

MASTER EN STRUCTURES ET MÉCANIQUE DES SOLS

Langue principale d'enseignement :

Français ☒ Anglais ☐ Arabe ☐

Campus où le programme est proposé : CST

OBJECTIFS

Le programme du Master en structures et mécanique des sols assure une formation scientifique dans le domaine du génie civil. Cette formation permet aux étudiants qui le désirent la préparation d'une thèse en génie civil.

Les débouchés concernent le secteur du génie civil (analyse des structures, lois de comportement des matériaux, fiabilité des constructions, géotechnique, géologie, mécanique et dynamique des sols, plaques et voiles minces, modélisation et calcul par éléments finis, les Eurocodes, calcul sismique et dynamique, mécanique des structures, interaction sol-structures, etc.).

Ce Master vise à former :

- Des enseignants et des chercheurs
- Des spécialistes de haut niveau Indispensables dans les diverses administrations concernées et bureaux d'études.
- Des chercheurs étrangers : en raison de l'importance des problèmes abordés, l'ouverture à des étudiants étrangers du bassin méditerranéen peut amener une synergie favorable à une meilleure utilisation commune de la ressource.

COMPÉTENCES

Les étudiants développeront un ensemble de compétences qui les prépareront à relever les défis complexes liés à la conception, à l'analyse et à l'optimisation des structures et des fondations :

- Conception structurale avancée : compréhension approfondie des principes de conception structurale avancée, en se familiarisant avec les normes internationales et les méthodologies de calcul avancées. Cela inclut la conception de structures complexes.
- Analyse des sols : capacité à analyser les propriétés des sols, à évaluer leur comportement sous différentes charges et à proposer des solutions géotechniques appropriées. Cela comprend la modélisation numérique des interactions sol-structures et l'évaluation des risques géotechniques.
- Utilisation de logiciels de calcul non linéaire : utilisation efficace des logiciels de modélisation et de simulation avancés.
- Gestion de projets : gestion des ressources et compétences nécessaires pour planifier et exécuter un projet.
- Technique de communication : rédaction de rapports d'ingénierie détaillés, présentation des résultats de manière claire et concise, collaboration efficace avec les collègues.

CONDITIONS D'ADMISSION

Les candidats sont sélectionnés à la suite de l'étude du dossier fourni par l'étudiant.

- Admission au premier semestre du Master (M1) pour les candidats titulaires d'une Licence en physique ou d'un diplôme équivalent.
- Admission au troisième semestre du Master (M3) pour :
 - Les ingénieurs civils diplômés
 - Les titulaires d'une Maîtrise ou d'un Master professionnel en physique
 - Les étudiants de troisième année de génie civil de l'ESIB (cinquième année d'études supérieures)
 - Les titulaires d'un diplôme reconnu équivalent.

La sélection des candidats est faite par un jury d'admission dans la limite des places disponibles.

UE/CRÉDITS ATTRIBUÉS PAR ÉQUIVALENCE

Les ingénieurs civil diplômés de l'ESIB, les titulaires d'une Maîtrise ou d'un Master professionnel en physique, les étudiants en cinquième année génie civil à l'ESIB et les titulaires d'un diplôme équivalent reconnu, valident par équivalence 60 crédits du programme (M1 et M2) :

Fondations et soutènements (6 Cr.). Résistance au cisaillement et géo hasards (4 Cr.). Plaques et coques (4 Cr.). Calcul en plasticité des structures (2 Cr.). Dynamique des structures et génie parasismique (4 Cr.). Béton armé (6 Cr.). Projet de bâtiment : fondations et structures (6 Cr.). Résistance des matériaux (6 Cr.). Mécanique des fluides (6 Cr.). Mécanique des sols et des roches (6 Cr.). Structures (6 Cr.). Statistiques (4 Cr.).

EXIGENCES DU PROGRAMME

Ce master comporte 120 crédits, répartis sur 4 semestres M1, M2, M3 et M4 de 30 crédits en général chacun. La préparation du master comprend :

- Des enseignements théoriques et pratiques.
- Des séminaires et conférences spécialisés.
- Des visites techniques.
- Un stage de recherche dans un centre agréé et sur un sujet de mémoire.

