

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 « Systèmes de Stockage de l'énergie »
Établissement :	Université Gustave Eiffel - https://www.univ-gustave-eiffel.fr/
Discipline(s) :	Sciences pour l'Ingénieur
Spécialité(s) :	Génie électrique, Electrotechnique, Electronique, Stockage d'Énergie
Structure de recherche :	Département « Composants et Systèmes » (COSYS), Laboratoire « Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et l'Énergie » (SATIE)
Localisation :	Université Gustave Eiffel, Campus de Versailles Satory (78)
Contact(s) :	François Costa, directeur du laboratoire SATIE tél: (+0/33)1 81 87 55 05 mèl: Francois.Costa@satie.ens-cachan.fr Frédéric Bourquin, directeur du département COSYS tél: (+0/33)1 81 66 84 58 mèl: frederic.bourquin@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 COSYS (« Composants et Systèmes ») se donne pour ambition de développer les concepts et outils nécessaires à l'amélioration des connaissances de base, des méthodes, des technologies et des systèmes opérationnels destinés à une intelligence renouvelée de la mobilité, des réseaux d'infrastructures et des grands systèmes urbains. Il vise ainsi une maîtrise accrue de leur efficacité, de leur sécurité, de leur empreinte carbone et de leurs impacts sur l'environnement et la santé. La production de connaissances à la frontière des pratiques, leur transformation en produits utiles et en corps de doctrine en appui des politiques publiques et l'évaluation des transformations induites par les innovations dans ces champs d'activité forment l'ADN du département. Le département COSYS (dont les thématiques prioritaires sont rappelées en annexe) comprend dix laboratoires répartis sur les Campus de l'Université Gustave Eiffel et une équipe de recherche en émergence à Bordeaux (<https://www.univ-gustave-eiffel.fr/>).

Le laboratoire « SATIE - Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et l'Energie » développe depuis plusieurs années des recherches dans le cadre de projets de recherche nationaux et européens, sur les composants de stockage, les Supercondensateurs, en vue d'étudier leur comportement électrothermique, leur durée de vie liée aux cas d'usage (transport et micro-réseaux), leur fiabilité. Plus récemment, des études ont été menées sur le diagnostic de l'état de santé des Supercondensateurs et la prise en compte du vieillissement dans les lois de gestion de l'énergie, et la nécessité d'élaborer des stratégies de maintenance prédictive des composants de stockage pour les différents cas d'usage.

Le(la) chargé(e) de recherche viendra renforcer l'activité sur le stockage d'énergie au SATIE, au sein du pôle CSEE (Composants et Systèmes pour l'Energie Electrique) sur le volet scientifique, mais aussi sur la conduite de nouveaux projets de recherche (dans les domaines du transport, bâtiments énergétiques, micro-smart grids). La personne recrutée pourra également avoir des interactions privilégiées avec le département Cosys ainsi que des collaborations avec d'autres structures de recherche de l'Université Gustave Eiffel, Esycom par exemple.

Contenu du poste

La thématique de recherche à développer sera axée sur des approches de modélisation numérique et de méthodologies expérimentales visant à investiguer le vieillissement, la fiabilité de composants de stockage d'énergie électrique dans son usage. Un exemple typique de composant de stockage est le super-condensateur de technologie conventionnelle ou hybride. Suivant l'expérience ou le profil du candidat (ou de la candidate), la thématique pourra aussi bien couvrir des aspects matériaux et/ou composants et/ou système.

Au niveau composant ou système, le (la) candidat(e) pourra mener des recherches et contribuer à développer :

- les approches méthodologiques en termes de modélisations et de caractérisations, prenant en compte en particulier le comportement électrothermique des composants de stockage et les phénomènes de vieillissement et de dégradation sous contraintes d'usage dans les modèles.
- de nouveaux outils de diagnostic et méthodes d'évaluation de l'état de santé et de la fiabilité. Ces outils doivent permettre le monitoring de données pertinentes des systèmes étudiés afin d'établir l'état de santé en ligne, prendre en compte des incertitudes sur ces données et prédire leur état futur avec un indicateur de confiance (techniques de PHM). Il sera également étudié des stratégies d'implémentation et de contrôle en temps réel de l'état de santé des composants avec l'aide d'outils de prototypage rapide évolués.
- l'élaboration de stratégies de maintenance prédictive basées sur des approches stochastiques de pronostic d'état de santé dans les modèles et les lois de gestion permettant d'identifier et d'anticiper les défauts susceptibles d'affecter le fonctionnement des composants de stockage dans leur usage.

