



Google Meet

ATTESTATION DE PARTICIPATION

3^{ème} SEMINAIRE NATIONAL ARCHITECTURE ET INGENIERIE DES VILLES

Tlemcen le 11 Octobre 2025

Le président du séminaire atteste que :

Assas Taqiyeddine Faculté des Sciences et Technologies, Université de Biskra, Algérie

Bourezane Messaoud Faculté des Sciences et Technologies, Université de Biskra, Algérie

Chenafi Madjda LAHE Laboratory, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Biskra, Algérie

Seyfeddine Benabid LARHYSS Laboratory, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Biskra, Algérie

a (ont) participé au 3^{ème} séminaire national architecture et ingénierie des villes organisé par la Startup Pedagogic and Scientific Conferences and Publications Tlemcen en collaboration avec la Maison des Universitaires pour l'édition, l'imprimerie et la diffusion Tlemcen ainsi que de la Maison Ettachfinya Etilimsania pour l'édition, l'imprimerie et la diffusion Tlemcen qui s'est tenu le **11 Octobre 2025 à Tlemcen** par une communication orale intitulée :

Strain-Based FEM for Porous FGM Plate Analysis



Le président du séminaire



La présidente du comité scientifique



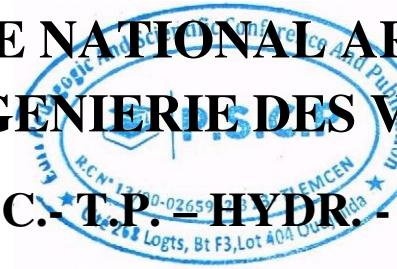
Le président du comité d'organisation

3^{ème} SEMINAIRE NATIONAL ARCHITECTURE ET INGENIERIE DES VILLES

P.S.C.P



Google Meet



ARCHI. - G.C.- T.P. – HYDR. - G.T.U. – URBA.



ETTACHFINYA EТИLIMSANIA
Edition Imprimerie
Diffusion

(Webinaire Tlemcen le 11 Octobre 2025)

Avec édition de livre scientifique collectif avec ISBN

Appel à communication et à participation orale ou avec un poster

Séminaire organisé par la Startup Pedagogic and Scientific Conferences and Publications Tlemcen, la Maison des Universitaires pour l'édition, l'imprimerie et la diffusion Tlemcen, la Maison Ettachfinya Etilimsania pour l'édition, l'imprimerie et la diffusion Tlemcen et en collaboration avec le Dr. Mohammed Chihab SELKA
Enseignant au Département d'Architecture de l'Université de Tlemcen

Président du Séminaire :

Dr Mohammed Chihab SELKA (Tlemcen U.)

Comité d'organisation :

Dr. Mohammed El Amine KASMI (Tlemcen U.)
Dr. Wafaa GHAFOUR (Tlemcen U.)
Dr. Mohamed RAHMOUNE (Tlemcen U.)
Prof. Abdelkader DJEDID (Tlemcen U.)
Dr. Nawal BENABDELKADER (Tlemcen U.)
Dr Mohammed Abdelghani Missoum (Tlemcen U.)
Dr Taha Amine TERKI HESSAINE (Tlemcen U.)
Dr Lahcen KHATTABI (Tlemcen U.)
Dr. Maliha MALTI (Tlemcen U.)
Dr. Lotfi BENADDA (Tlemcen U.)
Dr. Said BOUSMAHA (EPAU Alger)
Dr. BEZIH Kamel (Batna 2 U.)
Dr. REZAIGUIA Nouha (Skikda U.)
Dr. Amina BELBACHIR (USTO)
Dr. Walid YAHIAOUI (Blida 1 U.)
Dr. HADJI Ilhem (Mostaganem U.)
Dr. Mohammed ABOU (Adrar U.)
Dr HASSANI Nacera (Tizi Ouzou U.)
Dr. Benkechkache Imane (Oum El Bouaghi U.)
Dr. Nabila MEHALAINE (Constantine 3 U.)
Prof. Messaoud AICHE (Constantine 3 U.)
Prof. Taieb KHENOUCHA (Constantine 3 U.)
Prof. Nadia CHABI (Constantine U.)
Prof. Djamel ALKAMA (Guelma U.)
Dr. Moussadek BENABBAS (Biskra U.)
Dr. Hamida BENCHEIKH (Laghouat U.)
Prof. Djamel CHABANE (Bejaia U.)
Prof. Samira DEBACHE (Constantine U.)
Dr. Nacima HACINI (Annaba U.)
Dr. Lemya KACHA (Batna U.)
Dr. Said MADANI (Setif U.)

Comité scientifique :

Dr. Khadidja El Bahdja BENSAFI DJABBAR (Tlemcen U.)
Dr. Imene Hasna OUSSADIT (Tlemcen U.)
Prof. Karim HAMDAOUI (Tlemcen U.)
Prof. Abdessamad ALILI (Tlemcen U.)
Dr. Nadia BOUDALIA (Tlemcen U.)
Dr. Souad BENHCHILIF (Tlemcen U.)
Dr. Karima DJEBAR (Tlemcen U.)
Dr. Somia KHERBOUCHE (Tlemcen U.)
Dr. Nadia MOULAY (Tlemcen U.)
Dr. Fatima Zohra MEKHOLOUFI (Tlemcen U.)
Dr. Nawal BENMICIA (Constantine 3 U.)
Dr. BOUDJEMIA Fazia (Tizi Ouzou U.)
Dr. Abderahmane MOULAY (Adrar U.)
Dr. LIFA Assia (Constantine 1)
Dr. Ikram HADJI
Dr. KHEDDACHE Lynda (Boumerdes U.)
Dr. Ahmed FRIH (Bechar U.)
Dr. Kaghouche Mehdi (Oum El Bouaghi U.)
Dr. DJIDAR Fatima Zohra (Mascara U.)
Dr. Imane KECHACHA
Dr. KEDISSA Chahrased (Oum El Bouaghi U.)
Dr. Mohammed GHERBI (Tebessa U.)
Dr. Adra ALI-KHODJA (Constantine U.)
Dr. Fatima Zohra BABA HAMED (Oran U.)
Dr. Riadh BENNAI (Khemis Meliana U.)
Dr. Khedidja BOUFENARA (Constantine U.)
Prof. Zohra DAHOU (Bechar U.)
Dr. Naïma FEZZIOUI (Bechar U.)
Dr. Samya HACHEMI (Biskra U.)
Dr. Samir LAOUEDJ (Sidi Bel Abbes U.)
Prof. Aissa MAHIMOUD (Constantine 3 U.)

Dr. Ahmed MANSOURI, (Bejaia U.)
Dr. Hadj MILOUA (Mascara U.)
Dr. Farid RAHAL (Oran U.)
Dr. Badreddine YOUSFI (Oran U.)
Prof. Noureddine ZEMMOURI (Biskra U.)
Dr. Assoule DECHAICHA (Guelma U.)
Dr. Thamazgha HADDADI (Tizi Ouzou U.)
Dr. Imen BENDJEMILA (Constantine 3 U.)
Dr. Mourad AIT TALEB (USTHB)
Dr Meriem SEGHIRI-BENDJABALLAH (CRAT)
Dr. Salim SAFIDDINE (Medea U.)
Dr Abdallah Yacine RAHMANI (Msila U.)
Dr. Zakaria BOURAOUI (Biskra U.)
Dr. Rim Amina SAOULI (Annaba U.)
Dr. Salima SAOUCHI (Msila U.)
Dr. Aissa BENHAMMADA (Om El Bouaghi U.)
Prof. Leila Abbas MANSOUR (USTHB)
Dr. Akila BENBOUAZIZ (Batna 1 U.)
Dr. Camellia Kheira NEHAR (Djelfa U.)
Dr. Hana MEDAREGNAROU BOUBIR(Batna1U.)
Dr. Lamia MEZHOUD (Constantine 1 U.)
Dr. Karim IKHLEFHOUM (USTHB)
Dr. Ratiba BAOUALI (USTHB)
Dr. Feriel MEKKI (Annaba U.)
Dr. Nassim KERNOU (Bejaia U.)
Dr. Malika OUZIR (M'sila U.)
Dr. Fouzia BOUABDALLAH (Oum El BouaghiU.)
Dr. Mustapha AKACEM (Adrar 1 U.)
Dr. Belkacem TAKHI (Laghout U.)
Dr. Nabila BOUALLA (USTO)
Dr. Aboubaker BOUKHELKHAL (Laghout U.)
Dr Mustapha AKACEM (Adrar U.)
Dr AMIR Amar (Bejaia U.)
Dr. BACHA Nesrine (Alger 1)
Dr. OUCHENANE Meriem (Om El Bouaghi U.)
Dr. Ibtissam DAFRI (Jijel U.)
Dr. Fazia Boudjemia (Tizi Ouzou U.)
Dr. Meriem MADHOUI (Biskra U.)
Dr. Sihem RAMOUL (Batna U.)
Dr. SAIDOU Ali (ENS Bouzaréah)
Dr. Shaima SABRI SAYED ELLEITHI(Batna U.)
Dr. BENKOULA Sidi Mohamed El Habib (USTO)
Dr. BENFERHAT Tina (ENS Bouzaréah)
Dr. Maya BENOUMEJDJADJ (Oum El Bouaghi U.)
Dr Radja BOURAHLI (Constantine 3 U.)
Dr. BOUDINA Tounisia (Bejaia U.)
Dr. Imane SFAKSI (Alger 1 U.)
Dr. Asma FEMMAM (Alger 1 U.)
Dr. SEKKOUR Hamida (Bejaia U.)
Dr. Nazaia LAOUISSI (Annaba U.)
Dr. Mehdi BENZAID (Mila CU)
Dr. HAOUARI Souad (Constantine 1 U.)

