



Inventons les villes et les territoires de demain

Pollutions, embouteillages, bétonisation, dérèglement climatique, réduction de la biodiversité, catastrophes naturelles, inégalités... nombreux sont les sujets pour lesquels il faudrait trouver des solutions afin que nos villes et territoires périurbains soient plus agréables à vivre.

Territoire en périphérie d'une ville, qui fait la transition entre ville et campagne

C'est pour cela que les chercheurs et chercheuses de l'Université Gustave Eiffel, issus de disciplines variées, observent, mesurent, expérimentent, consultent des documents et des archives, modélisent, analysent et comparent leurs résultats pour mieux comprendre ces phénomènes, puis concevoir et tester des solutions innovantes.

Elles et ils participent à l'invention de la ville de demain !

Dans cette exposition, des chercheurs et chercheuses vous partagent leurs recherches sur les villes et territoires de demain pour que ceux-ci soient plus résilients (résistants aux risques naturels et technologiques, adaptables au dérèglement climatique...), plus sobres (économiques en ressources, en énergie...), et plus justes (équitable, inclusifs, solidaires, participatifs...).

Finalement, elles et ils se demandent :

Comment mieux concevoir et organiser les territoires urbains de demain ?

À quoi ressembleront les villes du futur ?

Selon vous, que faudrait-il faire pour améliorer la qualité de votre ville dans les années à venir ? Les villes de demain s'imaginent ensemble. Alors à vous de contribuer sur le dernier panneau de cette exposition !

→ Pollution de l'air

Respirer un air sain



? Le défi

Mesurer, prédire et réduire la pollution en ville.

» Le point de départ

On estime que la pollution de l'air extérieur cause environ 40 000 morts par an en France. Les villes sont particulièrement touchées par la pollution, du fait de l'accumulation de polluants dans l'air, nocifs pour la santé humaine. En ville, les principaux polluants sont les oxydes d'azote (NO_x), l'ozone (O_3), les composés organiques volatils (COVs) et les particules fines en suspension dans l'air provenant principalement du trafic routier et du chauffage au bois. Comment améliorer la qualité de l'air en ville ?

* Les pistes

Mesurer les types et les quantités de polluants à l'aide de capteurs innovants peu coûteux.

Prédire la dispersion de polluants, à l'échelle d'un quartier, à l'aide de modélisations mathématiques et de simulations numériques.

Trouver des solutions de dépollution.

☀ Les solutions

Les capteurs utilisés actuellement pour mesurer les polluants dans l'air sont très coûteux et ne peuvent donc pas être déployés très largement. Les chercheurs et chercheuses de l'Université Gustave Eiffel étudient de nouveaux capteurs beaucoup moins onéreux, composés de matériaux innovants, comme des **nanomatériaux**. Malheureusement, ces capteurs sont difficiles à **calibrer**. Ils sont très sensibles aux conditions climatiques (humidité de l'air, température, etc.) et à de nombreux polluants inconnus ou difficilement mesurables. La difficulté est donc de proposer une méthode mathématique pour prendre en compte toutes ces sensibilités, pour mesurer avec précision la concentration d'un polluant spécifique, voire de plusieurs.

L'Université a la chance de posséder un quartier laboratoire à taille réelle, unique en Europe, nommé Sense-City. Cet équipement grandeur réelle sert d'intermédiaire entre le laboratoire et la ville afin de réaliser des tests plus poussés, car les conditions météorologiques y sont entièrement contrôlées (vent, température, humidité, ensoleillement, etc.). Plus précisément, c'est une chambre climatique où les expérimentations menées servent notamment à valider les modélisations mathématiques et les simulations numériques. Pour réaliser ces simulations, les scientifiques utilisent un jumeau numérique, c'est-à-dire une copie virtuelle du quartier de Sense-City. L'objectif est de prédire comment les polluants se déplacent dans l'air. Par exemple, en identifiant les zones dans lesquelles les polluants s'accumulent, on peut choisir le meilleur endroit pour placer un dispositif dépolluant.