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 génie électrique, ou pouvant justifier d'un niveau équivalent en particulier pour les candidat(e)s étrange(è)r(e)s (publications, participation à des projets, enseignement).

Une spécialisation, ou une expérience, dans l'un ou plusieurs des domaines suivants, sera appréciée : systèmes de stockage de l'énergie (batteries, supercondensateurs), convertisseurs d'électronique, modélisation numérique, diagnostic, pronostic.

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 « Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et l'Energie » (SATIE), sur son site de Versailles Satory (78).

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 du département COSYS

Le département structure son projet suivant **quatre axes thématiques** : Systèmes Automatisés Coopératifs Partagés, Monitoring des Territoires, Systèmes énergétiquement intégrés, Sécurité-Sûreté.

Systèmes de transport Automatisés Coopératifs Partagés - SACP

Anticiper les mobilités de demain passe par une **simulation intensive aux différentes échelles** : à l'échelle de l'homme qu'il soit usager, conducteur, piéton, PMR... en prise avec son environnement, demain peut-être au milieu de véhicules automatisés et communicants.

A l'échelle des **territoires**, avec l'impact des nouveaux modes ou moyens de transport sur la mobilité, **régulation des feux** ou des flottes de véhicules automatisés, voire des Engins de Déplacement Personnels.... Une modélisation innovante s'impose aussi pour évaluer très rapidement **l'impact des aménagements**, des travaux et de la météo, dimensionner-optimiser des services nouveaux (Transport à la demande, navettes automatisées...), **faire évoluer l'offre de mobilité**.

Les technologies capacitanes, **embarquées** ou **au sol** (caméras, marquages, localisation, perception, telecoms) et leur intrication invitent à développer une compréhension système de leurs usages, notamment par le biais de la simulation.

Les **données** prennent une importance nouvelle dans ce contexte et leur traitement rapide pourrait notamment sécuriser l'exploitation des réseaux de transport (Contrôle des systèmes critiques, compréhension fine du comportement des infrastructures, en lien avec la thématique MdT), mais aussi aider à mieux comprendre les préférences des usagers (par exemple via des simulation games) et surtout à guider les futurs véhicules automatisés.

L'Intelligence artificielle joue un rôle transversal à l'ensemble des thématiques du département.

Les systèmes innovants légers, exploitant facilement la 3ème dimension, constituent des objets d'étude à fort potentiel de transformation.

Enfin, simulation innovante et mesure accroissent la productivité et la sécurité des chantiers notamment des tunnels ou la rénovation de ceux-ci.

Le département développe des observatoires, simulateurs et simulation games, pour mieux comprendre le comportement des usagers et alimenter ses modèles mais aussi pour fournir des outils aux autres départements de l'Université Gustave Eiffel, notamment TS2 et AME. Dans le même esprit le développement du code de calcul CESAR alimente la recherche et l'expertise de MAST et GERS principalement.

Monitoring des territoires - MdT

Qualifier finement la qualité de vie sur les territoires, évaluer la santé de leurs réseaux d'infrastructures majeures, leur efficacité énergétique et leur métabolisme afin de **fournir aux opérateurs** des territoires comme aux citoyens des **outils d'aide à la décision** au quotidien ou sur des temps longs suppose de mener une **réflexion globale sur l'usage des systèmes d'instrumentation** à toutes les échelles qui aujourd'hui foisonnent et des **données** qui en résultent.