Prof. Hayet MEBIROUK (Constantine 3 U.)
Dr Nadia REDJEL (Annaba U.)
Dr. Hassib REHAILIA (Annaba U.)
Dr. Bernia ZEHIQUA (Constantine U.)
Dr. Soufiane BOUKARTA (Blida 1 U.)
Dr. Said BELDJILALI (Mostaganem University, Algeria)
Dr. Kahina MEDDAHI (Tizi Ouzou U.)
Dr. Chahrazed KEDISSA (Constantine 3 U.)
Dr Fatma-Zohra HARIDI (Guelma U.)
Dr. Brahim DJEBNOUNE (Tebessa U.)
Dr. Zohra BOUNOUARA (USTO)
Dr Hamza SOUALHI (Laghout U.)
Dr. Mokhtaria CADY (Ghardaïa U.)
Dr. Naouel ROUAIBIA. (Annaba U.)
Dr. Mouloud CHAABI (Sétif 1 U.)
Dr. Dalel MEDJELEKH (Annaba U.)
Dr. Driss DJAFARI (Adrar U.)
Dr. Amina NAIDJA (Om El Bouaghi U.)
Dr. Wahiba BOUCHAMA (ENSB)
Dr. Nedjima MOUHOUBI-MEKBEL (Bejaia U.)
Dr. Yasmine AGGOUNI (Tizi Ouzou U.)
Dr. Hachem CHAIB (Ouargla U.)
Dr. Azzeddine CHETTIH (Laghout U.)
Dr. Salah CHAOUI (Annaba U.)
Dr. Nouria KAID (USTO)
Dr. Nadia FEMMAM (Biskra U.)
Dr. Amar BENYAHIA (Blida 1 U.)
Dr. Youcef OUKKAS (ENSB)
Dr Sami ZERARI (Biskra U.)
Dr. Feriel Kheira KEBAILI (CRE Annaba)
Dr. CHIKHI Ali (Sétif 1 U.)
Dr Houria CHOUPAF(Constantine 3 U.)
Dr. Ali BOULEMAREDJ (Annaba U.)
Dr. Abdelhak DERRAS (Oran 1)
Dr. Souad KHERBACHE (Bejaia U.)
Dr. Mourad AIT TALEB (ENS Bouzaréah)
Dr. HAMDENE Lynda (USTHB)
Dr Aicha REMIL (Mascara U.)
Dr. BEN FERHAT Tina (ENS Bouzaréah)
Dr. BADACHE Halima (Biskra U.)
Dr. HENDEL Malek (USTO)
Dr. MAZOUZ Fatima (USTO)
Dr. LAOUES Souad (Tizi Ouzou U.)
Dr. Radja Maya BOURAHLI (Constantine 3 U.)
Dr. Amina YAHIA (Oum El Bouaghi U.)
Dr. BOUCHRAKI Faiza (Bejaia U.)
Dr. Meriem BENMECHICHE (Constantine 3 U.)
Dr.DRIS MEGHNOUS Zahia (Constantine 3 U.)
Dr. Badr Eddine BOUMALI (Constantine 3 U.)
Dr. Nadjia BENALI (EAPU Alger)
Dr. KASSAH LAOUAR Ines (Oum El Bouaghi U.)

Axes de communications:

Architecture

Architecture et technologie / architecture écologique/ restauration et réhabilitation des bâtiments / architecture et projet urbain/ confort lumineux, thermique et acoustique / corps d'état secondaire CES

Génie Civil et Travaux Publics

Géotechnique / matériaux de construction / structures / équipement de la construction /voies et ouvrages d'art

Hydraulique

Ressources en eau / hydraulique urbaine / ouvrages hydrauliques / science de l'eau et de l'environnement / aménagement hydraulique / irrigation et drainage/ traitement et épuration des eaux / plomberie



Urbanisme et GTU

Aménagement du territoire / aménagement urbain / aménagement rural / écologie urbaine et environnement / économie urbaine/ planification et instruments d'urbanisme / droit d'urbanisme / gestion de la ville/ ville et risques/ géomatique pour la maîtrise des territoires / S.I.G.

Dates importantes:

04/10/2025 Dernier délai pour envoyer les résumés (Format : Word 2003 / Titre de la communication : Taille 14 ; Police : Time New Roman ; Gras / Nom et prénoms des auteurs : Taille 12 ; Police : Time New Roman ; Gras et italique / Affiliation des auteurs (grade, département, faculté, université et laboratoire) : Taille 12 ; Police : Time New Roman ; italique /Contacts des auteurs: Numéro de téléphone et adresse e-mail / Texte du résumé de la communication : Taille 12 ; Police : Time New Roman ; Interligne : 1,5 / Mots clés : 3 à 5

06/10/2025 Notification d'acceptation

06/10/2025 au 10/10/2025 Paiement des frais de participation et envoi des posters (Format A0 le choix du graphisme est libre)

10/10/2025 Confirmation de participation et envoi du programme

11/10/2025 Tenue du séminaire à distance (google meet)

11/12/2025 Envoi des articles (Format : Word 2003 / Titre principal Time New Roman 14 Gras / Titres (Introduction, problématique et hypothèses, méthodes et outils, résultats et discussions, conclusion et références) Time New Roman 12 Gras / Texte : Time New Roman 12)

Langues du séminaire :Arabe, Français et Anglais

Contacts :

Adresse mail: maisonuniversitaires@gmail.com

(Supprimez le vide dans l'adresse mail)

Lien du séminaire : eurlpscpc.com/category/seminaires/

(Supprimez le vide dans le lien internet)

Tél : **0699133515**

Frais de participation:

Enseignants universitaires et chercheurs : 5000 DA

Doctorants: 3000 DA

Les frais couvrent l'attestation de communication, annonce et programme cachetés avec lien internet), attestation de publication (chaque article sera inséré comme chapitre dans un livre scientifique collectif), livre (avec lien internet) scientifique collectif avec ISBN et non pas un proceeding.

NB :

Chaque participant a le droit de participer avec 2 communications en première position

Seul le premier auteur est concerné par le paiement

Le participants au séminaire par communications orales ou posters ne sont pas obligés de postuler pour les livres scientifiques collectifs (l'envoi des articles complets)

La maison d'édition se chargera de mettre les articles dans le template

Les étrangers ne sont pas autorisés à participer au séminaire

3ème SEMINAIRE NATIONAL ARCHITECTURE ET INGENIERIE

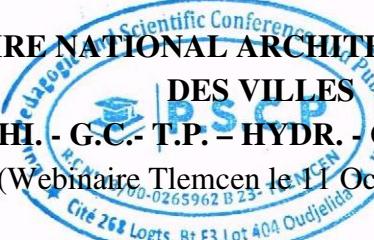
DES VILLES

ARCHI. - G.C. - T.P. - HYDR. - G.T.U. - URBA.

(Webinaire Tlemcen le 11 Octobre 2025)



Google Meet



ETTACHFINYA ETILMSANIA
Edition Imprimerie
Diffusion

PROGRAMME

Ouverture du séminaire par le Président 8h30-9h00

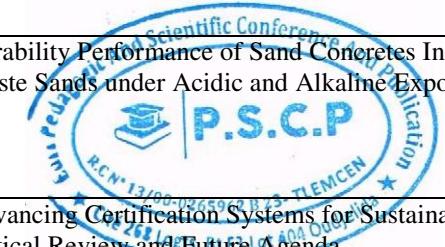
Atelier 1 :

Nom et prénom	Intitulé	Horaire
HIJAZ Tarik Khaled ARIBI Chouaib KENOUCHE Salim FAHEM Noureddine	The epoxy matrix with filler reinforces graphite waste	09h00-09h15
Souad Laoues Sabiha Timhadjelt	Du captage à la cité : Etude et cartographie du système hydraulique de Saldae (Bejaia antique, Algérie)	09h15-09h30
NAILI Khouloud,	La valorisation numérique du patrimoine architectural en Algérie : Le cas de la mosquée Abu Marwan à Annaba	09h30-09h45
Meriem Naimi- Ait-Aoudia	Évaluation des stratégies de préservation de l'eau en conditions de sécheresse : vers un indice de surcharge de la WRCC pour une planification urbaine durable	09h45-10h00
Saad Abdelmounaim Benameur Hocine Siad Mohamed Lachemi Youcef Houmadi	Amélioration de la Microstructure et des Propriétés de Transport des ECC par l'Utilisation de Pouzzolane Naturelle	10h00-10h15
HOCINE Malika	La réutilisation des monuments historiques : une alternative durable à la conservation	10h15-10h30
Kawther BENHADJI SERRADJ TURKI HASSAINE Taha, E.A BENMANSOUR Abdelhalim BENHADJI SERRADJ Nasreddine	Renewable Energy Integration in Hydraulic Infrastructure: A Pathway to Sustainable Agricultural Development in Algeria	10h30-10h45
Benseghir Abderrahmane Toufik Karec	Numerical Evaluation and Comparison of 2D Approaches for Analyzing the Behavior of Dam Foundations Reinforced by Stone Columns	10h45-11h00
Aïcha Bibimoune Samia Chergui	Identifier la provenance de marbre blanc des palais ottomans d'Alger : l'archéométrie au service de la restauration du patrimoine architectural	11h00-11h15
BEN FERHAT Tina SAIDOU Ali Faiza Abbas	« Consommation d'espace et dynamiques d'urbanisation : le cas du Grand Blida et de la plaine de la Mitidja »	11h15-11h30
SAID SIHAM	Sustainability of Earthen Architecture Case study: kesour Adrar	11h30-11h45
Abdessamade Mendli Hichem Rakib Sebbagh Sid Ahmed Bekhti Anis Abidelah Abdelhamid Bouchair	Caractérisation mécanique du comportement des assemblages de type couvre joint	11h45-12h00
Séance Débat		12h00-12h30
Pause déjeuné		12h30-13h00
Hichem Rakib SEBBAGH Sid Ahmed BEKHTI Abdessamade MENDLI Abdelhamid BOUCHAIR Anis ABIDELAH	Évaluation de la rigidité d'assemblages boulonnés renforcés sous chargement cyclique	13h00-13h15
Aidoud Assia Bencheikh Messaouda Boukour Salima Belachia Mouloud	Reinforced concrete beams containing recycled waste: bibliographic study of simple bending behavior	13h15-13h30

Bahloul Ouassila		
Bidjad Arigue Khaled Mansouri. Soumia Rahmani Leila SRITI	Ventilated Mask Walls as a Passive Cooling Design Approach: Insights from André Ravereau's Neo-Vernacular Housing in the M'Zab Valley, Algeria	13h30-13h45
Hassiba Baghzim	Shear Strain Variation Along the Dike	13h45-14h00
Sebti Moufida Boukhabla moufida Alkama Djamel	Morphologie urbaine et conditions microclimatiques d'une place publique : une étude de la ville de Biskra	14h00-14h15
Bouhafsi Siddiq Benyagoub Meriem Bessedik Madani Abdelbaki Chérifa	GOUVERNANCE LOCALE ET GESTION DE L'EAU : LE ROLE CLE DE L'INGENIEUR DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DANS LA VILLE DE TLEMCEN	14h15-14h30
Hamida Sekkour Tounisia Boudina	Analyse comparative des formulations en déformation et en déplacement appliquées à la modélisation des structures en coques	14h30-14h45
Sara NEDJAHİ Mohamed Amine KHADRAOUI Sara KHELİL	Evaluation of Thermal Comfort in Collective Residential Housing: Occupant Perceptions and Experiences	14h45-15h00
Bidjad Arigue Sana Mekki Khaled Mansouri Soumia Rahmani Leila SRITI	Innovative Vernacular Cooling in Architecture: Insights from Neo-Vernacular Dwellings in Algeria's M'Zab and Oued Righ Valley.	15h00-15h15
Benyagoub Meriem Bouhafsi Siddiq Chiboub Fellah Abdelghani Bouchnak Kheladi Racha Majda Benadda Lotfi Cherif Lamia Guellil Fatima Zohra	PURIFICATION PERFORMANCE OF THE NATURAL LAGOONING SYSTEM OF SIDI SENOUSSI (TLEMCEN)	15h15-15h30
Sara NEDJAHİ Sara KHELİL Mohamed Amine KHADRAOUI	Parametric Multi-Objective Design for Improving Thermal Comfort in Individual Housing	15h30-15h45
Mohamed Amine KHADRAOUI Sara NEDJAHİ Sara KHELİL	Optimizing Thermal, Daylight, and Acoustic Performance in Collective Housing Through Parametric Design and Assessment	15h45-16h00
Mohamed Amine KHADRAOUI Sara NEDJAHİ Sara KHELİL	From Skin to System: A Parametric Evaluation of Façade Materials and Thermal Behavior in Collective Residential Design	16h00-16h15
Asma Femmam Nadia Femmam Chetouh Sirine Matsa Nesrine Imene	Passive Strategies and Sustainability: The Contribution of the Date Palm in Traditional Housing in Desert Environment	16h15-16h30
Séance Débat		16h30-17h00

