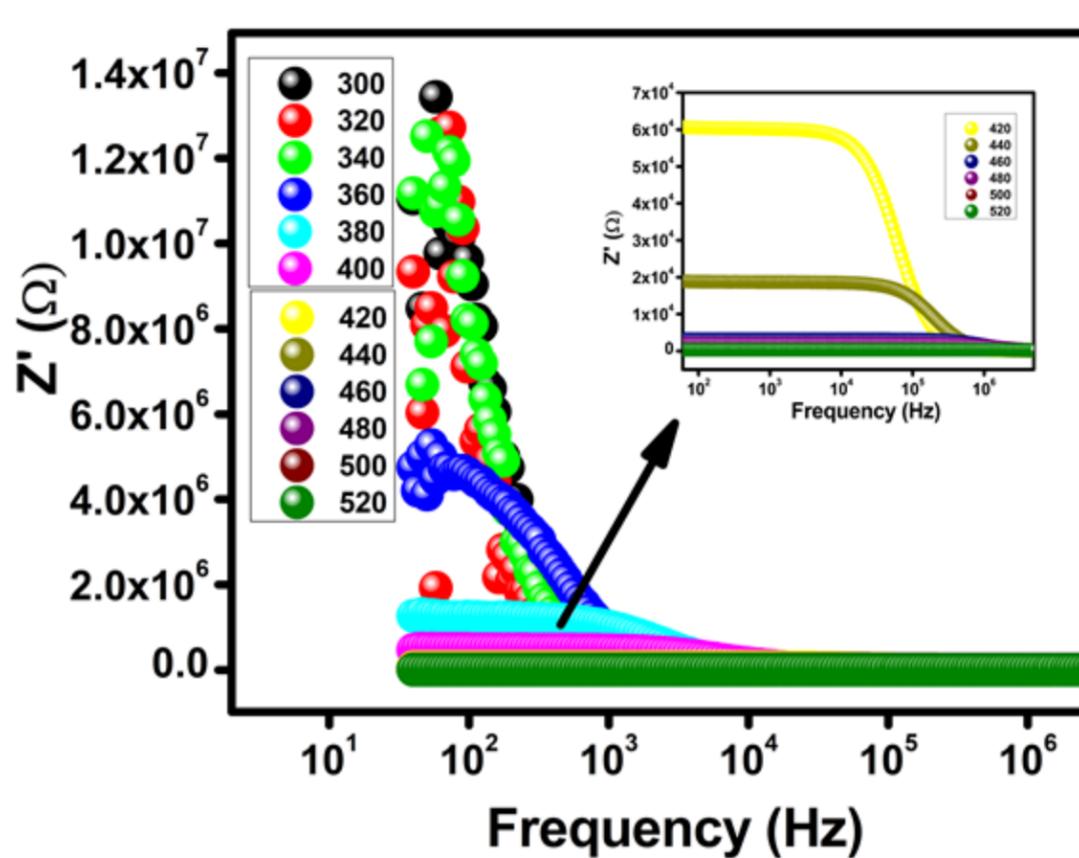
T(K) behavior

540-660 metallic

