

APPEL A MANIFESTATION D'INTERET : INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET BLOCKCHAINS

Le lab recherche environnement a pour objet de développer des connaissances et des outils afin d'aider les acteurs territoriaux à mieux prendre en compte les aspects environnementaux dans les décisions concernant les projets urbains et l'aménagement des territoires.

Les équipes de recherche des trois écoles partenaires - l'Ecole des Mines Paris - PSL, l'Ecole nationale des ponts et chaussées et AgroParisTech - contribuent aux travaux menés par le lab dans les domaines des transports, de la biodiversité, de l'agriculture urbaine, des bâtiments et de l'énergie. Des avancées récentes concernent l'application de l'intelligence artificielle à l'écoconception. En effet, de grandes quantités de données, portant sur l'environnement construit, la géolocalisation, le comportement de différents acteurs, etc. sont désormais disponibles grâce à des applications informatiques sur internet ou d'autres bases de données. Les méthodes d'intelligence artificielle permettent de traiter ces données et pourraient fournir des indications permettant de réduire la complexité, de combler des données manquantes ou de découvrir des structures nouvelles (data mining), utiles à l'écoconception des infrastructures, des bâtiments et des territoires.

L'objet de cet appel à manifestation d'intérêt est de susciter des collaborations entre les chercheurs du lab et des spécialistes de l'intelligence artificielle et des données massives, afin d'étudier les possibilités de tirer parti de ces technologies pour améliorer les outils et les pratiques d'écoconception.

Un budget de l'ordre de 200 k€ sur 3 ans est disponible pour l'ensemble des projets. Deux ou trois équipes seront sélectionnées lors d'un séminaire où chaque équipe présentera son approche et suggèrera des applications. Les modalités de la collaboration seront étudiées en fonction des projets proposés, qui peuvent durer de l'ordre de 6 mois à 3 ans : financement complet par la chaire ou co-financement apporté par les candidats. Les publications résultant de ces projets devront mentionner le soutien du lab. Des échanges réguliers avec les chercheurs du lab sont attendus. A minima, une réunion de démarrage, une réunion à mi-parcours et une réunion de restitution devront être organisées. Par ailleurs, il est possible de contacter en amont les chercheurs du lab dans l'optique d'une co-construction des actions de recherches :

- Transport et mobilité : Nicolas Coulombel - nicolas.coulombel@enpc.fr
- Bâtiment, quartier, énergie : Charlotte Roux - charlotte.roux@minesparis.psl.eu.
- Biodiversité et agriculture urbaine : Patrick Stella et Erwan Personne : patrick.stella@agroparistech.fr , erwan.personne@agroparistech.fr

Les réponses (courte présentation de l'équipe de recherche et intérêt pour la thématique - 1 à 2 pages) doivent parvenir avant le 31 mars 2025 à la Secrétaire de la Chaire Marie-Astrid Krames : marie-astrid.krames@minesparis.psl.eu ainsi qu'à la coordinatrice de la chaire : Charlotte Roux : charlotte.roux@minesparis.psl.eu

Les thèmes envisagés sont les suivants :

APPEL A MANIFESTATION D'INTERET : INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET BLOCKCHAINS

a) Transports : Quel apport de l'intelligence artificielle pour l'éco-conception de la mobilité ?

Les transports sont particulièrement concernés par le développement du numérique, la diversification des informations produites (géolocalisation, information customisée, état du trafic en temps réel, intermédiation entre prestataires et clients d'un service de transport etc.), leur mise à disposition en tous lieux par divers supports et notamment désormais le smartphone de tout un chacun. En dépit de cette explosion du volume de traces numériques liées à la mobilité ces dernières années, les informations fournies par ces traces sont souvent difficiles à exploiter directement de par leur caractère parcellaire. Certains éléments nécessaires à l'analyse de la mobilité ne sont pas toujours caractérisés précisément, voire pas du tout, tels que le mode de transport, le lieu exact de destination (selon la précision spatiale de la source de données), ou le motif de déplacement.

