الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

عرض تكوين
ل. م . د

ماستر أكاديمية

برنامج وطني

(تحيين 2026-Bis)

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم

الميدان	الفرع	التخصص
علوم وتكنولوجيا	هندسة مدنية	بناءات معدنية ومختلطة

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

OFFRE DE FORMATION
L.M.D

MASTER ACADEMIQUE

PROGRAMME NATIONAL

(Mise à jour 2026-Bis)

Etablissement	Faculté / Institut	Département

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

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

LOGO
De l'université

Training Offer
L.M.D

ACADEMIC MASTER'S DEGREE

NATIONAL PROGRAMME

(2026-Bis Update)

Institution	Faculty / Institute	Department

Domain	Field	Specialisation
Science and Technology	***Civil Engineering***	***Steel and Composite Structures***

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 Code : UEF 1.1.1 Crédits : 11 Coefficients : 6	Structures métalliques1	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Dynamique des structures 1	5	3	1h30	1h30		45h00	80h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 9 Coefficients : 4	Structures mixtes acier béton 1	5	2	1h30	1h30		45h00	80h00	40%	60%
	Elasticité	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 8 Coefficients : 5	D.A.O. de charpente	2	1			3h00	45h00	5h00	100%	
	Projet en Béton Armé	4	2	1h30		*1h30	45h00	55h00	*70%	30%
	Programmation Avancée Python	2	2	1h30		1h30	45h00	5h00	40%	60%
UE Decouverte Code : UED 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	*Matière au choix 1*	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	**Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité**	**1**	**1**	**1h00**			**15h00**	**10h00**	**-**	**100 %**
Total semestre 1		**30**	**17**	**13h00**	**6h00**	**6h00**	**375h00**	**360h00**		

*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 Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 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 Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 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 Code : UEM 1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Méthodes des éléments finis	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	Neige et Vent	2	1	1h30			22h30	27h30	40%	60%
	Projet en constructions métalliques	3	1			1h30	22h30	52h30	100%	-
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 4 Coefficients : 4	**Lean start-up**	**2**	**2**	1h30	**1h30**		**45h00**	**05h00**	**80% (20% Atl + 60% Prj)**	**20%**
	Eléments d'IA appliquée	2	2	1h30	1h30		45h00	05h00	40%	60%
Total semestre 2		**30**	**17**	**14h30**	**7h30**	**4h00**	**390h00**	**360h00**		

*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 Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 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 Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Béton précontraint	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Bâtiments élancés	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Analyse non linéaire des structures	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Modélisation des structures	3	2			3h00	45h00	30h00	100%	
	Organisation et gestion des projets de construction métalliques	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits:3 Coefficients : 3	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
	Reverse Engineering	2	2	1h30	1h30 Atelier		45h00	05h00	40%	60%
Total semestre 3		**30**	**17**	**13h00**	**6h00**	**6h00**	**375h00**			

UE Méthodologique *(S1)*

1. *Métallurgie*
2. *Gestion des incertitudes et risque d'ingénieure*
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 structures et réhabilitation*

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: 5
Coefficient: 3

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 : 5
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 : 45h00 (TP : 3h00)
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 : Projet en 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: S1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.1
Matière : Programmation avancée en Python
VHS: 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de la matière :

Compétences visées :

- Utilisation des outils informatiques pour l'acquisition, le traitement, la production et la diffusion de l'information
- Compétences en Python et gestion de projets,
- Compétences en automatisation et visualisation de données.

Objectifs :

- Approfondir la maîtrise du langage Python et initier les étudiants aux bases de l'analyse de données et de l'intelligence artificielle.
- Acquérir les bases de solides en informatique.
- Apprendre à programmer en Python, Excel
- Maitriser l'automatisation de tâches
- Maitriser un logiciel de gestion de projets

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQT, …
- Tensorflow, PyTorch, …

Prérequis : Programmation Python,

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels sur la programmation en Python (02 Semaines)

