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	جيوتقني

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*	*Géotechnique*

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***	***Geotechnical Engineering***

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	Géotechnique	Génie civil	**1**	**1.00**
		Hydraulique	**1**	**1.00**
		Travaux publics	**1**	**1.00**
		Exploitation des mines	**3**	**0.70**
		Autres licences du domaine ST	**5**	**0.60**

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

Semestre 1 Master : Géotechnique

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 : 10 Coefficients : 5	Mécanique des milieux continus	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Mécanique des sols avancée	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Aléas et risques géotechniques	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Talus et soutènements	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Fondations	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Géophysique appliquée	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 8 Coefficients : 5	Programmation Avancée Python	2	2	1h30		1h30	45h00	5h00	40%	60%
	Méthodes expérimentales	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Essais géotechniques et Reconnaissance des sites1	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Pathologie des ouvrages géotechniques **ou Matière au choix**	1	1	1h30			22h30	2h30		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**	**16h00**	**6h00**	**3h00**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 2 Master : Géotechnique

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficie	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 : 8 Coefficients : 4	Mécanique des solides déformables	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Dynamique des sols	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Rhéologie des sols	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Géostatistique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Barrages en terre	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Méthode des éléments finis	4	2	1h30	1h00	1h30	60h00	40h00	40%	60%
	Essais géotechniques et Reconnaissance des sites 2	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
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**	**13h30**	**10h00**	**3h00**	**397h30**	**352h30**		

Semestre 3 Master : Géotechnique

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 2.1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Dynamique des ouvrages géotechniques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Calcul à la rupture et analyse limite	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Mécanique des roches	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Tunnels et ouvrages souterrains	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Géotechnique routière	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Amélioration des sols	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Modélisation des ouvrages géotechniques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Systèmes d'Information Géographique	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
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**			

Panier matières UE Découverte *(S1)*

1. *Hydrogéologie*
2. *Méthode des éléments discrets*
3. *Organisation de chantiers*
4. ~~*Pathologie des ouvrages géotechniques*~~
5. *Code des marchés*
6. *Normes géotechniques*
7. *Droit de construction*
8. *PGC des ouvrages géotechniques*
9. *Notions sur les constructions civiles et industrielles*
10. *Notions sur les voies et ouvrages d'art*
11. *Notions sur les ouvrages hydrotechniques*

Semestre 4

Stage en entreprise ou dans un laboratoire de recherche sanctionné par un mémoire et une soutenance (ce tableau est donné à titre indicatif).

	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 àtitre 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
Matière 1 :Mécanique des milieux continus
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant auxnotions théoriques de mécanique des milieux continus.

Connaissances préalables recommandées:

Algèbre, Thermodynamique, Mécanique rationnelle, Mécanique des fluides, Résistance des matériaux.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Concepts généraux	**(1 Semaine)**
Chapitre2.	Préliminaires mathématiques	**(2 Semaines)**
Chapitre 3.	Théorie de l'état des contraintes	**(4 Semaines)**
Chapitre 4.	Théorie de l'état des déformations	**(4 Semaines)**
Chapitre 5.	Relationsde comportement	**(4 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *P. Germain.* ***Mécanique des milieux continus****. Ed. Masson.*
2. *P. Germain, P. Muller.* ***Introduction à la mécanique des milieux continus****. Ed. Masson.*
3. *J. Salençon.* ***Mécanique des milieux continus, Tomes 1, 2 et 3****. Ed. Ecole Polytechnique, France.*
4. *J. Coirier, C. Nadot-Martin.* ***Mécanique des milieux continus****.Ed.Dunod.*
5. *G. Duvaut.* ***Mécanique des milieux continus****. Ed. Masson.*
6. *J. Botsis, M. Deville.* ***Mécanique des milieux continus****. Ed. Eyrolles.*
7. *R. Temam, A. Miranville.* ***Modélisation mathématique et mécanique des milieux continus****. Ed. Springer.*

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière 2 : Mécanique des sols avancée
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'inculquer à l'étudiant les connaissances théoriques et expérimentales approfondies traitant du comportement mécanique des sols granulaires et des sols fins aux états saturé et non saturé.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols 1 et 2

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Rappel sur les sols grenus et les sols fins (3 Semaines)
I-1 : Différence entre sols grenus et sols fins
I-2 : Propriétés des sols grenus
I-3 : Propriétés des sols fins
I-4 : Plasticité et résistance au cisaillement
I-5 : Comportement à court et à long terme
I-6 : Chemin de contrainte dans l'espace ($\sigma - \varepsilon$) et ($p - q$)

Chapitre 2 : Comportement des matériaux granulaires (4 Semaines)
II-1 : Relation contrainte déformation
II-2 : Théorie de la dilatance
II-3 : Etat critique et état caractéristique
II-4 : Influence de la contrainte latérale
II-5 : Comportement sous chemin cyclique : contraction, dilatation et liquéfaction

Chapitre 3 : Comportement des sols fins (4 Semaines)
III-1 : cisaillement d'une argile, domaine surconsolidé et normalement consolidé, cisaillement drainé et non drainé, pression interstitielle, critère de rupture, enveloppe des contraintes totales.
III-2 : Etat de consolidation et résistance au cisaillement
III-3 : Relation entre la pression de consolidation des sols fins et Cu

Chapitre 4 : Comportement des sols non saturés (4 Semaines)
IV-1 : Définition de la succion
IV-2 : Notion de contrainte effective dans les sols non saturés
IV-3 : Résistance au cisaillement dans les sols non saturés
IV-4 : Perméabilité et succion

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *F. Schlosser.* ***Eléments de mécanique des sols****. Ed. Presses des ponts, France.*
2. *F. Schlosser.* ***Exercices de mécanique des sols****. Ed. Presses des ponts, France.*
3. *J. Costet, G. Sanglerat.****Cours pratique de mécanique des sols****. Tomes 1 & 2.Ed. Dunod.*
4. *G. Sanglerat, G. Olivari, B. Cambou.****Problèmes pratiques de mécanique des sols et de fondations****. Tomes 1 & 2. Ed.Dunod.*
5. *G. Philipponnat, B. Hubert.* ***Fondations et ouvrages en terre****. Ed. Eyrolles.*
6. *D. Cordary.* ***Mécanique des sols****. Ed. Lavoisier.*
7. *Robert D. Holtz, William D. Kovacs.****Introduction à la géotechnique****. Ed.Ecole Polytechnique de Montréal, Canada.*
8. *Braja M. Das.* ***Advanced Soil Mechanics****. Ed. Taylor & Francis Group.*

9-Delage P., Cui Y. J. 2001 : **Comportement mécanique des sols non saturés**. Techniques de l'Ingénieur, Construction, C302, 19p.

