

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Offre de Formation Complémentaire  
Pour l'Obtention du Diplôme de  
Master en Génie Civil**

**Etablissement : Ecole Nationale Polytechnique d'Oran ENP d'Oran**

**Département : Génie Civil**

<b>Domaine</b>	<b>Filière</b>	<b>Spécialité</b>
<b>Sciences et Technologie</b>	<b>Génie Civil</b>	<b>BATIMENTS DURABLES</b>

**Responsable de la spécialité :  
Mme KAZI AOUAL Fatiha**

# 1. Rappel du programme de formation d'ingénieurs

Ce programme est un complément de formation qui permet à l'étudiant ayant suivi la formation d'ingénieur à l'ENP d'Oran d'obtenir le master en Génie Civil dans la spécialité « Bâtiments Durables » dont ci-joint le programme de formation.

## Semestre S1 :

Unité d'Enseignement UE	Volume Horaire semestriel (15 semaines)					Coefficients
	Cours	Travaux dirigés	Travaux pratiques	Travail Personnel	Total	
<b>UE fondamentale</b>						
<b>UEF 1.1</b>	<b>90h00</b>	<b>90h00</b>	<b>22h30</b>	<b>90h00</b>	<b>292h30</b>	<b>12</b>
Résistance des Matériaux 1	45h00	45h00		30h00	120h00	5
Mécanique des sols 1	22h30	45h00		30h00	77h30	4
Matériaux de Construction	22h30		22h30	30h00	55h00	3
<b>UE méthodologie</b>						
<b>UEM 1.1.1</b>	<b>22h30</b>		<b>45h00</b>	<b>45h00</b>	<b>112h30</b>	<b>5</b>
Caractérisation des sols			22h30	30h00	52h30	2
Technologie du béton	22h30		22h30	15h00	60h00	3
<b>UEM 1.1.2</b>	<b>37h30</b>		<b>15h00</b>	<b>37h30</b>	<b>90h00</b>	<b>4</b>
Dessin Technique du Bâtiment	15h00		15h00	15h00	45h00	2
Systèmes énergétiques et bâtiment économique	22h30			22h30	45h00	2
<b>UE transversale</b>						
<b>UET 1.1</b>	<b>22h30</b>			<b>15h00</b>	<b>37h30</b>	<b>1</b>
Communication écrite et orale 1	22h30			15h00	37h30	1
<b>UE découverte</b>						
<b>UED 1.1</b>	<b>22h30</b>			<b>55h00</b>	<b>77h30</b>	<b>3</b>
Géologie	22h30			15h00	37h30	1
Stage Pratique 1en milieu Professionnel (1semaine)				40h00	40h00	2
<b>Total Semestre 1</b>	<b>195h00</b>	<b>90h00</b>	<b>82h30</b>	<b>242h30</b>	<b>610h00</b>	<b>25</b>

**Semestre S2 :**

Unité d'Enseignement UE	Volume Horaire semestriel (15 semaines)					Coefficients
	Cours	Travaux dirigés	Travaux pratiques	Travail Personnel	Total	
<b>UE fondamentale</b>						
<b>UEF 1.2.1</b>	<b>67h30</b>	<b>90h00</b>	<b>22h30</b>	<b>60h00</b>	<b>240h00</b>	<b>9</b>
Résistance des Matériaux 2	45h00	45h00	22h30	30h00	142h30	5
Mécanique des sols 2	22h30	45h00		30h00	97h30	4
<b>UEF 1.2.2</b>	<b>45h00</b>	<b>45h00</b>		<b>30h00</b>	<b>120h00</b>	<b>6</b>
Thermique du bâtiment	22h30	22h30		15h00	60h00	3
Fluides du bâtiment (eau et air)	22h30	22h30		15h00	60h00	3
<b>UE méthodologie</b>						
<b>UEM 1.2</b>	<b>37h30</b>		<b>45h00</b>	<b>37h30</b>	<b>120h00</b>	<b>5</b>
Bâtiment conception et règlementation	22h30		22h30	22h30	67h30	3
Dessin Assisté par Ordinateur	15h00		22h30	15h00	52h30	2
<b>UE Transversale</b>						
<b>UET 1.2</b>	<b>22h30</b>			<b>15h00</b>	<b>37h30</b>	<b>1</b>
Communication écrite et orale 2	22h30			15h00	37h30	1
<b>UE Découverte</b>						
<b>UED 1.2</b>			<b>22h30</b>	<b>62h30</b>	<b>85h00</b>	<b>4</b>
Conduite de projet : projet thermique du bâtiment (Travaux personnels et encadrés en salle)			22h30	22h30	45h00	2
Stage Pratique 1en milieu Professionnel (1semaine)				40h00	40h00	2
<b>Total Semestre 2</b>	<b>172h30</b>	<b>135h00</b>	<b>90h00</b>	<b>205h00</b>	<b>602h30</b>	<b>25</b>

