

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



# MASTER ACADEMIQUE HARMONISE

# Programme national

# Mise à jour 2022

| Domaine | Filière | Spécialité |
|---|---|---|
| ***Sciences et Technologies*** | ***Génie civil*** | ***Constructions métalliques et mixtes*** |



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies




# مواءمة

# ماستر أكاديمي

# تحيين 2022

| الميدان | الفرع | التخصص |
|---|---|---|
| علوم و تكنولوجيا | هندسة مدنية | بناءات معدنية ومختلطة |

# I – Fiche d'identité du Master

# Conditions d'accès

| Filière | Master harmonisé | Licences ouvrant accès au master | Classement selon la compatibilité de la licence | Coefficient affecté à la licence |
|---|---|---|---|---|
| **Génie civil** | Constructions métalliques et mixtes | Génie civil | **1** | **1.00** |
| | | Travaux publics | **2** | **0.80** |
| | | Hydraulique | **3** | **0.70** |
| | | Construction mécanique | **3** | **0.70** |
| | | Autres licences du domaine ST | **5** | **0.60** |

# II – Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité

**Semestre 1 :Constructions métalliques et mixtes**

| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Intitulé | | | **Cours** | **TD** | **TP** | | | **Contrôle Continu** | **Examen** |
| UE Fondamentale<br>Code : UEF 1.1.1<br>Crédits : 10<br>Coefficients : 5 | Structures métalliques 1 | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| | Dynamique des structures 1 | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Fondamentale<br>Code : UEF 1.1.2<br>Crédits : 08<br>Coefficients : 4 | Structures mixtes acier béton 1 | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Elasticité | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Méthodologique<br>Code : UEM 1.1<br>Crédits : 9<br>Coefficients : 5 | D.A.O. de charpente | 2 | 1 | | | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% | |
| | Projet en Béton Armé | 4 | 2 | 1h30 | | *1h30 | 45h00 | 55h00 | *70% | 30% |
| | Complément de programmation | 3 | 2 | 1h30 | | 1h00 | 37h30 | 37h30 | 40% | 60% |
| UE Découverte<br>Code : UED 1.1<br>Crédits : 2<br>Coefficients : 2 | *Matière au choix* | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 2h30 | | 100% |
| | *Matière au choix* | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 2h30 | | 100% |
| UE Transversale<br>Code : UET 1.1<br>Crédits : 1<br>Coefficients : 1 | Anglais technique<br>et terminologie | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 2h30 | | 100% |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Total semestre 1** | | **30** | **17** | **15h00** | **6h00** | **4h00** | **375h00** | **375h00** | | |

*Les séances de TP de la matière « **Projet en béton armé** », sont des séances d'encadrement présentielles et se déroulent sous forme d'atelier. Elles ne seront pas comptabilisées en tant que séances de travaux pratiques conventionnelles

## Semestre 2 : Constructions métalliques et mixtes

| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Intitulé | | | **Cours** | **TD** | **TP** | | | **Contrôle Continu** | **Examen** |
| UE Fondamentale<br>Code : UEF 1.2.1<br>Crédits : 10<br>Coefficients : 5 | Structures métalliques2 | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| | Dynamique des structures 2 | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Fondamentale<br>Code : UEF 1.2.2<br>Crédits : 08<br>Coefficients : 4 | Structures mixtes acier béton 2 | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Plasticité et endommagement | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Méthodologique<br>Code : UEM 1.2<br>Crédits : 9<br>Coefficients : 5 | Méthodes des éléments finis | 4 | 2 | 1h30 | | 1h00 | 37h30 | 37h30 | 40% | 60% |
| | Neige et Vent | 2 | 1 | 1h00 | | 1h00 | 30h00 | 20h00 | 40% | 60% |
| | Projet en constructions métalliques | 3 | 2 | 1h00 | | *1h30 | 37h30 | 37h30 | *70% | 30% |
| UE Découverte<br>Code : UED 1.2<br>Crédits : 2<br>Coefficients : 2 | *Matière au choix* | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 2h30 | | 100% |
| | *Matière au choix* | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 2h30 | | 100% |
| UE Transversale<br>Code : UED 1.2<br>Crédits : 1<br>Coefficients : 1 | Respect des normes et règles d'éthique et d'intégrité | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 2h30 | | 100% |
| **Total semestre 2** | | **30** | **17** | **15h30** | **6h00** | **3h30** | **375h00** | **375h00** | | |

*Les séances de TP de la matière « **Projet en construction métallique** », sont des séances d'encadrement présentielles et se déroulent sous forme d'atelier. Elles ne seront pas comptabilisées en tant que séances de travaux pratiques conventionnelles

**Semestre 3 : Constructions métalliques et mixtes**

| Unité d'enseignement | Matières | Crédit | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | | | Volume Horaire Semestriel (15 semaines) | Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines) | Mode d'évaluation | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Intitulé | | | **Cours** | **TD** | **TP** | | | **Contrôle Continu** | **Examen** |
| UE Fondamentale<br>Code : UEF 2.1.1<br>Crédits : 10<br>Coefficients : 5 | Ouvrages métalliques spéciaux (pont, silos, …) | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 | | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| | Profilés formés à froid | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Fondamentale<br>Code : UEF 2.1.2<br>Crédits : 8<br>Coefficients : 4 | Béton précontraint | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Bâtiments élancés | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 | | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE Méthodologique<br>Code : UEM 2.1<br>Crédits : 9<br>Coefficients : 5 | Analyse non linéaire des structures | 4 | 2 | 1h30 | | 1h30 | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| | Modélisation des structures | 3 | 2 | | | 2h30 | 37h30 | 37h30 | 100% | |
| | Organisation et gestion des projets de construction métalliques | 2 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 27h30 | | 100% |
| UE Découverte<br>Code : UED 2.1<br>Crédits : 2<br>Coefficients : 2 | *Matière au choix* | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 2h30 | | 100% |
| | *Matière au choix* | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 2h30 | | 100% |
| UE Transversale<br>Code : UET 2.1<br>Crédits:1<br>Coefficients : 1 | Recherche documentaire et conception de mémoire | 1 | 1 | 1h30 | | | 22h30 | 2h30 | | 100% |
| **Total semestre 3** | | **30** | **17** | **15h00** | **6h00** | **4h00** | **375h00** | **375h00** | | |

**UE Découverte *(S1, S2, S3)***

1. *Métallurgie*
2. *Codes et règlementations*
3. *Calcul au feu des structures métalliques*
4. *Réhabilitation et Maintenance des constructions métalliques*
5. *Stabilité des éléments en structures métalliques*
6. *Génie parasismique*
7. *Organisation et gestion des entreprises*
8. *Maintenance et exploitation des Bâtiments*
9. *Nouveaux matériaux*
10. *Sécurité bâtiment*
11. *Infrastructure qualité*
12. *Pathologie des constructions*

**Semestre 4**

Stage en entreprise ou dans un laboratoire de recherche sanctionné par un mémoire et une soutenance.

| | VHS | Coeff | Crédits |
|---|---|---|---|
| Travail Personnel | 550 | 09 | 18 |
| Stage en entreprise ou dans un laboratoire | 100 | 04 | 06 |
| Séminaires | 50 | 02 | 03 |
| Autre (Encadrement) | 50 | 02 | 03 |
| Total Semestre 4 | 750 | 17 | 30 |

**Ce tableau est donné à titre indicatif**

**Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master**

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

# III - Programme détaillé par matière du semestre S1

**Semestre : 1**
**Unité d'enseignement : UEF 1.1.1**
**Matière2 : Structures métalliques 1**
**VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)**
**Crédits : 6**
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement:**

Permettre à l'étudiant de dimensionner correctement les éléments de structure d'un ouvrage en charpente métallique.

