

Fiche de poste – recrutement 2021
Chargé(e) de recherche de classe normale
du développement durable
CR CN

Université Gustave Eiffel

Intitulé du poste :	Chargé(e) de recherche en « Géotechnique : modélisations physique et numérique »
Établissement :	Université Gustave Eiffel - https://www.univ-gustave-eiffel.fr/
Discipline(s) :	Mécanique, génie mécanique, génie civil
Spécialité(s) :	Géotechnique, mécanique des sols, modélisation physique et numérique
Structure de recherche :	Département « Géotechnique, Environnement, Risques naturels et Sciences de la Terre » (GERS), Laboratoire « Géomatériaux et modèles géotechniques » (GMG)
Localisation :	Université Gustave Eiffel, Campus de Nantes (44)
Contact(s) :	Luc Thorel, Directeur du laboratoire GMG tél. : (+0/33)2 40 84 58 08, mél : luc.thorel@univ-eiffel.fr Eric Gaume, Directeur du département GERS tél. : (+0/33) 2 40 84 58 84, mél : eric.gaume@univ-eiffel.fr

Contexte

Acteur majeur de la recherche européenne sur la ville et les territoires, les transports et le génie civil, l'Université Gustave Eiffel, créée le 1^{er} janvier 2020 de la fusion notamment de l'Ifsttar (Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux) et de l'université Paris-Est Marne-la-Vallée, est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel, à caractère expérimental et d'implantation nationale. Elle a vocation à constituer un acteur majeur de la recherche sur le transport et la ville. L'Université Gustave Eiffel conduit au sein de ses composantes de recherche, sur ses différents campus, des travaux de recherche tant amont que plus finalisée et d'expertise dans des disciplines très variées (mathématiques et informatique, électronique, matériaux, chimie, génie civil, géosciences, sciences sociales, psychologie, économie, management, sciences de l'innovation, communication, éthique, histoire, arts, littérature etc...) et dans des domaines à fort impact sociétal comme les transports, les infrastructures, les risques naturels et la ville, visant à améliorer les conditions de vie de nos concitoyens et plus largement favoriser un développement durable de nos sociétés.

Le département GERS (« Géotechnique, Environnement, Risques naturels et Sciences de la Terre ») a pour cœur d'activité les géosciences appliquées au génie civil et à l'aménagement. Les principaux champs d'application des recherches et expertises développées au sein du département concernent la conception, la construction d'infrastructures durables, leur surveillance et auscultation, la maîtrise des risques naturels et des pollutions et la gestion de l'eau en villes. Les compétences mobilisées au sein du département GERS sont multiples : géotechnique, géologie, hydrologie, chimie environnementale, géophysique et aus-

cultation. Dans ses domaines, les travaux de recherche menés dans le département associent la modélisation numérique et physique, les développements méthodologiques et matériels et les expérimentations in-situ.

Le Laboratoire GMG (« Géomatériaux et modèles géotechniques ») porte des recherches sur le comportement des ouvrages géotechniques sous sollicitations complexes, notamment sismiques, et le développement des techniques de modélisation physique en centrifugeuse. Nos travaux visent à améliorer les méthodes et outils de dimensionnement des ouvrages en particulier pour les techniques ou structures innovantes (renforcement de sol par inclusions, fondations d'éoliennes en mer et ancrages d'ouvrages offshore, constructions soumises à des charges cycliques), mais aussi à contribuer à la réduction des risques naturels (séismes, érosion des ouvrages hydrauliques, effets des changements climatiques). Ces recherches, en grande partie expérimentales, sont conduites sur des modèles réduits centrifugés. Les efforts sont exercés en centrifugeuse à l'aide de vérins, du robot téléopérateur ou du simulateur de séismes, pilotés à distance depuis une salle de commande. Les résultats obtenus sont directement transposables aux ouvrages en grandeur réelle, en utilisant des relations de similitude, et permettent d'observer, de comprendre les phénomènes physiques et de valider des simulations numériques.

