



# ATTESTAION DE PARTICIPATION

## 3<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> 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 Ettachfiniya 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



ETTACHFINIYA ETILIMSANIA  
Edition Imprimerie  
Diffusion

# 3<sup>ème</sup> SEMINAIRE NATIONAL ARCHITECTURE ET INGENIERIE DES VILLES



Google Meet

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



ETTACHFINYA ETILIMSANIA  
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 Ettachfiniya 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 GHAFOR (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 ABBOU (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 KHENOUCHE (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 (TlemcenU.)  
Dr. Imene Hasna OUSSADIT (Tlemcen U.)  
Prof. Karim HAMDAROU (Tlemcen U.)  
Prof. Abdessamad ALILI (Tlemcen U.)  
Dr. Nadia BOUDALIA (Tlemcen U.)  
Dr. Souad BENCHILIF (Tlemcen U.)  
Dr. Karima DJEBAR (Tlemcen U.)  
Dr. Somia KHERBBOUCHE (Tlemcen U.)  
Dr. Nadia MOULAY (Tlemcen U.)  
Dr. Fatima Zohra MEKHLOUFI (Tlemcen U.)  
Dr. Nawal BENMICHIA (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. Kaghoucha Mehdi (Oum El Bouaghi U.)  
Dr. DJIDAR Fatima Zohra (Mascara U.)  
Dr. Imane KECHACHA  
Dr. KEDISSA Chahrazed (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. Nouredine 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 BOURAOU (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 ElBouaghiU.)  
 Dr. Mustapha AKACEM (Adrar 1 U.)  
 Dr. Belkacem TAKHI (Laghouat U.)  
 Dr. Nabila BOUALLA (USTO)  
 Dr. Aboubaker BOUKHEKHAL (Laghouat 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 MADHOUL (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 BENOUMELDJADJ (Oum El Bouaghi U.)  
 Dr Radja BOURAHLI (Constantine 3 U.)  
 Dr. BOUDINA Tounsia (Bejaia U.)  
 Dr. Imane SFAKSI (Alger 1 U.)  
 Dr. Asma FEMMAM (Alger 1 U.)  
 Dr. SEKKOUR Hamida (Bejaia U.)  
 Dr. Naziha 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 ZEHIOUA (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 (Laghouat U.)  
 Dr. Mokhtaria CADY (Ghardaïa U.)  
 Dr. Naouel ROUAIBIA. (Annaba U.)  
 Dr. Mouloud CHAABI (Sétif 1 U.)  
 Dr. Darel 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 (Laghouat 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 CHOUAF (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. LAQUES 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. Nadja 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 : **eurlpscp .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)



### PROGRAMME

Ouverture du séminaire par le Président 8h30-9h00

Atelier 1 :