**Connaissances préalables recommandées:**

Les matériaux utilisés en CM ; les bases de calcul des ossatures en CM ; les classes de résistance des sections transversales ; les résistances de calcul des sections transversales et des éléments ; les assemblages.

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1** : Les assemblages boulonnés **(3 Semaines)**
Rappels sur les assemblages
Le boulonnage ordinaire - Technologie et Calcul.
Le boulonnage Haute résistance - Technologie et Calcul
**Chapitre 2** : Les assemblages soudés - Technologie et Calcul. **(3 Semaines)**
**Chapitre 3** : Les assemblages poutre-poutre et poutre-poteau **(3 Semaines)**
Les assemblages de continuités - Conception et Calcul (boulonnage et soudure)
Les appuis de poutres - Conception et Calcul (boulonnage et soudure)
Les joints encastrés de poutres – Conception et Calcul (boulonnage et soudure)
Les assemblages articulés et rigides
**Chapitre 4** : Conception et calcul des pieds de poteaux **(3 Semaines)**
Pieds de poteaux articulés, Pieds de poteaux encastrés
**Chapitre 5 :** Conception et calcul des chemins de roulement **(3 Semaines)**
Classification des ponts roulants, Actions sur la poutre de roulement, Calcul de la poutre de roulement, Poutres de freinage, Résistance des au voilement par cisaillement, Résistance des âmes aux charges transversales

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**


1. *J. MOREL : Calcul des Structures Métalliques selon l'EUROCODE 3.*
1. *P. BOURRIER ; J. BROZZETTI : Construction Métallique et Mixte Acier–Béton – Tomes 1 et 2 – EYROLLES.*
2. *Document Technique Réglementaire – DTR – BC 2.44 – Règles de Conception et de Calcul des Structures en Acier « CCM97 ».*
3. *Document Technique Réglementaire – DTR – BC 2-4.10 – Conception et Dimensionnement des Structures Mixtes Acier-Béton.*
4. *EUROCODE N°3 – Calcul des Structures en Acier – Partie 1-8 : Calcul des assemblages*

**Semestre:1**
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**
**Matière2:Dynamiques des Structures 1**
**VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**
**Crédits:4**
**Coefficient:2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Acquérir les notions fondamentales de la dynamique des structures selon des modèles discrets ou continus. Détermination de la réponse dans le domaine linéaire et non linéaire sous l'effet d'une excitation sismique.

**Connaissances préalables recommandées:**

Calcul de structures – Mathématiques - Mécanique

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1.**Introduction générale à la dynamique des structures **(3 Semaines)**
Différents types d'actions : Harmonique, périodique, impulsive, aléatoire

**Chapitre 2.**Systèmes linéaires à un seul degré de liberté, **(3 Semaines)**
Equation de mouvement, -Relation force - déplacement ; amortissement : origine et modélisation
-Vibration libre : amortie, non amortie
-Vibration forcée harmonique et fonction de transfert.

**Chapitre 3.** Systèmes à plusieurs degrés de liberté **(3 Semaines)**
-Equation d'équilibre: discrétisation (exemple portique N étages), forces élastiques, amortissement, inertie.
-Détermination et propriétés des matrices masse, raideur
-Vibration libre système linéaire non amorti: fréquences propres, modes propres
-Propriétés des vecteurs propres

**Chapitre 4.** Systèmes continus **(3 Semaines)**
(nombre infini de degrés de liberté)

**Chapitre 5.** Systèmes à plusieurs degrés de liberté **(3 Semaines)**
Discrétisation et modélisation par éléments finis

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**


5. *Polycopié préparé par l'enseignant*
6. *Structural dynamics theory and computation updated with SAP 2000 – MARIO PAZ ; WILLIAM LEIGH*
7. *Earthquake resistant concrete structures – GEORGES G. PENELIS ; ANDEAS J. KAPPOS*
8. *Dynamics of structures – ANIL K. CHOPRA.*
9. *Dynamics of Structures" de Clough et Penzien*
10. *Dynamique des structures Analyse modale numérique,ThomasGmur, Polytech. Lausanne 1997*
11. *Elements de génie parasismique et de calcul dynamique des structures. A. filiatrault, Polytéch. Montérial 1996*
12. *Dynamique des sols. Alain pecker, PENPC paris 1984*

**Semestre : 1**
**Unité d'enseignement : UEF 1.1.2**
**Matière2 :Structures mixtes acier béton 1**
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Donner à l'étudiant des connaissances sur la conception et le calcul des structures mixtes aciers bétons selon l'Eurocode 04 et le DTR BC 2-4.10. Cette nouvelle technologie de construction connaît actuellement un grand succès dans les pays développés mais demeure moins connu chez nous.

**Connaissances préalables recommandées:**

Les modules antécédents de constructions métalliques dispensés en licence, les modules antécédents de Résistance des matériaux ainsi que les modules de béton armé

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1** : Généralitéssur les constructions mixtes et l'Eurocode 4. **(3 Semaines)**
- Domaine d'application
- Références normatives
- Hypothèses
- Distinction entre principes et règles d'application
- Définitions
- Symboles

**Chapitre 2** : Matériaux **(3 Semaines)**
- Béton
- Acier d'armature
- Acier de construction
- Dispositifs d'assemblage
- Plaques nervurées en acier pour dalles mixtes de bâtiment

**Chapitre 3** : Bases de calcul **(3 Semaines)**
- Exigences
- Durabilité
- Principes du calcul aux états limites
- Variables de base
- Vérification par la méthode des coefficients partiels

**Chapitre 4** : Analyse structurale **(3 Semaines)**
- Modélisation structurale pour l'analyse
- Stabilité structurale
- Imperfections
- Calcul des effets des actions
- Classification des sections

**Chapitre 5** : États limites ultimes **(3 Semaines)**
- Poutres
- Résistances des sections de poutres
- Résistance des sections de poutres de bâtiment avec enrobage partiel
- Déversement des poutres mixtes
- Forces transversales exercées sur les âmes

- Connexion
- Poteaux mixtes et éléments mixtes comprimés
- Fatigue

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**


1. *J. MOREL : Calcul des Structures Métalliques selon l'EUROCODE 3.*
2. *P. BOURRIER ; J. BROZZETTI : Construction Métallique et Mixte Acier–Béton – Tomes 1 et 2 – EYROLLES.*
3. *Document Technique Réglementaire – DTR – BC 2.44 – Règles de Conception et de Calcul des Structures en Acier « CCM97 ».*
4. *Document Technique Réglementaire – DTR – BC 2-4.10 – Conception et Dimensionnement des Structures Mixtes Acier-Béton.*
5. *EUROCODE N°3 – Calcul des Structures en Acier – Partie 1-8 : Calcul des assemblages*

**Semestre : 1**
**Unité d'enseignement : UEF 1.1.2**
**Matière 1 : Elasticité**
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Définir le comportement des milieux continus solides élastiques, comprendre les mécanismes de déformation des matériaux dans le domaine élastique et pouvoir effectuer quelques calculs.

**Connaissances préalables recommandées :**

Equations différentielles, Résistance des Matériaux

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1.**Généralité sur la théorie d'élasticité **(3 Semaines)**
**Chapitre 2.** Théorie de l'état de contrainte **(3 Semaines)**
**Chapitre 3.** : Théorie de l'état de déformation **(3 Semaines)**
**Chapitre 4.** Relations entre les contraintes et les déformations **(2 Semaines)**
**Chapitre 5 :** Formulation classique des problèmes en élasticité linéaire **(2 Semaines)**
**Chapitre 6 :** Problèmes plans et anti - plans **(1 Semaine)**
**Chapitre 7 :** Formulation variationnelle du problème d'élasticité **(1 Semaine)**

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % ; Examen: 60 %.