Atelier 2 :

Nom et prénom	Intitulé	Horaire
DERFOUF Semcheddine Sara NEDJAHİ	Valorization of Alfa Fibers in the Production of High-Performance Thermal Raw Earth Bricks	09h00-09h15
DERFOUF Semcheddine Sara NEDJAHİ	Towards Sustainable Thermal Insulation: Assessing Biocomposites' Impact on Occupant Comfort	09h15-09h30
Izemmouren Ouarda Bezaou Ferdous	Sustainable Valorization of Red Brick Waste in Lime-Based Earthen Mortars	09h30-09h45
KHERBACHE Souad BOUZIDINedjima TAHIR Mekki	Performance of concrete and mortars in the face of variations in temperature and humidity	09h45-10h00
Sana MEKKI Bidjad ARIGUE Khaled MANSOURI Rima BOUKERMA Leila SRITI	The Vernacular Mosques of Djebel Ksour: Heritage Value and Challenges of Recognition and Preservation	10h00-10h15

REZAIGUIA Nouha HEBHOUB Houria Nedjma Meziani DJEBRI Noura Said Berdoudi	Durability Performance of Sand Concretes Incorporating Ceramic and Brick Waste Sands under Acidic and Alkaline Exposure 	10h15-10h30
Smaili imene Chebaiki- Adli Leila	Advancing Certification Systems for Sustainable and Resilient buildings: A Critical Review and Future Agenda.	10h30-10h45
Meryem BELADJILA Rania GHRIEB Atef AHRIZ Soufiane Fezzai	The 15-Minute City: Between Urban Planning Innovation and Historical Continuity	10h45-11h00
Tounisia Boudina Hamida Sekkour	Vers des structures hybrides : apport des façades photovoltaïques dans la rénovation durable d'un bâtiment d'enseignement	11h00-11h15
Tounisia Boudina Hamida Sekkour	La ville inclusive et résiliente : stratégies d'adaptation face au risque sismique	11h15-11h30
Hamida Sekkour Tounisia Boudina	Développement d'un élément fini innovant dédié aux structures courbes	11h30-11h45
MANSOURI Khaled Bidjad Arigue MEKKI Sana SRITI Leila	Ecological Building Materials: A pathway to Energy Efficiency and Sustainable Architecture	11h45-12h00
Séance Débat		12h00-12h30
Pause déjeune		12h30-13h00
Hichem Alioui Abderrachid Boumaz Hamdi Oualid Mahieddine Imed Guehlouz	The Potential for Using Blast Furnace Slag and Glass Powder in the Production of a New Alternative Binder to CP Called Geopolymers.	13h00-13h15
Imed Guehlouz Ahmed Abderraouf Belkadi	Comparative Rheological Analysis of Control and Polypropylene Fiber-Reinforced Concrete: A Time-Dependent Study	13h15-13h30
Slimane ZIAD Imane BENOUDJAFER Ibtissam BENOUDJAFER	Enhancing Building Energy Efficiency in Saharan Regions: Insights from a Teachers' Room Case Study	13h30-13h45
Aidoud Assia Bencheikh Messaouda Boukour Salima Belachia Mouloud Bahloul Ouassila	Reinforced concrete beams containing recycled waste: bibliographic study of simple bending behavior	13h45-14h00
Sami ZIANE Mehdi BENZAID Mohammed Rissel KHELIFA	Use of eco-friendly construction materials for making green concrete	14h00-14h15
AFRA Abdallah Hadjila Othman AFRA Kamal	A Review of Rainfall-Runoff Modeling Practices and Challenges	14h15-14h30
Leila Benchaiba Abderzak Moussouni Amer Zeghmar	Influence des précipitations directes sur la surface du réservoir dans la prévision des apports journaliers par Random Forest : cas du barrage de Beni Haroun (Algérie)	14h30-14h45
DJEBRI Noura RAHMOUNI Zine El Abidine REZAIGUIA Nouha	THE EFFECT OF USING GLASS POWDER WASTE IN THE FORMULATION OF SELF-COMPACTING CONCRETE EXPOSED TO HIGH TEMPERATURES	14h45-15h00
Meriem BENMECHICHE Ines KASSAH LAOUAR Souad BELHANNACHI Laila BENNACER Abdelkader BENBABA	What Role for the Public Sector in Public Transportation in the New Town of Ali Mendjeli, CONSTANTINE?	15h00-15h15
Rihab TAGUEMOUNT Ayoub ZEROUAL Mohamed MEDDI	Review for the Probable Maximum Flood (PMF) Estimation Methods: Perspectives for Hydraulic Structure Safety in Mediterranean Basins	15h15-15h30
Mohamed Lakhder GUESMI	Using locally sourced crumb rubber and discarded plastic bottles to modify asphalt mixtures for enhanced rutting resistance	15h30-15h45
Mohammed OUALI Mahfoud TOUHARI	STUDY OF THE INFLUENCE OF BEAM SPAN LENGTH ON THE STRUCTURAL RESPONSE MODIFICATION	15h45-16h00
Meriem Zerdia	ETUDE NUMÉRIQUE 3D DES MOUVEMENTS DE SOL INDUITS PAR LE	16h00-16h15

Rafik Demagh	CREUSEMENT DE TUNNELS JUMEAUX	
AMINA HAOUCHE	From Regulation to Transformation: Rethinking Architectural Practice in Algeria	16h15-16h30
Séance Débat		16h30-17h00

Atelier 3 :

Nom et prénom	Intitulé	Horaire
Akila Benbouaziz Khalissa Hamel Djamel Alkama	Urban Sprawl and its Impact on Fragile Rural areas: The Case of Menaa in the Aurès Region of Algeria.	09h00-09h15
Cady. Mokhtaria Hariz Ameur Houdjedje Hammou	ANALYSIS OF MATERIALS AND PROCESSES FOR THE REHABILITATION OF THE GHARDAIA MARKET PLACE.	09h15-09h30
Amina Yahia Khaled Naimi	Approche diagnostique et analyse de la gestion du service de balayage dans la ville d'Oum el bouaghi	09h30-09h45
Imane BOUALEM Samira HAOUI BENSAADA	Architecture écologique et cultures constructives sahariennes : potentialités des matériaux locaux pour une résilience durable	09h45-10h00
LAIFA Imene	Projet urbain résilient à Skikda : stratégies d'adaptation face aux risques climatiques et industriels	10h00-10h15
Madjid YAROU Messaoud HACINI	Current Evaluation and Management of Water Resources in the City of Touggourt	10h15-10h30
Ayat Errahmane REMADNA Kamel BEZIH Mohamed Saddek REMADNA Rafik DEMAGH	Reliability Analysis of Strip Footing Bearing Capacity in Spatially Variable Soils	10h30-10h45
Sid Ahmed BEKHTI Hichem Rakib SEBBAGH Mohammed ROUIBI Souad MALAB Nasr-Eddine BOUHAMOU	L'effet des ajouts sable et pouzzolane naturelle sur l'atténuation acoustique des blocs en terre crue BTC	10h45-11h00
Belhout Amira Oumnia BOUAMEUR	Aspects économiques de la construction de l'arc de Caracalla de Djemila : les besoins en matériaux rocheux, les contraintes d'approvisionnement et la durée du chantier.	11h00-11h15
BENZAID Mehdi ZIANE Sami BOUKOUR Salima BENMARCE Abdelazize	L'EFFECT DE LA HAUTE TEMPERATURE SUR LE COMPORTEMENT MECANIQUE DES BETONS AUTOPLACANTS	11h15-11h30
Hadjer BOUCHENAK KHELLADI, Hafida MAROUF, Zohra DAHOU	Béton autoplaçant bas carbone à partir de déchets recyclés : formulation et performances	11h30-11h45
ATTAR Abdelghani SARAOWI Selma MOHDEB Rachid MANSOURI Yacine	La Perméabilité Urbaine : un Levier pour la Qualité des Expériences Sensibles à Béjaïa	11h45-12h00
Séance Débat		12h00-12h30
Pause déjeuné		12h30-13h00
OUIDDIR Noura BOUDINA Tounisia	: Enjeux et stratégies pour adoption des pratiques d'écoconstruction et de pratique de transition écologique dans le secteur de logement en Algérie : Cas de programme de logement AADL.	13h00-13h15
Abdelouahed BRAHIMI	Étude de la performance épuratoire d'un lagunage aéré dans le traitement des eaux usées : cas de la STEP de Berriane (Wilaya de Ghardaïa)	13h15-13h30
Derrouiche Norhane Chiraz Benkara Mostefa Sirine Khadija Hachem Chaib	Contribution a l'Etude des caractéristiques mécaniques du béton géo-polymère à base de sable des dunes	13h30-13h45
Chaib Draa Tani Fayçal	Seismic signal processing for ground motion: the case of the February 2023 earthquakes in Turkey	13h45-14h00
HAMIDI Ahmed	Confortement de la rupture du talus situé sur le site du réservoir de 50 000 m ³ du lac des Oiseaux de la wilaya El Tarf	14h00-14h15

شبلی نورة	"الحكومة الحضرية في الجزائر ودورها في التنمية المحلية: الآليات والفاعلون"	14h15-14h30
KHELLAF Noureddine ACIDI Abdelhak	L'APPROCHE ÉCOSOPHIQUE DE L'URBAIN (Deep Ecology) Vers une nouvelle théorie de l'urbain	14h30-14h45
Hachimi Dahhaoui Abdeldjalil Zadjaoui Abdelghani Belbachir	Développement d'un outil numérique d'aide à la décision pour la prédition et le confortement des glissements de terrain	14h45-15h00
Hachimi Dahhaoui Youssoff Chalabi Abdeldjalil Zadjaoui Ilyes Hammoudi Ibrahim Bellal	Effet de l'incorporation de gypse recyclé sur les propriétés mécaniques et la durabilité des briques de terre stabilisées : application aux matériaux locaux de l'Ouest algérien	15h00-15h15
HEFFAF Salah Eddine HAMIDA Nadjla Samah	Djelfa, morphogenèse d'un organisme urbain : dynamiques de centralité et structures de permanence	15h15-15h30
Y. DOUAH A. ABIDELAH H.R SEBBAGH	ANALYSE DU COMPORTEMENT AU FEU D'UN TRONCON EN TE BOULONNE SELON L'EUROCODE 3	15h30-15h45
DOUIB Meriem MEBIROUK Hayet	Défis environnementaux et perspectives d'amélioration de la qualité du cadre de vie dans le quartier défavorisé d'El Djorf	15h45-16h00
Fenghour Abir Chetara Aïcha Fenghour Ahmed Qassim	Transformer l'espace urbain par la ville intelligente : vers un projet de paysage durable et de nouveaux modes de vie – Cas de Hamla à Batna	16h00-16h15
HadjiraSakhri YassineBada	Effect of thermal comforton pedestrian attendance in hot arid cities	16h15-16h30
Séance Débat		16h30-17h00

Atelier 4 :