1. Introduction : Concepts de base en informatique et outils numériques, installation de Python.
2. Présentation de la notion de système d'exploitation : Roles, types (Linux, Woindows , ..) Gestions des priorités,
3. Présentations des réseaux informatiques (Principe, Adresse IP, DNS, internet, …)
4. Programmation de base : Mode interactif et mode script, Variables, types de données, opérateurs. Structures conditionnelles et boucles (if, for, while).
5. Fonctions et éléments essentiels : Fonctions prédéfinies et création de fonctions. Modules standards (math, random). Chaînes de caractères, listes, manipulation de base des données.
6. Les Fichiers , Listes Tuples, dictionnaires,
7. Exercices :
    - Exercices d'apprentissage de Python
    - Exercices d'utilisation des bibliothèques vus au cours (Math, Random, NumPy, Pandas,…)
    - ….

Chapitre 2 : Programmation et automatisation (04 semaines)

1. Principes d'Automatisation de tâches
    - Bibliothèques Python pour l'automatisation :

- ✓ Pandas et NumPy.
- ✓ Os, shutil : manipulation de fichiers et dossiers
- ✓ Openpyxl ou pandas : travail avec des fichiers Excel ou CSV

- Définitions et exemples d'automatisation (envoi de mails,…)

2. Manipulation de fichiers avec Python :

- Utiliser les librairies pour :
  - ✓ Parcourir un dossier (os.listdir)
  - ✓ Vérifier l'existence d'un fichier ou dossier (os.path.exists)
  - ✓ Créer ou supprimer des dossiers (os.mkdir, os.rmdir)
  - ✓ Visualiser des données : Matplotlib, Seaborn, Plitly
  - ✓ Request pour réagir avec des Interface de Programmation d'Application (API)
  - ✓ Beautiful Soup pour le Scraping de données
  - ✓ Tkinter, PyQT pour visualiser des données graphiques
- Copier ou déplacer des fichiers avec shutil…
- Recherche, tri et génération de rapports simples.
- Sérialisation et Désérialisation (Utilisation du module pickle).
- Sérialisation d'objets et traitement de fichiers volumineux (streaming).
- ….

3. Exercices :

- Utilisation de openpyxl et pandas pour lire, modifier et écrire des fichiers Excel ou CSV pour :
  - ✓ Créer des rapports automatiques
  - ✓ Extraire automatiquement des données
  - ✓ ….
- Ecriture de scripts pour :
  - ✓ traiter des fichiers textes (recherche, tri)
  - ✓ automatiser des calculs techniques
  - ✓ gérer des rapports simples (PDF, Excel)
  - ✓ ….
- Algorithmes de tri, de recherche et de tri par insertion
- Implémenter une fonction de recherche dans une liste.
- Opération sur les fichiers
- Navigation sécurisée (configuration de réseaux simples, gestion des mots de passe)
- ….

Chapitre 3 : Apprentissage avancé d'Excel (02 semaines)

1. Principes des macros et création d'une macro simple,

2. Tableaux croisés dynamiques,

3. Histogrammes,

4. Diagrammes en barres,

5. Araignée,

6. Etc.

7. Exercices Excel ….

Chapitre 4 : Apprentissage de GanttProject (02 semaines)

1. Introduction à la gestion de projets :

- Qu'est-ce qu'un projet ?
- Quels sont les enjeux de gestion d'un projet ?
- Interface de GanttProject

2. Les tâches (création, modification ,organisation)
3. Gestion du temps (dates de début ou de fin de projet)
4. Gestion des ressources
5. **Exercices** sur Gantt Project

Chapitre 4 : Programmation orientée objet avancée (03 semaines)

1. Organisation du code :
   - Fonctions personnalisées, paramètres, valeur de retour.
   - Modules, importations et packages.
2. Structures de données complexes :
   - Listes, tuples et dictionnaires : création, modification, suppression, parcours.
3. Concepts fondamentaux de la Programmation orientée objet (POO) :
   - Classes, objets, attributs et méthodes.
   - Attributs publics, privés et protégés.
4. Méthodes spéciales :
   - **init**, **str**, **repr**, **len**.
5. Concepts avancés :
   - Encapsulation, abstraction, héritage, polymorphisme.
   - Héritage avancé, décorateurs, design patterns, métaclasses.
6. **Exercices**

