

Éléments finis pour le génie civil

Direction de l'enseignement

Département Génie Civil et Construction
Formation d'ingénieur

L'École nationale des ponts et chaussées recrute un enseignant responsable du module « Eléments finis pour le génie civil ». Ce cours relève du département Génie Civil et Construction (GCC). Le présent appel à candidatures est lancé dans le cadre de la procédure normale de renouvellement des responsables de modules à l'École des Ponts / de la création d'un nouveau module d'enseignement.

Il s'agit d'une fonction assurée à titre d'emploi secondaire, rétribuée sur vacances.

Contexte

Le département GCC forme des ingénieurs concepteurs et constructeurs, ayant une approche globale des projets, un haut niveau scientifique et une forte technicité. Ces ingénieurs se destinent à la conception et la réalisation d'ouvrages, d'infrastructures et de bâtiments, à l'innovation et au développement de nouveaux matériaux et de nouvelles techniques de construction, à la gestion de grands projets de construction. Plusieurs masters et mastères spécialisés lui sont rattachés.

La formation du Mastère Génie Civil et Ecoconception (MS GCE) est destinée aux ingénieurs et mastériens qui souhaitent une spécialisation de haut niveau dans la conception générale, l'écoconception et le dimensionnement des ouvrages d'art et des bâtiments. Le MS s'intéresse aux ouvrages neufs et existants. Le MS GCE intègre les évolutions majeures des métiers du Génie Civil. Il introduit ainsi des critères environnementaux dans ses choix techniques en s'intéressant sous cet angle aux systèmes constructifs et aux composants qui les constituent. Il recourt aux méthodes d'analyse du cycle de vie pour justifier et comparer ses choix, notamment au regard de la nécessaire décarbonation du secteur de la construction. Le MS continue en parallèle à enseigner une très haute culture technique en proposant différents enseignements dans les domaines des ouvrages (ponts, bâtiments, tunnels, ouvrages géotechniques), des méthodes de calcul (calcul aux éléments finis), et des matériaux (calcul des structures en béton, bois et acier).

Le module « Eléments finis pour le génie civil »

Public

Ce cours s'adresse principalement aux étudiants de 3^{ème} année de formation d'ingénieur du cursus « Génie civil et construction » pour lesquels il est électif et aux étudiants du MS GCE pour lesquels il est obligatoire. Il peut également constituer un électif pour les étudiants d'autres cursus de la formation d'ingénieur. L'effectif attendu est compris entre 20 et 40 étudiants, répartis à moitié entre étudiants de formation d'ingénieur et étudiants du MS GCE.

Les étudiants inscrits à ce cours posséderont toutes les bases de la mécanique des milieux continus. Les étudiants de la formation d'ingénieur auront suivi au préalable en 2^{ème} année un cours de mécanique des structures (MECST), un cours de mécanique des sols (MECSR), et un cours de calcul à la rupture (PLAST).

Emploi du temps

36 heures sont réservées à ce cours dans l'emploi du temps des étudiants, soit 12 créneaux de 3 heures, au premier semestre (septembre-janvier), les lundis de 8h30 à 11h30. Ces créneaux peuvent être consacrés à l'enseignement (cours et travaux dirigés) mais aussi à d'autres types d'activités pédagogiques (travaux pratiques, discussion et correction de travaux effectués à la maison, travaux de groupes tutorés ou non, etc.) ; cf. indications pédagogiques ci-dessous. Les examens et soutenances doivent être organisés dans ces créneaux.

Le cours est crédité de 3 crédits ECTS (European credit transfer system)¹ ce qui correspond à un volume total de travail par étudiant (présence en cours et travaux personnels ou de groupe hors séances) situé entre 75 et 90 heures. Le travail à effectuer hors des créneaux inscrits à l'emploi du temps doit donc être calibré pour 50 heures environ.

Objectifs

Le module contribue à la formation d'ingénieurs. Les futurs ingénieurs seront amenés à participer à la réalisation de projets complexes pour lesquels le recours à des méthodes numériques avancées est incontournable. L'objectif de ce cours est de fournir aux élèves un niveau d'expertise poussée sur la méthode des éléments finis et sur son utilisation experte, dans le contexte du génie civil notamment.