10-Coussy O. et Fleureau J. M. 2002 : **Mécanique des sols non saturés**. HermesSciencves publication, Paris, 390p.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière: aléas et risques géotechniques
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant à la compréhension de certains risques géotechniques, à leur analyse et à leur évaluation afin de mieux gérer des situations de crise et de prendre les décisions adéquates.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances acquises en probabilités et statistiques, MDS.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Introduction aux risques géotechniques	**(1 Semaine)**
Chapitre 2	Méthodologie générale d'analyse du risque	**(4 Semaines)**
Chapitre 3.	Télédétection appliquée au milieu naturel	**(4 Semaines)**
Chapitre 4.	Méthodologie d'analyse et de traitement des données	**(4 Semaines)**
Chapitre 5.	Systèmes d'alerte et de gestion des situations de crise	**(2 Semaines)**

Proposition du Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Introduction aux risques géotechniques	**(1 Semaine)**
Chapitre 2.	Analyse des différents risques géotechniques	**(3 semaines)**
Chapitre 3.	Méthodologie générale d'analyse du risque	**(3 Semaines)**
Chapitre 4.	Télédétection appliquée au milieu naturel	**(3 Semaines)**
Chapitre 5.	Méthodologie d'analyse et de traitement des données	**(3 Semaines)**
Chapitre 6.	Systèmes d'alerte et de gestion des situations de crise	**(2 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

1. *M. Merad.* ***Aide à la décision et expertise en gestion des risques****. Ed. Lavoisier.*
2. *J.P. Louisot.* ***Risk Management et stratégie****. Ed. AFNOR.*
3. *J.L. Wybo.* ***Maitrise des risques et prévention des crises****. Ed. Lavoisier.*

4-Techniques et Méthodes : Retrait gonflement : Analyse et traitement des désordres créés par la sécheresse. Guide 3, Edition IFSTTAR, Juillet 2017.

5-Office Fédérale des routes OFROU : Analyse de risques pour les tunnels des routes nationales Edition ASTRA ; 2014.

6-Kergomard C. : La Télédétection aéro-spatiale : une introduction. Cours de L'Ecole Nationale Supérieure de Paris.

7-Recommandations de l'AFTES : Caractérisation des incertitudes et des risques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques. GT32R2F1, Juillet –Août 2012.

8-Guide méthodologique : La gestion des risques dans les grands projets d'infrastructure publique. Edition : Infrastructure Québec.

9-Techniques de l'Ingénieur : Dossier ''Sécurité et gestion des risques''. (www.techniques-ingénieur.fr/traite/securite_et_gestion_des_risques/T1112)

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

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet de permettre à l'étudiant d'approfondir ses connaissances à l'analyse de la stabilité des pentes et à la conception et au calcul des ouvrages de soutènement.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols 1 et 2, Fondations et ouvrages géotechniques.

Contenu de la matière:

- **Première partie :** *Stabilité des pentes et talus*

Chapitre1.	Stabilité des pentes en rupture plane	**(2 Semaines)**
Chapitre 2.	Stabilité des pentes en rupture circulaire	**(3 Semaines)**
Chapitre 3.	Stabilité des pentes en rupture quelconque	**(3 Semaines)**

- **Deuxième partie :***Ouvrages de soutènement*

Chapitre 4.	Classification des ouvrages de soutènement	**(1 Semaine)**
Chapitre 5.	Actions et sollicitations	**(3 Semaines)**
Chapitre 6.	Dimensionnement et justifications	**(3 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *F. Schlosser.* ***Eléments de mécanique des sols****. Ed. Presses des ponts, France.*
2. *F. Schlosser.* ***Exercices de mécanique des sols****. Ed. Presses des ponts, France.*
3. *J. Costet, G. Sanglerat.* ***Cours pratique de mécanique des sols****. Tomes 1 & 2. Ed. Dunod.*
4. *G. Sanglerat, G. Olivari, B. Cambou.* ***Problèmes pratiques de mécanique des sols et de fondations****. Tomes 1 & 2. Ed. Dunod.*
5. *G. Philipponnat, B. Hubert.* ***Fondations et ouvrages en terre****. Ed. Eyrolles.*
6. *J.L. Durville, G. Sève.****Stabilité des pentes : glissements en terrain meuble (C254)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*
7. *F. Schlosser.****Ouvrages de soutènement : poussées et butées (C242)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*

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

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet de permettre à l'étudiant d'approfondir ses connaissances à la conception et au calcul des fondations superficielles et profondes des ouvrages.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols 1 et 2, Fondations et ouvrages géotechniques.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Actions types et sollicitations de calcul	**(2 Semaines)**
Chapitre 2.	Fondations superficielles	**(5 Semaines)**
Chapitre3.	Fondations profondes	**(5 Semaines)**
Chapitre 4.	Fondations spéciales	**(3 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *F. Schlosser.* ***Eléments de mécanique des sols****. Ed. Presses des ponts, France.*
2. *F. Schlosser.* ***Exercices de mécanique des sols****. Ed. Presses des ponts, France.*
3. *J. Costet, G. Sanglerat.* ***Cours pratique de mécanique des sols****. Tomes 1 & 2. Ed. Dunod.*
4. *G. Sanglerat, G. Olivari, B. Cambou.* ***Problèmes pratiques de mécanique des sols et de fondations****. Tomes 1 & 2. Ed. Dunod*
5. *G. Philipponnat, B. Hubert.* ***Fondations et ouvrages en terre****. Ed. Eyrolles.*
6. *R. Frank.* ***Fondations superficielles (C246)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*
7. *R. Frank.* ***Fondations profondes (C248)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*
8. *R. Frank.* ***Fondations superficielles et profondes****. Ed. Presses des ponts.*
9. *P. Bousquet.* ***Pieux et palplanches (C140)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*
10. *Robert D. Holtz, William D. Kovacs.****Introduction à la géotechnique****. Ed.Ecole Polytechnique de Montréal, Canada.*

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.2
Matière 3 : Géophysique appliquée
VHS: 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant aux notions théoriques et expérimentales de la géophysique appliquée en génie civil.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols 1 et 2, Mécanique des milieux continus.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Généralités sur la géophysique et ses applications **(3 Semaines)**
(Géophysique et reconnaissance géotechnique, paramètres physiques mesurés, méthodes de prospection géophysique, avantages et inconvénients)

Chapitre 2. Méthodes gravimétriques et micro-gravimétriques **(3 Semaines)**

Chapitre 3. Méthodes électriques **(3 Semaines)**

Chapitre 4. Méthodes sismiques **(3 Semaines)**

Chapitre 5. Méthodes électromagnétiques **(3 Semaines)**

Programme des TP (selon la disponibilité des bancs d'essais spécifiques à la reconnaissance géophysique)

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

1. *J. Dubois, M. Diament, J.P. Cogné.* ***Géophysique****. Ed. Dunod.*
2. *L. Lliboutry.* ***Géophysique et géologie****. Ed. Elsevier-Masson.*
3. *R. Lagabrielle.* ***Géophysique appliquée au génie civil (C224)****. Ed. Techniques de l'ingénieur, France.*
4. *M. Chouteau, B. Giroux.* ***Géophysique appliquée II (GLQ 3202) : méthodes électriques (notes de cours)****. Ed. Ecole polytechnique de Montréal, Canada.*
5. *H. Shout, M. Djeddi.* ***Bases physiques de la prospection sismique****. Ed. OPU, Algérie.*

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: UEM1.1
Matière2: Méthodes expérimentales
VHS: 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière apporte à l'étudiant des connaissances sur les développements les plus récents concernant les essais courants de la mécanique des sols, surtout au laboratoire et aussi sur le terrain..