Passer **à l'échelle** en matière de coût global de ces systèmes invite à poursuivre nos efforts de recherche sur les approches par **mesure distribuée** (TDR optique ou électrique) et par mesure **plein champ** (techniques d'imagerie multispectrale *i.e.* électromagnétique). Elle nous invite également à approfondir la voie des **nanotechnologies**, à en tirer le meilleur parti grâce à des intégrations innovantes au sein de réseaux de capteurs connectés au plus près des citoyens, à comprendre la façon de les **déployer dans le monde réel**, grâce à ces expériences à une échelle réaliste ou à des modélisations numériques, mais aussi à en tirer une **intelligence nouvelle**, et ceci de trois manières possibles : **science des données** ou deep learning en général, **assimilation** de données lorsque l'on s'intéresse à des grandeurs **physiques** régies par des lois connues (pollution de l'air ou de l'eau, efficacité énergétique, météo routière), **inférence statistique** qui combine utilement les 2 approches, principalement pour le monitoring structural.

La compréhension des systèmes de dépollution de l'air ou de l'eau intégrant des nano-matériaux fait partie des stratégies de remédiation auxquelles on s'intéresse.

Le programme scientifique et l'équipement Sense-City jouent un rôle structurant pour l'ensemble de la thématique.

Cette **thématique capacitante** s'invite en soutien des autres thématiques, par exemple **SACP** ou **R5G** pour ce qui est des concepts de rue dépolluante ou de la captation des données issues des infrastructures de transport pour aider à la gestion du trafic, **SEI** pour le pilotage des grids énergétiques, l'efficacité énergétique et le chauffage intelligent des infrastructures de transport, **SESU** pour la mise au point de détecteurs bas coût et invisibles de matières illicites.

Sécurité et sûreté – SeSu

La thématique SESU s'inscrit à **l'interface entre la sécurité et la sûreté** des systèmes de transport et plus généralement des espaces publics.

On s'intéresse aux approches globales pour conduire des études de sécurité qui intègrent la dimension sûreté, fondamentale dans le cycle de vie d'un système. Il s'agit d'un enjeu international fort.

Détecter des attaques, **identifier** et **gérer** des situations spécifiques, mais aussi raisonner en **inter-modalité** : au-delà de méthodologies pour **détecter** (et contrer) des **attaques électromagnétiques** sur les systèmes critiques, ou des **événements suspects dans les trains**, la thématique mobilise l'architecture et la fonctionnalisation des accès pour aborder le concept d'espaces (gares...) intrinsèquement résilients ou résistants aux attaques terroristes.

Preuve de logiciel et formalisation des exigences sous-tendent nos approches d'évaluation de la sécurité. Néanmoins, l'irruption de l'intelligence artificielle, des données, invite à repenser les approches. C'est ainsi que la sécurité des PN revue à la lumière des réseaux bayésiens a permis de **mieux identifier les causes** et d'affiner le **plan d'investissement** recommandé par l'EPSF pour remédier aux accidents.

Par ailleurs, on se propose d'allier recherche de sûreté et gestion optimale des flux de voyageurs. Ce qui suppose d'améliorer le suivi et l'identification des personnes au sein d'une foule, la détection de bagages abandonnés, de comportements anormaux, d'émotions, de comportements suspects. L'usage des drones à l'échelle des territoires permet d'envisager des progrès importants, à visées duales sécurité-sûreté.

Enfin, la sûreté de fonctionnement des systèmes, l'ingénierie des systèmes critiques, la cybersécurité, le transfert des acquis du ferroviaire au routier pour accompagner le **déploiement** du **véhicule automatisé** couronnent cette thématique.

Systèmes Énergétiquement Intégrés - SEI

La thématique SEI s'inspire de la COP21 pour aborder de front les enjeux du climat pour lequel les transports et le bâti portent une responsabilité significative, avec environ 60% des émissions et une vulnérabilité forte aux événements climatiques. **Atténuer** et **s'adapter** en sont les mots clefs :

Atténuer

Tout d'abord en préparant l'**évolution** du **mix énergétique** et le déploiement à grande échelle de la **mobilité électrique**. Il s'agira ici de comprendre en profondeur les mécanismes de vieillissement des **composants de puissance** et piles à combustible pour en améliorer l'usage et prédire la durée de vie résiduelle, avec une focalisation sur les matériaux **grand gap** qui permettront de réduire la masse des véhicules électriques donc leur consommation.