A l'issue de ce cours, les élèves devront être capables de :

- (i) déterminer le niveau de complexité à prendre en compte en fonction de l'application visée,
- (ii) mettre en œuvre des calculs numériques complexes utilisant la méthode des éléments finis,
- (iii) analyser et vérifier un calcul numérique complexe.

Il ne s'agit donc pas de former des utilisateurs à un code de calcul aux éléments finis donné mais de former des experts en calcul scientifique pour le génie civil.

Ce module contribue au développement des compétences suivantes : « Comprendre les réalités physiques, techniques et humaines : analyser, modéliser, diagnostiquer ».

Contenus et éléments de programme

Le programme s'attachera à partir des éléments théoriques fondamentaux de la méthode aux éléments finis (formulation variationnelle, discrétisations spatiale et temporelle...) pour terminer sur l'utilisation experte de la méthode dans des cas complexes (par exemple, grandes transformations, non-linéarités géométrique et matérielle, couplages multi-physiques, comportement dynamique...). Le cours devra s'appuyer sur des applications concrètes du génie civil, en structures et en géotechnique.

Les séances pourront être constituées de cours magistral, travail dirigé, travail pratique sur ordinateur, ou encadrement de projet éventuel. Sur chaque séance, le cours magistral ne devra pas dépasser 1h30.

Une réponse à cet appel d'offres dans laquelle une partie du cours consisterait, pour les étudiants de la formation d'ingénieur notamment, à mettre en œuvre la méthode en la programmant (au moins partiellement) par eux-mêmes sur Python serait appréciée. Pour les parties les plus avancées du cours, l'utilisation de codes de calcul commerciaux est possible.

La réponse devra inclure la possibilité, pour les élèves du MS GCE, d'alléger les développements théoriques avancés, en les remplaçant par la réalisation d'applications concrètes par exemple.

Procédure de sélection

Le dossier de candidature comprendra :

- un CV (explicitant en particulier les expériences d'enseignement et incluant la liste des publications éventuelles)
- un projet de cours comprenant notamment :

¹ Un crédit ECTS correspond à un temps de travail total d'un étudiant de 25 à 30 heures, comprenant la présence en cours et le travail personnel ou en groupe hors cours. Une année scolaire comporte typiquement 60 crédits ECTS pour environ 1650 heures de travail.

- la reformulation des objectifs
 - les contenus et le programme
 - la bibliographie (et webographie)
 - les modalités d'évaluation des acquis des étudiants
 - l'organisation (modalités pédagogiques, supports de cours envisagés, équipe enseignante pressentie, intervenants éventuels)
- la fiche descriptive du module (en français et en anglais) qui paraîtra dans notre catalogue des enseignements si votre candidature est retenue. Vous en trouverez le modèle au format Word à l'adresse <http://www.enpc.fr/recrutements-denseignants>.

Le dossier est à envoyer à matthieu.vandamme@enpc.fr et robert.le-roy@enpc.fr.

La date limite de réception des dossiers de candidature est fixée au **lundi 18 mai**.

Les candidats dont les dossiers auront été retenus seront auditionnés le **vendredi 22 mai matin**. Le jury pourra comprendre des personnalités extérieures à l'École.

Informations complémentaires

Contacts

Bernard VAUDEVILLE Président du département GCC	bernard.vaudeville@enpc.fr
Robert LE ROY Directeur du MS GCE	robert.le-roy@enpc.fr
Matthieu VANDAMME Adjoint au président du département GCC	matthieu.vandamme@enpc.fr

Rôle du responsable de module

Le responsable de module est chargé de constituer et d'animer son équipe d'enseignants : intervenants ponctuels, chargés d'enseignement, chargés de TD. Des intervenants extérieurs peuvent donc être envisagés pour assurer certaines séances, prendre en charge des groupes de TD, assurer un tutorat en présence ou à distance. Le responsable de module doit cependant faire preuve d'une disponibilité suffisante pour la durée de l'enseignement. Il est le garant de l'unité du cours et de la qualité de l'ensemble du cours.

Il ne peut y avoir qu'un seul responsable du module.

La responsabilité du module inclut l'envoi, à l'administration de l'École, de toutes les informations permettant de dimensionner et de réserver les moyens logistiques (salles, logiciels, visites, rémunérations des intervenants...).