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols 1 et 2.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Normes d'essais : procédures expérimentales et techniques d'exploitation des résultats d'essais (essais in-situ et en laboratoire). **(3 semaines)**

Chapitre 2 : Essais de perméabilité **(3 semaines)**

Chapitre 3 :Résistance au cisaillement et essais de cisaillement triaxial **(3 semaines)**

Chapitre 4 : Calculs de tassement et essais œdométriques **(3 semaines)**

Chapitre 5 : Essais in situ **(3 semaines)**

Mode d'évaluation:

Examen: 100 %.

Références bibliographiques:

Tous les ouvragesde mécanique des sols

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière 3 : Essais géotechniques et reconnaissance des sites
VHS:45h00 (Cours 1h30 et TP: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet de présenter à l'étudiant les différents types d'essais in-situ et en laboratoire pratiqués en mécanique des sols.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols 1 et 2

Contenu de la matière:

- Sondages et échantillonnage
- Essais in-situ (1ère partie)
- Essais en laboratoire (1ème partie)

N.B.L'enseignanta le libre choix de programmer les différents types d'essais in-situ et en laboratoire disponibles dans son établissement en complément à ceux déjà réalisés en 1er cycle (licence) qu'il devra répartir en deux semestres : S1 (pour la 1ère partie) et S2 (pour la 2ème partie).

Proposition du contenu de la matière

I- Sondages et forages (définition, particularités, sondages carottés, techniques de carottages, densité des sondages, profondeur d'investigation) **2 semaines**
II- Echantillonnages et caractéristiques géotechniques **2 semaine**
III- Essais mécaniques (essais par battage, essais de pénétration statique, piézocone, essais pressiométriques, essais scissométriques) **2 semaines**
IV- Forages destructifs (les diagraphies instantanées et différées) **1 semaine**
V- Instruments et suivi des ouvrages **2 semaines**
VI- Etude géotechnique (mission du géotechnicien, enquête préliminaire, les différentes phases et programme de l'étude géotechnique) **2 semaines**
VII- Variabilité et incertitudes (hétérogénéité, variabilité des sols, incertitudes des mesures) **2 semaines**
VIII- Choix des techniques d'investigation. **2 semaines**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu:40%; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. *M. Cassan (1988),* **Les essais in situ en mécaniques des sols1. Réalisation et interprétation**. *Edition Eyrolles.*
2 *M. Rat, (1974*), **Reconnaissance des sols.***Techniques de l'ingénieur, Ref C224 V1.*
3. P. Reiffsteck**,** D. Lossy**,** J. Benoît, *(2012),* **Forages, sondages et essais in situ géotechniques** : Les outils pour la reconnaissance des sols et des roches. Editeur : Presses Des Ponts.
4.**P. Reiffsteck**, **M. Zerhouni**, **J.-L. Averlan** *(2018),* **Essais de laboratoire pour la mécanique des sols et la géotechnique** : **les outils pour la reconnaissance des sols et des roches. Presses de l'Ecole nationale des ponts et chaussées**.
5. *Roy E. Hunt (2005),***Geotechnical investigation methods : afield guide for geotechnicalengineers**. *CRC Press LLC, 2005.*
6. Keith Lawrence H. (1992), **Environmental sampling and analysis : A pratical guide**, Lewis Publisher, Chelsea, Michigan.
*7. Recommandations de l'AFTES, (2012)***Caractérisation des incertitudes et des risques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques.***(GT32 R2 F1), 2012.*
*8. G. Philipponnat, B. Hubert, (1998),***Fondations et ouvrages en terre**. Edition Eyrolles.
9. H. Cambefort (1972) ,**Géotechnique de l'ingénieur et reconnaissance des sols.** Edition Eyrolles.
10. Union syndicale géotechnique – ***Missions*** **géotechniques types** (Projet de Normalisation), 1996.
*11. Martin Van Staveren (2006),***Uncertainty and ground conditions : A risk management approach.***Elsevier.*

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UED 1.1
Matière: Pathologie des ouvrages géotechniques
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet de présenter à l'étudiant les principaux cas pathologiques liés aux ouvrages géotechniques, les techniques de leur diagnostic et les moyens de réparation possibles.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

Il traite des points suivants :

- Analyse des causes de désordres (erreurs d'exécution, instabilité du site, défaut de structures, modification des caractéristiques du sol de fondation, modification de l'environnement).
- Causes liées aux structures (matériaux constitutifs, sous-dimensionnement, faute d'exécution)
- Causes liées aux sols problématiques (sols expansifs, sols effondrables et sols liquéfiables).
- Pathologies des fondations superficielles et profondes.
- Pathologie des ouvrages de soutènement.
- Moyens de prévention et de réparation des ouvrages endommagés.

Proposition du nouveau contenu de la matière :

- Définition de la pathologie et généralités sur le diagnostic et causes des pathologies,
- Pathologies des fondations superficielles et profondes,
- Pathologie des ouvrages de soutènement,
- Pathologie des tunnels et des ouvrages souterrains,
- Pathologie des ouvrages de drainage,
- Pathologie des voieries et des routes,
- Moyens de prévention et de réparation des ouvrages endommagés.

Bibliographie

1. *M. Lor. (2015),* ***Pathologie, diagnostic, prévention et maintenance des structures (C7100 V1)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*
2. *J. Delefosse.* ***Pathologies du béton armé – Actions physico-chimiques, cas particuliers et ouvrages spécifiques (C6200 V2)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*
3. *A. Plumier. (2011),* **Pathologies et réparations structurales des constructions.***Cours de l'université de liège.*
4. *L. Logeais (2012),* **La pathologie des fondations** – Fondasol. *Edition Moniteur.*
5. **Pathologie des fondations superficielles : diagnostic, réparation et prévention – maisons individuelles et bâtiments assimilés**. *CSTB Editions 2015.*
6. **Guide de l'inspection du génie civil des tunnels routiers.** Du désordre vers le diagnostic – **livre 1** – Catalogue des désordres – **livre 2** – *Les Guides du CETU – 2015.*
7. **Retrait et gonflement des argiles : Analyse et traitement des désordres créées par la sécheresse**. Technique et Méthodes – Guide 3 – *Quide Technique IFSTTAR 2017.*

Réparation et renforcement des fondations.*Guides STRRES N°1* – Fédération Nationale Des Travaux Publics (FNTP).