Nom et prénom	Intitulé	Horaire
ELLALI Mokhtar	Stabilité des poutres nano-composites FG-CNT poreuses	09h00-09h15
OUABEL Houari	Etude numérique et paramétriques de l'essai pressiométrique au voisinage d'un talus	09h15-09h30
ASSIA REZEG	ETUDE QUALITATIVE DES EAUX DE LA NAPPE PHREATIQUE DANS L'OASIS D'OULED DJELLAL A BISKRA (SUD-EST DE L'ALGERIE)	09h30-09h45
OUABEL Houari	ETUDES NUMERIQUES DE LA CAPACITE PORTANTE D'UNE FONDATION SUPERFICIELLE SUR UNE PENTE	09h45-10h00
BELARBI FADILA BOUCHELKIA HAMID	ÉTUDE DE L'EFFET DES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES PARTICULES SOLIDES SUR LA COAGULATION FLOCULATION	10h00-10h15
Bezaou Ferdous Izemmouren Ouarda Khechai Abdelhak	Numerical study of the stacking sequence effect on the ultimate beam failure load and mechanisms	10h15-10h30
Bezaou Ferdous Izemmouren Ouarda	Impact of Dune Sand and Crushed Brick Waste on the Performance of Raw Earth Bricks	10h30-10h45
Assas Taqiyeddine Bourezane Messaoud Chenafi Madjda Seyfeddine Benabid	Strain-Based FEM for Porous FGM Plate Analysis	10h45-11h00
Assas Taqiyeddine Bourezane Messaoud Chenafi Madjda Seyfeddine Benabid	Finite Element Modeling of Functionally Graded Plates Using a Hybrid Membrane–Reissner-Mindlin Formulation with Drilling Rotation	11h00-11h15
Ahlem Kaouche	Un sol local délicat, toutefois couramment employé dans la fabrication de maçonnerie en Algérie.	11h15-11h30
Rania GHRIEB Meryem BELADJILA Atef AHRIZ Aissa GRIB	Sustainable Urban Planning: Improving Health and Quality of Life Through Green Space Integration	11h30-11h45
BELARBI FADILA BOUCHELKIA HAMID	Etude de L'opportunité de récupération d'énergie sur le transfert Beni Bahdel-Oran	11h45-12h00
Séance Débat		12h00-12h30

Pause déjeuné		12h30-13h00
Boulahya ibtissam Makani abdelkadir	Effet de la taille des granulats légers sur les propriétés mécaniques des éco-bétons auto-plâçants	13h00-13h15
Ikhlasse Kheira Asmouni Mohammed Mekki	Dynamic Response of Adjacent Structures Considering Soil-Structure Interaction	13h15-13h30
Rekia Zouini	Innovating with Waste: Stronger, More Sustainable Concrete Solutions	13h30-13h45
Mansour Azzeddine Batout Soumia	Integrated Flood Susceptibility Modeling and Risk Management Framework for the Wadi Boumerzoug Watershed, Algeria	13h45-14h00
Agaguenia Siham KessouriAbderahim	Gestion durable des nuisances sonores des équipements sportifs ouverts en milieu urbain : cas du stade Colonel Amirouche, Jijel, Algérie.	14h00-14h15
KHEZZANE Abdenour BENOUIIS Abdelhalim	Effet du dosage en ciment sur l'encrassement du béton drainant	14h15-14h30
CHOUILAL Lamia CHERGUI Samia	Patrimoine colonial hospitalier en Algérie : étude comparée de deux siècles de techniques constructives	14h30-14h45
CHOUILAL Lamia CHERGUI Samia	"Construire l'hôpital en Algérie coloniale (1930-1950) : entre rupture et perpétuation de la tradition constructive. Les cas de l'hôpital El Qadim à Adrar et du CPMC à Alger"	14h45-15h00
BOUDJERIOU Mehdi	« Les effets de l'introduction du tramway sur la configuration et la gestion des voiries à Oran : entre réorganisation urbaine et redéfinition de la mobilité»	15h00-15h15
BOUDJERIOU Mehdi	« Le rôle du tramway de Constantine dans le renforcement de l'offre de transport public et la transition vers une mobilité durable »	15h15-15h30
HAOUARI SOUAD	Les défis et enjeux du développement durable dans le pôle urbain RETBA Vers une intégration renforcée et un suivi efficace	15h30-15h45
MEGROUS Tassadit DJADOUF Samia FOUCHAL Fazia	Tem Microstructural Characterization of Plaster-Based Composite with Organic Material Using SEM	15h45-16h00
MERABET Yamina	L'urbanisation informelle côtière dans l'extrême nord-ouest algérien : origine et impacts	16h00-16h15
MERIBAI Amine Mehdi	Mobilité nocturne, activités et pôles attractifs durant le mois de Ramadan : cas de l'agglomération de Constantine	16h15-16h30
Séance Débat		16h30-17h00

Atelier 5 :

Nom et prénom	Intitulé	Horaire
Samia Mosteghanemi Fethi Hamzaoui Nesrine Elhouari	Intelligent IoT-Enabled Monitoring of Civil Infrastructure for Predictive Maintenance : A Literature Review	09h00-09h15
NAIT AMAR Nadra BOURAHLI Radja Maya ALIOUAT Lina	NOUVEAU REGARD SUR LES VILLES COTIERES : INTEGRATION DU TRANSPORT MARITIME ET DE L'URBANISME BIOPHILIQUE A STORA, SKIKDA	09h15-09h30
Amira Khalida OUBRAHAM Imane HARAOUBIA	Marcher vers la nature en ville : Influence de la qualité perçue des parcours piétons sur les pratiques de mobilité douce et la valorisation des espaces verts	09h30-09h45
OUICI Abdelbasset Abdessamed CHERIF TAIBA abdellah MAHMOUDI youcef BELKHATIR mostefa	EFFET DE LA MÉTHODE DE DÉPOSITION SUR LE COMPORTEMENT MECANIQUE DES TROIS SABLES	09h45-10h00
Rahma MESSAOUDI Ahmed KHENE	Prédiction de la Résistance d'un Béton Recyclé Exposé à Haute Température	10h00-10h15
Kernou Nassim Daanoune Nabil	Modeling of the shear test of timber-concrete connections by finite elements	10h15-10h30
Badreddine BOUMALI Abdallah LALMI Nedjwa ELAFRI	Vers des espaces publics adaptatifs : Intelligence artificielle et participation citoyenne dans la conception d'espaces urbains résilients - Retour d'expérience et perspectives d'innovation	10h30-10h45
Mansouri Lamia Haddadou Naiima Bouarroudj Radia	Sur les traces d'un édifice patrimonial méconnu : l'École Supérieure de Commerce d'Alger, témoin d'une histoire centenaire.	10h45-11h00
A. REZEG A. GHERBIA	QUALITY AND SUITABILITY OF SURFACE WATERS FOR IRRIGATION IN THE REGION OF BISKRA	11h00-11h15

Radia BOUARROUDJ	Influence Limitée du Coefficient de Biotope par Surface sur la Qualité de l'Air Urbain : Une Étude de Cas de Sept Ans à Blida, Algérie	11h15-11h30
Brahim. Benayed Miloud. Hemsas Mohamed. Hentri	Influence des irrégularités verticales de masse et de rigidité sur la réponse sismique des bâtiments en béton armé.	11h30-11h45
Somia KHERBOUCHE	Réalité virtuelle et confort visuel : un dispositif d'exploration et de conception des ambiances lumineuses	11h45-12h00
Séance Débat		12h00-12h30
Pause déjeuné		12h30-13h00
Sfaksi Imene Mezzerdi Toufik	Reconciling Reality and Recommendation: A Study of User Preferences for Exterior Views	13h00-13h15
Kamelia DAHMANI	Amélioration du confort thermique dans le bâtiment avec un nouveau matériau composite MCP	13h15-13h30
Chetara Aïcha Fenghour Abir Djaghrouri Djamilia	L'influence des façades végétalisées sur le microclimat urbain	13h30-13h45
Yasmine Bouleghebar Mohamed Bentchikou	Mortiers autoplaçants à base de verre recyclé : étude des propriétés mécaniques et de durabilité	13h45-14h00
Chikhi Ali	Étude thermo-hygrométrique de bétons isolants : expérimentation et simulation	14h00-14h15
LA R LAHLOU Selma LAOUISSI Nazihia	RÈGLE URBAINE, FONDEMENT DE LA VILLE	14h15-14h30
Sana DJEZZAR	L'impact des méthodes participatives sur le processus de développement urbain	14h30-14h45
Guerdouh Amal Naceur Farida Issad Sabrina	Le renouvellement urbain du quartier Bardo (Constantine): Entre amélioration spatiale et fractures sociales	14h45-15h00
BELEH SARA HATTAB SOFIANE MADANI HIND	L'analyse de la morphologie urbaine de la ville de Boudouaou (Wilaya de Boumerdès)	15h00-15h15
FECIH Abla HABI Mohamed MORSLI Boutkhil	L'irrigation économisatrice au niveau de la wilaya de Tlemcen	15h15-15h30
Kamelia DAHMANI Said MAKHLOUF	Elaboration et caractérisation d'un matériau biosourcé pour le stockage de l'énergie thermique dans l'enveloppe du bâtiment	15h30-15h45
FECIH Abla HABI Mohamed MORSLI Boutkhil	Efficacité des techniques traditionnelles d'aménagements des versants sur l'érosion au niveau de la région de Béni Snous	15h45-16h00
Abbou Mohammed Semcha Abdelaziz	Caractéristiques mécaniques et thermiques des briques de terre comprimées et stabilisées (BTCS) : Application des matériaux de la région de Timimoun.	16h00-16h15
Benkhedda Meriem	Ambiances et effets chromatiques des couleurs des céramiques Zianides, Tlemcen, Algérie	16h15-16h30
Séance Débat		16h30-17h00

Atelier 6 :

Nom et prénom	Intitulé	Horaire
BOUKERMA RIMA.	PROPOSITION POUR UNE COMMUNICATION ORALE EN LIGNE.	09h00-09h15
MEKHLOUFI Nadia	Stratégies de Verdississement Ciblé à Alger : Analyse Spatiale des Espaces Verts à travers les Données Communales et le POS	09h15-09h30
HARKAT Naim	Impacts des risques environnementaux industriels sur la vulnérabilité urbaine de la ville de Sétif : cas de la pollution atmosphérique	09h30-09h45
DAGUIANI Salah Eddine KESSAL Oussama BELKADI Ahmed Abderraouf KRIKER Abdelouahed	Effect of adding blast furnace slag and waste glass on the engineering properties of cement mortar	09h45-10h00
BOOUNOUNI Sofiane	Les défis de l'habitat informel et les politiques de relogement à Béjaïa	10h00-10h15
Laouissi Naziha Lahlou Selma	DE LA VILLE LITTORALE A LA VILLE INDUSTRIELLE CAS DE LA VILLE D'ANNABA	10h15-10h30
Mechiat Sonia	Le patrimoine Algérien : entre mémoire collective et ressource de développement	10h30-10h45
Dekmous Ibtissam Benadela Zahira Djafour Naoual	Comportement modal des structures minces en acier formé à froid	10h45-11h00