Le responsable de module veille à l'exactitude du descriptif en ligne de son module (cf. <http://gede.enpc.fr>) ; il informe par écrit étudiants et responsables de formation de tout changement significatif en cours d'année, en particulier en cas de modification des modalités d'évaluation des acquis.

Il est soucieux de l'amélioration continue de son cours. Il participe à la commission d'évaluation qui met en dialogue, à la fin de chaque édition du cours, un délégué étudiant, le responsable de module (accompagné s'il le souhaite d'enseignants de son équipe), le responsable de formation et un conseiller pédagogique ; il informe son équipe des conclusions de la commission.

Il participe autant que possible aux rencontres d'enseignants qui lui seront proposées, conseils de département et journée des enseignants notamment, et s'intéresse aux différents aspects de la formation de ses étudiants (cursus auquel appartient le cours, autres cours du cursus, projets d'étudiants, stages...).

Tout responsable de module est appelé à accompagner des élèves en stage, en projet de fin d'études ou en thèse professionnelle, dans son domaine de compétence, en tant que tuteur école. Cet accompagnement fait l'objet d'une rémunération spécifique.

Indications pédagogiques communes à l'École des Ponts

Alignement des objectifs pédagogiques et de l'évaluation des acquis

Le plus important n'est pas ce qui a été enseigné mais ce que l'étudiant a appris. Les objectifs pédagogiques sont l'expression de ce que l'étudiant doit avoir acquis à la fin du module, de ce qu'il doit savoir et de ce qu'il doit savoir faire. Les objectifs pédagogiques sont la base du contrat pédagogique qui lie le responsable de formation, l'enseignant responsable de module et l'étudiant. C'est pourquoi il vous est demandé de reformuler ces objectifs dans votre proposition. Après validation, les objectifs vous serviront de base pour construire votre dispositif d'évaluation des acquis (comment vais-je m'assurer que les étudiants ont, plus ou moins, acquis ce qu'ils devaient acquérir ?) et ils nous serviront de base pour évaluer la qualité cours (ce cours atteint-il les objectifs qui lui sont assignés pour la grande majorité des étudiants ?).

Les étudiants expriment souvent leur besoin de comprendre le sens des activités qui leur sont demandées pour leur formation. Ce sens se trouve dans la bonne articulation des activités de formation (ce que font les étudiants dans le module), des objectifs pédagogiques (ce qu'ils doivent savoir et savoir-faire à la fin du module) et des objectifs de formation (les compétences professionnelles au développement desquelles contribue ce module).

Implication et autonomie des étudiants

L'École est attentive à l'implication des étudiants dans leurs apprentissages et au développement de leur autonomie. Il est donc attendu des enseignants qu'ils favorisent le travail autonome des étudiants, travail personnel ou en groupe. Le travail attendu hors séances devra être explicité, accompagné le cas échéant, et évalué. Sont encouragées les pédagogies :

- qui incitent les étudiants à se mettre très tôt au travail et les placent en position d'acteurs de leurs apprentissages ;
- qui renvoient régulièrement des informations aux étudiants sur la qualité de leur travail ;
- qui sont fondées sur des situations réelles et permettent aux étudiants de faire le lien entre les connaissances ou savoir-faire acquis et leur futur exercice professionnel ;
- qui utilisent les outils numériques pour favoriser la continuité entre le travail en séance et hors séance ; on attend au minimum la mise à disposition des supports de cours au format numérique sur la plateforme educnet.enpc.fr.

En formation d'ingénieur : Pour un cours de 13 séances, au moins 2 séances² devront offrir des modalités pédagogiques qui renforcent ou provoquent le travail autonome des étudiants (classe inversée, accompagnement de projet, réponse aux questions postées sur un forum, évaluations formatives, tutorat à la demande, office hours, apprentissage par problème, etc.). Selon la modalité choisie, l'encadrement pourra être renforcé ou absent, en présence ou à distance, mais dans tous les cas le travail des étudiants devra être vérifié et évalué. Ces modalités sont à organiser en concertation avec les responsables de formation.