$$\sigma_{\text{ac}}(\omega, T) = \frac{\sigma_{dc}}{(1 + (\omega\tau)^2)}$$

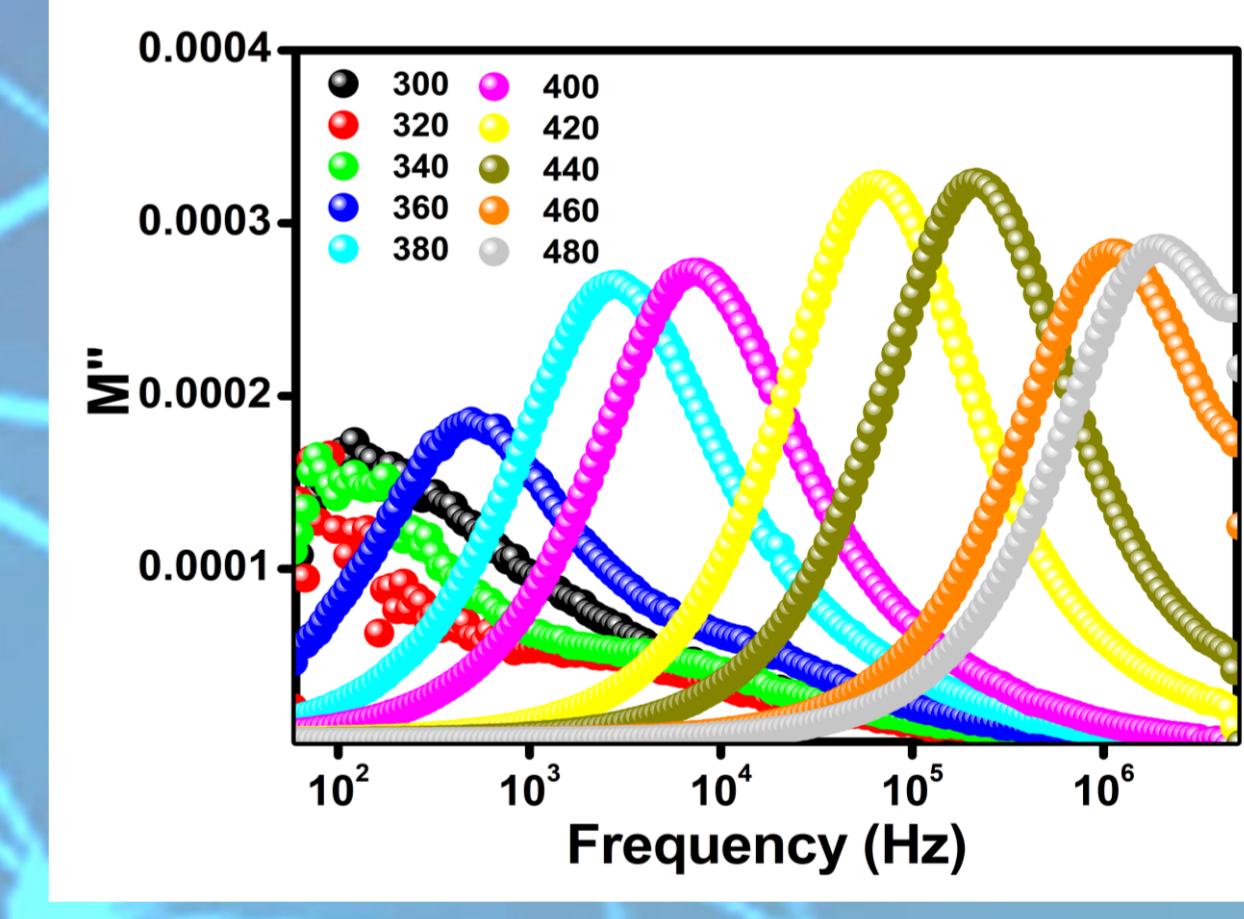
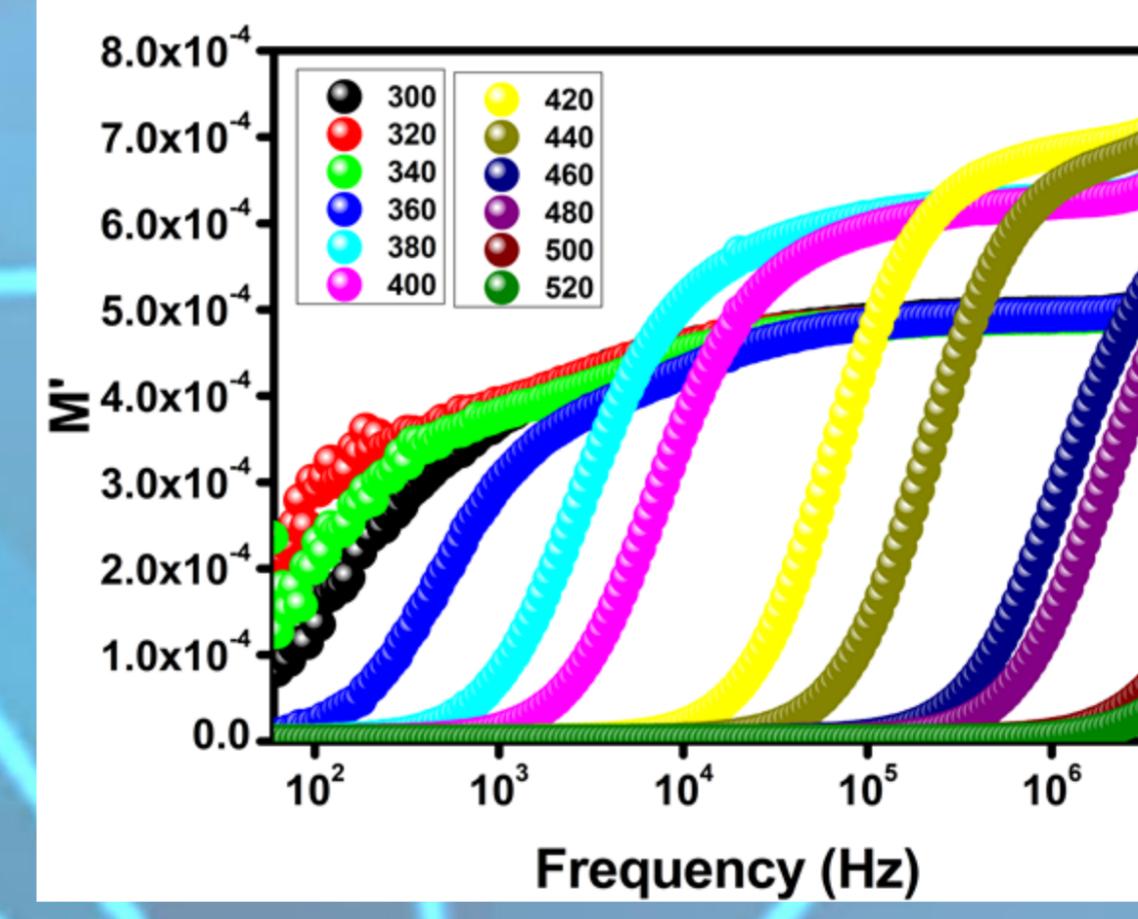