UE obligatoires (120 crédits)

Fondations et soutènements (6 Cr.). Mécanique des sols et des roches (6 Cr.). Résistance des matériaux (6 Cr.). Mécanique des fluides (6 Cr.). Calcul en plasticité des structures (4 Cr.). Statistiques (4 Cr.). Projet de bâtiment : fondations et structures (6 Cr.). Résistance au cisaillement et géo hasards (4 Cr.). Plaques et coques (4 Cr.). Béton armé (6 Cr.). Structures (6 Cr.). Dynamique des structures et génie parasismique (4 Cr.). Comportement des matériaux (3 Cr.). Calcul des structures anélastiques (4 Cr.). Calcul avancé des structures en béton (4 Cr.). Dynamique des sols (4 Cr.). Sismologie de l'ingénieur (3 Cr.). Calcul avancé des structures métalliques (3 Cr.). Statistiques avancées et recherche opérationnelle (3 Cr.). Conception et fiabilité des ouvrages (3 Cr.). Modélisation avancée des matériaux et structures (3 Cr.). Stage de recherche avec mémoire (30 Cr.).

PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

Semestre 1

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020MESMM1	Mécanique des sols et des roches	6
020MEFMM1	Mécanique des fluides	6
020RDMMM1	Résistance des matériaux	6
020PLSMM1	Calcul en plasticité des structures	2
020FOSMM1	Fondations et soutènements	6
020STAMM1	Statistiques	4
	Total	30

Semestre 2

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020BEAMM2	Béton armé	6
020RCGMM2	Résistance au cisaillement et géo hasards	4
020PLCMM2	Plaques et coques	4
020STRMM2	Structures	6
020DYSMM2	Dynamique des structures et génie parasismique	4
020PBAMM2	Projet de bâtiment : fondations et structures	6
	Total	30

Semestre 3

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020COMMM3	Comportement des matériaux	3
020CSAMM3	Calcul des structures anélastiques	4
020EC2MM3	Calcul avancé des structures en béton	4
020DYSMM3	Dynamique des sols	4
020SISMM3	Sismologie de l'ingénieur	3
020EC3MM3	Calcul avancé des structures métalliques	3
020SROMM3	Statistiques avancées et recherche opérationnelle	3
020CFOMM3	Conception et fiabilité des ouvrages	3
020MMSMM3	Modélisation avancée des matériaux et structures	3
	Total	30

Semestre 4

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
020MSMMM4	Stage de recherche avec mémoire	30
	Total	30

DESCRIPTIFS DES UE

a - Semestres M1 et M2

020FOSMM1	Fondations et soutènements	6 Cr.
------------------	-----------------------------------	--------------

Propriétés géotechniques des sols. Reconnaissance géotechnique. Capacité portante et tassement des fondations. Fondations superficielles. Radier. Murs de soutènement. Rideaux de palplanches et parois moulées. Fondations profondes. Fondations sur sol difficile. Amélioration des sols.

020RDMMM1	Résistance des matériaux	6 Cr.
------------------	---------------------------------	--------------

Théorie des poutres. Effort normal. Flexion. Torsion. Effort tranchant. Calcul de la charge critique d'une structure : théorie d'Euler, de Dutheil. Théorèmes énergétiques : Clapeyron, réciprocité de Maxwell-Betti, travaux virtuels, Castigliano, Ménabréa. Méthode des trois moments. Méthode des foyers. Méthode des coupures. Méthode du centre élastique. TP : essai de compression sur cylindre en béton + ultrason, extensométrie, torsion, traction sur barre métallique.