**Références bibliographiques: (Si possible)**:


1. TIMOSHENKO (S.P.) et GOODIER (J.N.). – *Théorie de l'élasticité.*544 p., 2 éd. Béranger (1961
2. COURBON (J.). – *Calcul des structures.*Dunod (1972).
3. *f.frey, Analyse des structures et milieux continus méthode des éléments finis volume 6 ,p.p.u.r.*
4. J.COURBON, Plaques minces élastiques. Eyrolles
5. R.L'HERMITE,Leflombageélasto-plastique des systèmes de barres droites. Eyrolles
6. *S.TIMOSHINKO, Théorie de la stabilité élastique. Dunod*
7. *A.PFLUGER , Élément de statique des coques. Dunod*
8. M. Tichy et J. Rakosnik, « Calcul plastique des ossatures en béton », Eyrolles, 1975.
9. William A. Nash, « Résistance des matériaux 1 : Cours et problèmes », série Schaum,

**Semestre : 1**
**Unité d'enseignement : UEM1.1**
**Matière1 :D.A.O. de charpente**
**VHS : 22h30 (TP : 1h30)**
**Crédits : 2**
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Les connaissances acquises doivent permettre à l'étudiant de dessiner correctement les éléments de structure d'un ouvrage en charpente métallique en utilisant les différents outils informatiques spécialisés.

**Connaissances préalables recommandées :**

Dessin technique

**Contenu de la matière :**

- Dessin de tous les éléments d'une structure métallique
- Outils informatiques :

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100% ; Examen : 0%.

**Références bibliographiques :**

**Semestre : 1**
**Unité d'enseignement : UEM 1.1**
**Matière 1 : Projeten béton armé**
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement :

Choisir et utiliser les méthodes de calcul appropriées au pré-dimensionnement et au dimensionnement des éléments composant la structure. Faire la conception et le dimensionnement d'un ouvrage en béton armé.

## Connaissances préalables recommandées :

Calcul des sollicitations, Calcul des sections droites en B.A (traction simple, compression simple, flexion simple, flexion composée, flambement).

## Contenu de la matière :

**Chapitre 1** : Plancher et Dalles **(3 Semaines)**

**Chapitre 2** : Escaliers **(1 Semaine)**

**Chapitre 3** : Poutres **(3 Semaines)**

**Chapitre 4** : Poteaux **(2 Semaines)**

**Chapitre 5** : Voiles de contreventements **(3 Semaines)**

**Chapitre 6** : Fondations **(3 Semaines)**

## Références bibliographiques

*1- Georges Dreux, « Calcul pratique du béton armé. Règles B.A.E.L 80 », Eyrolles, 1981.*
*2- A. Guerrin et R. C. Lavaur, « Traité de béton armé ; Propriétés générales mécanique expérimentale du béton armé, Tome 1 », Dunod, 1973.*
*3- A. Guerrin et R. C. Lavaur, « Traité de béton armé ; Ossatures d'immeubles et d'usines, planchers, escaliers, encorbellements, ouvrages divers du bâtiment, Tome 4 », Dunod, 1971.*
*5- A. Guerrin et R. C. Lavaur, «Traité de béton armé ; Murs de soutenement et murs de quai, Tome 7 », Dunod, 1976.*
*6- Jean Pierre Mougin, « Béton armé, BAEL 91 modifié 99 et DTU associés », Eyrolles, 2000.*
*7- M. Albiges et M. Mingasson, « Théorie et Pratique du béton armé aux états limites », Eyrolles, 1981.*
*8- Règles BAEL 91, « Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites », Eyrolles, mars 1992.*
*9- H. Renaud et F. Letertre, « Ouvrages en béton armé », Foucher, 1985.*
*10- Georges Dreux, « Nouveau guide du béton », Eyrolles, 1985.*
*11- Georges Dreux, « Calcul pratique du béton armé. Règles BAEL 83 », 1983*
*12- R. Park et T. Paulay, « Reinforcedconcrete structures », John Wiley et Sons.*
*13- Eurocode 2, Calcul des structures en béton - Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments, NF EN 1992-1-1 Octobre 2005.*
*14- Christian Albouy, « Eurocode2: béton armé - éléments simples », CERPET – STI, 2007.*
*15- J. A. Calgaro, « Applications de l'Eurocode 2 - Calcul des bâtiments en béton », ponts et chaussée, 2007.*

**Semestre : 1**
**Unité d'enseignement : UEM1.1**
**Matière1 : Complément de programmation**
**VHS :45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h00)**
**Crédits : 3**
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Ce cours a pour objectif d'initier les étudiants aux différentes méthodes numériques utilisées en calcul de structures et de fournir les éléments de base pour pouvoir appliquer celle qui est la plus couramment utilisée dans les logiciels de calcul de structures pour le génie civil.

**Connaissances préalables recommandées:**

*Résistance des matériaux, Mécanique des milieux continus, les bases de la formulation énergétique de la mécanique des structures, notion de mécanique des solides, calcul différentiel et matriciel.*

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1.**Méthodes classiques de résolution des systèmes linéaires **(3 Semaines)**
**Chapitre 2.** Méthode matricielle des déplacements **( 4 Semaines)**
(structure en barres et poutres)
**Chapitre 3.** Méthode des différences finies **(4 Semaines)**
**Chapitre 4.** Exemples d'application **(4 Semaines)**

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**


1. *Concepts in programming languages. J.C. Mitchel, Prentice Hall 1997*
2. *M. BOUMAHRAT, A. GOURDIN « Méthodes numériques appliquées » OPU 1993*
3. *VARGA « Matrix iterative analysis »Printice Hall, 1962*
4. *BESTOUGEFF « La technique informatique : Algorithmes numériques et non numériques » Tome 2, Masson, 1975*

**Semestre : 1**
**Unité d'enseignement : UET1.1**
**Matière 1:Anglais technique et terminologie**
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**
**Crédits: 1**
**Coefficient: 1**

## Objectifs de l'enseignement:

Initier l'étudiant au vocabulaire technique. Renforcer ses connaissances de la langue. L'aider à comprendre et à synthétiser un document technique. Lui permettre de comprendre une conversation en anglais tenue dans un cadre scientifique.

## Connaissances préalables recommandées:

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

## Contenu de la matière:

- Compréhension écrite : Lecture et analyse de textes relatifs à la spécialité.

- Compréhension orale : A partir de documents vidéo authentiques de vulgarisation scientifiques, prise de notes, résumé et présentation du document.

- Expression orale : Exposé d'un sujet scientifique ou technique, élaboration et échange de messages oraux (idées et données), Communication téléphonique, Expression gestuelle.

- Expression écrite : Extraction des idées d'un document scientifique, Ecriture d'un message scientifique, Echange d'information par écrit, rédaction de CV, lettres de demandes de stages ou d'emplois.

**Recommandation :**Il est vivement recommandé au responsable de la matière de présenter et expliquer à la fin de chaque séance (au plus) une dizaine de mots techniques de la spécialité dans les trois langues (si possible) anglais, français et arabe.

## Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

## Références bibliographiques :


1. *P.T. Danison, Guide pratique pour rédiger en anglais: usages et règles, conseils pratiques, Editions d'Organisation 2007*
2. *A. Chamberlain, R. Steele, Guide pratique de la communication: anglais, Didier 1992*
3. *R. Ernst, Dictionnaire des techniques et sciences appliquées: français-anglais, Dunod 2002.*
4. *J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, Basic Technical English, Oxford University Press, 1980*
5. *E. H. Glendinning and N. Glendinning, Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering, Oxford University Press 1995*
6. *T. N. Huckin, and A. L. Olsen, Technical writing and professional communication for nonnative speakers of English, Mc Graw-Hill 1991*
7. *J. Orasanu, Reading Comprehension from Research to Practice, Erlbaum Associates 1986*

# III - Programme détaillé par matière du semestre S2

**Semestre : 2**
**Unité d'enseignement : UEF 1.2.1**
**Matière2 : Structures métalliques 2**
**VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)**
**Crédits : 6**
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Permettre à l'étudiant de dimensionner correctement les éléments de structure d'un ouvrage en charpente métallique.