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



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

## Atelier 2 :

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

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

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

### Atelier 3 :

Nom et prénom	Intitulé	Horaire
<b>Akila Benbouaziz Khalissa Hamel Djamel Alkama</b>	Urban Sprawl and its Impact on Fragile Rural areas: The Case of Menaa in the Aurès Region of Algeria.	09h00-09h15
<b>Cady. Mokhtaria Hariz Ameer Houdjedje Hammou</b>	ANALYSIS OF MATERIALS AND PROCESSES FOR THE REHABILITATION OF THE GHARDAIA MARKET PLACE.	09h15-09h30
<b>Amina Yahia Khaled Naimi</b>	Approche diagnostique et analyse de la gestion du service de balayage dans la ville d'Oum el bouaghi.	09h30-09h45
<b>Imane BOUALEM Samira HAOUI Bensaada</b>	Architecture écologique et cultures constructives sahariennes : potentialités des matériaux locaux pour une résilience durable	09h45-10h00
<b>LAIFA Imene</b>	Projet urbain résilient à Skikda : stratégies d'adaptation face aux risques climatiques et industriels	10h00-10h15
<b>Madjid YAROU Messaoud HACINI</b>	Current Evaluation and Management of Water Resources in the City of Touggourt	10h15-10h30
<b>Ayat Errahmane REMADNA Kamel BEZIH Mohamed Saddek REMADNA Rafik DEMAGH</b>	Reliability Analysis of Strip Footing Bearing Capacity in Spatially Variable Soils	10h30-10h45
<b>Sid Ahmed BEKHTI Hichem Rakib SEBBAGH Mohammed ROUBI Souad MALAB Nasr-Eddine BOUHAMOU</b>	L'effet des ajouts sable et pouzzolane naturelle sur l'atténuation acoustique des blocs en terre crue BTC	10h45-11h00
<b>Belhout Amira Oumnia BOUAMEUR</b>	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
<b>BENZAID Mehdi ZIANE Sami BOUKOUR Salima BENMARCE Abdelazize</b>	L'EFFECT DE LA HAUTE TEMPERATURE SUR LE COMPORTEMENT MECANIQUE DES BETONS AUTOPLACANTS	11h15-11h30
<b>Hadjer BOUCHENAK KHELLADI, Hafida MAROUF, Zohra DAHOU</b>	Béton autoplaçant bas carbone à partir de déchets recyclés : formulation et performances	11h30-11h45
<b>ATTAR Abdelghani SARAOUI Selma MOHDEB Rachid MANSOURI Yacine</b>	La Perméabilité Urbaine : un Levier pour la Qualité des Expériences Sensibles à Béjaïa	11h45-12h00
<b>Séance Débat</b>		12h00-12h30
<b>Pause déjeuné</b>		12h30-13h00
<b>OUIDDIR Noura BOUDINA Tounsia</b>	: 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
<b>Abdelouahed BRAHIMI</b>	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
<b>Derrouiche Norhane Chiraz Benkara Mostefa Sirine Khadidja Hachem Chaib</b>	Contribution à l'Etude des caractéristiques mécanique du béton géo-polymère à base de sable des dunes	13h30-13h45
<b>Chaib Draa Tani Fayçal</b>	Seismic signal processing for ground motion: the case of the February 2023 earthquakes in Turkey	13h45-14h00
<b>HAMIDI Ahmed</b>	Confortement de la rupture du talus situé sur le site du réservoir de 50 000 m³ du lac des Oiseaux de la wilaya El Tarf	14h00-14h15



شيلي نورة	"الحكمة الحضرية في الجزائر ودورها في التنمية المحلية: الآليات والفاعلون"	14h15-14h30
<b>KHELLAF Nouredine</b> <b>ACIDI Abdelhak</b>	L'APPROCHE ÉCOSOPHIQUE DE L'URBAIN (Deep Ecology) Vers une nouvelle théorie de l'urbain	14h30-14h45
<b>Hachimi Dahhaoui</b> <b>Abdeldjalil Zadjaoui</b> <b>Abdelghani Belbachir</b>	Développement d'un outil numérique d'aide à la décision pour la prédiction et le confortement des glissements de terrain	14h45-15h00
<b>Hachimi Dahhaoui</b> <b>Youssef Chalabi</b> <b>Abdeldjalil Zadjaoui</b> <b>Ilyes Hammoudi</b> <b>Ibrahim Bellal</b>	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
<b>HEFFAF Salah Eddine</b> <b>HAMIDA Nadjla Samah</b>	Djelfa, morphogenèse d'un organisme urbain : dynamiques de centralité et structures de permanence	15h15-15h30
<b>Y. DOUAH</b> <b>A. ABIDELAH</b> <b>H.R SEBBAGH</b>	ANALYSE DU COMPORTEMENT AU FEU D'UN TRONCON EN TE BOULONNE SELON L'EUROCODE 3	15h30-15h45
<b>DOUB Meriem</b> <b>MEBROUK Hayet</b>	Défis environnementaux et perspectives d'amélioration de la qualité du cadre de vie dans le quartier défavorisé d'El Djorf	15h45-16h00
<b>Fenghour Abir</b> <b>Chetara Aïcha</b> <b>Fenghour Ahmed Qassim</b>	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
<b>HadjiraSakhri</b> <b>YassineBada</b>	Effect of thermal comforton pedestrian attendance in hot arid cities	16h15-16h30
<b>Séance Débat</b>		16h30-17h00

Atelier 4 :