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

1. *M. Lor.* ***Pathologie, diagnostic, prévention et maintenance des structures (C7100 V1)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*
2. *J. Delefosse.* ***Pathologies du béton armé – Actions physico-chimiques, cas particuliers et ouvrages spécifiques (C6200 V2)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*

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. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture(UNESCO)
4. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
5. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
6. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
7. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
8. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
9. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
10. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
11. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Letélémaque, mai 2000, n° 17
12. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
13. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
14. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
15. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
16. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rinck etléda 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
18. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008
19. 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

20. 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.
21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
23. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int
24. http://www.app.asso.fr/

Programme détaillé par matière du semestre S2

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière 1 : Mécanique des solides déformables
VHS: 67h30 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant aux notions théoriques et expérimentales de mécanique des solides déformables.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique rationnelle, Thermodynamique, Mécanique des milieux continus.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Mécanismes physiques de déformation et de rupture	**(2 Semaines)**
Chapitre 2.	Classification rhéologique et caractérisation expérimentale	**(3 Semaines)**
Chapitre 3.	Elasticité et viscoélasticité	**(5 Semaines)**
Chapitre 4.	Plasticité et viscoplasticité	**(5 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *J. Lemaitre, J.L. Chaboche.* ***Mécanique des solides déformables et endommageables****. Ed. Dunod.*
2. *J. Lemaitre, J.L. Chaboche, A. Benallal, R. Desmorat.* ***Mécanique des matériaux solides****. Ed. Dunod.*
3. *D. François, A. Pineau, A. Zaoui.* ***Elasticité et plasticité****. Ed. Lavoisier.*
4. *S. Timoshenko, J.M. Goodier.* ***Théorie de l'élasticité****. Ed. Librairie Polytechnique Ch. Béranger.*
5. *J. Salençon.* ***Elastoplasticité****. Ed. Ecole polytechnique, France.*
6. *B. Halphen, J. Salençon.* ***Elasto-plasticité****. Ed. Presses desponts, France.*
7. *V.A. Lubarda.* ***Elastoplasticity theory****. Ed. CRC Press.*
8. *R. Richards Jr.* ***Principles of solid mechanics****. Ed. CRC Press.*
9. *Robert J. Asaro, Vlado A. Lubarda.* ***Mechanics of solid and materials****. Ed. Cambridge UniversityPress.*

Semestre : 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière 2 : Dynamique des sols
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant au calcul dynamique des sols et des fondations d'ouvrages géotechniques.

Connaissances préalables recommandées:

Ondes et vibrations, Mécanique des sols 1 et 2, Fondations et ouvrages géotechniques, Mécanique des milieux continus.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Caractérisation du mouvement sismique *(Eléments de sismologie, propagation des ondes sismiques dans les sols, notions de polarisation, sismicité historique de l'Algérie)*	**(3 Semaines)**
Chapitre 2.	Comportement des sols sous chargement cyclique	**(3 Semaines)**
Chapitre 3.	Mesure des caractéristiques dynamiques des sols	**(3 Semaines)**
Chapitre 4.	Réponse sismique d'un profil de sol	**(3 Semaines)**
Chapitre 5.	Liquéfaction des sols	**(3 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *A. Bouafia.* ***Introduction à la dynamique des sols****. Tomes 1 & 2. Ed. OPU, Algérie.*
2. *A. Pecker.* ***Dynamique des sols****. Ed. Presses des ponts, France.*
3. *Braja M. Das, G.V. Ramana.* ***Principles of soil dynamics****. Ed. Cengage Learning, USA.*
4. *Braja M. Das.* ***Fundamentals of soil dynamics****. Ed. Elsevier.*
5. *Shamsher Prakash.* ***Soil dynamics****. Ed. Mc-Graw-Hill.*
6. *A. Verruijt.* ***An introduction to soil dynamics****. Ed. Springer.*
7. *F.E. Richart, J.R. Hall Jr., R.D. Woods.* ***Vibrations of soils and foundations****. Ed. Prentice-Hall, USA.*
8. *S.L. Kramer.* ***Geotechnical earthquake engineering****. Ed. Prentice-Hall, USA.*

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.2
Matière 1 :Rhéologie des sols
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'inculquer à l'étudiant les connaissances théoriques et expérimentales approfondies traitant du comportement mécanique des sols sous sollicitations homogènes en vue du calcul des fondations et des ouvrages géotechniques.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols 1 et 2, Mécanique des milieux continus.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Comportement in-situ et en laboratoire **(1 Semaine)**
(Caractéristiques de compressibilité et de perméabilité, caractéristiques de consolidation-et de fluage, caractéristiques de cisaillement et de rupture, chemins de contraintes, comportements normalement consolidé et surconsolidé)

Chapitre 2. Lois de comportement élastique **(4 Semaines)**
(Elasticité linéaire, élasticité non-linéaire, application aux modèles hyperboliques)

Chapitre 3. Lois de comportement élasto-plastique **(4 Semaines)**
(Plasticité parfaite, plasticité avec écrouissage, application au modèle CAM-CLAY)

Chapitre 4. Lois de comportement élasto-visco-viscoplastique **(4 Semaines)**
(Prise en compte du fluage, application au modèle MELANIE-LCPC)

Chapitre 5. Lois de comportement et résolution numérique **(2 Semaines)**
(Panorama des modèles de comportement des sols implémentés dans les logiciels de commerce comme PLAXIS, FLAC, CESAR-LCPC, etc.)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *J.P. Magnan, P. Mestat.* ***Loi de comportement et modélisation des sols (C218)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*
2. *P. Mestat.* ***De la rhéologie des sols à la modélisation des ouvrages****. Ed. IFSTTAR (ex LCPC), France.*
3. *Braja M. Das.* ***Advanced soil mechanics****. Ed. Taylor & Francis Group.*
4. *Sergei S. Vyalov.* ***Rheological fundamentals of soils mechanics****. Ed. Elsevier.*
5. *M.J. Keedwell.* ***Rheology and soil mechanics****. Ed. Elsevier.*
6. *D. Muir Wood.* ***Geotechnical modelling****. Ed. CRC Press.*

Semestre:3
Unité d'enseignement: UEF 1.2.2
Matière 2 : Géostatistique
VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits:4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant aux notions théoriques du calcul statistique appliqué à la géotechnique.

Connaissances préalables recommandées:

Statistique, Mécanique des sols.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Bases théoriques de la géostatistique (Fonctions aléatoires, stationnarité, covariance, ajustement d'une fonction de structure théorique)	**(3 Semaines)**
Chapitre 2.	Analyse du variogramme	**(4 Semaines)**
Chapitre 3.	Théorie du krigeage	**(4 Semaines)**
Chapitre 4.	Logicielset applications	**(4 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *J.P.Chilès, P. Delfiner.* ***Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty****. Second Edition. Ed. Wiley, 2012.*
2. *C. Lantuéjoul.* ***Geostatistical simulation: Models and Algorithms****. Ed. Springer, 2002.*
3. *H. Wackernagel.* ***Multivariate geostatistics : an introduction with applications****. Ed. Springer, 2003.*
4. *R. Webster, M. Olivier.* ***Geostatistics for environmental scientists. Statistics in Practice****. Ed. Wiley, 2001.*
5. *N. Cressie.* ***Statistics for Spatial Data****. Revised Edition. Ed. Wiley, 2015*

Semestre:2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.2
Matière 3 : Barrages en terre
VHS:22h30 (Cours: 1h30)
Crédits:2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant à la conception et au calcul des barrages en terre.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols avancée, Fondations, Talus et soutènement, Méthode des différences finies, Méthode des éléments finis.