**Semestre S3 :**

Unité d'Enseignement UE	Volume Horaire semestriel (15 semaines)					Coefficients
	Cours	Travaux dirigés	Travaux pratiques	Travail Personnel	Total	
<b>UE fondamentales</b>						
<b>UEF 2.1.1</b>	<b>45h00</b>	<b>45h00</b>	<b>22h30</b>	<b>37h30</b>	<b>150h00</b>	<b>7</b>
Résistance des Matériaux 3	22h30	22h30	22h30	22h30	90h00	4
Dynamique des structures	22h30	22h30		15h00	60h00	3
<b>UEF 2.1.2</b>	<b>90h00</b>	<b>67h30</b>		<b>52h30</b>	<b>210h00</b>	<b>10</b>
Constructions Métalliques	22h30	22h30		15h00	67h30	3
Béton armé 1	45h00	22h30		22h30	97h30	4
Technologie de construction du bâtiment	22h30	22h30		15h00	67h30	3
<b>UE méthodologie</b>						
<b>UEM 2.1</b>	<b>22h30</b>	<b>22h30</b>		<b>22h30</b>	<b>67h30</b>	<b>3</b>
Statistiques et Analyse des données	22h30	22h30		22h30	67h30	3
<b>UE transversale</b>						
<b>UET 2.1</b>	<b>22h30</b>			<b>15h00</b>	<b>37h30</b>	<b>1</b>
Anglais Scientifique et Technique 1	22h30			15h00	37h30	1
<b>UE découverte</b>						
<b>UED 2.1</b>	<b>22h30</b>		<b>22h30</b>	<b>95h00</b>	<b>140h00</b>	<b>4</b>
Initiation à la programmation 1	22h30		22h30	15h00	60h00	2
Stage Pratique 1 en milieu Professionnel (2 semaines)				80h00	80h00	2
<b>Total Semestre 3</b>	<b>202h30</b>	<b>135h00</b>	<b>45h00</b>	<b>222h30</b>	<b>605h00</b>	<b>25</b>

**Semestre S4 :**

Unité d'Enseignement UE	Volume Horaire semestriel (15 semaines)					Coefficients
	Cours	Travaux dirigés	Travaux pratiques	Travail Personnel	Total	
<b>UE fondamentales</b>						
<b>UEF 2.2.1</b>	<b>67h30</b>	<b>67h30</b>		<b>52h30</b>	<b>187h30</b>	<b>11</b>
Béton armé 2	22h30	22h30		22h30	67h30	4
Constructions Mixtes et Bois	22h30	22h30		15h00	60h00	4
Elasticité	22h30	22h30		15h00	60h00	3
<b>UEF 2.2.2</b>	<b>45h00</b>	<b>45h00</b>		<b>30h00</b>	<b>120h00</b>	<b>6</b>
Connaissances du bâti ancien et Techniques de réparation	22h30	22h30		15h00	60h00	3
Les enveloppes	22h30	22h30		15h00	60h00	3
<b>UE méthodologie</b>						
<b>UEM 2.2</b>	<b>45h00</b>		<b>22h30</b>	<b>22h30</b>	<b>90h00</b>	<b>2</b>
Topographie	45h00		22h30	22h30	90h00	2
<b>UE transversale</b>						
<b>UET 2.2</b>	<b>45h00</b>			<b>30h00</b>	<b>75h00</b>	<b>2</b>
Anglais Scientifique et Technique 2	22h30			15h00	37h30	1
Management de l'entreprise	22h30			15h00	37h30	1
<b>UE Découverte</b>						
<b>UED 2.2</b>	<b>22h30</b>		<b>22h30</b>	<b>95h00</b>	<b>140h00</b>	<b>4</b>
Initiation à la programmation 2	22h30		22h30	15h00	60h00	2
Stage Pratique 1en milieu Professionnel (2 semaines)				80h00	80h00	2
<b>Total Semestre 4</b>	<b>225h00</b>	<b>112h30</b>	<b>45h00</b>	<b>220h00</b>	<b>612h30</b>	<b>25</b>