Chapitre 5 : Introduction aux données pour l'IA (02 semaines)

1. Introduction aux Datasets courants en IA :
   - Iris, MNIST, CIFAR-10, Boston Housing, ImageNet.
2. Prétraitement des données pour le Machine Learning:
   - Nettoyage, normalisation, encodage, séparation des données.
   - Validation croisée (cross-validation).
3. Techniques de Feature Engineering :
   - Sélection, création de caractéristiques, réduction de dimension.
4. Bibliothèques essentielles pour le développement des modèles IA:
   - scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch
5. **Exercices**

Travaux pratiques :

TP 01 : Maîtriser les bases de la programmation en Python

(Structures de contrôle, types, boucles, fonctions simples)

1. Initiation
2. Lire et traiter des fichiers textes
3. Gérer des rapports simples (PDF, Excel)

TP 02 :

- Elaborer un cahier de charges d'un mini projet d'automatisation de tâches avec Python consistant à identifier et à envoyer automatiquement des rapports par email avec Python :

1. Charger les données depuis un fichier (ex : mesures expérimentales),
2. Effectuer des statistiques simples sur les données (moyenne, écart-type avec interprétation),
3. Générer un graphique,
4. Envoi du résultat avec Python.

TP 03 :

1. Programmation ex Excel du tableau de bord vu en TD
2. Création de tableaux Excel automatisés
3. Macros simples,
4. Formules conditionnelles,
5. Recherche V.

TP 04 :

organiser une réunion en Ganttproject

1. Créer un nouveau projet :
    - Nom du projet : « Réunion …..
    - Date de début : Date et heure de la réunion
    - Durée estimée : durée totale de la réunion
2. Définition des tâches
    - Points à l'ordre du jour (chaque point de l'ordre du jour devient une tâche)
    - Sous-taches : Si un point est composé, créer alors les sous-tâches correspondantes
    - Tâches initiales et finales (par exemple : « Accueil de participants », « clôture de la réunion »)
3. Définition des ressources :
    - Participants (chaque participant est une ressource)
    - Matériel (ordinateur, datashow…)
4. Estimation des durées :
    - Durée de chaque point : temps nécessaire pour chaque point de l'ordre du jour
    - Temps de transition d'un point à l'autre
5. Création du diagramme de Gantt :
    - Visualiser l'ordre du jour
    - Identifier les points clés
6. Suivre l'avancement en temps réel (projection du Diagramme de Gantt)

TP 05 : Structures avancées et organisation du code

(Fonctions personnalisées, dictionnaires, modules et organisation modulaire

TP 06 : Programmation orientée objet avancée en Python

(Encapsulation, héritage, méthodes spéciales, design patterns simples)

TP 07 : Manipulation de fichiers et analyse de données

(Lecture/écriture de fichiers, traitement de texte, introduction à Pandas et NumPy)

TP 08 : Préparation et traitement de données pour l'intelligence artificielle

(Chargement de datasets IA, nettoyage, transformation, sélection de caractéristiques)

Projet final

Titre : Analyse et visualisation d'un jeu de données + modèle prédictif simple
Compétences mobilisées : Lecture de données, POO, structures avancées, Pandas, Scikit-learn. (Présentation orale + rapport écrit).

Mode d'évaluation :

examen 60% , CC=40%

Bibliographie

[1] . E.Schultz et M.Bussonnier (2020) : Python pour les SHS. Introduction à la programmation de données. Presses Universitaires de Rennes.
[2] . C.Paroissin, (2021) : Pratique de la data science avec R : arranger, visualiser, analyser et présenter des données. Paris : Ellipses, DL 2021.
[3] . S.Balech et C.Benavent : NLP texte minig V4.0, (Paris Dauphine – 12/2019) : lien : https://www.researchgate.net/publication/337744581_NLP_text_mining_V40_-_une_introduction_-_cours_programme_doctoral
[4] . Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
[5] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
[6] . Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;
[7] . Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019
[8] . Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
[9] . Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu
[10] . Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
[11] . Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