Contenu de la matière:

Chapitre I : Conception des barrages en terre (**4semaines)**
- Différents types de barrages en terre
- Projet d'un barrage en terre
- Profil général d'une digue en terre

Chapitre II : Etude des infiltrations dans un barrage en terre (**4semaines)**
- Réseau d'infiltration
- Débit de fuite par infiltration
- Infiltrations à travers les fondations
- Phénomène de renard

Chapitre III : Lutte contre les infiltrations dans une digue en terre **4semaines)**
- Ecrans imperméables
- Revêtement du parement amont
- Drains et filtres

Chapitre IV : Stabilité des barrages en terre (**3semaines)**
- Méthode de Fellénius
- Méthode de Bishop

Mode d'évaluation:

Examen:100%

Références bibliographiques:

1. *A.J. Schleiss, H. Pougatsch.* ***Les barrages – Du projet à la mise en service****. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes.*
2. *P. Le Delliou.* ***Les barrages : conception et maintenance****. Presses universitaires de Lyon, France.*
3. *L. Vulliet, L. Laloui, J. Zhao.* ***Mécanique des sols et des roches****. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes.*

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 1 : Méthode des éléments finis
VHS: 60h00 (Cours: 1h30, TD : 1h00, TP: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant au calcul des ouvrages géotechniques par la méthode des éléments finis.

Connaissances préalables recommandées:

Analyse mathématique, Calcul matriciel, Résistance des matériaux, Méthodes numériques, Mécanique des sols 1 et 2.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Principes généraux	**(3 Semaines)**
Chapitre 2.	Méthode des éléments finis 1D	**(4 Semaines)**
Chapitre 3.	Méthode des éléments finis 2D	**(4 Semaines)**
Chapitre 4.	Méthode des éléments finis 3D	**(4 Semaines)**

Programme des TP

Partie 1 sous Matlab (ou autre) : Manipulation des matrices, interpolation de Lagrange, intégration numérique par la méthode des trapèzes et de Simpson, applications pratiques.

Partie 2 Utilisation d'un logiciel en EF dédié à la géotechnique (Plaxis ou autre) et étude d'un cas pratique : Présentation du logiciel, création et mise en œuvre du modèle de calcul (géométrie, données des couches de sols, conditions aux limites, conditions initiales, chargement, éléments structuraux, phasage de calcul, présentation et exploitation des résultats), applications pratiques.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *G. Dhatt. G. Touzot, E. Lefrançois.* ***Méthode des éléments finis****. Ed. Hermès-Lavoisier.*
2. *J. Chaskalovic.* ***Méthode des éléments finis pour les sciences de l'ingénieur****. Ed. Lavoisier.*
3. *J.C. Craveur.* ***Modélisation par éléments finis****. Ed. Dunod.*
4. *M. Bonnet, A. Frangi.* ***Analyse des solides déformables par la méthode des éléments finis****. Ed. Ecole polytechnique, France.*
5. *F. Frey, J. Jirousek.* ***Méthode des éléments finis****. Ed. Eyrolles.*

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 2 : Essais géotechniques et reconnaissances des sites 2
VHS:45h00 (Cours : 1h30, TP: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet de présenter à l'étudiant les différents types d'essais in-situ et en laboratoire pratiqués en mécanique des sols.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols 1 et 2

Contenu de la matière:

- Sondages et échantillonnage
- Essais in-situ (2ère partie)
- Essais en laboratoire (2ème partie)

N.B. L'enseignant a le libre choix de programmer les différents types d'essais in-situ et en laboratoire disponibles dans son établissement en complément à ceux déjà réalisés en 1er cycle (licence) qu'il devra répartir en deux semestres : S1 (pour la 1ère partie) et S2 (pour la 2ème partie).

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

Tous les ouvrages de mécanique des sols

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: 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

Programme détaillé par matière du semestre S3

Semestre:3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.1
Matière 1 : Dynamique des ouvrages géotechniques
VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits:4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant au calcul dynamique des ouvrages géotechnique et de leur interaction avec leur environnement.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols avancée, Fondations, Talus et soutènements, Dynamique des sols.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Généralités sur l'interaction sol-structure	**(1 Semaine)**
Chapitre 2.	Comportement des fondations sous machines vibrantes	**(4 Semaines)**
Chapitre 3.	Capacité portante sismique des fondations	**(4 Semaines)**
Chapitre 4.	Stabilité sismique des ouvrages de soutènement	**(3 Semaines)**
Chapitre 5.	Stabilité sismique des pentes et talus	**(3 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *A. Bouafia.* ***Introduction à la dynamique des sols****. Tomes 1 & 2. Ed. OPU, Algérie.*
2. *A. Pecker.* ***Dynamique des sols****. Ed. Presses des ponts, France.*
3. *Braja M. Das, G.V. Ramana.* ***Principles of soil dynamics****. Ed. Cengage Learning, USA.*
4. *Braja M. Das.* ***Fundamentals of soil dynamics****. Ed. Elsevier.*
5. *Shamsher Prakash.* ***Soil dynamics****. Ed. Mc-Graw-Hill.*
6. *S.L. Kramer.* ***Geotechnical earthquake engineering****. Ed. Prentice-Hall, USA.*

Semestre:3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.1
Matière 2 : Calcul à la rupture et analyse limite
VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits:4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant aux notions théoriques du calcul à la rupture des ouvrages et de leur analyse limite.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des milieux continus, Mécanique des solides déformables, Mécanique des sols.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Notion de chargements limites et critères de rupture usuels **(3 Semaines)**

Chapitre 2. Approche statique par l'intérieur **(3 Semaines)**

Chapitre 3. Approche cinématique par l'extérieur **(3 Semaines)**

Chapitre 4. Applicationspratiques **(6 Semaines)**

- Structures (poutres, portiques, plaques et dalles minces)
- Ouvrages géotechniques (stabilité des excavations, poussées latérales des terres, capacité portante des fondations)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *J. Salençon.* ***Calcul à la rupture et analyse limite****. Ed. Presses des ponts, France.*
2. *J. Salençon.* ***Yield design****. Ed. Wiley-ISTE.*
3. *P. De Buhan.* ***Plasticité et calcul à la rupture****. Ed. Presses des ponts, France.*
4. *J. Lemaitre, J.L. Chaboche.* ***Mécanique des solides déformables et endommageables****. Ed. Dunod.*
5. *J. Lemaitre, J.L. Chaboche, A. Benallal, R. Desmorat.* ***Mécanique des matériaux solides****. Ed. Dunod.*