### Semestre S5 :

Unité d'Enseignement UE	Volume Horaire semestriel (15 semaines)					Coefficients
	Cours	Travaux dirigés	Travaux pratiques	Travail Personnel	Total	
<b>UE fondamentales</b>						
<b>UEF 3.1.1</b>	<b>45h00</b>	<b>22h30</b>	<b>22h30</b>	<b>45h00</b>	<b>135h00</b>	<b>6</b>
Béton Précontraint	22h30	22h30		15h00	60h00	3
Calcul des structures Assisté par Ordinateur	22h30		22h30	30h00	75h00	3
<b>UEF 3.1.2</b>	<b>45h00</b>	<b>45h00</b>		<b>30h00</b>	<b>120h00</b>	<b>6</b>
Acoustique du bâtiment	22h30	22h30		15h00	60h00	3
Electricité du bâtiment	22h30	22h30		15h00	60h00	3
<b>UE méthodologie</b>						
<b>UEM 3.1</b>	<b>45h00</b>	<b>45h00</b>	<b>22h30</b>	<b>60h00</b>	<b>172h30</b>	<b>7</b>
Technologie et Organisation de chantier	22h30	22h30		15h00	60h00	3
Projet de construction durable			22h30	30h00	52h30	2
Les matériaux de réparation	22h30	22h30		15h00	60h00	2
<b>UE transversales</b>						
<b>UET 3.1</b>	<b>67h30</b>			<b>30h00</b>	<b>97h30</b>	<b>3</b>
Anglais Scientifique et Technique 3	22h30			15h00	37h30	1
Management et pilotage de Projet	45h00			15h00	60h00	2
<b>UE découverte</b>						
<b>UED 3.1</b>	<b>22h30</b>		<b>22h30</b>	<b>30h00</b>	<b>75h00</b>	<b>3</b>
Management de projet BIM			22h30	15h00	37h30	2
Pilotage financier de l'entreprise	22h30			15h00	37h30	1
<b>Total Semestre 5</b>	<b>225h00</b>	<b>112h30</b>	<b>67h30</b>	<b>195h00</b>	<b>600h00</b>	<b>25</b>

### Semestre S6 :

Unité d'Enseignement UE	Volume Horaire semestriel (15 semaines)		Coefficients
	Travail individuel	Total	
<b>UE Découverte</b>			
<b>UED 3.2</b>	<b>600h</b>	<b>600h</b>	<b>20</b>
Projet de Fin d'Etudes	360h	360h	16
Stage bloqué en milieu professionnel (un mois et demi)	240h	240h	4
<b>Total Semestre S6</b>	<b>600h</b>	<b>600h</b>	<b>20</b>

## 2. Fiche d'Organisation des enseignements

<b>Matière</b>	<b>Volume Horaire</b>
La Méthode des Eléments Finis appliquée au Génie Civil	45h
Durabilité des structures	45h
Modélisation numérique des phénomènes de transferts dans le bâtiment	45h
<b>Total</b>	<b>135h</b>

---

---

**Semestre S5 :**

<b>Matières</b>	<b>Volume horaire semestriel (15 semaines)</b>		<b>Total semestriel</b>	<b>Coefficients</b>
	<b>Cours /Travaux Dirigés</b>	<b>TP</b>		
La Méthode des Eléments Finis (MEF) appliquée au Génie Civil	45		45	1
Durabilité des structures	45		45	1
Modélisation numérique des phénomènes de transferts dans le bâtiment	45		45	1
<b>Total Semestre 5</b>	<b>135</b>		<b>135</b>	<b>3</b>