**Connaissances préalables recommandées :**

Les matériaux utilisés en CM ; les bases de calcul des ossatures en CM ; les classes de résistance des sections transversales ; les résistances de calcul des sections transversales et des éléments ; les assemblages.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 01 :** Conception des ossatures métalliques (02 semaines)

1. Composants d'ossatures (éléments tendus, éléments comprimés, poteaux, poutres)
2. Eléments types des ossatures courantes (principes fondamentaux, systèmes constructifs, stabilités d'ensemble, éléments complémentaires de stabilités, choix des conditions de liaison aux appuis))

**Chapitre 02** : Conception et calcul des systèmes de contreventements (2 semaines)

1. Introduction
2. Rôle des systèmes de contreventement
3. Les techniques de contreventement des ossatures
4. Distribution des efforts tranchants de niveau sur les contreventements verticaux

**Chapitre 03**Dimensionnement des éléments structuraux d'un bâtiment de type halle (ou hangar) (05 semaines)

1. Dimensionnement des couvertures de toiture
2. Dimensionnement des bardages des parois verticales.
3. Etude des pannes de toiture
4. Etude des lisses de bardage
5. Etude des potelets
6. Dimensionnement des portiques et des éléments de renforts (jarrets et clés de faitage)
7. Etude des contreventements (poutre au vent – palée de stabilité longitudinale)

**Chapitre 04** : Ponts roulants et chemins de roulement (3 semaines).

1. Aperçu sur les bâtiments industriels avec ponts roulants.
2. Les ponts roulants (types, caractéristiques et classification).
3. Les chemins de roulement (définition – évaluation des efforts – calcul de la poutre de roulement).
4. Les poutres de freinage (configuration – étude)

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

2. *J. MOREL : Calcul des Structures Métalliques selon l'EUROCODE 3.*

13. *P. BOURRIER ; J. BROZZETTI : Construction Métallique et Mixte Acier–Béton – Tomes 1 et 2 – EYROLLES.*
14. *Document Technique Réglementaire – DTR – BC 2.44 – Règles de Conception et de Calcul des Structures en Acier « CCM97 ».*
15. *Document Technique Réglementaire – DTR – BC 2-4.10 – Conception et Dimensionnement des Structures Mixtes Acier-Béton.*
16. *EUROCODE N°3 – Calcul des Structures en Acier – Partie 1-8 : Calcul des assemblages*

**Semestre : 2**
**Unité d'enseignement : UEF 1.2.1**
**Matière2 : Dynamiques des Structures 2**
**VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Acquérir les notions fondamentales de la dynamique des structures selon des modèles discrets ou continus. Détermination de la réponse dans le domaine linéaire et non linéaire sous l'effet d'une excitation sismique.

**Connaissances préalables recommandées :**

Calcul de structures – Mathématiques - Mécanique dynamique des structures 01

**Contenu de la matière :**

1. Actions sismiques et réponse des structures
    1. Modes de vibration des structures
    2. Représentation de l'action sismique
    3. Réponse dissipative des structures aux actions sismiques
    4. Coefficient de comportement
2. Méthodes de calcul
    1. Stratégie de calcul sismique
    2. Modélisations
    3. Méthode d'analyse par forces latérales
    4. Méthode d'analyse modale
    5. Calcul des périodes propres
    6. Validation du comportement dynamique
3. Approche non-linéaire : *pushover*
    1. Historique
    2. Rappel de la méthode de *pushover*
    3. Méthode de calcul
    4. Applications
4. Pratique des logiciels de calcul sur ordinateur
    1. Modélisations informatiques
    2. Exemples de calculs

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**


1. *Polycopié préparé par l'enseignant*
2. *Structural dynamics theory and computation updated with SAP 2000 – MARIO PAZ ; WILLIAM LEIGH*
3. *Earthquake resistant concrete structures – GEORGES G. PENELIS ; ANDEAS J. KAPPOS*
4. *Dynamics of structures – ANIL K. CHOPRA.*
5. *Dynamics of Structures" de Clough et Penzien*
6. *Dynamique des structures Analyse modale numérique,ThomasGmur, Polytech. Lausanne 1997*
7. *Elements de génie parasismique et de calcul dynamique des structures. A. filiatrault, Polytéch. Montérial 1996*
8. *Dynamique des sols. Alain pecker, PENPC paris 1984*
9. Pratique du calcul sismique Victor Davidovici Eyrolles 2014

**Semestre : 2**
**Unité d'enseignement : UEF 1.2.2**
**Matière2 : Structures mixtes acier béton 2**
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Cette matière est une suite du module constructions mixtes acier-béton1. Elle a également pour objectif d'approfondir les connaissances sur la conception et le calcul des structures mixtes aciers bétons selon l'eurocode 04 et le DTR BC-2.4.10, notamment pour le calcul des dalles mixtes, des poutres mixtes continues, des poteaux mixtes et des assemblages mixtes.

**Connaissances préalables recommandées :**

Les modules antécédents de constructions métalliques en licence, les modules antécédents de Résistance des matériaux, de béton armé et le module de construction mixte acier-béton 01 du semestre précédent.

**Contenu de la matière :**

**1. Les dalles mixtes**

1. Introduction
2. Comportement des dalles mixtes
3. Situations de calcul, actions et flèches
4. Analyse des sollicitations
    a. Tôle profilée en acier utilisée comme coffrage
    b. Dalle mixte
5. Vérification des sections
    a. Vérification de la tôle profilée en phase de chantier aux états limites ultimes (ELU) suivant la partie 1-3 de l'Eurocode 3
    b. Calcul de la tôle profilée en phase de chantier à l'état limite de service (ELS)
    c. Vérifications des sections à l'état limite ultime en comportement mixte
        i. Vérification de la résistance de la dalle en flexion, ruine de type I
        ii. Vérification de l'adhérence de la dalle, ruine de type II
        iii. Vérification de résistance de la dalle à l'effort tranchant, ruine de type III
        iv. Vérification de la résistance en pénétration par cisaillement
    d. Vérification à l'état limite de service en comportement mixte

**2. Les systèmes de planchers avec dalles mixtes pour le bâtiment**

**3. Les poteaux mixtes**

a. Définitions et types de poteaux mixtes
b. Méthodes de calcul
c. Voilement local des parois des éléments structuraux en acier
d. Cisaillement entre les composants acier et béton (assemblage poutre-poteau)
e. Méthode simplifiée de calcul

f. Méthode simplifiée appliquée au calcul des poteaux mixtes soumis à compression et flexion combinées
   i. Analyse de la distribution des moments fléchissants dans la structure
   ii. Résistance des poteaux mixtes à la compression et à la flexion uniaxiale combinée
   iii. Compression et flexion bi axiale combinées

**4. Les assemblages mixtes**

g. Assemblages poteaux-poutres
h. Résistance des assemblages mixtes

**5. Les ponts mixtes**

i. Typologie et conception des ponts mixtes
j. Actions (charges et surcharges d'exploitation)
k. Méthodologie de calcul et dimensionnement