Contenu du poste

Le (la) chargé(e) de recherche recruté(e) mènera des recherches en lien avec les activités de recherche du laboratoire GMG en général. Les missions concernent la recherche expérimentale principalement autour de la centrifugeuse géotechnique : conception, réalisation, interprétation d'essais et la modélisation numérique des essais réalisés en centrifugeuse. Les techniques expérimentales en modélisation par centrifugation ont énormément évolué à l'Université Gustave Eiffel depuis la mise en service de la centrifugeuse en 1985. Les marges de progrès sont encore considérables du fait des développements technologiques en mécanique, robotique, instrumentation. On peut citer par exemple l'essor des méthodes d'imagerie (Vélocimétrie par Image de Particules ainsi que l'utilisation de sols transparents en centrifugeuse).

La première des missions pour la personne recrutée sera de contribuer au développement de la modélisation physique sous les deux aspects suivants : i) conduite de recherches sur les conditions de similitude et ii) contribution à l'évolution des techniques et procédures expérimentales.

La seconde mission concerne la conduite de programmes d'étude ou de recherche sur le comportement d'ouvrages géotechniques sous sollicitations statiques, cycliques ou dynamiques (géotechnique offshore, ancrages et fondations pour plateformes « EMR » (énergies marines renouvelables), fondations profondes, renforcement de sols par inclusions, stabilité d'ouvrages, ouvrages souterrains). A terme, la personne recrutée prendra la responsabilité de la définition des programmes expérimentaux, de leur pilotage et de l'interprétation des données. Ces programmes visent le plus souvent à améliorer les méthodes de dimensionnement, en particulier dans le cas d'ouvrages innovants, par une meilleure compréhension de leur comportement. Ces expériences sur modèles réduits sont de plus en plus souvent associées à des modélisations numériques utilisant la méthode des éléments finis ou des différences finies, voire des méthodes des éléments discrets ou avec du couplage Eulérien - Lagrangien. La personne recrutée devra trouver le meilleur moyen de modéliser les essais réalisés en centrifugeuse avec le développement potentiel de partenariats avec des équipes de recherches déjà leader dans ces domaines.

Il est attendu de la personne recrutée comme Chargé(e) de Recherche d'avoir une activité de production, d'encadrement, de valorisation de la recherche, et de participation à l'élaboration de programmes de recherche à différentes échelles (régionale, nationale, européenne, internationale). Elle devra notamment veiller à publier ses travaux dans les revues internationales à comité de lecture répondant aux canons de sa discipline, mais également dans des revues ou ouvrages plus finalisés dans les champs du laboratoire. Il est attendu également une activité de communication des travaux auprès des pairs, mais aussi à destination du plus grand nombre. Elle pourra également être amenée à effectuer des tâches d'expertise. Elle participera par ailleurs à la vie scientifique collective de son laboratoire, du département et de l'institut.

En complément de son activité de production de recherche, il est aussi attendu d'un(e) Chargé(e) de recherche qu'il (elle) développe, à terme, une activité diversifiée sur tout ou partie des activités suivantes :

- Enseignement et formation à la recherche (enseignement, encadrement de stagiaires, doctorants et post-doctorants, participation à des jurys et à des instances ou comités en lien avec l'enseignement)
 - Activités d'administration et d'animation de la recherche (animation d'équipe, coordination de projets, gestion de personnel, gestion de moyens d'essais)
 - Activités de valorisation et de transfert (contrats de recherche et contrats industriels, activités d'expertise et de conseil, transfert des résultats de la recherche vers le monde socio-économique, contribution à l'élaboration de politiques publiques, diffusion de la culture scientifique)
 - Activités internationales (participation à des projets européens, collaborations internationales suivies, contributions à la visibilité internationale de l'institut)
 - Rayonnement scientifique (membre de sociétés savantes, de comités éditoriaux, de comités scientifiques d'instituts, de colloques, de commissions de spécialistes).
-

Profil attendu

Le (la) candidat(e) doit être titulaire d'un doctorat en géotechnique ou mécanique des sols, ou pouvant justifier d'un niveau équivalent en particulier pour les candidat(e)s étranger(è)r(e)s (publications, participation à des projets, enseignement).

Le(la) candidat(e) devra d'abord avoir un goût très affirmé pour l'approche expérimentale et une curiosité d'esprit pour assimiler et développer de nouvelles méthodes et de nouveaux outils. Une expérience d'utilisation de modèles numériques en géotechnique sera également nécessaire. Pour finir, des connaissances en dynamique des sols seront appréciées.