**Semestre S6 :**

<b>Matières</b>	<b>Volume horaire semestriel (15 semaines)</b>		<b>Total semestriel</b>	<b>Coefficients</b>
	<b>Elaboration du mémoire de master</b>			
Mémoire de master	120h		120h00	6
<b>Total Semestre 6</b>	<b>120h</b>		<b>120h00</b>	<b>6</b>



## السداسي س5

المعامل	المجموع السداسي	الحجم الساعي السداسي ( 15 أسبوع )		وحدة التعليم
		أعمال تطبيقية	دروس / أعمال موجهة	
1	45		45	طريقة التصميم الرقمي المطبقة على الهندسة المدنية
1	45		45	ديمومة الهياكل
1	45		45	التصميم الرقمي للظواهر لانتقالات في المبنى
3	135		135	مجموع السداسي س5

## السداسي س6

معامل	المجموع السداسي	الحجم الساعي السداسي ( 15 أسبوع )		المادة
		إعداد بحوث في رسالة الماجستير		
6	120 سا		120 سا	رسالة الماجستير
6	120 سا		120 سا	مجموع السداسي س6

**Objectifs de l'enseignement**

- Introduction à la modélisation des structures par la Méthode des Eléments Finis

**Connaissances préalables recommandées**

- Résistance des Matériaux, Elasticité
- Mathématiques
- L'utilisation de logiciels de calcul des structures

**Contenu de la matière****La MEF appliquée au Génie Civil****Chapitre 1 : Equations de base**

- 1-1 Equation d'élasticité dans le cas générale tridimensionnel
  - 1-1-1-Définition
  - 1-1-2-Les équations d'équilibres
  - 1-1-3-Relations entre déformations et déplacements
  - 1-1-4-Relation entre contraintes et déformations
- 1-2 Déformations planes
- 1-3-Contraintes planes
- 1-4-Les équations d'élasticité en coordonnées polaires
  - 1-4-1-Les équations d'équilibre
  - 1-4-2-Déformations en coordonnées polaires
- 1-5- Structure a symétrie axiale
- 1-6- Flexion des plaques minces
- 1-7- Energie de déformation

**Chapitre 2-Description générale de la méthode des éléments finis**

- La formulation faible (variationnelle) et fortes
- Le problème approché
- L'assemblage
- La convergence avec le maillage

**Chapitre 3 : Eléments finis pour la flexion des poutres**

- 4-1- déplacement nodal et force
- 4-2- fonction de déplacement
- 4-3- relation entre déplacement et déformation
- 4-4-relation entre déformation- contrainte
- 4-5 relations entre les charges nodales et les déplacements nodaux
- 4-6- assemblage des matrices de rigidité des éléments
- Exemple 1 :
  - \*\*les portiques : a/introduction- b/détermination de la matrice de rigidité – c/transformation de la matrice
- Exemple 2 : \*\* éléments finis pour l'élasticité plane : a/déplacement nodale et force b/ fonction de déplacements c/contraintes et déformation d/ détermination de la matrice de rigidité

**Chapitre 4 : Eléments finis pour les structures tridimensionnelles**

- 5-1-Relation force –déplacements
- 5-2-Fonction de déplacements

- 5-3-Relation déplacement-déformation
- 5-4-Relation contraintes –déformations
- 5-5-Détermination de la matrice de rigidité

### **Chapitre 5 : Eléments finis pour la flexion des plaques**

- 6-1- forces nodales et déplacements
- 6-2- fonction de déplacements
- 6-3- Relation déformation- déplacement
- 6-4- Relation contrainte déformation
- 6-5- Détermination de la matrice

### **Chapitre 6 : Structure a symétrie axiale**

- 7-1- Introduction
  - 7-2-Forces nodales et déplacements
  - 7-3-Fonction de déplacement
  - 7-4-Relation déformation-déplacement
  - 7-5-Relation contrainte-déformation
  - 7-6-Détermination de la matrice de rigidité
- Exemple : mise en œuvre sur ordinateur de la méthode MEF  
Etude de la flexion des poutres a/introduction des données b/ construction de la matrice  
c/assemblage des matrices de rigidité et de charge d/résolution