Impedance analysis



- The behavior of Z' can be explained by the release of space charges.
- The existence of a single peak of Z'' at a specific frequency for each temperature proof the existence of a single relaxation phenomenon

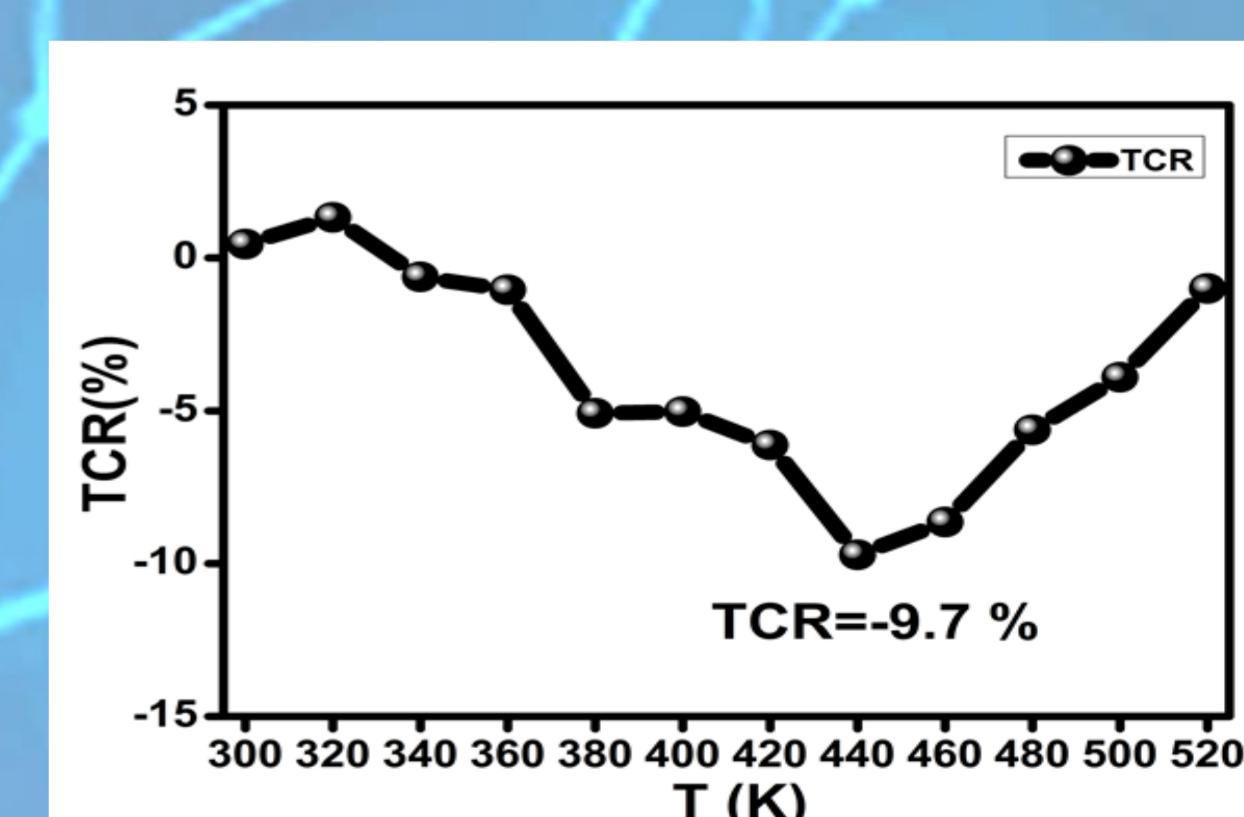
Modulus analysis



- At low frequencies the low value of M' indicates that the electronic polarization is negligible.
- The saturation of M' is a signature of a short-range conduction phenomenon.
- the peaks of M'' reflect a change in the dynamics of these charged species from long-range to short-range mobility.

E_a (eV)	Values
E_a σ	0.432
E_a Z''	0.442
E_a M''	0.443

TCR



Conclusion

$$\text{TCR } (\%) = \frac{1}{\rho} \left[\frac{dp}{dT} \right] \times 100$$

- $\text{Cr}_{0.5}\text{Fe}_{2.5}\text{O}_4$ nanoparticles were developed by the self-combustion method.
- XRD confirms that these synthesized spinel ferrites crystallize in a face-centered cubic structure.
- . the electrical behavior shows a semiconductor-metal transition at 540 K. Below this temperature, two types of electrical transport by CBH and NSPT are present in the compound and the thermal variation of Temperature coefficient of resistance shows that this sample is a good candidate for the application of bolometers.

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès

Ahmed Meissa

Ahmedou Mohamed Mahmoud Cheikh

Ahmed Sidibba

Abdellahi Aboubecrine

Boudy Bilal

Brahim El Khalil Mohamed

Cheikh Sidi Ethmane Kane

Chighali Ehssein



Comité Scientifique

Mohamed Abdellahi Lemine Kerim

Mohamed Ahmedou H'Meide

Lemrabott Habiboullah Elhavid

Menny Bah

Mohamed Vall Moulaye Abdella

Sareya Moustapha Ghreib

Sidi Mohamed Ahmed Ghaly

Teyeb Mohamed Mahmoud



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès



الجمعية الموريتانية
للفيزياء
المؤتمر الدولي الأول

Comité d'organisation

Eya Mhamed

Ousmane Ly

Ahmed Sidabba

Mohamed Abdellahi Ami

Yacoub Diallo

Mohamed Ahmedou H'Meide

Hemedi Abdellahi Hemedi

Cheikh Mohamed Samba Vall

Abderahim Moujtaba

Issa Heda

Mohamed El Mamy Mohamed Mahmoud



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès



الجمعية الموريتانية
للفيزياء
المؤتمر الدولي الأول

La Commission de Supervision

Dah Ahmedou Memoune

Rabia Yahya

Brahim El Khalil Mohamed Khalil



كلية العلوم و التقنيات
FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES

SOCIÉTÉ MAURITANIENNE DE PHYSIQUE

1^{er} Congrès



الجمعية الموريتانية
للفيزياء
المؤتمر الدولي الأول

Au revoir

إلى اللقاء