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.2
Matière 1 : Mécanique des roches
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant aux notions théoriques et expérimentales de mécanique des roches appliquée aux ouvrages de génie civil.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols 1 et 2, Fondations et ouvrages géotechniques, Mécanique des milieux continus.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Généralités sur les roches et les massifs rocheux **(4 Semaines)**
(Genèse des roches, propriétés physiques et thermiques des roches - Discontinuités du massif rocheux : typologie, description et représentation géométrique des joints - Classification des roches et des massifs rocheux)

Chapitre 2. Comportement mécanique des roches et des massifs rocheux **(6 Semaines)**
(Caractérisation in-situ et en laboratoire - Matrice rocheuse : propriétés mécaniques, critère de résistance et mode de rupture – Discontinuités : caractéristiques et résistance des joints rocheux, écoulement dans les joints – Massifs rocheux : classification RQD/RMR/QS/GSI)

Chapitre 3. Stabilité des versants rocheux **(3 Semaines)**
(Modes de rupture des talus rocheux, rôle de l'eau, stabilité en équilibre limite, fauchage, techniques de stabilisation)

Chapitre 4. Stabilité des cavités rocheuses **(2 Semaines)**
(Etat des contraintes, méthodes de calcul, cas des massifs stratifiés, calcul de la pression de gonflement sur le revêtement)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *J.L. Durville.* ***Mécanique des roches : Généralités (C350)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*
2. *J.L. Durville, H. Héraud.* ***Description des roches et des massifs rocheux (C352)****. Ed. Techniques de l'ingénieur.*
3. *P. Duffaut, F. Homand.* ***Manuel de mécanique des roches****. Tomes 1 & 2. Ed. Presses des ponts, France.*
4. *R.E. Goodman.* ***Introduction to rock mechanics****. Ed. John Wiley and Sons, New York.*
5. *E. Hoek.* ***Practical Rock engineering****. Ed. https://www.rocscience.com*

Semestre:3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.2
Matière 2 : Tunnels et ouvrages souterrains
VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits:4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant à la conception et au calcul des tunnels et autres ouvrages souterrains

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols avancée, Mécanique des solides déformables, Mécanique des roches, Méthode des différences finies, Méthode des éléments finis.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Définition et classification des ouvrages souterrains	**(2 Semaines)**
Chapitre 2.	Conception et techniques de construction des tunnels	**(3 Semaines)**
Chapitre 3.	Méthodes de calcul et de dimensionnement des tunnels	**(4 Semaines)**
Chapitre 4.	Pathologie et techniques de confortement des tunnels	**(2 Semaines)**
Chapitre 5.	Application pratique (Calcul d'un tunnel routier ou ferroviaire)	**(4 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *M. Panet.* ***Le calcul des tunnels par la méthode convergence-confinement****. Ed. Presses des ponts, France.*
2. *A. Bouvard-Lecouanet, G. Colombet, F. Esteulle.* ***Ouvrages souterrains : conception – réalisation - entretien****. Ed. Presses des ponts, France.*
3. *L. Vulliet, L. Laloui, J. Zhao.* ***Mécanique des sols et des roches****. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes.*
4. *F. Martin.* ***Mécanique des roches et travaux souterrains : cours et exercices corrigés****. Ed. BG Ingénieurs Conseils, ENS Cachan, France.*

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.2
Matière 3 : Géotechnique routière
VHS: 45h (Cours : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet de permettre à l'étudiant de mener une étude géotechnique appliquée au dimensionnement des chaussées routières et autoroutières

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Classification des sols selon le GTR	**(1 Semaine)**
Chapitre 2.	Terrassements routiers	**(2 Semaines)**
Chapitre3.	Compactage des sols	**(4 Semaines)**
Chapitre 4.	Portance des sols	**(4 Semaines)**
Chapitre 5.	Dimensionnement des chaussées souples et rigides	**(4 Semaines)**

Proposition du contenu de la matière

Chapitre I : Généralités sur les routes **(3 Semaines)**

1- Présentation de la route
2- Types de chaussées
3- Constitution d'une chaussée souple
4- Matériaux routiers

Chapitre II : Dimensionnement des chaussées **(3 Semaines)**

1- Définition du dimensionnement d'une chaussée
2- Méthode CBR
3- Méthode CBR améliorée

Chapitre III: Terrassements routiers **(3 Semaines)**

1- Cubature des terrassements
2- Métré des cubatures
3- Mouvement des terres

Chapitre IV: Classification GTR des sols **(3 Semaines)**

1- Définitions
2- Classification des sols
3- Paramètres de classification
4- Tableau de classification GTR

Chapitre IV: Compactage des sols **(3 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

1. *LCPC-SETRA.* ***Guide des terrassements routiers : Réalisation des remblais et des couches de forme****.Guide technique, France. Ed. IFSTTAR (ex. LCPC), France.*
2. *R. Coquand.* ***Routes****. Ed. Eyrolles.*
3. *P. Carillo.* ***Conception d'un projet routier. Guide technique****. Ed. Eyrolles.*

Semestre:3
Unité d'enseignement: UEM2.1
Matière 1 : Amélioration des sols
VHS:60h00 (Cours: 1h30, TP: 1h30)
Crédits:4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant aux différentes techniques de stabilisation des sols et de renforcement des ouvrages géotechniques.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols, Essais géotechniques 1 & 2, Géotechnique routière.

Contenu de la matière:

1. Généralités sur la stabilisation, renforcement et réparation des ouvrages géotechniques.
2. Stabilisation chimique des sols (Traitement aux liants hydrauliques).
3. Renforcement des ouvrages géotechniques (Préchargement, Soutènements, Clouage, Terre armée, Géotextiles, Colonnes ballastées, Injections (jet grouting, soilmixing,…) Compactage dynamique).
4. Critères de choix des méthodes.

Programme des TP :

TP N° 1 : Les limites d'Atterberg des sols renforcés.
TP N° 2 : Essai Proctor des sols renforcés.
TP N° 3 : Essai CBR des sols renforcés.
TP N° 4 : Essai de compression simple des sols renforcés.
TP N° 5 : Essai de cisaillement simple à la boite des sols renforcés.
TP N° 6 : Essai de cisaillement au triaxial des sols renforcés.
TP N° 7 : Essai de cisaillement sol-fibres.
TP N° 8 : Essai de cisaillement sol-géotextile.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Bibliographie

1. Bell F. G., (1993): Engineering treatment of soils. E & FN Spon. 302 p.
2. GTS, Guide technique(2000) : « Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques. Application à la réalisation des remblais et des couches de forme », LCPC-SETRA (Paris-Bagneux) jan. 2000, 240p.
3. Mouroux P. et Al. (1989) « *La construction économique sur les sols gonflants* **».** Manuels et méthodes, BRGM. France.