Ressources en ligne :

- Documentation officielle Python : docs.python.org
- Exercices Python sur Codecademy : codecademy.com/learn/learn-python-3
- W3Schools Python Tutorial : w3schools.com/python/

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UET 1.1
Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.
VHS : 15h00 (Cours : 1h00)
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

Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int

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 : 37h30 (Cours : 1h30, TD : 1h00)
Crédits : 3
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 : 3
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)
Crédits : 2
Coefficient : 1

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 : 3
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: S2
Unité d'enseignement : UET 1.2.1
Matière : Lean Start-Up 2
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, Atelier : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours prolonge le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1. L'étudiant y apprend à transformer les hypothèses validées en produit minimum viable (MVP) et à mobiliser l'intelligence artificielle et la méthode TRIZ pour résoudre les contradictions techniques propres à l'innovation. Il se familiarise avec les indicateurs de performance d'une startup, en particulier le modèle AARRR, et apprend à décider, sur la base de ces indicateurs, s'il faut changer de cap (Pivot) ou poursuivre dans la même direction (Persevere). Le cours aborde enfin les sources de financement d'une startup et les stratégies de croissance, avant de se conclure par un projet intégrateur, le Startup Lab, mené en équipe tout au long du semestre et soutenu devant un jury sous la forme d'un pitch final.

Connaissances préalables recommandées:

Avoir suivi le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1, notamment les notions de démarche Lean Startup, de Customer Discovery et de Business Model Canvas.

Contenu de la matière:

VI. Le produit minimum viable (MVP) (3 semaines)

- Définition et rôle du MVP dans la démarche Lean Startup
- Types de MVP : numérique, expérimental, service simulé
- Test des hypothèses critiques
- Prototypage rapide et outils de création de prototypes (Figma, Glide, Bubble, Canvas)
- Mesurer l'échec dans le délai le plus court possible

VII. Intelligence artificielle et méthode TRIZ au service de l'innovation (3 semaines)

- L'intelligence artificielle dans l'entrepreneuriat : génération d'idées, analyse de marché, développement du MVP, marketing
- Présentation de la méthodologie TRIZ
- Les contradictions techniques et la solution idéale finale
- Combinaison de l'intelligence artificielle et de TRIZ
- Les startups Deep Tech

VIII. Mesure de la performance et gestion de l'échec (3 semaines)

- Les indicateurs clés de performance (KPIs) et le management d'une startup
- Le modèle AARRR : Acquisition, Activation, Rétention, Revenu, Recommandation
- L'adéquation produit-marché (Product-Market Fit) et l'adéquation problème-solution (Problem-Solution Fit)
- Taux de rétention, taux d'attrition (Churn) et rythme de consommation de trésorerie (Burn Rate)
- Les indicateurs d'apprentissage (Learning Metrics)
- La gestion précoce de l'échec et les critères d'arrêt d'un projet (Kill Criteria)

IX. Pivoter ou persévérer : Pivot vs Persevere (2 semaines)

- Le changement de cap partiel ou total (Pivot) et la persévérance (Persevere)
- Les signaux qui motivent un changement de direction
- Les différents types de pivot
- Les indicateurs qui appuient la décision

X. Financement, croissance et expansion (2 semaines)

- Les sources de financement : autofinancement, investisseurs providentiels (business angels), capital-risque, financement participatif
- Les étapes successives du financement d'une startup
- Les stratégies de croissance rapide à faible coût (Growth Hacking)
- Les moteurs de croissance (Engines of Growth) : viral, payant, organique
- L'entonnoir marketing (Funnel Growth) et les boucles de croissance (Growth Loops)
- Les stratégies d'expansion internationale

XI. Projet intégrateur : Startup Lab et soutenance finale (2 semaines)

- Synthèse du projet mené en équipe, du choix du problème à la stratégie de financement et de croissance
- Préparation et présentation du pitch final devant un jury d'évaluation

Mode d'évaluation:

Examen final : 20 %. Travaux pratiques et ateliers : 20 %. Projet collectif (Startup Lab) : 60 %.