L'aptitude au travail en équipe est une qualité indispensable pour ce poste puisque la centrifugeuse nécessite la participation permanente de techniciens et d'opérateurs mais aussi des interventions de partenaires extérieurs.

Le dossier du (de la) candidat(e) devra mettre en valeur ses capacités à développer les activités (listées ci-dessus) attendues d'un(e) Chargé(e) de Recherche. Seront appréciées notamment des publications scientifiques du meilleur niveau (revues internationales à comité de lecture et/ou conférences internationales), la participation à des projets de recherche (nationaux et/ou européens), l'appétence au travail collectif et à l'animation scientifique, des qualités relationnelles et de communication orale et écrite en français et en anglais, une expérience à l'étranger ou la capacité à mobiliser un réseau national et international. La rigueur scientifique, ainsi que des capacités d'autonomie et d'organisation sont également attendues.

Le(la) candidat(e) sera affecté(e) au Laboratoire « GMG - Géomatériaux et Modèles Géotechniques » au sein du département GERS à Nantes.

Il est attendu du (de la) candidat(e) qu'il (elle) propose dans sa candidature un projet scientifique en lien avec le laboratoire d'accueil visé et, pour cela, il lui est très fortement recommandé de contacter les personnes indiquées.

Annexe

Thématiques prioritaires portées par le département GERS

Le département (50 cadres de recherches, 36 ingénieurs et techniciens) porte 4 axes de recherche prioritaires, décomposés en 9 thématiques prioritaires, dont une, intitulé « connaissance et prévision des crues soudaines » reste fragile. Le département dispose de nombreux équipements remarquables sur lesquels ses travaux de recherche prennent appui : une centrifugeuse et un simulateur de séismes embarqués pour des essais géotechniques sur modèles réduits, des laboratoires géotechniques, un laboratoire de chimie environnementale, une station de chute de blocs dédiée à l'étude du risque rocheux, un banc d'essai de nouvelles techniques de mesures géophysiques sur modèles réduits et un observatoire in situ de l'environnement urbain situé à Nantes.

GERS 1 - Ingénierie géotechnique (40 ETP¹, 44%²)

L'axe géotechnique se projette dans trois thématiques prioritaires, tout en réaffirmant l'importance de continuer à développer des compétences transverses fondamentales en géotechnique relatives à la caractérisation des sites, des ouvrages et des géo-matériaux : les deux premières, « Conception des fondations, soutènements et ancrages » et « Ouvrages en terre, terrassements et sols traités » sont associées à des enjeux scientifiques et techniques importants avec des compétences fortes et reconnues de l'IFSTTAR ; la troisième, « Conception et résilience des ouvrages sous sollicitation d'impact » résulte de forts enjeux sociétaux et d'opportunités telles que la mise en service de la station de chute de blocs de Montagnole et la réorientation de la grande catapulte hydraulique à Bron.

▪ GERS 1.1 - Conception des fondations, soutènements et ancrages

Les innovations (renforcement des sols, réduction de l'emploi du béton projeté, pieux échangeurs thermiques, stockage souterrain de déchets etc.), la généralisation de nouveaux types de constructions (éoliennes par exemple), le perfectionnement des normes, conduisent régulièrement l'Ifsttar à s'impliquer dans des développements scientifiques et techniques pour mieux comprendre et mieux modéliser le comportement des ouvrages dans leur environnement et ainsi contribuer à établir les règles de dimensionnement des ouvrages géotechniques (fondations, soutènements, ancrages,...) ou parties d'ouvrages du génie civil en interaction avec le sol. L'Ifsttar souhaite consolider son statut d'organisme de référence pour la recherche et l'expertise dans le domaine des interactions entre les constructions et les terrains (sols et roches). De nouveaux travaux vont concerner :

- les fondations profondes (dimensionnement des pieux sous sollicitations cycliques, influence des irrégularités géométriques sur le comportement des interfaces roche naturelle-béton, fondations d'éoliennes en mer de type treillis sur pieux, etc.),
- les fondations superficielles (par exemple pipe-lines en mer sous sollicitations cycliques) ou fondations composites (sols renforcés par inclusions rigides et matelas renforcé par géo-synthétique),
- les ancrages et soutènements.