4. **Routes (2004) ;** Le traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques pour l'exécution des remblais et des couches de forme. Document technique, Routes n°89, Septembre 2004, paris, France.

5. Davidovici, V et Lambert, S. (2013). Fondations et procédés d'amélioration du sol, Guide d'application de l'EC8 parasismique: Dispositions du renforcement du sol par colonnes ballastées en zones sismiques, AFPS (2012). s.l. : Eyrolles, 2013. ISBN: 978-2-212-13831-3.

6. Dhouib, A., Magnan J.P. et Guilloux, A. (2004c). Méthodes de reconnaissance et application aux sols et aux techniques d'amélioration. Actes du Symposium International sur l'Amélioration des Sols en Place (ASEP- GI 2004). Edition Presses de l'ENPC- LCPC, 2004c, Vol. 2.

7.Dhouib, A. et Blondeau, F. (2005). Colonnes ballastées: Techniques de mise en oeuvre, domaines d'application, comportement, justification, contrôle, axes de recherche et de développement. Presses de l'Ecole Nationale des ponts et Chaussées- ISBN 2- 85978- 401-2, 2005 (ENPC), Paris.

8.Schlosser S. et Unterreiner P. : Renforcement des sols par inclusions. Techniques de l'ingénieur, C245.

9. Guide technique AFPS (2012) : Procédés d'amélioration et de renforcement de sols sous actions sismiques – Presse de Pont, Paris, 231 pages.

10.Magnan J. P. (1983) : Théorie et pratique des drains verticaux. Edition Technique et Documentation – Lavoisier. Paris.

11.Queyroi D., Chaput D., Pilot G. (1985) : Amélioration des sols de fondation, choix des méthodes d'exécution. Note d'information technique du Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports. Editions du LCPC - 53p.

12. Guide technique : recommandations pour l'inspection détaillée le suivi et le diagnostic des murs en remblai renforcé par éléments géosynthétiques. Laboratoire central des ponts et chaussées Juillet 2003.

13.Holtz, R. D., (2001) : Geosyntetic For SoilReinforcment, The Ninth Spencer J. Buchanan Lecture, College Station, University Drive

14. Les ouvrages de soutènement : Guide de conception générale. SETRA- Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes - Décembre 1998.

15. Lesouvrages en Terre Armée(1979) *:* Recommandations et Règles de l'Art. Document LCPC-SETRA(1979).

16. Recommandations Clouterre (1991) pour la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des soutènements réalisés par clouage des sols. Presses de l'ENPC, 1991, Paris.

17. Le-Kouby A.,:Renforcement des digues par la technique du DeepSoilMixing. Synthèse des résultats d'essais des chantiers expérimentaux du Val d'Orléans.IFSTTAR – GERS – Laboratoire Sols Roches et Ouvrages géotechniques – 19 novembre 2014.

18.Corté J-F., Poupelloz B., et Washkowski E., (1984) : Confortement par injections des fondations d'ouvrages d'art. Rapport des laboratoires LCPC, Mai 1984.

Semestre:3
Unité d'enseignement: UEM2.1
Matière 2 : Modélisation des ouvrages géotechniques
VHS:22h30 (TP: 1h30)
Crédits:2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Acquérir des notions pratiques pour le dimensionnement des fondations, des soutènements et des ouvrages de protection avec un des logiciels suivants : Plaxis, Geo5, Flac, Z-SOIL, COMSOL, Etc...

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols, Essais géotechniques 1 & 2, MEF, ….

Contenu de la matière:

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques:

Notice d'utilisation du logiciel retenu pour les TPs.

Semestre: S3
Unité d'enseignement: UEM2.1
Matière 3 : Systèmes d'Information Géographique
VHS: 45 h00 (Cours : 1h30, TP: 1 h30)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet de permettre à l'étudiant de se familiariser avec les systèmes d'information géographique et de leur application à la géotechnique.

Connaissances préalables recommandées:

Topographie, Informatique, Mathématiques

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Généralités sur les SIG **(3 semaines)**
Chapitre 2. L'information géographique dans les SIG **(3 semaines)**
Chapitre 3. Les systèmes de coordonnées et les projections cartographiques **(3 semaines)**
Chapitre 4. Les bases de données dans les SIG **(3 semaines)**
Chapitre 5. Les traitements dans les SIG **(3 semaines)**

Programme des TP :

TP1: Les composantes d'un S.I.G
Conception de base d'un SIG, Présentation du logiciel SIG
TP2: Les modes de représentation des données géographiques dans un SIG
Le mode vecteur, Le mode raster, Modèle numérique de terrain MNT
TP 3: Importation et affichage des données
Géoréférencement de données, Système de projection.
TP3: Les données dans les SIG
Les données attributaires, Les données spatiales
TP5 : Applications
Analyse spatiale

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

1. PORNON, Henri. SIG: la dimension géographique du système d'information. Dunod, 2015.
2. CHANG, Kang-Tsung. Introduction to geographic information systems.Boston : McGraw-Hill, 2008.
3. DENÈGRE, Jean et SALGÉ, François. Introduction aux systèmes d'information géographique. Que sais-je?, 2004, vol. 2, no 3122, p. 5-11.
4. Guides du logiciel SIG.

Semestre : 3
Unité d'enseignement: UET 2.1.1
Matière 1 : Recherche documentaire et conception de 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 de 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 2.1.2
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

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

Semestre: X
Unité d'enseignement: UED X.X
Matière: Hydrogéologie
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant à la maitrise de la circulation des eaux souterraines et de son impact sur la stabilité des ouvrages géotechniques.

Connaissances préalables recommandées:

Géologie, Hydraulique générale, Mécanique des sols.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Comportement des systèmes aquifères en réservoir	**(4 Semaines)**
Chapitre 2.	Comportement des systèmes aquifères en conduite	**(4 Semaines)**
Chapitre 3.	Réseaux d'écoulement	**(4 Semaines)**
Chapitre 4.	Contrôle des écoulements d'eau	**(3 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

1. *E. Gilli. C. Mangan, J. Mudry.* ***Hydrogéologie : objets, méthodes, applications****. Ed. Dunod.*
2. *G. Castany.* ***Hydrogéologie : principes et méthodes****. Ed. Dunod.*

Semestre: X
Unité d'enseignement: UED X.X
Matière: Aléas et risques géotechniques
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant à la compréhension de certains risques géotechniques, à leur analyse et à leur évaluation afin de mieux gérer des situations de crise et de prendre les décisions adéquates.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances acquises en probabilités et statistiques, MDS.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Introduction aux risques géotechniques	**(1 Semaine)**
Chapitre 2	Méthodologie générale d'analyse du risque	**(4 Semaines)**
Chapitre 3.	Télédétection appliquée au milieu naturel	**(4 Semaines)**
Chapitre 4.	Méthodologie d'analyse et de traitement des données	**(4 Semaines)**
Chapitre 5.	Systèmes d'alerte et de gestion des situations de crise	**(2 Semaines)**