Références bibliographiques

1. Maurya, A. (2012). Running Lean.
2. Croll, A., Yoskovitz, B. (2013). Lean Analytics.
3. Doerr, J. (2017). Measure What Matters.
4. Weinberg, G., Mares, J. (2015). Traction: How Any Startup Can Achieve Explosive Customer Growth.
5. Eyal, N. (2014). Hooked: How to Build Habit-Forming Products.
6. Grove, A. S. (1983). High Output Management.
7. Horowitz, B. (2014). The Hard Thing About Hard Things.
8. Agrawal, A., Gans, J., Goldfarb, A. (2018). Prediction Machines.
9. Iansiti, M., Lakhani, K. R. (2020). Competing in the Age of AI.
10. Altshuller, G. (1999). The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity.
11. Ikovenko, S. (2003). TRIZ: The Theory of Inventive Problem Solving.
12. Graham, P. (2013). Do Things That Don't Scale.
13. McKinsey Global Institute (2023). The State of AI in Business.
14. Stanford University (2024). Artificial Intelligence Index Report.

Annexe - Glossaire des concepts clés

Cette liste reprend, en français, les notions avancées mobilisées dans le cours, en continuité directe avec le glossaire du module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1.

Terme	Définition
MVP (produit minimum viable)	Version la plus simple d'un produit, permettant de tester les hypothèses avec un minimum d'effort.

Terme	Définition
Market Fit	Concordance entre le produit proposé et les attentes du marché.
Product-Market Fit	Situation dans laquelle le produit répond réellement à un besoin du marché.
TRIZ	Méthodologie scientifique et structurée de résolution de problèmes innovants.
Technological Contradiction (contradiction technique)	Situation où l'amélioration d'une caractéristique d'un produit en dégrade une autre.
Deep Tech Startup	Entreprise fondée sur des sciences et des technologies de pointe.
Data-Driven Decision (décision fondée sur les données)	Décision appuyée sur des données mesurées plutôt que sur l'intuition.
KPIs (indicateurs clés de performance)	Indicateurs essentiels au suivi de la performance d'une startup.
AARRR	Modèle de mesure de la croissance en cinq étapes : acquisition, activation, rétention, revenu, recommandation.
Acquisition	Étape consistant à attirer des utilisateurs vers le produit ou le service.
Activation	Moment où l'utilisateur retire une première valeur réelle du produit.
Retention Rate (taux de rétention)	Proportion d'utilisateurs qui continuent d'utiliser le produit dans le temps.
Churn Rate (taux d'attrition)	Proportion d'utilisateurs qui abandonnent le produit.
Burn Rate	Rythme mensuel de consommation du capital disponible.
Runway	Durée pendant laquelle la startup peut fonctionner avant épuisement de ses fonds.
Kill Criteria (critères d'arrêt)	Conditions justifiant l'arrêt d'un projet jugé non viable.
Learning Metrics (indicateurs d'apprentissage)	Indicateurs centrés sur ce que l'équipe a appris, plutôt que sur le profit.
Pivot	Changement radical ou partiel de la stratégie du projet, décidé sur la base des indicateurs.
Persevere (persévérance)	Décision de poursuivre le projet dans la même direction stratégique.
Traction	Preuve tangible et mesurable de croissance sur le marché.
Growth Hacking	Ensemble de stratégies de croissance rapide et peu coûteuses.
Engines of Growth (moteurs de croissance)	Mécanismes de croissance d'une startup : viral, payant ou organique.

Terme	Définition
Viral Coefficient (coefficient viral)	Mesure du taux auquel les utilisateurs en attirent de nouveaux.
Funnel Growth (entonnoir de croissance)	Représentation du parcours de conversion d'un utilisateur.
Growth Loops (boucles de croissance)	Mécanismes de croissance autoalimentée générant continuellement de nouveaux utilisateurs.
LTV (valeur vie client)	Valeur totale qu'un client est susceptible de générer durant toute sa relation avec l'entreprise.
CAC (coût d'acquisition client)	Coût moyen nécessaire pour obtenir un nouveau client.
Network Effects (effets de réseau)	Phénomène par lequel la valeur d'un produit augmente avec le nombre de ses utilisateurs.
Investment Readiness (maturité pour l'investissement)	Degré de préparation d'un projet à lever des fonds auprès d'investisseurs.