Zouhair Mayouf Brahim Nouibat	Tقييم مرونة التكيف المكاني للأنظمة المشقة في المدينة حالة الانسجة الحضورية لمدينة بوسنادة	11h00-11h15
HADJ AISSA Fatma NEDJAHY Sara	Impact des Odeurs sur le bien-être en Milieu Intérieur : étude Quantitative et Sensorielle	11h15-11h30
FEMMAM Hadjira MERROUCHI Farida MEKAOUSSI Hayat AMIOUR Mehdi MAASSEM Aya MANSOURI Abir	Contribution à l'étude de l'aptitude des eaux du champ captant du Droh, région de Biskra, à la consommation humaine	11h30-11h45
FEMMAM Nadia FEMMAM Asma ZIREG Karima	Adaptations des façades des logements collectifs face aux mutations socio-culturelles et climatiques	11h45-12h00
Séance Débat		12h00-12h30
Pause déjeuné		12h30-13h00
Djouaibia mohamed handel naoual djouimaa sarah oum eriche kamel	Comportement rhéologique du béton autoplaçant contenant des matériaux recyclés	13h00-13h15
KAID Nouria GOUFI Nourredine	Géo-polymères : Une alternative durable au ciment traditionnel ?	13h15-13h30
HADDAD Dahbia AICHE Boussaâd	Typologies des ouvrages d'art ferroviaires au XXème siècle et les acteurs de la construction Cas de la ligne Alger-Oran.	13h30-13h45
Hadjila Othman Baghli-Merabet Naoul Kazi Tani Hycem Afra Abdallah	Comparaison entre différentes méthodes d'estimation d'évapotranspiration potentielle : cas de la station météorologique de Beni Bahdel (Ouest Algérien)	13h45-14h00
KORKAZ Harzallah MADANI Said	« STRATEGIES D'INTEGRATION DES QUARTIERS NON PLANIFIES. ACTEURS ET PROCESSUS - CAS D'ETUDE ESSADIKIA, LAGHOUAT »	14h00-14h15
KDROUSSI Houda Wafa MEBIROUK Hayet DJEDID Abdelkader	L'ingénierie intégrée projet urbain-projet de territoire : Défi et méthode pour la revitalisation du centre historique de Tlemcen	14h15-14h30
MEGHNOUS DRIS Zahia BOUARROUDJ Radia	L'anthropomorphisme dans l'architecture grecque : De l'archétype à l'image	14h30-14h45
Sabri Soualem Ridha Boulifa Sahraoui Yacine	Analyse critique des équations des codes actuels pour la prédiction du poinçonnement des dalles.	14h45-15h00
Khater Ibtissem Zair Nadjet Meziani Assai	Influence de l'espacement des écrans d'excavation profonde sur la butée des terres	15h00-15h15
Sabiha Timhadjelt Souad Laoues	Rôle des comités de village dans la valorisation du patrimoine architectural et urbain, cas du village Ait el kaid	15h15-15h30
Mourad AIT TALEB Djamel Bouzid Tarik CHELLA	Le défi du transport en commun dans la région Nord Centre Cas d'étude : commune de Thenia, wilaya de Boumerdes	15h30-15h45
Nassira MESSAFRI Ratiba Wided BIARA Houda RAHMOUNI Souria KADRI	LA RESILIENCE URBAINE FACE AUX ALEAS NATURELS CLIMATIQUES « Cas de ville de Béchar»	15h45-16h00
BOUKADER Mohamed	La protection des centres Urbains historiques en Algérie, Entre règlement d'urbanisme et code de patrimoine.	16h00-16h15
Benamara Fatima Zohra, Kechkar Chiraz, Ben Cheghib Riadh	Analyse de la stabilité d'un tunnel ferroviaire renforcé par différents soutènements	16h15-16h30
Séance Débat		16h30-17h00

Atelier 7 :

Nom et prénom	Intitulé	Horaire
Chenchouna Hadjer Hachemi Samia Boucherit Dalila	Enhancing physical and mechanical behavior of performance of cement with brick powder and granite powder	09h00-09h15

BACHA Nesrine	Typologies des pratiques agricoles : une lecture écologique du territoire à Delly Brahim	09h15-09h30
KASSAH LAOUAR Ines BENMECHICHE Meriem BENAISSA Maya- Ines BENNACER Leila Lemouari Ali	Absence d'aménagement des espaces publics et enjeux de durabilité. Ville de Taher, Djel	09h30-09h45
KASSIS Faycal	Les nouvelles versions des villes du M'Zab à l'épreuve de la durabilité : le cas du ksar Tafilelt	09h45-10h00
AFRA Kamal REZZOUG Cherif MERZOUGUI Touhami AFRA Abdallah	EVALUATION DE L'EFFICACITE DE LA STATION D'EPURATION D'AIN SEFRA (ALGERIE)	10h00-10h15
Ahmed KHENE Rahma MESSAOUDI Mouloud MERZOUUD	Influence des Schémas de Renforcement Externe sur la Performance Structurelle	10h15-10h30
BELAIDI Amina BRIXI Nezha Khedoudja TALEB Omar KHALED Rania BERRAHOU Ayoub	Étude expérimentale du comportement rhéologique et mécanique de mortiers fibrés	10h30-10h45
BENALI Nadjia	L'absence de planification participative locale dansla prise de décision en matière d'implantation des centres commerciaux et ses effets	10h45-11h00
Faiza Bouchraki, Samir Hamchaoui, Cherifa Mezhoud	Application de la méthode TOPSIS à la gestion optimisée de la réhabilitation des conduites d'eau potable en milieu urbain	11h00-11h15
Bendaida Mohamed	Propriétés dynamiques et applications énergétiques des matériaux à gradient de propriétés (FGM)	11h15-11h30
Mohamed Bendaida	Effet combiné de la température et du paramètre non local sur la vibration d'une poutre FGM	11h30-11h45
Hamel khalissa Benbouaziz Akila	Vers une planification climatique des villes arides : indicateurs de densité urbaine pour la conception de quartiers thermiquement confortables	11h45-12h00
Séance Débat		12h00-12h30
Pause déjeuné		12h30-13h00
ATALLAH M'hamed DJELLOULI Fayçal HAZZAB Abdelkrim	Evaluation des risques associe à la rupture du barrage de Larouia, Brézina, sud-ouest de l'Algérie	13h00-13h15
Madani Hind Akziz Djamal BELEH Sara Ziane mahfoud	Analyse diachronique et prospective de l'occupation du sol dans la wilaya d'Alger.	13h15-13h30
Madani Hind Akziz Djamal BELEH Sara Ziane mahfoud	Cartographie des risques d'incendies de forêts dans la wilaya de Tizi Ouzou.	13h30-13h45
GUERINE Azzeddine BOUANANI Abderrazak BABA HAMED Kamila	Impacts du changement climatique sur les ressources en eau superficielles et la sécheresse dans le Nord algérien : apports des données satellitaires (1998–2021)	13h45-14h00
LARINOUNA Rafik BAKOUR Mohammed	Urbanisme et mobilité: l'illusion de l'accessibilité et dépendance automobile	14h00-14h15
Assia BERRACHED Ibtissame BENOUDJAFER Imane BENOUDJAFER	Vers la decarbonisation et la performance énergétique d'un immeuble de bureaux en région à climat sec et chaud: pré-enquête in situ	14h15-14h30
HADJAISSA Fatma BENCHIEKH Hamida Dehina Karim	Rôle des matériaux locaux dans l'optimisation du confort thermique d'une salle de lecture à la bibliothèque de Ghardaïa	14h30-14h45
Kinoucha Khalida Boubekri Hani Reda Fartas	Development of rare-earth-doped materials for energy-efficient lighting (LED, OLED, laser lamp)	14h45-15h00
BELHADJ Khouloud MIMECHE Leila HECINI Lynda	Performance du sable et du charbon actif dans les zones humides artificielles à écoulement vertical pour le traitement des eaux usées municipales en conditions arides	15h00-15h15

Boukhabla Moufida Alkama Djamel Femmam Nadia	Simulation numérique et optimisation du confort thermique extérieur dans un jardin public sous climat chaud et aride- cas d'étude ville de Biskra	15h15-15h30
Seyf Eddine MESSIOUD Sadok FEIA Abdelali DADDA	Multiscale Consequences of Particle Breakage in Carbonate Sands: Morphological Evolution and Geomechanical Implications from High-Pressure Oedometer and 3D X-ray Tomography Analyses	15h30-15h45
BOURAHLI Radja Maya BENCHERIf Meriama	Analyse de l'étalement urbain du Grand Constantine par télédétection et outils SIG : vers une géo-gouvernance pour une croissance urbaine résiliente	15h45-16h00
Abderrahmane Tahar Amine	Tally-Based Life Cycle Assessment: A Revit-Integrated, BIM-Driven Approach to Sustainable Building Design	16h00-16h15
Bensadok Saida	Témoignage de la fabrication de tuiles : vestiges d'un four dans la zone d'El Kocha, Tasfart, Bejaïa.	16h15-16h30
Séance Débat		16h30-17h00

Atelier 8 :

Nom et prénom	Intitulé	Horaire
Cady. Mokhtaria Bouras. Mohamed Bakelli. Soufiane	THE MECHANICAL SKILLS OF STONE IN A HERITAGE AREA	09h00-09h15
Anfal Djamed Benharzallah Krobba	Evaluation of Shrinkage and Mechanical Properties of Self-Compacting Mortars Reinforced with Natural Fibers	09h15-09h30
Fellah Halima Saadia Bensaoula Fouzia	VALIDATION DE LA CARTOGRAPHIE DE VULNÉRABILITÉ DES EAUX SOUTERRAINES DANS LES MONTS DE TLEMCEN.	09h30-09h45
Rekia Zouini	Turning Waste into Strength: Enhancing Concrete Resistance with Recycled Steel Fibers	09h45-10h00
BENAISSE Maya Ines KASSEH LAOUAR Ines	Artisanat et identité urbaine à l'ère numérique en Algérie, le commerce social comme nouvel espace de valorisation culturelle	10h00-10h15
Nada HANNOUFA Djamel ALKAMA	La promenade urbaine en front de mer Algérois entre réalité et perception.	10h15-10h30
Abdelkader Yekrou Baghdad Krour Mohamed Bachir Bouiadjra	Évaluation du comportement d'un dalle en béton renforcée par des nanoparticules d'oxyde de fer (Fe ₂ O ₃) sous sollicitation thermomécanique	10h30-10h45
الياسمين أقوني	ضريح تاقسابت بتيقيرت.	10h45-11h00
Boulechfar Hamza Rabah Zennir	التحولات الحضرية والاجتماعية وأثرها على الفضاء الشعومي في المدن المشاصرة دراسة حالة مدينة سكيكدة	11h00-11h15
عبدة اسيا	واد الرمال: خطر طبيعي يهدد مدينة قيسارية يفرض وضئاليات تسيير علمية و فنانية	11h15-11h30
بوراس فاطمة خطاب سفيان	التهيئة الريفية كأداة للتوازن المحلي والتتنمية المحلية بلدية الريفية ولاية بومرداس.	11h30-11h45
خرشاش عفاف	أهمية نظم المنشآت الجغرافية في تسيير النفايات الحضرية- مدينة المسيلة	11h45-12h00
Séance Débat		12h00-12h30
Pause déjeuné		12h30-13h00
ليسيبة سايد	حمامات مدينة روسكونيا القديمة (تمنوفست)، الشمارة ومواد البناء	13h00-13h15
دقاقى بختة	التوسيع الحضري غير المنظم وأثره على قابلية التخطيط الشمالي في المدن الجزائرية	13h15-13h30
طوبيل صباح	خطر الفيضانات في ولاية قيسارية	13h30-13h45
ضريفي نعيمة ليفة اسيا	التوسيع الشمالي وخطر الانزلاق في مدينة ميلة	13h45-14h00
NOUREDDINE, Karima	الهندسة المعمارية في الجزائر خلال الفترة الرومانية	14h00-14h15
رزوقي نعيمة معريش كريمة	مساجد مدينة الجزائر بين الطرازين المحلي والشمالي	14h15-14h30
زوليحة تكروشين	عمارة الأصرحة بمنطقة بجاية بين الخصائص المعمارية والموقع الجغرافي	14h30-14h45
فاتح قافقى مقرورة عبد الرزاق رجم على	السدود كحل في حماية المدن من خطر الفيضانات - دراسة حالة سد القصب بالمسيلة-	14h45-15h00
نمر عبد الكريم. كبيش عبد الحكيم	تداعيات النمو السريع للمدن الجزائرية، وأثره على جودة الحياة الحضرية	15h00-15h15
N. Hassani H. Dehmous	The Non- Destructive Assessment of Concrete Element	15h15-15h30
OUMRICH Kamel DJOUIMAA Sarah DJOUAIBIA Mohamed	"Effect of Dried Date Seed Cores on Enhancing the Physical and Mechanical Properties of Expansive Soil"	15h30-15h45