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

Pause déjeuner		12h30-13h00
<b>Boulahya ibtissam</b> <b>Makani abdelkadir</b>	Effet de la taille des granulats légers sur les propriétés mécaniques des éco-bétons auto-plaçants	13h00-13h15
<b>Ikhlasse Kheira Asmouni</b> <b>Mohammed Mekki</b>	Dynamic Response of Adjacent Structures Considering Soil-Structure Interaction	13h15-13h30
<b>Rekia Zouini</b>	Innovating with Waste: Stronger, More Sustainable Concrete Solutions	13h30-13h45
<b>Mansour Azzeddine</b> <b>Batout Soumia</b>	Integrated Flood Susceptibility Modeling and Risk Management Framework for the Wadi Boumerzoug Watershed, Algeria	13h45-14h00
<b>Agaguenia Siham</b> <b>KessouriAbderahim</b>	Gestion durable des nuisances sonores des équipements sportifs ouverts en milieu urbain : cas du stade Colonel Amirouche, Jijel, Algérie.	14h00-14h15
<b>KHEZZANE Abdenour</b> <b>BENOUIS Abdelhalim</b>	Effet du dosage en ciment sur l'encrassement du béton drainant	14h15-14h30
<b>CHOUIAL Lamia</b> <b>CHERGUI Samia</b>	Patrimoine colonial hospitalier en Algérie : étude comparée de deux siècles de techniques constructives	14h30-14h45
<b>CHOUIAL Lamia</b> <b>CHERGUI Samia</b>	"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
<b>BOUDJERIOU Mehdi</b>	« 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
<b>BOUDJERIOU Mehdi</b>	« Le rôle du tramway de Constantine dans le renforcement de l'offre de transport public et la transition vers une mobilité durable »	15h15-15h30
<b>HAOUARI SOUAD</b>	Les défis et enjeux du développement durable dans le pôle urbain RETBA Vers une intégration renforcée et un suivi efficace	15h30-15h45
<b>MEGROUS Tassadit</b> <b>DJADOUF Samia</b> <b>FOUCHAL Fazia</b>	Tem Microstructural Characterization of Plaster-Based Composite with Organic Material Using SEM	15h45-16h00
<b>MERABET Yamina</b>	L'urbanisation informelle côtière dans l'extrême nord-ouest algérien : origine et impacts	16h00-16h15
<b>MERIBAI Amine Mehdi</b>	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
<b>Samia Mosteghanemi</b> <b>Fethi Hamzaoui</b> <b>Nesrine Elhouari</b>	Intelligent IoT-Enabled Monitoring of Civil Infrastructure for Predictive Maintenance : A Literature Review	09h00-09h15
<b>NAIT AMAR Nadra</b> <b>BOURAHILI Radja Maya</b> <b>ALIOUAT Lina</b>	NOUVEAU REGARD SUR LES VILLES COTIERES : INTEGRATION DU TRANSPORT MARITIME ET DE L'URBANISME BIOPHILIQUE A STORA, SKIKDA	09h15-09h30
<b>Amira Khalida OUBRAHAM</b> <b>Imane HARAUBIA</b>	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
<b>OUICI Abdelbassit Abdessamed</b> <b>CHERIF TAIBA abdellah</b> <b>MAHMOUDI youcef</b> <b>BELKHATIR mostefa</b>	EFFET DE LA MÉTHODE DE DÉPOSITION SUR LE COMPORTEMENT MECANIQUE DES TROIS SABLES	09h45-10h00
<b>Rahma MESSAOUDI</b> <b>Ahmed KHENE</b>	Prédiction de la Résistance d'un Béton Recyclé Exposé à Haute Température	10h00-10h15
<b>Kernou Nassim</b> <b>Daanoue Nabil</b>	Modeling of the shear test of timber-concrete connections by finite elements	10h15-10h30
<b>Badreddine BOUMALI</b> <b>Abdallah LALMI</b> <b>Nedjwa ELAFRI</b>	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
<b>Mansouri Lamia</b> <b>Haddadou Naiima</b> <b>Bouarroudj Radia</b>	Sur les traces d'un édifice patrimonial méconnu : l'École Supérieure de Commerce d'Alger, témoin d'une histoire centenaire.	10h45-11h00
<b>A. REZEG</b> <b>A. GHERBIA</b>	QUALITY AND SUITABILITY OF SURFACE WATERS FOR IRRIGATION IN THE REGION OF BISKRA	11h00-11h15