020MEFMM1	Mécanique des fluides	6 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

Notions et propriétés des fluides. Principes généraux de la cinématique. Théorie des contraintes. Statique des fluides incompressibles et compressibles. Équations de bilan. Application au cas de fluides parfaits. Cinématique tourbillonnaire. Écoulements plans potentiels. Régimes d'écoulement et application aux écoulements laminaires et turbulents. Introduction à la couche limite. Analyse dimensionnelle et similitude. Approche numérique. TP : ajutages, écoulements par analogie rhéoelectrique, écoulements de Poiseuille, vérification de la relation de Bernoulli, écoulement dans un tunnel hydrodynamique, viscosité, analyse des jets sur des plaques et étude des régimes d'écoulement.

020MESMM1	Mécanique des sols et des roches	6 Cr.
------------------	---	--------------

Apporter les bases indispensables à la compréhension du comportement du matériau sol. Identifier les propriétés physiques et la composition minéralogique et chimique du milieu poreux. Comprendre la théorie de compactage des sols. Introduire les notions de pression interstitielle et de contrainte effective. Identifier les propriétés

hydrauliques des sols. Tracer les réseaux d'écoulement d'eau. Comprendre la consolidation et calculer le tassement des sols. Comprendre le critère de Mohr-Coulomb. Introduire les notions de résistance au cisaillement et de géo-environnement.

Contenu : Généralités et rappel de géologie - Propriétés et indices de classification des sols - Classification des sols - Minéraux argileux et structure des sols - Compactage et géotechnique routière - Capillarité, retrait, gonflement, action du gel - L'eau dans les sols : perméabilité et réseaux d'écoulement - Consolidation et tassement - Vitesse de consolidation - Critère de Mohr-Coulomb et résistance au cisaillement - Notions de géo-environnement.

020PLSMM1	Calcul en plasticité des structures	2 Cr.
------------------	--	--------------

Donner aux étudiants les éléments de base en plasticité, actuellement utilisés dans les nouveaux codes de calcul en génie civil.

Contenu : Généralités sur le calcul en plasticité et critères de plasticité - Traction et compression plastique - Flexion plastique plane et notion de rotule plastique - Résistance plastique des sections en présence d'interaction entre les sollicitations - Calcul de la charge de ruine plastique des structures hyperstatiques : utilisation de la méthode pas à pas, utilisation des théorèmes de l'analyse limite.

020STAMM1	Statistiques	4 Cr.
------------------	---------------------	--------------

Donner aux étudiants des notions de statistiques dont ils ont besoin durant leurs études et sur le chantier.

Contenu : Théorème de la limite centrale - Distributions d'échantillonnage - Qualités des estimateurs - Estimation par intervalles de confiance - Estimation par la méthode de maximum de vraisemblance - Estimation par la méthode des moments - Tests d'hypothèses paramétriques - Régression linéaire (simple et multiple) - Tests d'hypothèses non paramétriques - Bootstrap - Introduction à la statistique bayésienne - Méthode de Monte-Carlo - Les méthodes de Monte-Carlo par chaînes de Markov (MCMC) - Calcul bayésien approché (ABC).

020BEAMM2	Béton armé	6 Cr.
------------------	-------------------	--------------

Permettre le dimensionnement des éléments de structure en béton armé selon le BAEL et l'Eurocode 2.

Contenu : Introduction - Généralités - Bases du calcul semi-probabiliste - Évolution des méthodes de calcul du béton armé - Caractéristiques des matériaux - Durabilité et enrobage - Adhérence - Dispositions constructives - Théorie de la fissuration - Traction simple - Étude des poteaux - Compression simple - Flexion composée - Étude des poutres - Flexion simple - Effort tranchant - Torsion - Dispositions sismiques - Travaux pratiques : résistance du béton (Compression mécanique - Scléromètre - Pundit) - Essai Los Angeles - Dosage du béton - Propreté des sables, etc.

020RCGMM2	Résistance au cisaillement et géo hasards	4 Cr.
------------------	--	--------------

Rappel de la théorie des contraintes et des critères de rupture. Évaluation de la résistance au cisaillement. Résistance au cisaillement des sols pulvérulents. Résistance au cisaillement des sols cohérents. Résistance au cisaillement cyclique. Introduction des modèles de comportement. Calcul des stabilités des pentes. Remédiation aux problèmes d'instabilité.