▪ GERS 1.2 - Ouvrages en terre, terrassements et sols traités

Le corpus des connaissances en terrassement et conception des ouvrages en terre doit être complété et adapté aux contraintes environnementales croissantes (raréfaction des ressources, vieillissement des ouvrages) et à de nouvelles applications potentielles des techniques routières (ferroviaire, confortement de digues). Le Département GERS va développer ses activités dans les années à venir autour des trois enjeux majeurs :

- conception, durabilité et rénovation des ouvrages en terre : par exemple, durabilité et dimensionnement des ouvrages géotechniques en sol traité à la chaux, affouillements des ouvrages fluviaux et côtiers, amélioration du traitement au ciment pour le renforcement et la rénovation des digues, etc.

1 ETP : équivalents temps plein de personnels permanents de recherche (chercheurs, ingénieurs-chercheurs, ingénieurs, techniciens)

2 Pourcentage de l'effectif sur les quatre axes de GERS

- évolution des techniques de terrassement pour une gestion durable des ressources : par exemple, interactions entre la plateforme terrassée et le ballast en ferroviaire, économies d'eau et d'énergie et gestion des poussières lors des opérations de terrassement.
- valorisation de sols impropres par traitements de diverses natures (chaux, ciment, géo-polymères) et de matériaux (exploitation de déchets, sous-produits, boues de dragage).

- GERS 1.3 - Conception et résilience des ouvrages sous sollicitation d'impact

La maîtrise des risques rocheux et la résilience des ouvrages sous sollicitation d'impact pour la sécurisation des infrastructures, ou la construction à l'arrière de protections, nécessitent des progrès en matière de compréhension du comportement sous impact des ouvrages géotechniques de protection (merlons, galeries, crans, filets pare-blocs, etc.). Pour les problèmes dynamiques, les tests expérimentaux sont encore incontournables et l'Ifsttar dispose d'une panoplie exceptionnelle d'équipements (station de chute de blocs de Montagnole, catapulte hydraulique de forte capacité à Bron, centrifugeuse géotechnique à Nantes) pour faire progresser les connaissances et les techniques sur cette thématique et prendre le leadership, en bonne synergie avec les départements MAST et COSYS (simulation numérique des chutes de blocs) et en partenariat avec le CEREMA.

GERS 2 - Risques naturels (14 ETP, 16%)

L'axe risques naturels regroupe actuellement les activités de recherche sur le risque sismique et le risque inondations pour des raisons de simplicité d'affichage. D'autres axes intègrent aussi des recherches rattachées à la thématique des risques naturels et anthropiques : risque rocheux, auscultation des digues et affouillements et érosions, détection de cavités souterraines. Des interactions devraient progressivement se développer entre ces thématiques (au moins sur l'aspect aléas naturels, outils de prévention et de cartographie...).

- GERS 2.1 - Mouvement sismique pour l'ingénieur et réponse non-linéaire des sols

La caractérisation du mouvement sismique est un enjeu majeur pour assurer la tenue des ouvrages de Génie civil aux agressions sismiques. Les travaux menés à l'IFSTTAR contribuent à l'amélioration des connaissances et de la modélisation numérique de la réponse des sols lors des séismes et donc des dégâts occasionnés (variabilité du mouvement, influence des non-linéarités, liquéfaction). L'Ifsttar dispose d'une équipe de pointe sur l'analyse et la modélisation de ces effets non-linéaires (effets de site, sols hétérogènes, etc.).

- GERS 2.2 - Interactions sol-fondation-structure sous séismes et vulnérabilité des ouvrages

L'interaction dynamique entre le sol et les ouvrages s'opère via les fondations (interaction sol-fondation-structure). La réponse sismique des constructions résulte des interactions complexes entre le sol, la fondation, les fondations voisines et l'ouvrage. L'analyse de la vulnérabilité des ouvrages doit donc tenir compte de ces interactions complexes. Ce sujet se situe à l'interface entre séismes, géo-mécanique et structures.

- GERS 2.3 - Connaissance et prévision des crues soudaines

Les inondations fluviales sont, en France et dans le monde, le type de catastrophes naturelles le plus destructeur. L'amélioration des outils de prévision fait partie des actions les plus pertinentes permettant de réduire leurs effets, en particulier pour les crues soudaines qui constituent un danger potentiel qui concerne tous les espaces urbanisés. Elles ont fait l'objet de recherches originales à l'IFSTTAR depuis une petite dizaine d'années, en complémentarité avec l'IRSTEA. Une coordination stratégique avec l'IRSTEA est à construire pour compenser la faiblesse des effectifs.