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

#### Atelier 6 :

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

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

#### Atelier 7 :

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



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

<b>Boukhabla Moufida</b> <b>Alkama Djamel</b> <b>Femmam Nadia</b>	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
<b>Seyf Eddine MESSIOUD</b> <b>Sadok FEIA</b> <b>Abdelali DADDA</b>	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
<b>BOURAHILI Radja Maya</b> <b>BENCHERIF Meriama</b>	Analyse de l'étalement urbain du Grand Constantine par télédétection et outils SIG : vers une géo-gouvernance pour une croissance urbaine résiliente	15h45-16h00
<b>Abderrahmane Tahar Amine</b>	Tally-Based Life Cycle Assessment: A Revit-Integrated, BIM-Driven Approach to Sustainable Building Design	16h00-16h15
<b>Bensadok Saida</b>	Témoignage de la fabrication de tuiles : vestiges d'un four dans la zone d'El Kocha, Tafart, Bejaïa.	16h15-16h30
<b>Séance Débat</b>		16h30-17h00

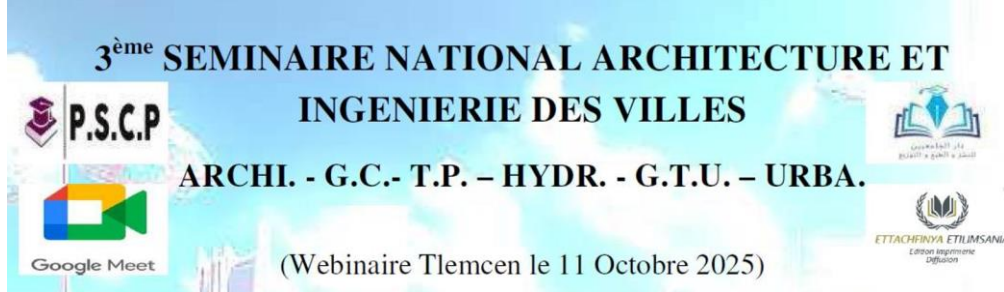
#### Atelier 8 :