Semestre: S2
Unité d'enseignement: UET 1.2.2
Matière : Eléments d'intelligence artificielle appliquée
VHS: 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Compétences visées :

- Identifier les opportunités de l'intelligence artificielle en sciences de l'ingénieur
- Comprendre les implications éthiques de l'IA et les bonnes pratiques de son utilisation.
- Capacité à utiliser les techniques de l'IA dans la résolution de problèmes

Objectifs :

- Maitrise des algorithmes IA
- Initiation aux concepts, outils et applications fondamentales de l'intelligence artificielle moderne, en mettant l'accent sur la pratique avec Python et ses bibliothèques.
- Approfondir le langage Python,
- Comprendre les approches de l'IA dans la résolution de problèmes,

Prérequis :

Programmation avancée Python

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQT, …
- Tensorflow, PyTorch, …

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'intelligence artificielle l'IA (01 semaine)

1. Définitions et champs d'application de l'IA.
2. Évolution historique de l'IA.
3. Introduction aux grands domaines :
    - Apprentissage automatqiue (Machine Learning)
    - Apprentissage profound (Deep Learning**)**

Chapitre 2 : Mathématiques de base pour l'IA (01 semaine)

1. **Algèbre linéaire** : vecteurs, matrices, produits, normes.
2. **Probabilités & statistiques** :
    - Variables, espérance, variance.
    - Lois usuelles : normale, binomiale, uniforme.
3. **Régression linéaire simple** :
    - Formulation, coût, optimisation.
    - Mise en œuvre avec **Scikit-learn**.
4. **Exercices :**
    - Manipulation de matrices avec la bibliothèque NumPy (Python)
    - Exercice sur la régression linéaire (utiliser une bibliothèque Python comme Scikit-learn par exemple)
    - Expliquer la bibliothèque Matplotlib (Python)

- …

Chapitre 3 : Apprentissage automatique (Machine Learning) (03 semaines)

1. Concepts clés : Données, Modèles, features, étiquettes, généralisation.
2. Phases d'un pipeline d'apprentissage : entraînement, validation, test.
3. Types d'apprentissage :
   - Supervisé
   - Non supervisé
   - Par renforcement *(aperçu)*
4. **Exercices :**
   - Approfondir les notions vues au cours
   - ….

Chapitre 4 : Classification supervisée (3 semaines)

1. Principe d'entrainement de modèle de classification simple :
2. Les modèles et algorithmes :
   - SVM (Support Vector Machine)
   - Arbres de décisions
3. Évaluation de performance :
   - Matrice de confusion, précision, rappel, F1-score.
5. **Exercices :**
   - Expliquer comment utiliser Scikit-learn ?
   - Comparaison de plusieurs modèles sur un dataset
   - ….

Chapitre 5 : Apprentissage non supervisé

1. Notion de clustering.
2. Algorithmes :
   - **K-means**
   - DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)
3. Visualisation 2D et interprétation des résultats.
4. **Exercices :**
   - Expliquer comment utiliser un algorithme de clustering sur un Dataset
   - Expliquer comment visualiser les clusters.
   - ….

Chapitre 6 : Les réseaux de neurones

1. Architecture d'un réseau de neurones :
   - Perception,
   - Couches et couches caches, poids, biais.
   - Fonction d'activation : ReLU, Sigmoïde, Softmax, ….
   - Exercices d'applications
2. Introduction au **Deep Learning** :
   - Notion de couches profondes.
   - Introduction au réseaux convolutifs (CNN)

3. **Exercices :**
    - Expliquer Tensorflow et PyTorch
    - Analyser un Dataset de texte et prédire des sentiments
    - ….