Il faut aussi réduire le coût de la **filière éolienne** par un contrôle de santé généralisé favorisant une **maintenance prédictive**.

Le placement optimal des bornes de recharge, l'aide à la conception de **corridors électriques** et les questions relatives à la **recharge en continu** alimenteront une vision système de la mobilité électrique.

Ensuite en gérant mieux l'énergie au niveau des **flottes de véhicules**, des réseaux ou des quartiers. L'**éco-conduite** réinterrogée à l'échelle collective **permettra des gains** significatifs, de même que la conception de **grids énergétiques innovants** à l'échelle des quartiers, qui mettront en relation des **bâtiments**, des lieux de production de chaleur (**serres, incinérateurs**) et des infrastructures de transport, **routes et rues**, elles-mêmes récupératrices ou consommatrices d'énergie à travers une régulation intelligente, pour réduire la facture globale ou combattre les ICU.

S'adapter

à travers une **gestion météo-sensible** des réseaux ou grâce à des infrastructures améliorant la viabilité **hivernale** et **surtout estivale**.

Les compétences scientifiques du département se regroupent en 4 piliers, formant des lieux d'échange et de réflexion afin d'augmenter l'hybridation méthodologique, l'efficacité la capacité d'anticipation et la créativité du département tout en maintenant un bon niveau de réactivité :

- **Pilier 1 - Modèles et outils logiciels pour la ville, le transport et les réseaux**
- **Pilier 2 - Automatisation, contrôle, optimisation des systèmes urbains et de transport**
- **Pilier 3 - Systèmes d'instrumentation, Composants de puissance**
- **Pilier 4 - Systèmes d'information et objets communicants**

Pilier 1 - Modèles et outils logiciels

Ce pilier aborde les modèles du trafic et de ses impacts (GES, énergie) à toutes les échelles. Ces modèles et outils font l'objet d'un approfondissement en vue de mieux prendre en compte le comportement différencié des véhicules, la multimodalité, l'électro-mobilité, les stratégies de régulation notamment en cas d'événements climatiques extrêmes et l'infomobilité, mais aussi les systèmes de transport intelligents coopératifs C-ITS) qui introduisent des interactions à grande distance entre les véhicules mutuellement informés et à travers l'infrastructure elle-même, ainsi que, de façon plus générale, les nouveaux services de mobilité tels que le covoiturage. Il s'agit d'une composante centrale de l'offre de mobilité comme un service (MaaS).

Régulation intelligente des réseaux routiers et calcul rapide d'itinéraires multimodaux fondés sur l'état réel du trafic, ingénierie des horaires, gestion du trafic ferroviaire.

L'intermodalité, la mobilité douce et le déplacement des personnes âgées bénéficieront des progrès continus de la simulation multi-agents et des simulateurs de l'Université Gustave Eiffel.

Pilier 2 - Automatisation, contrôle, optimisation

Ce domaine transversal au département entend mettre l'accent sur la sûreté de fonctionnement des systèmes critiques pour le transport. Dans notre cybermonde, la sûreté de fonctionnement des réseaux d'objets communicants et la résilience aux interférences volontaires ou non est devenue un enjeu majeur pour la résilience de nos systèmes de transport et la vie de tous les jours dans nos métropoles.

Pilier 3 - Systèmes d'instrumentation, Composants de puissance

Les capteurs innovants en réseaux issus des nanotechnologies, de la photonique (Fibres Optiques, Thermographie Infrarouge, crénelage temporel, tomographie par cohérence optique, shearographie) ou de la propagation des ondes électriques (réflectométrie, analyse spectrale) irrigueront massivement l'espace urbain et ses infrastructures. Permettant d'aborder l'échelle des réseaux à coût maîtrisé, ils offriront un contrôle temps réel des ambiances en ville, de la qualité de l'eau, de l'air et des sols, de la performance énergétique des quartiers et des installations souterraines. Ils susciteront des méthodologies de diagnostic des réseaux d'infrastructures, des voies ferrées innovantes et des champs d'éoliennes offshore à fort enjeu opérationnel en termes de disponibilité et de maintenance. Ces capteurs innovants formeront l'infrastructure cyber-physique d'organes sensoriels intégrés à la ville, aux infrastructures de tout type, incluant des structures préfabriquées à très hautes performances et fonctionnalités augmentées, mais aussi les matériaux favorisant l'économie circulaire.