GERS 3 - Villes et environnement (24 ETP, 27%)

Cette thématique est essentiellement portée par le laboratoire Eau et Environnement qui est intégré dans un réseau de coopérations régionales et nationales actif, notamment au travers de l'ONEVU (Observatoire nantais des environnements urbains).

- **GERS 3.1 - Gestion de l'eau urbaine et adaptation aux changements globaux**
Cette thématique constitue une contribution importante du département, dont la coordination avec la recherche menée dans d'autres établissements (ENPC, INSA de Lyon, IRSTEA) sera poursuivie. Le département pourra aussi regarder comment l'équipex SenseCity pourrait renouveler les mesures relatives à l'eau urbaine qui seront mises à disposition dans le futur. Les années à venir viseront à :
 - progresser dans les modélisations intégrées des flux d'eau, de polluants (en particulier les métaux) et de chaleur aux échelles du quartier et de l'agglomération, et tester leurs applications opérationnelles,
 - réaliser des bilans précis et complets des flux d'eau et de polluants afin d'optimiser les performances des ouvrages décentralisés de gestion des eaux pluviales, dans leurs différentes fonctions (stockage, infiltration, rétention de polluants),
 - approfondir nos connaissances sur les phases porteuses de polluants métalliques et sur la dynamique de leurs transferts dans les systèmes urbains (notamment en provenance du compartiment atmosphérique),
 - aborder les impacts de certains stress chimiques ou physiques (température, vitesse du courant, érosion, sédimentation...) sur l'état écologique de certains milieux aquatiques (rivières périurbaines), voire sur la santé humaine.

- **GERS 3.2 - Evaluation environnementale des sols urbains et matériaux recyclés**
L'explosion de l'agriculture urbaine et la demande sociétale d'espaces verts reposent sur le sol comme support de plantation. Par ailleurs, l'incitation à infiltrer les eaux urbaines ou à les utiliser pour l'arrosage ou le lavage ne va-elle pas conduire à une dégradation de la qualité des sols et potentiellement à celle des eaux souterraines ? Dans ce contexte, le département GERS (LEE) s'attache à répondre à trois enjeux : diagnostic de la pollution des sols à coût modéré intégrant l'hétérogénéité des sols urbains, préservation des sols et des eaux souterraines, valorisation de matériaux recyclés en vérifiant leur innocuité. Il est à l'initiative de la création d'un consortium régional en Pays de Loire sur les sols anthropisés urbains et son implication dans des réseaux nationaux et internationaux est en cours de consolidation.

GERS 4 - Géophysique et évaluation non destructive (12 ETP, 13%)

L'auscultation du proche sous-sol et l'évaluation non-destructive des structures de génie civil sont des thématiques connexes dont les dynamiques sont légèrement différentes, mais l'Ifsttar continuera à s'y investir, en faisant le lien avec d'autres travaux en évaluation non-destructive (monitoring des structures, etc.).

- **GERS 4.1 - Auscultation du proche sous-sol**
Les méthodes géophysiques sont actuellement très largement utilisées pour l'auscultation des terrains et le suivi de différents ouvrages de génie civil dans leur environnement (ouvrages en terre, fondation, environnement de la zone d'excavation des tunnels). L'Ifsttar contribue à l'extension de leur champ d'application au travers de développements méthodologiques et matériels. Le développement des énergies marines renouvelables, entre autres, crée de nouveaux besoins de solutions d'auscultation adaptées et de nouvelles opportunités, auxquels il faudra répondre malgré la fragilisation potentielle de l'équipe.
- **GERS 4.2 - Evaluation non destructive des ouvrages de génie civil**
L'Ifsttar est positionné sur le créneau relativement original à l'échelle nationale du développement de méthodes d'évaluation non destructive pour la détection et la localisation de défauts dans les structures de génie civil élancées (câble, tirant, rail) et pour la caractérisation mécanique et physico-chimique du béton des ouvrages (couplage des techniques, obtention de gradients de propriétés, détection précoce d'endommagement), en très bonne cohérence avec ses champs d'expertise.