Chapitre 6 : Introdution Les réseaux de neurones

Chapitre 7 : Mini projet (travail personnel encadré en dehors des cours) :

Création d'un modèle complet de classification ou clustering, avec prétraitement, entraînement et visualisation ; choisir et traiter un projet du début jusque la fin parmi (à distribuer au début du semestre) :

- Reconnaissance des caractères manuscrits
- Prédiction des catastrophes naturelles
- Développer un Chatbot capable de répondre aux questions fréquentes d'une entreprise, de manière naturelle.
- Développer un système capable de distinguer les sons normaux d'une machine de ceux indiquant une anomalie (roulement défectueux, vibration excessive, etc.)
- Développer un système (mini IA) capable d'analyser les sentiments exprimés dans les publications sur réseaux sociaux à propos d'un produit, une marque ou un évènement.
- …

Travaux pratiques :

TP 01 : Initialisation

TP 02 :

- Implanter une régression simple avec Scikit-learn visualisation avec Matplotlib (par exemple)
- Visualiser les résultats avec Matplotlib
- …

TP 03 :

- **Pipeline de machine learning et séparation des données**
- Approfondir es notions vues au cours

TP 04 :

- Utilisation Scikit-learn pour entrainer un modèle de classification simple
- …….

TP 05 :

- Implanter un algorithme de clustering sur un Dataset
- Visualiser les clusters : Clustering non supervisé (K-means, DBSCAN)**.**
- ….

TP 06 :

- Construire un réseau de neurones simple avec TensorFlow ou PyTorch ou keras
- Construire un CNN simple pour classifier des images (exemple : Dataset MINIST)
- …

Mode d'évaluation :

examen 60% , CC=40%

_____

Bibliographie :

- Ganascia, J.Gabriel (2024) : l'IA expliquée aux humains. Paris France- Edition le Seuil.
- Anglais, Lise, Dilhac, Antione, Dratwa, Jim et al. (2023) : L'éthique au coeur de l'IA. Quebec Obvia.
- J.Robert (2024) : Natural Language Processing (NLP) : définition et principes – Datasciences. Lien : https://datascientest.com/introduction-au-nlp-natural-language-processing
- Qu'est-ce que le traitement du langage naturel. Lien : https://aws.amazon.com/fr/what-is/nlp/
- M.Journe : Eléments de Mathématiques discrètes – Ellipses
- F.Challet : L'apprentisage profond avec Python – Eyrolles
- H.Bersini (2024) : L'intelligence artificielle en pratique avec Python – Eyrolles
- B.Prieur (2024) : Traitement automatique du langage naturel avec Python – Eyrolles
- V.Mathivet (2024) : Implémentation en Python avec Scikit-learn – Eyrolles
- G.Dubertret (2023) : Initiation à la cryptographie avec Python – Eyrolles
- S.Chazallet (2023) : Python 3 – Les fondamentaux du langage - Eyrolles
- H.Belhadef, I.Djemal : Méthode TALN – Cours de l'unievrsité de Msila - Algérie

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 : 45h00 (TP : 3h00)
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 : 15h00 (Cours: 1h00)
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.*

Semestre: 3
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière 1 :Reverse Engineering
VHS: 45h00 (Cours : 1h30 et Atelier : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre les principes et les objectifs du Reverse Engineering (RE) dans le domaine des sciences et de technologie (ST),
- S'initier aux outils et aux méthodes du RE dans la spécialité concernée.
- Appréhender la valeur et l'éthique des principes du RE dans le design, la fabrication et l'assurance qualitéde produits,
- Encourager la pensée critique, la curiosité technique, l'ingénierie inverse raisonnée etl'innovation,
- Apprendre à analyser, documenter et modéliser un système existant sans documentation initiale.

Compétences visées

- Décomposer et analyser un système existant,
- Reproduire fidèlementun schéma technique ou un modèle 3D à partir d'un produit existant,
- Appliquer des outils de diagnostic et de simulation,
- Travailler en groupe sur un projet exploratoire,
- Identifier les limites juridiques de la rétroconception

Prérequis –Connaissances fondamentales dans la spécialité.