### **Références**

- K.C Rockey, Introduction à la MEF
  - H.G. Harris, Structural modelling and experimental techniques
- 
-

**Objectifs de l'enseignement**

- Introduction a la modélisation numérique des phénomènes de transfert

**Connaissances préalables recommandées**

- Thermique du bâtiment
- Mathématiques
- L'utilisation de logiciels de calcul

Contenu de la matière	Modélisation numérique des phénomènes de transferts dans le bâtiment
<p><b>Chapitre 1 : Développement de méthodes adéquates pour l'estimation des transferts thermiques à travers les parois alvéolaires des bâtiments</b></p> <p><b>Chapitre 2- Optimisation des paramètres les plus influents</b>            -Sur le comportement thermique des systèmes étudiés            -Le confort thermique des occupants et/ou sur les charges thermiques de chauffage ou de climatisation</p> <p><b>Chapitre 3- Modélisation numérique</b>            -En régimes permanent et variables, des transferts thermiques couplés ;            - A la proposition d'autres types de structures alvéolaires permettant d'améliorer le confort thermique et de réduire les charges de chauffage ou de climatisation            -La génération de banques de coefficients caractéristiques qui permettent d'estimer de manières simples et rapides les échanges de chaleur à travers ces parois            -Etude des phénomènes de transfert thermique, à savoir,            1- les coefficients d'échange global (U) pour les études en régime permanent            2- les coefficients de la fonction de transfert (CFT) pour le régime variable.</p> <p><b>Chapitre 4- Amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments ;</b></p>	

**Références**

- V.-S. Patankar: Numerical heat transfer and fluid flow, Mc Graw Hill, London, 1978
- E.-F. Nogotov: Application of numerical heat transfer, Mc Graw Hill, New York, 1978.
- B. Carnahan, H.A. Luther & J.O. Wilkes, Applied Numerical Methods, John Wiley and Sons Inc., New York, 1969.
- J.Y.Murthy, S.R.Mathur: Numerical methods in heat, mass and momentum transfer, Draft notes 2002

**Objectifs de l'enseignement**

- Développement des connaissances sur la durabilité des structures dans leur environnement

**Connaissances préalables recommandées**

- Matériaux de construction
- Comportement des matériaux

**Contenu de la matière****Durabilité des structures****Chapitre 1- Généralités sur les environnements d'exploitation,****Chapitre 2- Les structures en béton**

- 2.1-Notions de durabilité des bétons
- 2.2- Phénomènes influents sur la durabilité
- 2.3- Recommandations pour la durabilité des bétons

**Chapitre 3- Les structures métalliques**

- 3.1- Notions de durabilité des structures métalliques
- 3.2-Principe et paramètres de la corrosion électrochimique par les solutions aqueuses. Applications et exemples (corrosion sous contrainte, aciers inoxydables, etc.).
- 3.3-Oxydation des métaux et alliages par les gaz à haute température (corrosion sèche). Applications et exemples (aciers inoxydables, métaux nucléaires, etc.).
- 3.4-Notions sur la protection des métaux contre la corrosion sèche et aqueuse (protection électrochimique, revêtements, inhibiteurs).
- 3.5- Recommandations pour la durabilité des bétons

**Chapitre 4- Les structures en bois**

- 4.1- Notions de durabilité des structures en bois
- 4.2-Phénomènes (mécaniques, biologiques et environnementaux) influents sur la durabilité
- 4.3- Recommandations pour la durabilité des structures en bois

**Chapitre 5- Approche réglementaire de la durabilité****Références**

- Durabilité des structures en béton : les cahiers techniques CT-G.12.8-31
- Grégoire Noble : La galvanisation, un procédé industriel plus que centenaire mais toujours d'actualité, 2012 Bâti-actu [Internet]
- Alain Comparot : Les techniques des structures en bois édité par le CNEAF, 2013