NADOUR Fethi		
Abdessamade Mendli Hichem Rakib Sebbagh Sid Ahmed Bekhti Anis Abidelah Abdelhamid Bouchair	Caractérisation mécanique du comportement des assemblages de type couvre joint	15h45-16h00
FAREH Fouzia	Social dynamics and urban renewal: Public spaces as a catalyst for change, case study Guelma city	16h00-16h15
LOUNIS Ibtissem GHERZOULI lazhar GRIB Aissa	Transitional Urbanism and Adaptability: Toward a Flexible Management of Urban Transformation	16h15-16h30
Meriem BENMECHICHE Ines KASSAH LAOUAR Souad BELHANNACHI Laila BENNACER Abdelkader BENBABA	What Role for the Public Sector in Public Transportation in the New Town of Ali Mendjeli, CONSTANTINE?	16h30-16h45
Fouzia BOUABDALLAH Noureddine FERHOUNE Soufiane BEKAKRA Maroua MAALLEM Nassima DAHDOUN Mariem OUCHNENE Aissa LAHLOUHI Lynda CHAABOUB Badreddine SBARTAI	Effets de l'Agressivité Environnementale sur les Ouvrages d'Art Situés À Oum El Bouaghi	16h45-17h00
GHAFFOUR wafa	Le paysage écologique comme levier de résilience urbaine à Tlemcen	17h00-17h15
BENSALAH Marwa KAZI TANI Hichem	Planning and hydraulic modeling od a drinking Water Distribution Network	17h15-17h30
رابحي سامي أحمد رزاير محمد عبد الصمد	تطوير السياحة الحموية كخيار استراتيجي للتنمية المحلية المستدامة في بلدية الشارف (ولاية الجلفة)	17h30-17h45
بکوش سعاد	الشلقة بين تهيئة شبكة الطرق و مدى قابليتها من ناحية الإنسانية المرورية " حالة قسنطينة مدينة"	17h45-18h00
Séance Débat		18h00-18h30

Clôture du séminaire par le Président 18h30



Strain-Based FEM for Porous FGM Plate Analysis

Assas Taqiyeddine ^{1*}, Bourezane Messaoud ¹, Chenafi Madjda ¹ and Seyfeddine Benabid ²

¹ LAHE Laboratory, Faculty of Science and Technology, Biskra University, Biskra, Algeria

² LARHYSS Laboratory, Faculty of Science and Technology, Biskra University, Biskra, Algeria

*Corresponding author: taqiyeddine.assas@univ-biskra.dz

Abstract

This study presents a novel finite element model for predicting the static bending and free vibration behavior of porous functionally graded (PFG) plates, based on the assumed strain approach. The model integrates a five-variable higher-order shear deformation theory (HSDT) with a sinusoidal distribution of transverse shear strains and stresses across the thickness, satisfying zero shear stress conditions at the top and bottom surfaces. A new four-node quadrilateral plate element with six degrees of freedom per node is developed by coupling HSDT with the strain-based formulation. The material properties of the PFG plates are modeled using a power-law distribution through the thickness, accounting for two distinct porosity profiles. Comprehensive numerical analyses are carried out to validate the model's performance in predicting deflections and natural frequencies. Additionally, the effects of boundary conditions, power-law index, porosity levels, loading types, and geometric parameters are thoroughly investigated. The obtained results are compared with existing analytical and numerical solutions, demonstrating the proposed model's high accuracy and computational efficiency in analyzing PFG plates.

Keywords: Porous functionally graded, Strain approach, Finite element; Static;Free vibration

1 Introduction

Functionally graded materials (FGMs) are engineered to exhibit a gradual variation in composition and microstructure across their thickness, resulting in corresponding gradients in mechanical, thermal, and physical properties. During manufacturing processes, particularly in powder metallurgy, these materials often develop micro-voids or porosity due to uneven solidification and sintering conditions [1]. Such internal defects can significantly weaken the material, acting as stress concentrators that reduce load-bearing capacity and increase susceptibility to cracking [2]. Accurately modeling these effects is therefore critical for predicting the performance of FGM structures.

Porous functionally graded (PFG) plates have gained increasing attention due to their advantageous combination of reduced weight and enhanced mechanical performance, making them suitable for applications in aerospace, biomedical, and civil engineering [3]. This growing interest has motivated the development of analytical and numerical approaches to capture how porosity distribution, volume fraction, and morphology influence the mechanical behavior of these plates [4].

Analytical models based on advanced plate theories, such as higher-order shear deformation theory (HSDT) and quasi-three-dimensional formulations, have been proposed to study bending and vibration responses of PFG plates. For example, Zenkour [5] derived quasi-3D solutions for single-layer and sandwich FG plates with porosity, while Daikh and Zenkour [6,7] applied HSDT to analyze free vibration and buckling of plates with power-law or sigmoid material gradations. Although accurate, these approaches are mathematically complex and computationally intensive. Simplified models, such as four-variable plate theories [8–10], have therefore been developed to achieve a balance between accuracy and efficiency, addressing various porosity distributions and boundary conditions.

Despite their usefulness, analytical methods are generally limited to simple geometries and standard boundary conditions. In contrast, the finite element method (FEM) provides a flexible framework capable of handling complex plate geometries, variable boundary conditions, and diverse loading scenarios. Numerous FEM formulations based on HSDT, layerwise, and quasi-3D theories have been proposed to study PFG plates [16]. Most of these rely on displacement-based formulations, which may suffer from numerical issues such as shear locking and sensitivity to mesh distortion, particularly for thick plates.

To overcome these limitations, strain-based finite element formulations have been introduced, in which independent strain fields are assumed to improve numerical stability and convergence. Belouar and collaborators [17] successfully developed strain-based plate elements for FG plates, including extensions to three-dimensional, cylindrical, and doubly-curved shell structures [18–22]. However, prior studies have focused mainly on non-porous FG plates, and the application of strain-based FEM to porous FG plates remains unexplored.

To fill this gap, the present study introduces a **strain-based finite element model combined with a five-variable higher-order shear deformation theory** for the bending and free vibration analysis of porous FG plates. A four-node quadrilateral plate element, **HSBQP20**, is developed with five degrees of freedom per node ($u, v, w, \beta_x, \beta_y$). The formulation avoids the need for shear correction factors and satisfies traction-free conditions through a parabolic distribution of transverse shear strains and stresses. The neutral plane concept is employed to decouple membrane and bending effects arising from material heterogeneity. Various porosity distributions—including uniform, linear symmetric, nonlinear symmetric, and nonsymmetric profiles—are considered. Numerical results for deflections and natural frequencies are validated against existing analytical and numerical solutions, and a parametric study examines the effects of boundary conditions, porosity coefficient, thickness ratio, power-law index, and loading type on the behavior of PFG plates.

2 Geometrical and Material Properties (Type A – Even Distribution)

A rectangular porous functionally graded (PFG) plate is considered with dimensions a , b , and h along the x , y , and z directions, composed of a metal–ceramic mixture. For simplicity, only the even porosity distribution (Type A) is considered in this study.

The material properties, including Young's modulus $E(z)$ and density $\rho(z)$, are assumed to vary along the thickness according to a power-law distribution modified by the porosity parameter e :

$$P(z) = (P_c - P_m) \left(\frac{z}{h} + \frac{1}{2} \right)^k + P_m - \psi(z)$$

where P_c and P_m represent the properties of ceramic and metal, k is the power-law index, and $\psi(z)$ is the porosity function. For Type A, the porosity is uniformly distributed across the thickness, resulting in a constant reduction of the material stiffness due to porosity.

It is observed that increasing the porosity parameter e reduces the effective modulus of elasticity $E(z)$ throughout the plate thickness, while the distribution remains uniform. This simplification allows for a clear study of the effect of porosity on the bending and vibration behavior of PFG plates without additional complexity from non-uniform porosity distributions.

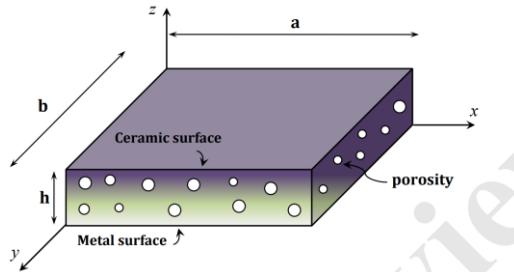


Figure 01. Geometry of the considered porous FG plate (Type A – Even Distribution)

In this study, the uniform porosity distribution is considered, where the porosity remains constant throughout the plate thickness. This simplification corresponds to Type A, allowing a clear analysis of the influence of porosity on the mechanical behavior of PFG plates without introducing asymmetry along the thickness.

The Young's modulus $E(z)$ is reduced uniformly according to the porosity parameter e , while the overall gradient due to the material composition (metal–ceramic) is preserved. Such a model is useful for understanding fundamental effects of porosity in bending and vibration analyses before extending to more complex distributions.

$$\psi_A(z) = \frac{e}{2} (P_c + P_m)$$

Figure 2 shows the variation of Young's modulus $E(z)$ across the thickness of porous FG plates for Type A-Even porosity distributions and for selected values of the power-law index ($k=0,0.1$) and porosity parameter ($e = 0,0.1,0.3$). For both isotropic ($k=0$) and functionally graded ($k=0.1$) plates without porosity ($e=0$), the elastic modulus is identical for all five distributions, as illustrated in the figure.