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**


1. *Document Technique Réglementaire – DTR – BC 2-4.10 – Conception et Dimensionnement des Structures Mixtes Acier-Béton.*
2. *EUROCODE N°4 – Calcul des Structures mixtes acier béton Edition Eyrolles*
3. *J. MOREL : Calcul des Structures Métalliques selon l'EUROCODE 3.*
4. *P. BOURRIER ; J. BROZZETTI : Construction Métallique et Mixte Acier–Béton – Tomes 1 et 2 – EYROLLES.*
5. *Document Technique Réglementaire – DTR – BC 2.44 – Règles de Conception et de Calcul des Structures en Acier « CCM97 ».*

**Semestre : 2**
**Unité d'enseignement : UEF 1.2.2**
**Matière 1 : Plasticité et endommagement**
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Faire comprendre le but de la formulation variationnelle, les principes énergétiques. Le principe des travaux virtuels lesMéthodes de résolution numérique en élasticité, la théorie de flexion des plaques et coques minces et introduire l'étudiant à la théorie de la plasticité.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions essentielles d'Elasticité et de RDM

**Contenu de la matière :**

1. **Le calcul élastoplastique**
    1) Introduction
    2) Notion de rotule plastique et moment plastique
    3) Etude de sections à axes de symétrie
    4) Comportement des structures en plasticité : réserve plastique ou phénomène d'adaptation plastique
    5) Calcul de la charge limite par le principe des déplacements virtuels
    6) Effets de l'effort normal sur la valeur du moment plastique : flexion composée
2. **Analyse limite appliquée au calcul des structures**
    1) Principe de l'analyse limite et rappels des lois constitutives
    2) Etude d'un cas de charge limite simple : Phase élastique ; Phase élasto-plastique ; Ruine de la structure
    3) Analyse limite-calcul à la rupture
    4) Les théorèmes de l'analyse limite : Théorème statique ou de la borne inférieure ; Théorème cinématique ou de la borne supérieure
    5) Hypothèses de calcul : chargement et mécanisme de ruine
    6) Méthode d'analyse.
3. **Thermodynamique des processus irréversibles et mécanique de l'endommagement**
    1) Variables internes et lois d'état
    2) Potentiel de dissipation et lois complémentaires
    3) inégalité de Clausius Duhem
    4) Présentation de quelques modèles locaux d'endommagement isotropes adaptés pour l'acier
    5) Présentation de quelques modèles non locaux d'endommagement isotropes adaptés pour le béton
4. **Introduction à la mécanique de la rupture**

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

**Références bibliographiques:**:

1. Mécanique des matériaux solides Jean Lemaitre, et Jean Louis ChabocheAhmedBenallal et Rodrigue Desmorat Edition Dunod (2009)
2. Traité de Génie civil de l'EPFL "Analyse des structures et milieux continus : Mécanique des structures Volume 02" François Frey
3. Elasticité et calcul à la rupture Patrick de Buhan Presses des ponts et chaussées
4. Résistance des matériaux par la pratique / Tomes 1, 2, 3 et 4 Jean Roux ed Eyrolles, 1995-99

**Semestre : 2**
**Unité d'enseignement : UEM1.2**
**Matière1 : Méthode des éléments finis**
**VHS : 45 h (Cours : 1h30, TP : 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement :

L'objet de ce cours est la présentation de la méthode des élémentsfinis et de son implémentation pratique sur ordinateur. On y trouveratous les détails de la programmation effective de la méthode, uneintroduction aux techniques de maillages adaptatifs et la résolutionde problèmes de conception et d'optimisation.Connaitre les principes théoriques, mathématiques et techniques, accompagnés d'exemples et d'exercices d'application.

**Connaissances préalables recommandées :**

Analyse numérique, Calcul matriciel, méthodes numériques, résistance des matériaux.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Concepts de Base (2 semaines)**

1-Introduction
2-Connaissances fondamentales nécessaires
3- Méthodes d'analyse matricielle
4- Principe des travaux virtuels
5- Méthode des éléments finis

**Chapitre 2 : Eléments de structures (2 semaines)**

1- Eléments de Barre
2- Eléments de Poutre
3- Eléments Plans (d'ordre 1 et d'ordre élevés)
4- Exercices d'application

**Chapitre 3 : Formulation Isoparamétrique(2semaines)**

1- Introduction
2-Fonctions de forme et Jacobien
3- Intégration numérique (Quadrature de Gauss).
4-Critères de convergence
5- Formulation des éléments isoparamétriques (1D et 2D)
    - Matrice de rigidité
    - Forces élémentaires
6- Exercices d'application

**Chapitre 4 : Eléments Axisymétriques (2 semaines)**

1-Introduction
2- Matrice de rigidité
3- Solutions pour un récipient sous pression
4- Exercices d'application sur les éléments axisymétriques

**Chapitre 5 : Eléments pour la flexion des plaques (2 semaines)**

1- Introduction
2-Concepts de Base pour la flexion des plaques
3- Matrice de rigidité d'un élément plaqueà modèles en déplacement
4-Comparaison numérique entre quelques éléments plaques à modèles en déplacement
5-Problèmes

**Chapitre 6 : Eléments de structures tri-dimensionnels (2 semaines)**

1- Introduction
2- Contrainte et déformation Tri-dimensionnelle
3- Eléments Tétraédriques
4- Eléments Solides (Briques à 8 nœuds)
    1- Formulation isoparamétrique des éléments de volume
    2- Problèmes

**Mode d'évaluation :**

**Moyenne des TP :** 40%, **Examen :** 60%.

## Références bibliographiques:

*(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

1- Méthode des éléments finis : Approche pratique en mécanique des structures (Michel CasenaveedDunod)
2- Méthode de calcul par éléments finis (Recho Naman Jonathan Bares Benjamin Richard ed ellipses)
3- Comprendre les éléments finis (Principes, formulation et exercices corrigés, AlaaChateauneufed ellipses)
4- Modélisation des structures par éléments finis volume 1,2 (Jean-.LouisBatoz et Gouri Dhatt)
5- Introduction à la méthode des éléments finis (Lenneth Rocky, Roy Evans, William Grffiths et David Nethercit).
6- Un très bon code de calcul libre et ouvert à la programmation Cast3m et qui peut servir comme support pédagogique : www-cast3m.cea.fr

**Semestre : 2**
**Unité d'enseignement : UEM 1.2**
**Matière 1 : Neige et Vent**
**VHS : 37h30 (Cours : 1h30, 1h00 TD)**
**Crédits : 3**
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

L'étudiant doit pouvoir maitriser les calculs de les tous les types d'actions auxquelles la structure sera soumise aussi bien en situation de montage qu'en situation définitive qui englobe le cas durable et accidentel.

**Connaissances préalables recommandées :**

Connaissance des différents types de structures en général, des systèmes de contreventement des ossatures, dequelques notions essentielles de dynamique des structures (de distribution des masses, de périodes propres de vibration, structures souples et rigides, phénomène de résonnance, etc..)