Les méthodes d'intelligence artificielle fournissent des réponses à un certain nombre de ces limites en permettant d'enrichir les traces numériques (via la prédiction du mode, du motif...) pour mieux analyser les comportements de mobilité. Dans certains cas, la méthodologie employée peut même viser à modifier les comportements des individus en leur suggérant pour leur déplacement des alternatives plus vertueuses d'un point de vue environnemental tout en étant évaluées comme pertinentes pour l'utilisateur étant donné ses préférences, ses habitudes, et le déplacement considéré. C'est par exemple le parti pris des travaux du MIT autour du Future Mobility Sensing, permettant d'enquêter la mobilité des individus à partir de la collecte de traces numériques enrichies via des méthodes d'intelligence artificielle, et également de suggérer le cas échéant des solutions de mobilité alternative. Enfin, on assiste à l'émergence des méthodes d'intelligence artificielle dans la modélisation de la mobilité, que cela soit pour la calibration des modèles (4 étapes, multi-agents...) en substitut ou complément des méthodes d'estimation économétrique classiques, ou en application directe pour prédire les comportements de choix modal par exemple.

Les propositions pourront porter sur des applications de l'intelligence artificielle pour l'analyse et l'éco-conception de la mobilité des personnes (le transport de fret fera l'objet d'un appel ultérieur). Cela inclut des applications liées à l'enrichissement des traces numériques, à l'analyse de la mobilité (prédiction des comportements, calibration des modèles...), ou encore à l'optimisation / écoconception (recommandations intelligentes, résolution de problèmes d'optimisation de la mobilité telle que dans les problèmes du type dial-a-ride...). Idéalement la réponse inclura un court état de l'art sur le cas d'application envisagé, et les propositions en synergie avec les travaux de recherche du lab sur l'éco-conception de la mobilité seront valorisées.

APPEL A MANIFESTATION D'INTERET : INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET BLOCKCHAINS

b) Bâtiments, quartiers et énergie

Les outils d'écoconception permettent d'évaluer les impacts environnementaux des ensembles bâtis par l'usage de la simulation numérique. Certains paramètres d'entrée, en particulier concernant les usages et les comportements, sont difficiles à évaluer et l'incertitude sur ces paramètres entraîne une incertitude sur le résultat des évaluations. Il existe des statistiques nationales telles que l'enquête emploi du temps de l'INSEE mais la collecte de données locales et/ou plus ciblées serait utile sur les aspects suivants par exemple :

- présence des occupants (nombre de personnes, horaires, occupation de différentes pièces d'un logement, de bureaux, commerces etc.) ;
- températures dans les espaces (chauffage, climatisation) ;
- ventilation (débits) et ouverture des fenêtres (durée) ;
- usage de l'éclairage artificiel (puissance et durée) ;
- consommation d'eau chaude sanitaire et d'eau froide (volumes) ;
- consommation d'électricité spécifique (électro-ménager, bureautique...);
- usage de protections solaires (durée) ;
- confort ressenti par les occupants.

De plus, des données de consommation énergétique (chauffage, climatisation, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation) seraient utiles pour comparer les sorties des modèles à des statistiques par type de bâtiment et par région. Les dispositifs de mesure, de transmission et de collecte de données sur ces différents éléments, permettent un enrichissement de la simulation ; en complément, la relation entre la précision des mesures et leurs utilisations possibles pourrait être étudiée.

Un modèle de simulation est utile pour réaliser le diagnostic énergétique d'un bâtiment existant, soit en phase d'exploitation courante, soit après des travaux de construction ou de rénovation à des fins de vérification. Ce processus est parfois appelé rétro-commissioning. Il consiste à employer des méthodes d'identification de modèles ou de calibrage pour estimer les caractéristiques physiques du bâti et des systèmes de Chauffage Ventilation Climatisation (CVC) à partir de mesures *in situ*.

En site occupé, les usagers perturbent fortement ce processus (présence, modifications des consignes, ouvertures des fenêtres...). Afin d'améliorer l'identification des paramètres liés au bâti et aux systèmes CVC, il est alors intéressant d'identifier les usages et comportements à partir des mesures.

Pour modéliser les usages et comportements dans les bâtiments occupés, plusieurs sources de données peuvent être exploitées : des capteurs dans le bâtiment (Température, humidité, bruit, CO2, consommation électrique, interface domotique...), des données contextuelles (p.ex. des données sur la météo, le contexte géographique/urbain, des données sociologiques, etc.), ou encore les smartphones des usagers. Pour ce faire, des méthodes d'apprentissage automatique (machine learning), supervisées ou non, peuvent être employées.