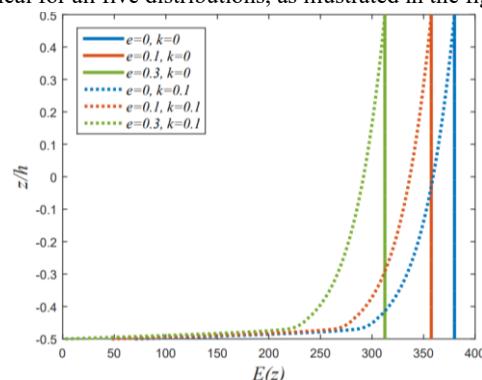


Figure 2. Variation of Young's modulus $E(z)$ through the thickness of a PFG plate (Type A – Even Distribution)

3 Mathematical model

3.1 Displacement function

The displacement field of a point (x,y,z) in the plate is expressed in terms of five independent variables, similar to the Reissner–Mindlin model, as follows:

$$\begin{aligned} u(x, y, z) &= u_0(x, y, z) + z\beta_x(x, y) \\ v(x, y, z) &= v_0(x, y, z) + z\beta_y(x, y) \\ w(x, y, z) &= f(z)w_0(x, y) + (f(z) - 1)H(x, y) \end{aligned} \quad (1)$$

where u_0 , v_0 , and w_0 represent the displacements of a point on the mid-plane of the plate in the x-, y-, and z-directions, respectively. β_x and β_y denote the rotations of the normal to the mid-surface about the y- and x-axes, respectively.

The function $f(z)$ is a shape function describing the distribution of transverse shear strain across the plate thickness, ensuring that the transverse shear stresses vanish at the top and bottom surfaces of the plate. Where $H(x, y)$ is a function defined by:

$$\beta_x(x, y) = \frac{\partial H(x, y)}{\partial x} \quad \beta_y(x, y) = \frac{\partial H(x, y)}{\partial y} \quad (2)$$

The strain vectors are expressed in the form of a matrix as follows:

$$\{\varepsilon\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \{\varepsilon^0\} + z\{\kappa\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x^0 \\ \varepsilon_y^0 \\ \gamma_{xy}^0 \end{Bmatrix} + z \begin{Bmatrix} \kappa_x \\ \kappa_y \\ \kappa_{xy} \end{Bmatrix} \quad (3)$$

$$\{\gamma_z\} = \begin{Bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} = f(z) \begin{Bmatrix} \gamma_{xz}^0 \\ \gamma_{yz}^0 \end{Bmatrix} \quad (4)$$

Where $f(z) = \frac{2\sqrt{5}}{3} \left(1 - \cos^2 \left(\frac{2\pi z}{h}\right)\right)$

3.2 Stress Resultants

The asymmetrical variation of material properties through the thickness of a functionally graded (FG) plate leads to coupling between membrane and bending behaviors when measured with respect to the geometric mid-surface. To eliminate this coupling and simplify the formulation, the stress resultants (forces and moments) are evaluated with respect to the neutral surface, which does not generally coincide with the mid-plane of the plate, as illustrated in Figure 3.

The coordinate of any point with respect to the neutral surface is expressed as:

$$Z_N = Z - e_N \quad (5)$$

where e_N denotes the offset distance between the mid-surface and the neutral surface.

According to Tati et al. [15], the location of the neutral surface is determined from the condition of zero coupling between the bending and membrane stiffnesses, given by:

$$e_N = \frac{\int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} E(z)z dz}{\int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} E(z)dz} \quad (6)$$

where $E(z)$ is the Young's modulus varying along the thickness z-direction of the plate, and h is the total plate thickness.

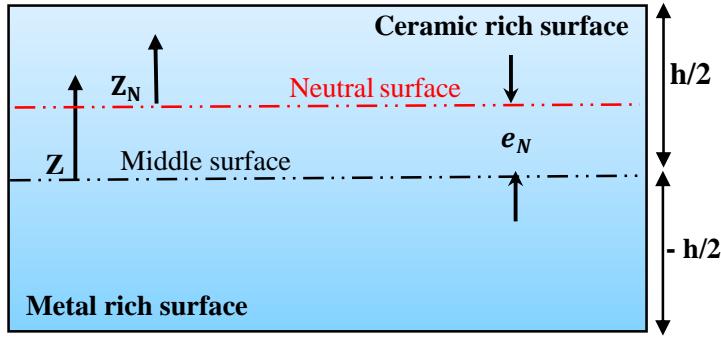


Figure 3. The location of neutral plane of FG plate.

The in-plane forces, bending moments, and transverse shear forces of the FGM plate can be obtained by integrating the corresponding stresses across the plate thickness as follows:

$$\begin{aligned} \begin{Bmatrix} N_x \\ N_y \\ N_{xy} \end{Bmatrix} &= \int_{-h/2}^{h/2} \begin{Bmatrix} \sigma_x(z) \\ \sigma_y(z) \\ \tau_{xy}(z) \end{Bmatrix} dz, \\ \begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix} &= \int_{-h/2}^{h/2} \begin{Bmatrix} \sigma_x(z) \\ \sigma_y(z) \\ \tau_{xy}(z) \end{Bmatrix} (z - e_N) dz, \\ \begin{Bmatrix} T_x \\ T_y \end{Bmatrix} &= \int_{-h/2}^{h/2} \begin{Bmatrix} \tau_{xz}(z) \\ \tau_{yz}(z) \end{Bmatrix} dz. \end{aligned} \quad (7)$$

The relationship between the resultant stresses and the generalized strain vector can be expressed as :

$$[D_m] = \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix} \int_{-h/2}^{h/2} \frac{E(z)}{(1-\nu^2)} dz \quad (8)$$

$$[D_b] = \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix} \int_{-h/2}^{h/2} \frac{E(z)}{(1-\nu^2)} (z - e_N)^2 dz \quad (9)$$

$$[D_s] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \int_{-h/2}^{h/2} \frac{E(z)}{2(1+\nu)} (f(z))^2 dz \quad (10)$$

$$\text{Avec } f(z) = \frac{2\sqrt{5}}{3} \left(1 - \cos^2 \left(\frac{2\pi z}{h} \right) \right)$$

3.3 Finite element formulation

A novel quadrilateral finite element based on the strain-based approach and high-order shear deformation theory (HSDT) has been developed. The element consists of four nodes, with five degrees of freedom (DOFs) per node. These DOFs include three translational displacements (u, v, w) along the x -, y -, and z -axes, respectively, and two independent rotations (β_x, β_y), which represent the rotations of the normal to the mid-surface about the y - and x -axes, respectively. The nodal degrees of freedom are illustrated in Figure 4.

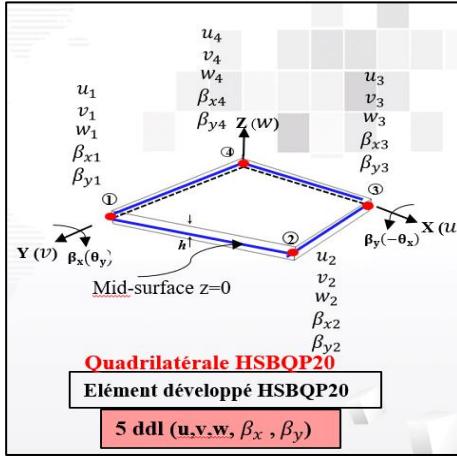


Figure 4. Quadrilateral FG plate element.

3.3.1 Derivation of Elemental Matrices

The formulation of the elemental stiffness and mass matrices is carried out using the principle of total potential energy and Hamilton's principle. The strain-based finite element developed herein utilizes the strain-displacement relationships derived from the proposed displacement field and the corresponding constitutive equations of the FGM plate.

3.3.1.1 For Bending behaviour

$$[K^e] = \int \left(\underbrace{[B_m]^T [D_m] [B_m]}_{\text{Membrane}} + \underbrace{[B_b]^T [D_b] [B_b]}_{\text{Bending}} + \underbrace{[B_s]^T [D_s] [B_s]}_{\text{Shear}} \right) d\Omega \quad (11)$$

$$\{F^e\} = \int [N]^T q_v d\Omega$$

where B denotes the strain-displacement matrix, and N represents the shape function matrix. The explicit forms and numerical values of these matrices can be found in reference [13]

3.3.1.2 For free vibration

$$[M^e] = \int_{\Omega} [N]^T [I] [N] d\Omega \quad (12)$$

The matrix $[I]$ represents the inertial matrix of the FGM plate element, defined as:

$$[I] = \begin{bmatrix} I_0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I_0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I_2 \end{bmatrix},$$

4 Results and discussion

To demonstrate the robustness and validity of the proposed strain-based higher-order shear deformation model (HSBQP20), several numerical examples were conducted for the bending and free vibration analysis of porous functionally graded (PFG) plates with different porosity distributions. The PFG plates considered are composed of Alumina (Al_2O_3) at the top surface and Aluminum (Al) at the bottom. Their material properties, including density (ρ), Young's modulus (E), and Poisson's ratio (ν), are :

Al₂O₃: $E_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 380 \text{ Gpa}$; $\rho_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 3800 \text{ Kg/m}^3$; $\nu = 0.3$

Al : $E_{\text{Al}} = 70 \text{ Gpa}$; $\rho_{\text{Al}} = 2707 \text{ Kg/m}^3$; $\nu = 0.3$

The plates are analyzed under two types of boundary conditions (BCs): simply supported (S) and clamped (C) edges. These conditions are defined as follows:

✓ Clamped (CCCC)

$$u = v = w = \beta_x = \beta_y = 0 \text{ at } x = 0, a; \text{ and } y = 0, b.$$

✓ Simply supported (SSSS)

$$u = \beta_x = 1; v = w = \beta_y = 0 \text{ at } x = 0, a$$

$$v = \beta_y = 1; u = w = \beta_x = 0 \text{ at } y = 0, b$$

4.1 Static Behaviour

A study has been conducted on a square Al/Al₂O₃ plate simply supported on all edges and subjected to a uniformly distributed load (UDL) as shown in Figure 5. The considered aspect ratios (l/h) have been 5, 10, and 20, with a uniform porosity distribution of $e = 0.2$. Various values of the power-law index (k) and different mesh sizes (8×8 , 16×16 , and 20×20) have been used to assess the accuracy of the proposed SBQP20-HSDT model. For validation purposes, the numerical results have been compared with the analytical solutions of Dhuria et al. [8], based on higher-order shear deformation theory (HSDT). The comparison has shown excellent agreement, confirming the reliability and accuracy of the proposed model as illustrated in Table 1. It has also been observed that increasing the porosity parameter (e) and the power-law index (k) has led to higher central deflection, due to the reduction in the overall stiffness of the plate.

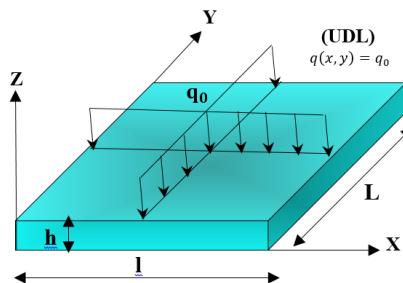


Figure 5. Square plate simply supported on all edges.