Nom et prénom	Intitulé	Horaire
<b>Cady. Mokhtaria</b> <b>Bouras. Mohamed</b> <b>Bakelli. Soufiane</b>	THE MECHANICAL SKILLS OF STONE IN A HERITAGE AREA	09h00-09h15
<b>Anfal Djamed</b> <b>Benharzallah Krobba</b>	Evaluation of Shrinkage and Mechanical Properties of Self-Compacting Mortars Reinforced with Natural Fibers	09h15-09h30
<b>Fellah Halima Saadia</b> <b>Bensaoula Fouzia</b>	VALIDATION DE LA CARTOGRAPHIE DE VULNÉRABILITÉ DES EAUX SOUTERRAINES DANS LES MONTS DE TLEMCEEN.	09h30-09h45
<b>Rekia Zouini</b>	Turning Waste into Strength: Enhancing Concrete Resistance with Recycled Steel Fibers	09h45-10h00
<b>BENAISSA Maya Ines</b> <b>KASSEH LAOUAR Ines</b>	Artisanat et identité urbaine à l'ère numérique en Algérie, le commerce social comme nouvel espace de valorisation culturelle	10h00-10h15
<b>Nada HANNOUFA</b> <b>Djamel ALKAMA</b>	La promenade urbaine en front de mer Algérois entre réalité et perception.	10h15-10h30
<b>Abdelkader Yekrou</b> <b>Baghdad Krour</b> <b>Mohamed Bachir Bouiadjra</b>	Évaluation du comportement d'une dalle en béton renforcée par des nanoparticules d'oxyde de fer (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) sous sollicitation thermomécanique	10h30-10h45
<b>الياسمين أقوني</b>	ضريح تاقسابت بتيقزيرت.	10h45-11h00
<b>Boulechfar Hamza</b> <b>Rabah Zennir</b>	التحويلات الحضرية والاجتماعية وأثرها على الفضاء التجموعي في المدن المشاصرة دراسة حالة مدينة سكيكدة	11h00-11h15
<b>عبدية اسيا</b>	واد الرمال: خطر طبيشي يهدد مدينة قسنطينة يفرض وضائيات تسيير علمية و قتالة	11h15-11h30
<b>بوراس فاطمة</b>	التهيئة الريفية كأداة للتوازن المحلي والتنمية المحلية بلدية الريفية ولاية بومرداس.	11h30-11h45
<b>حطاب سفيان</b>	أهمية نظم المشلومات الجغرافية في تسيير النفايات الحضرية- مدينة المسيلة	11h45-12h00
<b>خرخاش عفاف</b>		12h00-12h30
<b>Séance Débat</b>		12h00-12h30
<b>Pause déjeuner</b>		12h30-13h00
<b>ليسبة سايج</b>	حمامات مدينة روسقونيا القديمة (تمنقوست)، الثمارة ومواد البناء	13h00-13h15
<b>دقداقي بختة</b>	التوسع الحضري غير المنظم وأثره على قتالية التخطيط التمراني في المدن الجزائرية	13h15-13h30
<b>طويل صباح</b>	خطر الفيضانات في ولاية قسنطينة	13h30-13h45
<b>ضريفي نعيمة</b> <b>ليفة اسيا</b>	التوسع التمراني وخطر الانزلاق في مدينة ميله	13h45-14h00
<b>NOUREDDINE, Karima</b>	الهندسة المشمارية في الجزائر خلال الفترة الرومانية	14h00-14h15
<b>رزوق نعيمة</b> <b>معريش كريمة</b>	مساجد مدينة الجزائر بين الطرازين المحلي و التثمانى	14h15-14h30
<b>زولخة تكروشين</b>	عمارة الأضرحة بمنطقة بجاية بين الخصائص المشمارية والموقع الجغرافي	14h30-14h45
<b>فاتح قاضي</b> <b>مقورة عبد الرزاق</b> <b>رجم علي</b>	السدود كحل في حماية المدن من خطر الفيضانات - دراسة حالة سد القصب بالمسيلة.	14h45-15h00
<b>نمر عبد الكريم</b> <b>كبيش عبد الحكيم</b>	تداعيات النمو السريع للمدن الجزائرية، وأثره على جودة الحياة الحضرية	15h00-15h15
<b>N. Hassani</b> <b>H. Dehmous</b>	The Non- Destructive Assessment of Concrete Element	15h15-15h30
<b>OUMRICH Kamel</b> <b>DJOUMAA Sarah</b> <b>DJOUAIBIA Mohamed</b>	"Effect of Dried Date Seed Cores on Enhancing the Physical and Mechanical Properties of Expansive Soil"	15h30-15h45



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

Clôture du séminaire par le Président 18h30



## Strain-Based FEM for Porous FGM Plate Analysis

Assas Taqiyeddine <sup>1\*</sup>, Bourezane Messaoud <sup>1</sup>, Chenafi Madjda <sup>1</sup> and Seyfeddine Benabid <sup>2</sup>

<sup>1</sup> LAHE Laboratory, Faculty of Science and Technology, Biskra University, Biskra, Algeria

<sup>2</sup> 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. Belouinar 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)

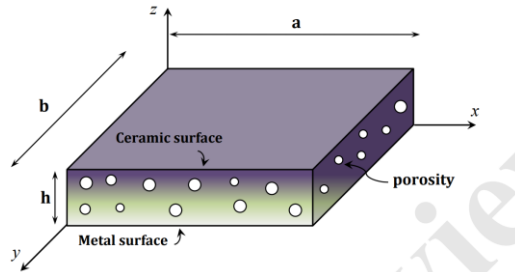
A rectangular porous functionally graded (PFG) plate is considered with dimensions  $a$ ,  $b$ , and  $h$  along the  $x$ ,  $y$ , and  $z$  directions, composed of a metal–ceramic mixture. For simplicity, only the even porosity distribution (Type A) is considered in this study.

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.



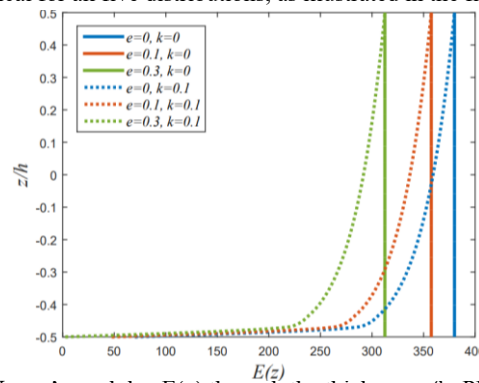
**Figure 01.** Geometry of the considered porous FG plate (Type A – Even Distribution)