Correction des travaux d'étudiants

Tout devoir doit donner lieu à une correction (quelle qu'en soit la forme : écrite ou orale, individualisée ou collective) qui permette aux étudiants de savoir où ils en sont de leurs apprentissages et de s'appuyer sur cette information pour progresser. A fortiori, les travaux notés doivent faire l'objet d'une correction

² 2 séances pour un cours de 13 séances ; 1,5 séance pour un cours de 10 séances ; 1 séance pour un cours de 6 ou 7 séances. Il est bien sûr possible d'offrir ce type de modalités pédagogiques sur l'ensemble d'un module. Les modalités de mise en œuvre et les légitimes variations d'un cours à l'autre peuvent être discutées avec le responsable académique du département d'enseignement.

qui permette aux étudiants de comprendre leur note. S'il s'agit d'un contrôle intermédiaire, la correction doit être donnée avant l'examen final. Une modalité de rattrapage devra être prévue pour les étudiants n'ayant pas validé le module. Les copies d'examen sont remises à l'École après correction.

Enseignement en anglais

Les étudiants devront être capables de travailler aussi bien en français qu'en anglais. **En formation d'ingénieur** : Pour faciliter l'acquisition de l'anglais scientifique et professionnel, tout module doit comprendre au moins une activité en anglais : cours, conférence, lecture d'article... Pour les cours à gros effectifs, pour lesquels il y a plusieurs petites classes, on veillera à ce qu'une petite classe au moins soit enseignée en anglais, dans la mesure du possible par un enseignant anglophone.

Si vous êtes anglophone, un enseignement totalement en anglais peut être envisagé.

Supports de cours

Les enseignants sont encouragés à produire un polycopié structuré et rédigé et à le distinguer des supports visuels de leurs présentations orales (diapositives). Contrairement aux diapositives qui n'ont pas habituellement vocation à être imprimées, le polycopié pourra être tiré par le service de reprographie. Il peut aussi être diffusé, en un ou plusieurs blocs, sur la plateforme d'enseignement de l'École des Ponts, <https://educnet.enpc.fr>. Il est fortement recommandé de mettre à disposition des étudiants tous les supports de cours, en format numérique, sur la plateforme educnet.

Il est souvent utile de produire un syllabus qui reprend le descriptif normé du cours, tel qu'il se trouve en internet sur notre catalogue des enseignements <http://gede.enpc.fr>, et de le compléter avec des indications plus précises sur ce qui est attendu des étudiants. Par exemple : le détail des lectures ou travaux à effectuer avant chaque séance, la précision de ce qui constitue le cœur de l'apprentissage et de ce qui est donné à titre informatif ou culturel, le détail des modalités d'évaluation, les dates de rendus, etc.

D'autres formes de supports peuvent être créées avec le soutien du Service ingénierie et innovation pédagogique (S2iP). Par exemple : capsules vidéo (cours magistral, corrections d'exercices, expériences en laboratoire), quizz d'auto-positionnement ou d'auto-évaluation, wikis, forums. Le développement du elearning ouvre de nouvelles possibilités d'enrichissement des cours et de travail autonome des étudiants que les enseignants sont encouragés à explorer. Si cela vous semble pertinent, un enseignement partiellement ou totalement à distance peut être envisagé.

Il est aussi possible d'utiliser des supports préexistants : livres et manuels, sites internet... Le service documentaire est à votre disposition pour vous aider à trouver ces ressources.

Soutien apporté par l'École

Les départements d'enseignement et responsables de formation sont les premiers interlocuteurs des enseignants pour ce qui touche aux contenus d'enseignement et aux étudiants inscrits au cours.

Le Service ingénierie et innovation pédagogique (S2iP) accompagne les enseignants à la demande. Il peut accompagner la conception pédagogique (rédaction du descriptif de module et du syllabus, réflexion sur l'évaluation des acquis), faciliter la prise en main des outils numériques (plateforme educnet, boitiers de vote électronique, tableaux numériques) et coproduire des ressources de formation destinées à l'apprentissage autonome (vidéos, quizz). Contact : contact-s2ip@enpc.fr.

Un site internet dédié à la pédagogie, <https://pedagotheque.enpc.fr>, informe les enseignants sur les outils à leur disposition, met en valeur des initiatives pédagogiques intéressantes, propose des temps de rencontres entre enseignants (midi pédagogiques, ateliers thématiques, formations). Un guide de l'enseignant est à votre disposition : [IC1](#).