020PLCMM2	Plaques et coques	4 Cr.
------------------	--------------------------	--------------

Généralités et description des éléments à parois minces. Flexion des plaques circulaires et rectangulaires. Théorie simplifiée des coques de forme quelconque. Coques de révolution. Formulation variationnelle des problèmes de plaques et coques. Géométrie des surfaces.

020DYSMM2	Dynamique des structures et génie parasismique	4 Cr.
------------------	---	--------------

Oscillateur simple. Oscillateur multiple. Réponse d'une structure à un séisme. Calcul à partir d'un accélérogramme. Calcul à partir d'un spectre de réponse. Aspects réglementaires. Modélisation des structures. Conception parasismique. Règles PS92.

020STRMM2	Structures	6 Cr.
------------------	-------------------	--------------

Étude de l'influence, utilisation des lignes d'influence et applications. Étude des arcs. Méthode des rotations. Méthode de Hardy-Cross. Calcul des structures sur ordinateur. Poutres sur appuis élastiques. Poutres sur sol

élastique. Méthode des déplacements. Équations intrinsèques. Sollicitations. Déformations. Étude de la stabilité des structures. Utilisation de logiciels de calcul de structures.

020PBAMM2	Projet de bâtiment : fondations et structures	6 Cr.
------------------	--	--------------

Dimensionner les fondations et les éléments de structure en béton armé d'un immeuble. Contenu : Calcul des fondations d'un bâtiment - Calcul de la structure et dimensionnement des éléments porteurs d'un bâtiment en béton armé.

b - Semestres M3 et M4

020COMM3	Comportement des matériaux	3 Cr.
-----------------	-----------------------------------	--------------

Déformation et cinématique. Lois de conservation. Principe des puissances virtuelles. Lois de comportement. Thermomécanique.

020CSAMM3	Calcul des structures anélastiques	4 Cr.
------------------	---	--------------

Méthode pas-à-pas. Théorème statique. Théorème cinématique. Aspect réglementaire. Optimisation.

020EC2MM3	Calcul avancé des structures en béton	4 Cr.
------------------	--	--------------

Calcul d'optimisation de ferrailage. Redistribution limitée des moments (comparaison des méthodes). Théorie des bielles et tirants selon l'EC2. Calcul avancé en torsion. Ferrailage en calcul sismique (avec comparaison entre différents codes).

020DYSMM3	Dynamique des sols	4 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

Introduction à la géotechnique sismique. Caractérisation des mouvements sismiques. Méthodes de laboratoire et de chantier. Comportement cyclique des sols granulaires et argileux. Liquéfaction. Calcul de réponse dynamique.

020SISMM3	Sismologie de l'ingénieur	3 Cr.
------------------	----------------------------------	--------------

Aléa sismique. Risque sismique. Zonage.

020EC3MM3	Calcul avancé des structures métalliques	3 Cr.
------------------	---	--------------

Bases de calcul des Eurocodes 3 et 4. Calcul des assemblages. Calcul mixte des dalles. Calcul mixte des poteaux. Calcul mixte des dalles.

020CFOMM3	Conception et fiabilité des ouvrages	3 Cr.
------------------	---	--------------

Théorie de la fiabilité. Performance structurelle. Risques potentiels liés à la conception. Facteur de charge. Évaluation des différentes variables influençant la conception.

020SROMM3	Statistiques avancées et Recherche opérationnelle	3 Cr.
------------------	--	--------------

Analyse de décisions. Simulations. Processus de décision Markovien. Surface de réponse. Régressions. Processus stochastiques.

020MMSMM3	Modélisation avancée des matériaux et structure	3 Cr.
------------------	--	--------------

Calcul avancé non linéaire des structures. GMNIA. MNA. LBA

020MSMMM4	Stage de recherche avec mémoire	30 Cr.
------------------	--	---------------

Il constitue une initiation aux techniques de la recherche. C'est la synthèse d'un travail de recherche de quatre mois dans un centre de recherche ou un laboratoire.