Pilier 4 - Systèmes d'information et objets communicants

Le marché de la gestion et de l'analyse de données est actuellement estimé à plus de 100 milliards de dollars et croît de près de 10% par an. Ce fort potentiel économique engendre une course sans précédent aux algorithmes efficaces de gestion de données. L'exploitation de ces données s'accompagne ainsi de recherches et développements majeurs dans le domaine du « Big Data » ou « Data Science » en lien avec « l'internet des objets ».

L'alliance au sein du département COSYS de compétences avérées et bien reconnues par les acteurs du monde économique en traitement des données pures massifiées (big data analytics), en inférence statistique et en modélisation inverse (assimilation de données) où souvent le modèle physique prime, promet une utilité grandissante pour tirer le meilleur parti des données en grand nombre qu'engendreront la multitude d'objets communicants à échéance rapprochée. A COSYS environ 20 personnes développent des méthodes **d'Intelligence Artificielle** :

- L'IA comme technologie clef pour la **mobilité autonome** et qu'il s'agit d'évaluer.
- L'IA comme outil orienté données à hybrider avec les méthodes formelles pour évaluer la **sécurité des systèmes** notamment **ferroviaires** (PN; Train Autonome; contrôle de de fonctionnement des équipements critiques comme les circuits de voie, les pédales de comptage, les aiguillages ; détection des boîtes chaudes...) :
- L'IA comme moteur d'une intelligence renouvelée des territoires, à 2 échelles : d'une part **l'urban monitoring** à l'échelle des réseaux (eau, gaz, électricité, transport en commun ...), notamment la compréhension "facile" de leur fonctionnement et de leur évolution, et plus globalement la compréhension du métabolisme urbain, d'autre part le **traitement des données multiples** issues de matrices de capteurs hétérogènes et sensibles à de **multiples observables** (polluants...). Dans le premier sujet on parle de big data, dans le second de small data.
- L'IA au service du **monitoring des infrastructures** de transport fait l'objet d'un thème du LIAASTI
- L'IA comme aide à la modélisation : les **Simulations Multi-Agents** et la simulation de la mobilité, mais aussi la modélisation plus réaliste du **trafic** par analyse de **vidéos**, la **modélisation** facilitée par IA des **nano-systèmes**, le choix intelligent de bases réduites pour la simulation numérique, l'assimilation de données, le contrôle.

Il convient évidemment de faciliter la communication de données critiques dans les environnements difficiles propres aux transports guidés, donc de développer des architectures de systèmes de communication et d'information intégrées et agiles, notamment la radio intelligente.

Les technologies et concepts de perception et localisation font un usage systématique de la fertilisation croisée entre imagerie, traitement de l'information, ergo-psychologie, sciences cognitives. Ils débouchent sur des outils de simulation des environnements véhicule pour aider à la conception de systèmes de capteurs pour le véhicule automatisé (SIVIC) qui devront, en particulier, tirer le meilleur parti d'une description fine de la physique des capteurs radar, sur des systèmes de perception embarqués, des procédés d'éclairage/d'essuyage automobile prenant en compte l'environnement et les capacités du conducteur, mais aussi sur des simulateurs psycho-réalistes de mobilité, notamment pour aider les personnes à mieux appréhender leur environnement et donc à accroître la sécurité des piétons et des deux-roues motorisés notamment. Il s'agit donc d'accroître la sûreté de fonctionnement de la perception, notamment par conditions météorologiques ou d'éclairage dégradé, en environnements complexes.