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.  $\beta_x$  and  $\beta_y$  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:

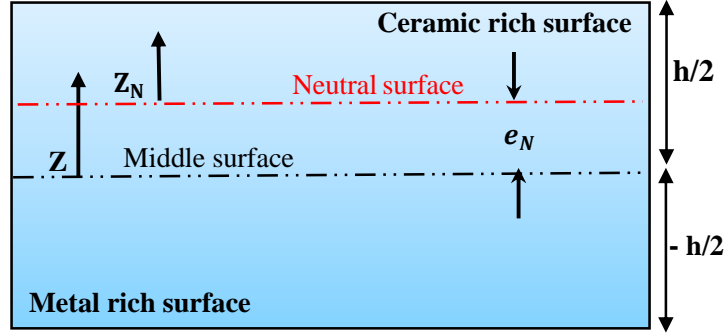
$$Z_N = Z - e_N \quad (5)$$

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 :

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

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

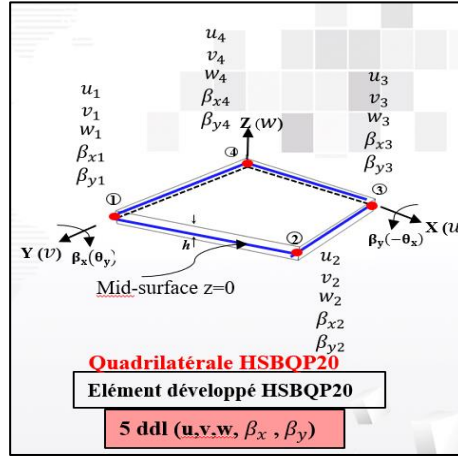
$$[D_s] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \int_{-h/2}^{h/2} \frac{E(z)}{2(1+\nu)} (f(z))^2 dz \quad (10)$$

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

### 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 ( $\beta_x, \beta_y$ ), 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 ( $\rho$ ), Young's modulus (E), and Poisson's ratio ( $\nu$ ), are :

**$Al_2O_3$ :**  $E_{Al_2O_3} = 380$  Gpa;  $\rho_{Al_2O_3} = 3800$  Kg/ $m^3$ ;  $\nu = 0.3$

**Al :**  $E_{Al} = 70$  Gpa;  $\rho_{Al} = 2707$  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)

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

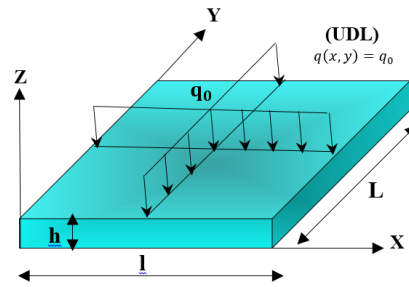
✓ Simply supported (SSSS)

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

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

#### 4.1 Static Behaviour

A study has been conducted on a square Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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 ( $8 \times 8$ ,  $16 \times 16$ , and  $20 \times 20$ ) 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.

**Table1.** Central deflection of a simply supported square Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> plate with uniform porosity distribution ( $e = 0.2$ )

a/h	Méthodes	k = 0	k = 0.1	k = 0.5	k = 1
<b>5</b>	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
<b>10</b>	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
<b>20</b>	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

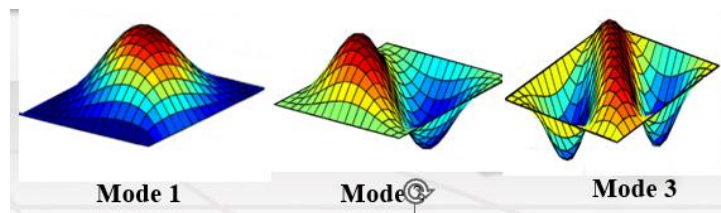
## 4.2 Free Vibration Analysis:

The studied object is a square Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> plate simply supported on all edges. The aspect ratios considered are  $l/h = 5$  and  $10$ . Different values of the power-law index ( $p$ ) and mesh sizes ( $8 \times 8$ ,  $16 \times 16$ , and  $20 \times 20$ ) 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 ( $\omega$ ) of Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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  $\text{ZrO}_2$ -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. Żur, 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.