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 01 : Introduction aux règlements neige et vent**

1. Historique des normes de Neige et Vent
2. Carte climatologique Algérienne
3. DTR. Neige et Vent 1999 – Domaines d'application

**Chapitre 02Calcul des actions dues à la neige et aux sables**

1. Charges de neige au sol
2. Charges de neige sur les toitures
3. Coefficients de formes des toitures
4. Neige suspendue en débord

5 Charge de neige sur les obstacles

6. Actions dues au sable

6.1 Toituresplates ou à faibles pentes (pentes inférieures à 5%)

6.2 Toitures rampantes

**Chapitre 03Calcul des actions dues au vent**

1. Principes généraux
2. Actions extérieures et intérieures
3. Calcul des coefficients dynamiques
4. Actions résultantes
5. Calcul des forces de frottement

**Chapitre 04 Exemples d'applications**

1. Bâtiments industriel à versants et à toiture en sheds,
2. Toitures en console,
3. Bâtiment à étages,
4. Panneaux de signalisation,
5. Pylônes

**N.B :** Le chapitre « exemples d'applications » peuvent être donné aux étudiants sous forme de travail personnel.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu :40%, Examen : 60%

**Références bibliographiques:**


1. *DTR BC 2-4-4 Règles de calcul et de conception des structures en acier édité par le CGS Alger*
2. *DTR C 2.4.7 Règlement Neige et Vent " RNV 2013" édité par le CNERIB*

3. *DTR C 2.4.7Règlement Neige et Vent " RNV 2013" Exemples d'application édité par le CNERIB*
4. *Eurocode 3 et document d'application nationale - Calcul des structures en acier Partie 1-1 : règles générales et règles pour le bâtiment Edition Eyrolles (1996)*
5. *Action du vent sur les bâtiments :Calcul des pressions et forces de vent sur l'enveloppe des bâtiments : MenadChenaf; ErwannBelloir et Celine Florence collection éditée par le CSTB France (2010)*
6. *Action de la neige sur les bâtiments :Calcul des charges de neige sur les toitures : MenadChenaf; ErwannBelloir et Celine Florence collection éditée par le CSTB France (2010)*
7. *Eurocode 1 partie pour le calcul au vent*
8. *Eurocode 1 partie pour le calcul à la neige.*
9. La construction métallique avec les Eurocodes Jean Pierre Muzeau Ed Eyrolles (2013)
10. Manuel de construction métallique Jean Pierre Muzeau Ed Eyrolles (2013)
11. *Jean Morel Cours de structures métalliques Edition Eyrolles*
12. *Règles Parasismiques Algériennes RPA 99 version 2003 ou bien plus récente edité par le CGS Alger*
13. *Pratique du calcul sismique Victor Davidovici Ed Eyrolles (2013)*

**Semestre : 2**
**Unité d'enseignement : UEM 1.2**
**Matière : Projet en construction métallique**
**VHS : 22h30 (TP : 1h30)**
**Crédits : 2**
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

A L'issue de l'étude de cette matière l'étudiant aura à établir une note de calcul avec des plans d'exécution d'un projet industriel avec l'application de la réglementation concernant le calcul et la vérification des ouvrages métalliques.(Application des codes de calcul en vigueur à savoir RNV99, CCM 97, DTR de descente de charge…)

**Connaissances préalables recommandées :**

Structures métalliques 1, RDM.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 :** Définition du Projet

**Chapitre 2 :** Etude au vent et au séisme(selon RNVA2013 et RPA99/2003)

**Chapitre 3 :** Dimensionnement des éléments secondaires (couverture, pannes, lisses, potelets)

**Chapitre4 :** Calcul des portiques

**Chapitre 5 :** Calcul des contreventements (poutre au vent et palée de stabilité longitudinal)

**Chapitre 6 :** Calcul des assemblages et des pieds de poteaux

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu: 100%

**Références bibliographiques:**


1. *J. MOREL : Calcul des Structures Métalliques selon l'EUROCODE 3.*
2. *P. BOURRIER ; J. BROZZETTI : Construction Métallique et Mixte Acier–Béton – Tomes 1 et 2 – EYROLLE*
3. *L. Dahmani, - Calcul des éléments de constructions métalliques selon EC3, (OPU)*
4. *DTR – BC 2.44 – Règles de Conception et de Calcul des Structures en Acier « CCM97 ».*
5. *DTR-B-C2-47 – RNVA 2013 – Règlement Neige et vent,*
6. *DTR-B.C .2.2 - Charge permanentes et surcharges d'exploitation,*
7. *Règles parasismiques Algériennes RPA 99 version 2003. DTR –BC-2.48*

**Semestre : 2**
**Unité d'enseignement : UET 1.2**
**Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.**
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**
**Crédit : 1**
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

**Connaissances préalables recommandées :**

Ethique et déontologie (les fondements)

## Contenu de la matière :

## A.Respect des règles d'éthique et d'intégrité,

1. **Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :** Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

**2. Recherche intègre et responsable**

- Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
- Responsabilités dans le travail d'équipe : Egalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, …). Falsification et fabrication de données.

**3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :**

Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

## B- Propriété intellectuelle

**I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle**

1- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.

2- Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, …)

**II- Droit d'auteur**

**1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique**

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels.Cas spécifique des logiciels libres.

**2. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique**

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

**3. Brevet**

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

**III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle**

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

## C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelle technologies (intelligence artificielle, progrès scientifique, Humanoïdes, Robots, drones,

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques :**


1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires, https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran_ais+d_f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
4. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
5. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
6. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
7. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
8. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
9. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
10. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Letélémaque, mai 2000, n° 17
11. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
12. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
13. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
14. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
15. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
16. http://www.app.asso.fr/
17. http://ressources.univ-rennes2.fr/propriete-intellectuelle/cours-2-54.html
18. Fanny Rinck **et** léda Mansour "littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants" Université grenoble 3 et Université paris ouest Nanterre la défense Nanterre, france
19. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture **(UNESCO)**
20. Alain bensoussan livre blanc – une science ouverte dans une république numérique direction de l'information scientifique et technique CNRS
21. Copyright in the cultural industries. - Cheltenham: E. Elgar, 2002. - XXII-263 p.

22. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ
23. EmanuelaChiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald. "guide de l'étudiant: l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude… les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources" 2014
24. Publication de l'université de montréal. « Stratégies de prévention du plagiat », Intégrité, fraude et plagiat, 2010
25. Pierrick Malissard "La propriété intellectuelle "origine et évolution" 2010
26. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int

# III - Programme détaillé par matière du semestre S3

**Semestre : 3**
**Unité d'enseignement : UEF 2.1.1**
**Matière1 : Ouvrages métalliques spéciaux**
**VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)**
**Crédits : 6**
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement**

Initier l'étudiant aux calculs d'installations métalliques industrielles telles que les réservoirs métalliques, les silos métalliques et les tuyauteries industrielles fonctionnant sous hautes pressions

**Connaissances préalables recommandées**

Modules antécédents de construction métalliques, RDM.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 01 Réservoirs métalliques**

Généralités
Stockage des liquides à température ambiante et contrôlée
Calcul d'actions et dimensionnement
Exemples de calcul

**Chapitre 02 Silos métalliques**

Généralités
Calcul d'actions et dimensionnement
Exemples de calcul

**Chapitre 03 Pylônes métalliques**

Généralités
Calcul d'actions dues aux vents (RNV 99/2013)
Dimensionnement et calcul
Exemples de calcul

**Chapitre 04 Calcul et conception des tuyauteries industrielles**

Généralités
Etude des coudes,
Modélisation
Analyse des contraintes,
Exemples de calcul

**Mode d'évaluation :**

Contrôles continus 40%, Examen 60%

**Références bibliographiques :**


- APK Tome 1 et 2
- "Constructions métalliques civiles et industrielles " Pierre Bourrier Yvon Lescouarch et Thierry Foult Presses de l'ENPC
- Eurocode 01 Partie 04 Actions sur les silos et les réservoirs
- Eurocode 03 partie 4.2 Dimensionnement des reservoirs
- Dans la collection Techniques de l'ingénieur CHAMAYOU (R.). – Réservoirs métalliques pour stockage des liquides. Généralités. BM 6 590, 1997.
- Dans la collection Techniques de l'ingénieur CHAMAYOU (R.). – Réservoirs métalliques stockage des liquides à température ambiante. BM 6 591, 2004.

- Dans la collection Techniques de l'ingénieur CHAMAYOU (R.). – Réservoirs métalliques stockage des liquides à température contrôlée. BM 6 592, 1997.
- Dans la collection Techniques de l'ingénieur  Jean paulDebaene "Méthodes d'analyse des appareils sous pression"
- André Plumier : Conception Parasismique dans le contexte de l'Eurocode 08 Chapitre 16 les réservoirs.

