Appel à candidatures

pour le recrutement d'un enseignant responsable de module

Apprentissage automatique pour la mécanique

Direction de l'enseignement
Département Génie Mécanique et Matériaux
Formation d'ingénieur

L'École nationale des ponts et chaussées recrute un enseignant responsable du module « **Apprentissage automatique pour la mécanique** » (**MLMEC**), à compter du second semestre de l'année universitaire 2026-2027. Ce cours relève du département **Génie Mécanique et Matériaux** (**GMM**). 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.

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

Contexte

Les méthodes d'apprentissage automatique occupent une place croissante dans l'analyse de données, la modélisation et la conception en mécanique et en sciences des matériaux. Leur utilisation par les ingénieurs suppose de comprendre leurs fondements scientifiques, leurs conditions de mise en œuvre et leurs limites. Le module MLMEC a ainsi une double vocation : donner aux élèves les bases des principales méthodes d'apprentissage et leur permettre de les appliquer à des problèmes concrets relevant de leur spécialité.

Le module Apprentissage automatique pour la mécanique

Public

Ce cours s'adresse aux élèves de 2e année de la formation d'ingénieur du département Génie Mécanique et Matériaux. L'effectif prévisionnel est d'environ 60 élèves. Le candidat précisera les prérequis nécessaires en mathématiques, en statistiques et en programmation scientifique, ainsi que les rappels éventuels permettant à tous les élèves de s'engager dans les activités proposées.

Emploi du temps

36 heures sont réservées à ce cours dans l'emploi du temps des étudiants, soit 12 créneaux de 3 heures au second semestre de l'année universitaire 2026-2027, le lundi de 12 h 30 à 15 h 30. 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), 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 39 à 54 heures environ, projet compris.1

[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.

Objectifs

À l'issue de ce module, les étudiants devront être capables de :

- comprendre les principes des principales méthodes d'apprentissage automatique et choisir une approche adaptée à un problème de régression ou de classification en mécanique ou en sciences des matériaux ;

- préparer et explorer un jeu de données, mettre en œuvre des modèles d'apprentissage et évaluer leur capacité de généralisation en distinguant les données d'entraînement, de validation et de test ;

- interpréter les résultats, identifier le surapprentissage et discuter les limites d'un modèle au regard des données disponibles, du domaine d'application et des connaissances physiques ;

- conduire un projet appliqué, justifier les choix de méthode et restituer de façon argumentée la démarche, les résultats et leurs limites.

Le module contribue à la formation d'ingénieurs capables d'exploiter des données expérimentales ou issues de simulations, de comparer des approches de modélisation et de mobiliser l'apprentissage automatique dans une démarche de résolution de problèmes. Il développe leur autonomie dans la conduite d'une étude et leur capacité à porter un regard critique sur les performances annoncées d'un modèle.

Contenus et éléments de programme

Le programme devra articuler les fondements de l'apprentissage statistique et leur mise en pratique. Les éléments suivant sont indicatifs et le candidat pourra proposer une progression et un équilibre propres, en cohérence avec les objectifs et le volume horaire du module.
Fondements et démarche d'apprentissage : formulation des problèmes de régression et de classification, préparation et exploration des données, choix des variables, fonctions de coût, entraînement, validation et mesure des performances ; généralisation, surapprentissage et régularisation.
Principales familles de méthodes : arbres de régression et de décision (CART), méthodes d'ensemble (bagging, forêts aléatoires, gradient boosting) et réseaux de neurones, avec une introduction à l'apprentissage profond. Le niveau d'approfondissement et les comparaisons entre méthodes seront adaptés au public et aux applications retenues.
Applications en mécanique et en sciences des matériaux : exploitation de données expérimentales ou numériques pour prédire des propriétés ou des comportements, construire des modèles de substitution ou identifier des relations entre variables. Une ouverture vers la régression symbolique ou les réseaux de neurones informés par la physique (PINNs) pourra être proposée, sans obligation de traiter l'ensemble de ces approches.

Indications pédagogiques spécifiques à ce module

Une organisation associant une première phase d'acquisition des concepts et de travaux pratiques, puis une phase de projet appliqué, est fortement encouragée. Le projet devra permettre aux élèves de mettre en œuvre les méthodes étudiées sur une question de mécanique ou de matériaux, avec des données et des objectifs adaptés au temps disponible. Le candidat précisera les sujets envisagés, l'accès aux données, les outils logiciels et les ressources de calcul nécessaires.
Le candidat proposera une organisation de l'encadrement adaptée à un effectif d'environ 60 élèves : travaux pratiques en groupes, constitution des équipes de projet, suivi de l'avancement et retours réguliers. La répartition des séances, la place du travail autonome et l'éventuel recours à des ressources préparatoires sont laissés à son initiative.
Les modalités d'évaluation devront permettre d'apprécier à la fois l'acquisition des concepts, la maîtrise de leur mise en œuvre et la contribution de chaque élève aux travaux collectifs. Le candidat proposera les livrables, les critères d'évaluation et leur pondération. Les choix de méthodes et l'analyse critique des résultats devront être évalués au même titre que les performances obtenues.

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 :
  - 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 : https://ecoledesponts.fr/sites/default/files/pages/Ecole/modele-fiche-descriptive.docx.

Le dossier est à envoyer par courriel à : maxime.pierre@enpc.fr, avec copie à : karam.sab@enpc.fr.

La date limite de réception des dossiers de candidature est fixée au **15 décembre 2026**.
Les candidats dont les dossiers auront été retenus seront **auditionnés début janvier 2027** par un jury réuni par le département Génie Mécanique et Matériaux. Le jury pourra comprendre des personnalités extérieures à l'École.

Informations complémentaires

Contacts

Karam Sab Président du département GMM	karam.sab@enpc.fr
Maxime Pierre Responsable Académique du département GMM	maxime.pierre@enpc.fr 0164153858

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.

La responsabilité du module inclut l'envoi, à l'administration de l'Ecole, 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 ; 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 12 séances, au moins 2 séances[2] 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 12 séances ; 1 séance pour un cours de 6 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'Ecole 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'Ecole

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).