Contenu de la matière

1. Introduction à la Réverse Engineering

- Historique, enjeux légaux et éthiques du RE,
- Définitions et champs d'application : Approches (matériels, logiciels, procédés…)
- Domaines : maintenance, re-fabrication, cybersécurité, veille concurrentielle

2. Méthodologie générale

- Analyse d'un système "boîte noire" (black box)
- Décomposition fonctionnelle
- Diagrammes de blocs, entrées/sorties, flux d'énergie ou d'information

3. Reverse engineering matériel

- Dispositif Electrique –Carte Electronique : inspection visuelle, repérage de composants
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique
- Reconnaissance de schémas électriques
- Reconstitution de schémas sous KiCad / Fritzing /Proteus/**EPLAN Electric P8/** QElectroTech

4. Reverse engineering logiciel

- Analyse statique de binaires (ex : .exe, .hex)
- Décompilation, désassemblage (introduction à Ghidra, IDA Free, ou Hopper)
- Observation de comportements : sniffing, monitoring (ex : Wireshark)

- Cas des microcontrôleurs : lecture mémoire flash, extraction firmware

5. Reverse engineering mécanique

- Numérisation 3D : scanner, mesures manuelles
- Reproduction de modèles CAO à partir de pièces existantes
- Logiciels utilisés : SolidWorks, Fusion360

6. Sécurité et détection d'intrusion

- Reverse engineering dans la cybersécurité : détection de malware, vulnérabilités
- Signature de logiciels, protections contre le RE (obfuscation, chiffrement)

7. Cas d'études réels

- Analyse d'un produit obsolète ou inconnu (souris, alimentation, module Bluetooth, etc.)
- Exemple de rétroconception de pièce mécanique ou système simple (ventilateur, boîtier)

Exemples de TP (base les 4 Génies)

- **Génie Electrique**

- Rétro-ingénierie d'un dispositif électrique sans schéma
- Exemple : Relais temporisé, Armoire Electrique, Variateur de vitesse, Machine Electrique, Système d'automatisation..
- Objectifs : identifier le fonctionnement, dessiner le schéma, proposer une variante améliorée.
- Identification de composants (IC, transistors, résistances, condensateurs, etc.).
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique.
- Lecture et extraction de firmware depuis un microcontrôleur.
- Introduction à la détection de contrefaçons électroniques.

- **Génie Mécanique :**

- Rétro-ingénierie d'un mécanisme simple
- Exemples : pompe manuelle, clé dynamométrique, mini-presse..
- Démontage mécanique d'un système (pompe, engrenage, vérin…).
- Mesures et reconstruction de plans ou modèles 3D avec logiciel CAO (SolidWorks, Fusion360).
- Identification de matériaux et modes de fabrication.
- Simulation fonctionnelle à partir du modèle recréé.

- **Génie Civil :**

- Analyse d'ouvrages existants sans plans (murs, dalles, structures…).
- Exemples : escalier métallique, appui de fenêtre, coffrage)
- Étude et rétroconception d'un élément de structure existant
- Identification des matériaux, des assemblages et des contraintes.
- Modélisation de l'ouvrage via Revit, AutoCAD ou SketchUp.
- Étude de réhabilitation ou reproduction d'éléments structurels anciens.

- **Génie des Procédés**

- Rétroconception d'un module de laboratoire
- Exemples : instruments, distillation, filtration, échangeur, réacteur simples…
- Analyse de systèmes industriels existants (colonne de distillation, échangeur, réacteur…).
- Reconstitution des schémas PFD et PID à partir de l'observation d'une installation.
- Identification des capteurs, actionneurs, organes de commande.
- Étude de flux de matière/énergie dans un procédé.

Mode d'évaluation :

- TP techniques
- Mini-projet de rétro-ingénierie (rapport + soutenance)
- Examen final (QCM + étude de cas)
- Examen : 60% et CC TP : 40%

Références bibliographiques :

- Reverse Engineering for Beginners – Dennis Yurichev (gratuitenligne)
- The IDA Pro Book – Chris Eagle (logiciels)
- Practical Reverse Engineering – Bruce Dang
- Documentation :
  - https://ghidra-sre.org
  - https://www.kicad.org
  - https://www.autodesk.com/products/fusion-360