**Semestre : 3**
**Unité d'enseignement : UEF 2.1.1**
**Matière1 :**Profilés formés à froid
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement**

**Connaissances préalables recommandées**

**Contenu de la matière :**

Chapitre 1 : Généralités

Chapitre 2 : Concept des largeurs efficaces

Chapitre 3 : Flexion bi-axiale (pannes et lisses)

Chapitre 4 : Instabilité due au flambement simple.

Chapitre 5 : Flexion composée

Chapitre 6 : Instabilité due au déversement

Chapitre 7 : Assemblages

**Mode d'évaluation :**
Contrôles continus 40%, Examen 60%

**Références bibliographiques :**

APK tome 1 et 2

**Semestre : 3**
**Unité d'enseignement : UEF 2.1.2**
**Matière1 :** Béton précontraint
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

## Objectifs de l'enseignement:

Le programme proposé permet à l'étudiant de mener les justifications réglementaires suffisantes pour le dimensionnement d'une poutre précontrainte fléchie isostatique suivant le règlement BPEL et EuroCode EC2.

## Connaissances préalables recommandées:

Lois de résistance des matériaux.

## Contenu de la matière:

**Chapitre 1 :** Généralités **(1 semaine)**
- Principe général de la précontrainte
- Historique de son invention
- Domaine d'application

**Chapitre 2 :**Modes de réalisation de la précontraintes **(2 semaines)**
- Pré-tension
- Post-tension

**Chapitre 3 :**Matériaux utilisés en béton précontraint **(2 semaines)**
- Béton
- Aciers de précontrainte

**Chapitre 4 :**Calcul des poutres isostatiques à l'état limite de service **(5 semaines)**
- Section de calcul, combinaisons de charges et classe de vérification
- Justification des contraintes normales et dimensionnement des sections
- Dimensionnement de la force de précontrainte, choix des armatures et disposition
- Tracé des câbles et justification des contraintes tangentielles
- Ferraillage passif

**Chapitre 5 :**Résistance d'une poutre à l'état limite ultime **(2 semaines)**
- Combinaisons des charges et comportement des matériaux
- Calcul du moment de résistance
- Justification des sections tangentielles
- Efforts localisés et vérifications des zones d'about

**Chapitre 6 :**Pertes de précontrainte **(3 semaines)**
- Pertes instantanées
- Pertes différées
- Pertes totales

## Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

## Références bibliographiques:


1. *Cours et applications de Béton Précontraint, OPU, 2004.*
2. *Thonier. H,le béton précontraint aux états limites » Presse de l'école nationale des ponts et chaussées, 1992.*
3. *Lacroix &Fuentes, le projet de béton précontraint (Eyrolles)*
4. *Dreux G. - Cours pratique de béton précontraint. Règles BPEL 83, (Eyrolles)*
5. *Fuentes A. – La précontrainte dans le bâtiment, (Eyrolles)*

**Semestre : 3**
**Unité d'enseignement : UEF 2.1.2**
**Matière1 :** Bâtiments élancés
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement**

Cette matière a pour objectif de décrire les différents systèmes structuraux régissant les contreventements des immeubles de grandes hauteurs (IGH) ainsi que les structures porteuses des ouvrages de longues portées.

**Connaissances préalables recommandées**

Les modules antécédents de constructions métalliques en licence, les modules antécédents de Résistance des matériaux, de béton armé et le module de construction mixte acier-béton 01 du semestre précédent.

**Contenu de la matière :**

Chapitre I : Généralités
Chapitre 2 : Systèmes de contreventement
Chapitre 3: Conception et calcul
Chapitre 4 Problèmes liés aux IGH
Stabilité globale due au séisme et au vent
Incendie, règlements des IGH, protection active et passive…etc

**Mode d'évaluation :**

Contrôles continus 40%, Examen 60%

**Références bibliographiques :**

**Semestre : 3**
**Unité d'enseignement : UEM 2.1**
**Matière1 : Analyse non linéaire des structures**
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)**
**Crédits : 4**
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de cette matière est d'introduire l'étudiant aux problèmes des non linéarités existantes (physiques, géométriques, de contact avec ou sans frottements, etc..) ainsi qu'aux différentes techniques de résolution associées.

**Connaissances préalables recommandées**

Théorie de l'élasticité

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1**. Généralités

**Chapitre 2** : Lois de comportement

**Chapitre 3** : Non linéarités physiques (dues aux différentes lois de comportement issues de la rhéologie).

**Chapitre 4**. : Non linéarités géométriques (cas des grandes déformations, et des grands déplacements).

**Chapitre 5 :**. Non linéarités dues aux conditions aux limites (ou bien de contact)

**Chapitre 6 :** Méthode Pushover

**Mode d'évaluation :**

Contrôles continus 40%, Examen 60%

**Références bibliographiques :**

**Semestre : 3**
**Unité d'enseignement : UEM 2.1**
**Matière1 : Modélisation des structures**
**VHS : 37h30 (TP : 2h30)**
**Crédits :3**
**Coefficient :** 2

**Objectifs de l'enseignement**

Maîtriser l'utilisation des logiciels de calcul ainsi que la modélisation et l'analyse de tout type de structures (portiques en béton armé, voiles en béton armé, structures mixtes, portiques métalliques, palées de stabilité, réservoirs, silos, etc..)

**Connaissances préalables recommandées**

Les notions de base de la RDM

**Contenu de la matière :**

1. Initiation aux logiciels de calcul des structures.

2. Modélisation de bâtiments en béton armé et charpente métallique.

   Introduction de la structure, charges statiques et dynamique, combinaisons

3. Analyse linéaire et exploitation des résultats

4. Modélisation et analyse non linéaire par la méthode Pushover.

**Mode d'évaluation :**

Contrôles continus 100%

**Références bibliographiques :**

Logiciels de calcul et Help

**Semestre : 3**
**Unité d'enseignement : UEM 2.1**
**Matière1 : Organisation et gestion des projets de construction métalliques**
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**
**Crédits :2**
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement**

L'étudiant doit savoir les méthodes d'organisation interne de chantiers, installation de chantiers, Conduite de chantiers et la mise en service.

**Connaissances préalables recommandées**

**Contenu de la matière :**

**CHAPITRE I :** Organisation interne de chantiers

**CHAPITRE II :** Installation de chantiers

**CHAPITRE III** : Conduite de chantiers

**CHAPITRE IV** : Mise en service

**CHAPITRE V** : Méthodes d'organisation

**CHAPITRE VI** : Instruments de la planification des travaux

**Mode d'évaluation :**

Examen100%

**Références bibliographiques :**

**Semestre : 3**
**Unité d'enseignement: UET 1.3**
**Matière 1 : Recherche documentaire et conception du mémoire**
**VHS : 22h30 (Cours: 1h30)**
**Crédits : 1**
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement** :
Donner à l'étudiant les outils nécessaires afin de rechercher l'information utile pour mieux l'exploiter dans son projet de fin d'études. L'aider à franchir les différentes étapes menant à la rédaction d'un document scientifique. Lui signifier l'importance de la communication et lui apprendre à présenter de manière rigoureuse et pédagogique le travail effectué.