Afin d'optimiser le pilotage des systèmes de CVC, il est utile de progresser sur la prévision à court terme (30 min à 48h) des usages et comportements.

L'objectif est de chauffer, rafraîchir ou ventiler à l'endroit et au moment où cela est nécessaire. Il serait utile d'identifier des habitudes, des patterns annonciateurs d'événements (tels qu'un départ, un retour, une ouverture de fenêtre...) ou encore des anomalies. Les sources de données et les modèles évoqués précédemment pourront être utilisées en ce sens.

APPEL A MANIFESTATION D'INTERET : INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET BLOCKCHAINS

c) Biodiversité et agriculture urbaine

Les TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) sont aujourd'hui largement répandues dans la population civile, grâce notamment à l'électronique grand public : au-delà du téléphone et de l'ordinateur, chacun ou presque dispose d'un accès internet et utilise des applications interactives, notamment pour participer à des groupes ; chacun aussi dispose d'appareils photos numériques. Le smartphone assure la convergence entre photographie, téléphonie et toutes sortes d'interactions numériques. Sur le terrain, chaque individu motivé et disposant d'un smartphone peut prendre une photo, d'un ou plusieurs représentants d'une espèce naturelle, d'une vue d'écosystème, pour, en temps réel, la géolocaliser et ensuite la transmettre ou l'adresser à un groupe via un site internet. A côté de cette démocratisation des possibilités d'observer la nature, des capteurs professionnels se répandent avec des capacités fonctionnelles toujours accrues et ce à un prix toujours réduit : des caméras pour enregistrer des scènes, y compris en vision nocturne, des tags RFID à associer à des entités mobiles...

La Chaire Ecoconception invite des contributions pour inventorier les possibilités techniques d'observation de la nature et faire un état de l'art international des applications existantes, en incluant particulièrement des sites web destinés au collationnement d'observations et à l'élaboration de diagnostics. On s'intéressera en particulier à la comparaison entre la France et notamment l'Autriche, l'Allemagne, les Etats-Unis, le Japon. Deux thèmes d'observation seront privilégiés : d'une part l'état local de la biodiversité et, d'autre part, l'observation des invasions d'espèces, animales et végétales.

d) Fiabilité, robustesse et biais potentiels des outils d'intelligence artificielle

La famille d'algorithmes inclus dans la définition d'intelligence artificielle est très variée mais ont pour trait commun la difficulté de précisément identifier la façon dont est généré le résultat et donc les potentiels biais associés. Les risques comme le sur-apprentissage sont bien connus mais il est nécessaire pour des chercheurs utilisant ces nouvelles techniques mais non experts de mieux comprendre les potentialités, performances des différents algorithmes ainsi que les biais et les risques d'erreurs associés, ceci avec l'objectif d'élaborer des protocoles de validation des nouveaux outils et modèles basés sur l'IA, adaptés à leur usage et à leur fonctionnement.

APPEL A MANIFESTATION D'INTERET : INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET BLOCKCHAINS

e) Technologies Blockchain

Il y a cinq ans, le lab recherche environnement initiait une exploration prospective sur les opportunités liées à l'intelligence artificielle. Cette thématique fait maintenant partie intégrante de la feuille de route de notre programme de recherche. De la même manière, il peut être intéressant d'explorer les opportunités liées aux interfaces entre les technologies blockchain et nos travaux comme par exemple :

- Le suivi précis des impacts environnementaux d'un projet à travers l'ACV blockchain (Blockchain based LCA, Zhang et al, 2020). Ce suivi peut avoir lieu en temps réel ou venir certifier des performances d'un projet au fil du temps.
- L'usage des contrats intelligents pour la garantie de performance énergétique ou pour l'évaluation en temps réel d'économies d'énergies dans les projets de bâtiments ou d'infrastructures de mobilité.
- La monétisation des externalités négatives (par exemple par la tokenisation) ou positives (par exemple par le l'usage des énergies renouvelables pour les blockchains proof of work).

Ces exemples ne sont pas exhaustifs. Les approches proposées devront mettre en perspective leurs coûts et bénéfices environnementaux.