Proposition du Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Introduction aux risques géotechniques	**(1 Semaine)**
Chapitre 2.	Analyse des différents risques géotechniques	**(3 semaines)**
Chapitre 3.	Méthodologie générale d'analyse du risque	**(3 Semaines)**
Chapitre 4.	Télédétection appliquée au milieu naturel	**(3 Semaines)**
Chapitre 5.	Méthodologie d'analyse et de traitement des données	**(3 Semaines)**
Chapitre 6.	Systèmes d'alerte et de gestion des situations de crise	**(2 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

4. *M. Merad.* ***Aide à la décision et expertise en gestion des risques****. Ed. Lavoisier.*
5. *J.P. Louisot.* ***Risk Management et stratégie****. Ed. AFNOR.*
6. *J.L. Wybo.* ***Maitrise des risques et prévention des crises****. Ed. Lavoisier.*

4-Techniques et Méthodes : Retrait gonflement : Analyse et traitement des désordres créés par la sécheresse. Guide 3, Edition IFSTTAR, Juillet 2017.

5-Office Fédérale des routes OFROU : Analyse de risques pour les tunnels des routes nationales Edition ASTRA ; 2014.

6-Kergomard C. : La Télédétection aéro-spatiale : une introduction. Cours de L'Ecole Nationale Supérieure de Paris.

7-Recommandations de l'AFTES : Caractérisation des incertitudes et des risques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques. GT32R2F1, Juillet –Août 2012.

8-Guide méthodologique : La gestion des risques dans les grands projets d'infrastructure publique. Edition : Infrastructure Québec.

9-Techniques de l'Ingénieur : Dossier ''Sécurité et gestion des risques''. (www.techniques-ingénieur.fr/traite/securite_et_gestion_des_risques/T1112)

Semestre X
Unité d'enseignement: X.X
Matière: Méthode des différences finies
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant au calcul des ouvrages géotechniques par la méthode des différences finies.

Connaissances préalables recommandées:

Analyse mathématique, Calcul matriciel, Résistance des matériaux, Mécanique des sols.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.	Principes généraux	**(3 Semaines)**
Chapitre 2.	Méthodes des différences fines en une 1D	**(4 Semaines)**
Chapitre 3.	Méthode des différences finies en 2D	**(4 Semaines)**
Chapitre 4.	Etude de quelques cas réels	**(4 Semaines)**

Programme des TP

Partie 1 sous Matlab(ou autre) : Mise en œuvre de la méthode des différences finis pour un cas simple(Flexion d'une poutre, Problème de consolidation).

Partie 2 Utilisation d'un logiciel en DF en géotechnique(Flac ou autre) et étude d'un cas pratique : Modélisation du problème,Discrétisation du domaine, Maillage,Introduction des conditions aux limites et initiales,Résolution et exploitation des résultats.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

Références bibliographiques:

1. *A. Curnier.* ***Méthodes numériques en mécanique des solides.****Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes.*
2. *M. Deville, M. Rappaz.****Modélisation numérique en science et génie des matériaux.*** *Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes.*
3. *M. Rappaz, M. Bellet, M. Deville.****Traité des matériaux 10.*** *Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes.*
4. *G. Allaire.****Analyse numérique et optimisation : une introduction à la modélisation****. Ed. Ecole polytechnique, France.*

Semestre: X
Unité d'enseignement: UED X.X
Matière: Code des marchés publics
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

Semestre: X
Unité d'enseignement: UED X.X
Matière:Normes géotechniques
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet de présenter à l'étudiant les différentes normes géotechniques en vigueur en Algérie et de le sensibiliser au respect des prescriptions réglementaires dans les projets géotechniques (conception, calcul, exécution, relations contractuelles, etc.).

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols1 et 2, Fondations et ouvrages géotechniques.

Contenu de la matière:

Il traite des points suivants :

- Normes d'essais : procédures expérimentales et techniques d'exploitation des résultats d'essais (essais in-situ et en laboratoire).
- Normes de dimensionnement et de calcul (fondations, ouvrages de soutènement, écrans, etc.).
- Normes d'exécution, d'auscultation et de contrôle des ouvrages géotechniques.
- Aperçu sur les normes européennes (Eurocode 7), américaines (ASTM : Geotechnical Engineering Standards), etc.

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

1. *Normes algériennes éditées sous l'égide de l'Institut Algérien de Normalisation (IANOR, 2010).*
2. *Normes européennes : https://www.icab.fr/guide/eurocode/eurocode7.html*
3. *Normes américaines :* https://www.astm.org/Standards/geotechnical-engineering-standards.html

Semestre: X
Unité d'enseignement: UED X.X
Matière: Droit de construction
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

Semestre: X
Unité d'enseignement: UED X.X
Matière: PGC des ouvrages géotechniques
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant aux procédés généraux de construction des fondations et des ouvrages géotechniques.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des sols 1 et 2, Fondations et ouvrages géotechniques.

Contenu de la matière:

Il traite des points suivants :

- Conception.
- Principes réglementaires de dimensionnement.
- Techniques de construction.

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

Tout document traitant des ouvrages géotechniques.

Semestre: X
Unité d'enseignement: UED X.X
Matière: Notions sur les constructions civiles et industrielles
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant aux constructions civiles et industrielles.

Connaissances préalables recommandées:

Matériaux de construction, Résistance des matériaux, Béton armé, Charpente métallique.

Contenu de la matière:

Il traite des points suivants :

- Conception.
- Principes réglementaires de dimensionnement.
- Techniques de construction.

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

Tout document traitant des constructions civiles et industrielles

Semestre: X
Unité d'enseignement: UED X.X
Matière: Notions sur les ouvrages hydrotechniques
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours a pour objet d'initier l'étudiant aux ouvrages hydrotechniques.

Connaissances préalables recommandées:

Matériaux de construction, Résistance des matériaux, Béton armé, Charpente métallique.

Contenu de la matière:

Il traite des points suivants :

- Conception.
- Principes réglementaires de dimensionnement.
- Techniques de construction.

Proposition du contenu de la matière

Partie I : Les ouvrages de retenue

1- Généralités sur les barrages
- Définition d'un barrage
- Buts d'un barrage
- Ouvrages constitutifs d'un barrage
- Types de barrages

2-Choix du site d'un barrage
- Topographie
- Hydrologie
- Géotechnique

3-Calcul des barrages-poids en béton
- Forces appliquées au barrage
- Stabilité au renversement
- Stabilité au glissement
- Drainage des barrages en béton

Partie II : Les ouvrages portuaires

1- Généralités sur les ouvrages portuaires
2- Ouvrages extérieurs et intérieurs des ports
3- Constitution et dimensionnement d'une digue à talus

Mode d'évaluation:

Examen: 100%

Références bibliographiques:

Tout document traitant des ouvrages hydrotechniques.