**Connaissances préalables recommandées :**
Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

**Contenu de la matière:**

**Partie I- : Recherche documentaire :**

**Chapitre I-1 : Définition du sujet (02 Semaines)**
- Intitulé du sujet
- Liste des mots clés concernant le sujet
- Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Les informations recherchées
- Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

**Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information (02 Semaines)**
- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels…)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet…)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

**Chapitre I-3 : Localiser les documents (01 Semaine)**
- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

**Chapitre I-4 : Traiter l'information (02 Semaines)**
- Organisation du travail
- Les questions de départ
- Synthèse des documents retenus
- Liens entre différentes parties
- Plan final de la recherche documentaire

**Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie (01 Semaine)**
- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte…)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

**Partie II : Conception du mémoire**

**Chapitre II-1 : Plan et étapes du mémoire (02 Semaines)**

- Cerner et délimiter le sujet (Résumé)
- Problématique et objectifs du mémoire
- Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations…)
- L'introduction (*La rédaction de l'introduction en dernier lieu)*
- État de la littérature spécialisée
- Formulation des hypothèses
- Méthodologie
- Résultats
- Discussion
- Recommandations
- Conclusion et perspectives
- La table des matières
- La bibliographie
- Les annexes

**Chapitre II- 2 : Techniques et normes de rédaction (02 Semaines)**

- La mise en forme. Numérotation des chapitres, des figures et des tableaux.
- La page de garde
- La typographie et la ponctuation
- La rédaction. La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.
- L'orthographe. Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l'expression.
- Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données.

**Chapitre II-3 : Atelier :** Etude critique d'un manuscrit **(01 Semaine)**

**Chapitre II-4 : Exposés oraux et soutenances (01 Semaine)**

- Comment présenter un Poster
- Comment présenter une communication orale.
- Soutenance d'un mémoire

**Chapitre II-5 : Comment éviter le plagiat** ? **(01 Semaine)**

(Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...)

- La citation
- La paraphrase
- Indiquer la référence bibliographique complète

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100%

**Références bibliographiques :**


1. *M. Griselin et al., Guide de la communication écrite, 2e édition, Dunod, 1999.*
2. *J.L. Lebrun, Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.*
3. *A.Mallender Tanner, ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, aides en ligne, Dunod, 2002.*
4. *M. Greuter, Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage, L'Etudiant, 2007.*
5. *M. Boeglin, lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré. L'Etudiant, 2005.*
6. *M. Beaud, l'art de la thèse, Editions Casbah, 1999.*
7. *M. Beaud, l'art de la thèse, La découverte, 2003.*
8. *M. Kalika, Le mémoire de Master, Dunod, 2005.*

# IV- Programmes détaillés par matière
# De Quelques UE Découvertes (S1, S2, S3)

**Semestre : 1/2/3**
**Unité d'enseignement : UED**
**Matière1 : Réhabilitation et Maintenance des constructions métalliques**
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**
**Crédits : 1**
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement**

Ce cours concerne une revue détaillée des différentes pathologies rencontrées dans les ouvrages métalliques. Une description des mécanismes et de la chimie du développement de ces pathologies est analysée pour comprendre l'origine et le développement de son comportement. S'en suivra, une description des méthodes de contrôle des éléments de la construction suivant les différentes phases de l'élaboration d'un ouvrage métallique ainsi que sa maintenance après sa réalisation.

**Connaissances préalables recommandées**

Connaissances acquises durant les matières concernés par les constructions métalliques.

**Contenu de la matière :**

1. Historique des matériaux métalliques en bâtiments et en ouvrages d'art
2. Défauts et caractérisation des matériaux :
   - Défauts constructifs
   - Défauts du matériau
   - Corrosion
   - Effet de la fatigue
   - Accidents
   - Feu
3. Contrôle d'un ouvrage métallique
   - Contrôle de la géométrie de construction
   - Contôle de la soudure
   - Contrôle du rivetage
   - Contôle du boulonnage
   - Techniques de diagnostic général de la structure
   - Prise de décision et programme d'actions - Méthodologie
4. Maintenance et entretien d'un ouvrage métallique

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100%

**Références bibliographiques :**

Réparation et Rénovation des structures métalliques, Édition du syndicat national des entrepreneurs spécialistes de travaux de réparation et renforcement de structures (STRRES), 2008.

**Semestre : 1/2/3**
**Unité d'enseignement : UED**
**Matière1 : Calcul au feu des structures métalliques**
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**
**Crédits : 1**
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement** :
Ce cours a pour but de fournir des informations détaillées pour permettre de se familiariser avec les différentes notions, approches et méthodes de calcul disponibles pour justifier la performance au feu des solutions constructives métalliques.
Il sera traité des effets du feu sur les structures tout en donnant un panorama du contexte réglementaire pour la sécurité incendie. On rappellera les différentes actions à prendre en considération dans le calcul au feu. Les propriétés thermiques et mécaniques aux températures élevées des aciers utilisés seront traitées. Les différentes solutions techniques seront exposées à la fin.

**Connaissances préalables recommandées**
Connaissances acquises en licence L3 et en Master M1 dans les matières spécifiques de « construction métallique »

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 - Connaissances de Base sur l'Incendie**

1.1 Déroulement d'un incendie
1.2 Effets des incendies dans les bâtiments
1.3 Principes fondamentaux du calcul des bâtiments en situation d'incendie

**Chapitre 2 : Bases théoriques de l'ingénierie incendie**

2.1 Introduction
2.3 Modèles d'incendie
2.4 Caractéristiques thermomécaniques de l'acier aux températures élevées
2.5 Notions de réaction et de résistance au feu
2.6 Durées règlementaires de résistance au feu des bâtiments
2.7 Exercices d'application sur les modèles de feu (paramétrés et isolés)

**Chapitre 3 - Calcul de l'échauffement des éléments de structure métallique**

2.1. Introduction
2.2. Mécanismes de transfert de chaleur
2.3. Echauffement des éléments en acier nus et protégés
2.4. Exercices d'application (analyse thermique d'éléments non protégés et protégés)

**Chapitre 4– Calcul et Vérification de la résistance au feu des éléments de structure métallique**

4.1. Actions mécaniques
4.2. Approches d'analyse pour le comportement mécanique des structures métalliques
4.3. Résistance au feu des éléments en acier selon les méthodes simplifiées de l'EC3 1-2
4.4. Eléments en traction, en flexion, en compression et en compression avec flexion
4.5. Exercices d'application (Eléments nus et protégés en flexion et en compression)

**Chapitre 5 - Solutions constructives pour la protection des structures en acier**

5.1. Structures métalliques non protégées
5.2. Recommandations pour murs coupe-feu
5.3. Solutions alternatives pour les structures métalliques
5.4. Structures métalliques avec protection incendie rapportée

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100%

**Références bibliographiques :**


- Sécurité incendie et construction métallique – Collection CTICM – Christophe Renaud – 2014.
- Règles de conception et de calcul des structures en acier CCM97 – Ministère de l'habitat –D.T.R. B.C. 2.44.
- Logiciel freeware R15 version 2.0.5 - https://www.cticm.com/content/logiciel-r15-stabilite-feu-degre-r15.

**Semestre : 1/2/3**
**Unité d'enseignement : UED**
**Matière1 : Génie parasismique**
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**
**Crédits : 1**
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement**

Le but de l'enseignement est de comprendre le comportement des structures sous action sismique, à maîtriser les exigences et les principes de la conception parasismique des structures de construction de base, évaluation des actions sismiques, vérification des éléments structurels et aussi la maitrise des concepts constructifs parasismiques dans la conception des ouvrages.

**Connaissances préalables recommandées**
Résistance des matériaux et Dynamique des structures 1 et 2.

**Contenu de la matière :**

1 Historique des règlements parasismiques algériens
2 Principes du règlement parasismique algérien RPA99
3 Modes de rupture des structures en acier soumis au tremblement de terre
4 Evaluation de l'action sismique sur les ouvrages en acier
5 Systèmes parasismiques en acier
6 Renforcement parasismique des structures existantes
7 Règlement parasismique algérien des ouvrages d'art RPOA

**Mode d'évaluation :**
Examen : 100%

**Références bibliographiques :**


- Règlement parasismique algérien RPA99 – v.2003
- Règlement parasismique algérien des ouvrages d'art RPOA 2008