Table 1. Central deflection of a simply supported square Al/Al₂O₃ plate with uniform porosity distribution ($e = 0.2$)

a/h	Méthodes	k = 0	k = 0.1	k = 0.5	k = 1
5	HSBQP20 (8×8)	0.6026	0.6735	0.9898	1.4255
	HSBQP20 (16×16)	0.6061	0.6776	0.9960	1.4348
	HSBQP20 (20×20)	0.6066	0.6780	0.9968	1.4359
	Dhuria et al. (HSDT) [8]	0.6046	0.6769	0.9968	1.432
10	HSBQP20 (8×8)	0.5234	0.5885	0.8791	1.2781
	HSBQP20 (16×16)	0.5277	0.5933	0.8864	1.2888
	HSBQP20 (20×20)	0.5282	0.5939	0.8872	1.2901
	Dhuria et al. (HSDT) [8]	0.5286	0.5946	0.8887	1.2913
20	HSBQP20 (8×8)	0.5036	0.5672	0.8514	1.2413
	HSBQP20 (16×16)	0.5081	0.5722	0.8590	1.2523
	HSBQP20 (20×20)	0.5086	0.5728	0.8598	1.2536
	Dhuria et al. (HSDT) [8]	0.5096	0.5740	0.8616	1.2558

4.2 Free Vibration Analysis:

The studied object is a square Al/Al₂O₃ plate simply supported on all edges. The aspect ratios considered are $a/h = 5$ and 10 . Different values of the power-law index (p) and mesh sizes (8×8 , 16×16 , and 20×20) have been used. The plate has a uniform porosity distribution ($e = 0.2$). The analytical solutions of Demirhan, based on higher-order shear deformation theory (HSDT) [8], have been used for validation. The computed results have been validated by comparison with these reference solutions, showing excellent agreement for all porosity distribution models as shown in Table 2. It is observed that the non-dimensional fundamental frequency decreases as the aspect ratio (a/h) and the material gradient index (k) increase. This trend can be attributed to the reduction in overall stiffness due to the decrease in thickness and the higher proportion of metal in the plate.

Table 2. Convergence and comparison of the non-dimensional fundamental frequencies (ω) of Al/Al₂O₃ plates with uniform porosity ($e = 0.2$)

a/h	Méthode	k = 0	k = 0.1	k = 0.5	k = 1
5	HSBQP20 (8×8)	0.42683	0.41025	0.35403	0.30495
	HSBQP20 (16×16)	0.42783	0.41123	0.35493	0.30576
	HSBQP20 (20×20)	0.42795	0.41135	0.35504	0.30585
	Demirhan (HSDT) [8]	0.44993	0.43150	0.36981	0.31684
10	HSBQP20 (8×8)	0.11629	0.11145	0.09541	0.08182
	HSBQP20 (16×16)	0.11668	0.11182	0.09574	0.08210
	HSBQP20 (20×20)	0.11673	0.11187	0.09578	0.08214
	Demirhan (HSDT) [8]	0.11875	0.11373	0.09719	0.08324

Figure 6 illustrates the first three vibration modes of a simply supported square FGM plate (SSSS) with an aspect ratio of $a/h = 20$, a material gradient index of $k = 0.1$, and a uniform porosity of $e = 0.2$. The figure clearly shows the deformation patterns corresponding to the fundamental and higher-order modes, highlighting the influence of the material gradation and porosity on the dynamic behavior of the plate. As expected, the mode shapes indicate increasing complexity with higher modes, which is consistent with the characteristics of thin functionally graded plates under simply supported boundary conditions.

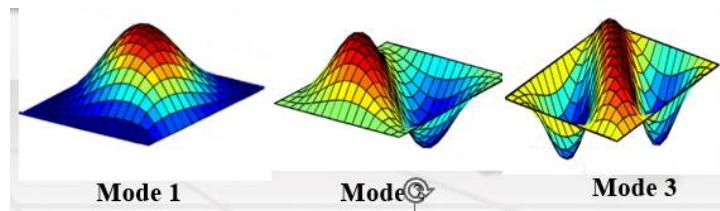


Figure 6: The first three vibration modes of a square FGM plate (SSSS) for $a/h = 20$, $k = 0.1$, and $e = 0.2$.

5 Conclusion

In this study, a novel strain-based finite element model (HSBQP20) has been developed for the static bending and free vibration analysis of porous functionally graded (PFG) plates. The model, based on a higher-order shear deformation theory (HSDT) with a sinusoidal distribution of transverse shear strains, satisfies the zero shear stress conditions at the plate surfaces and employs a four-node quadrilateral element with six degrees of freedom per node.

Comprehensive numerical analyses have demonstrated the accuracy and robustness of the proposed model. The computed results for central deflections and non-dimensional natural

frequencies showed excellent agreement with existing analytical and numerical solutions, validating the model's reliability for various porosity distributions, boundary conditions, aspect ratios, and material gradient indices. The study highlights that increasing the porosity parameter and the power-law index leads to higher deflections and lower fundamental frequencies due to the reduction in overall plate stiffness. Moreover, the first three vibration modes of the plates reveal the expected increase in mode complexity with higher-order modes, capturing the influence of material gradation and porosity. Overall, the proposed strain-based FEM provides a highly accurate and computationally efficient tool for analyzing PFG plates under diverse static and dynamic loading conditions, making it suitable for engineering applications involving advanced functionally graded materials.

Reference

- [1] J. Zhu, Z. Lai, Z. Yin, J. Jeon, and S. Lee, "Fabrication of $\text{ZrO}_2\text{-NiCr}$ functionally graded material by powder metallurgy," *Mater. Chem. Phys.*, vol. 68, pp. 130–135, 2001, doi:10.1016/S0254-0584(00)00355-2.
- [2] N. Dergachova and Q. Jia, "Effect of porous defects on mechanical behavior of functionally graded materials," *J. Strain. Anal. Eng. Des.*, vol. 60, pp. 106–116, 2024, doi:10.1177/03093247241287951.
- [3] M. Babaei, F. Kiarasi, K. Asemi, and M. Hosseini, "Functionally graded saturated porous structures: A review," *J. Comput. Appl. Mech.*, vol. 53, pp. 297–308, 2022, doi:10.22059/JCAMECH.2022.342710.719.
- [4] Y. Panchal and K. Ponappa, "Functionally graded materials: A review of computational materials science algorithms, production techniques, and their biomedical applications," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part C*, vol. 236, pp. 10969–10986, 2022, doi:10.1177/09544062221109261.
- [5] A. M. Zenkour, "A quasi-3D refined theory for functionally graded single-layered and sandwich plates with porosities," *Compos. Struct.*, vol. 201, pp. 38–48, 2018, doi:10.1016/j.compstruct.2018.05.147.
- [6] A. A. Daikh and A. M. Zenkour, "Effect of porosity on the bending analysis of various functionally graded sandwich plates," *Mater. Res. Express.*, vol. 6, pp. 65703, 2019, doi:10.1088/2053-1591/ab0971.
- [7] A. A. Daikh and A. M. Zenkour, "Free vibration and buckling of porous power-law and sigmoid functionally graded sandwich plates using a simple higher-order shear deformation theory," *Mater. Res. Express.*, vol. 6, pp. 115707, 2019, doi:10.1088/2053-1591/ab48a9.
- [8] P. A. Demirhan and V. Taskin, "Bending and free vibration analysis of Levy-type porous functionally graded plate using state space approach," *Compos. Part B Eng.*, vol. 160, pp. 661–676, 2019, doi:10.1016/j.compositesb.2018.12.020.
- [9] S. K. Jalali, M. J. Beigrezaee, and N. M. Pugno, "Is it always worthwhile to resolve the governing equations of plate theories for graded porosity along the thickness?" *Compos. Struct.*, vol. 256, pp. 112960, 2021, doi:10.1016/j.compstruct.2020.112960.
- [10] A. S. Rezaei, A. R. Saidi, M. Abrishamdari, and M. H. P. Mohammadi, "Natural frequencies of functionally graded plates with porosities via a simple four variable plate theory: An analytical approach," *Thin-Walled Struct.*, vol. 120, pp. 366–377, 2017, doi:10.1016/j.tws.2017.08.003.
- [11] J. Kim, K. K. Žur, and J. N. Reddy, "Bending, free vibration, and buckling of modified couples stress-based functionally graded porous micro-plates," *Compos. Struct.*, vol. 209, pp. 879–888, 2019, doi:10.1016/j.compstruct.2018.11.023.
- [12] R. Kumar, A. Lal, B. N. Singh, and J. Singh, "Non-linear analysis of porous elastically supported FGM plate under various loading," *Compos. Struct.*, vol. 233, pp. 111721, 2020, doi:10.1016/j.compstruct.2019.111721.
- [13] M. Dhuria, N. Grover, and K. Goyal, "Influence of porosity distribution on static and buckling responses of porous functionally graded plates," *Structures*, vol. 34, pp. 1458–1474, 2021, doi:10.1016/j.istruc.2021.08.050.
- [14] H. Singh, G. Bhardwaj, and N. Grover, "Modeling and static analysis of porous functionally graded and FG-sandwich plates," *Structures*, vol. 68, pp. 107034, Oct. 2024, doi:10.1016/j.istruc.2024.107034.
- [15] A. Tounsi et al., "Quasi-3D plate theory for size-dependent static and free vibration analysis of FG microplate with porosities based on a modified couple stress theory," *Mech. Adv. Mat. Struct.*, pp. 1–24, 2025, doi:10.1080/15376494.2025.2463687.

- [16] T. V. Tran, T. D. Tran, Q. H. Pham, T. Nguyen-Thoi, and V. K. Tran, "An ES-MITC3 Finite Element Method Based on Higher-Order Shear Deformation Theory for Static and Free Vibration Analyses of FG Porous Plates Reinforced by GPLs," *Math. Probl. Eng.*, 2020, Art. no. 7520209, doi:10.1155/2020/7520209.
- [17] L. Belounar and M. Guenfoud, "A new rectangular finite element based on the strain approach for plate bending," *Thin-Walled Struct.*, vol. 43, pp. 47–63, 2005, doi:10.1016/j.tws.2004.08.003.
- [18] A. Belounar, S. Benmebarek, and L. Belounar, "Strain based triangular finite element for plate bending analysis," *Mech. Adv. Mater. Struct.*, vol. 27, pp. 620–632, 2020, doi:10.1080/15376494.2018.1488310.
- [19] A. Belounar, S. Benmebarek, M. N. Houhou, and L. Belounar, "Static, free vibration, and buckling analysis of plates using strain-based Reissner–Mindlin elements," *Int. J. Adv. Struct. Eng.*, vol. 11, pp. 211–230, 2019, doi:10.1007/s40091-019-0226-4.
- [20] A. Belounar, S. Benmebarek, M. N. Houhou, and L. Belounar, "Free vibration with Mindlin plate finite element based on the strain approach," *J. Inst. Eng. Ser C*, vol. 101, pp. 331–346, 2020, doi:10.1007/s40032-020-00555-w.
- [21] F. Boussem, A. Belounar, and L. Belounar, "Assumed strain finite element for natural frequencies of bending plates," *World J. Eng.*, vol. 19, pp. 620–631, 2022, doi:10.1108/WJE-02-2021-0114.
- [22] A. Belounar, F. Boussem, M. N. Houhou, A. Tati, and L. Fortas, "Strain-based finite element formulation for the analysis of functionally graded plates," *Arch. Appl.*, vol. 92, pp. 2061–2079, 2022, doi:10.1007/s00419-022-02160-y.