Les scientifiques inventent des revêtements dépolluants à appliquer sur les routes, murs, sols et toits, de façon à dépolluer l'air et l'eau de ruissellement. Ces recherches s'inscrivent dans le cadre d'un projet de route dépolluante par photocatalyse, qui a été breveté et est lauréat du projet "Route du futur". Comment ça marche ? Les polluants (ex : COVs, NO_x , O_3) qui entrent en contact avec la route sont dégradés en petites molécules comme l'eau (H_2O) ou le dioxyde de carbone (CO_2), sous l'action de rayons lumineux (photocatalyse). Cette réaction chimique a lieu à la surface d'un catalyseur, un nanomatériau à base d'oxyde de zinc (ZnO). Ce dernier est non toxique et a également une fonction antibactérienne qui limite la prolifération de bactéries nocives. Les scientifiques testent ensuite leurs prototypes au sein de Sense-City pour évaluer leur capacité à dépolluer l'air.

Comment devenir chercheur ou chercheuse ?

Pour faire ce métier, il faut faire un doctorat (on dit aussi une thèse) qui est un travail de 3 ans dans un laboratoire dans lequel on se forme à la recherche en la pratiquant. Le doctorat commence 5 années d'études supérieures après le bac : on peut faire ces 5 années d'études à l'université (en licence pendant 3 ans puis master en 2 ans) ou dans des écoles spécialisées, il y a beaucoup de chemins possibles !

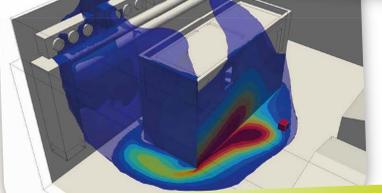
Il y a aussi beaucoup d'autres métiers dans la recherche, mais ça, c'est une autre question...

Matériaux naturel ou manufacturé contenant des particules de taille comprise entre 1 et 100 nm (1 000 000 000 nm = 1 m)

Régler un appareil par rapport à des données de référence (ex: faire la tare sur une balance)



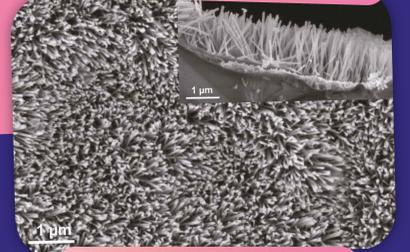
Test en laboratoire de microcapteurs de pollution de l'air



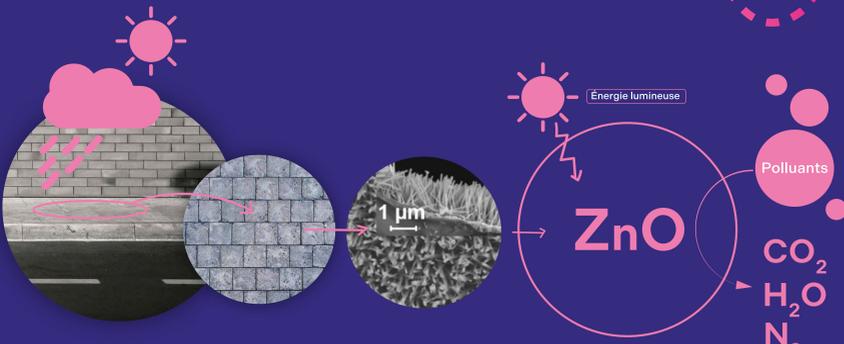
Résultat de simulation dans le jumeau numérique de Sense-City. Le cube rouge est la source de pollution et les zones les plus polluées sont en rouge.



Expérimentation en laboratoire sur les nanomatériaux dépolluants à base d'oxyde de zinc



Nanomatériau à base d'oxyde de zinc, vu au microscope électronique à balayage



Fonctionnement des matériaux de construction dépolluants, recouverts de nanomatériaux à base d'oxyde de zinc (ZnO)

Sur la base d'échanges avec :

Souad Abou Zeid, post-doctorante en chimie, laboratoire ESYCOM
Marine Dumon, doctorante en mathématiques, laboratoire IMSE
Yamin Leprince, enseignante-chercheuse en physique, laboratoire ESYCOM
Julien Waeytens, chercheur en instrumentation et simulation numérique, laboratoire IMSE

Témoignages de Souad et Marine



Réduire l'impact de la construction



Centrale de récupération et traitement de béton issu de déconstruction

? Le défi

Inventer de nouveaux bétons, dont les procédés de fabrication ont moins d'effets négatifs sur l'environnement.

» Le point de départ

Le béton est le matériau le plus utilisé aujourd'hui dans la construction de nos villes (80% du patrimoine bâti). Or les réserves de sable et de gravier, qui représentent 70% de la composition du béton, s'épuisent. De plus, la fabrication du ciment, qui assure la cohésion du sable et des graviers dans le béton, rejette beaucoup de dioxyde de carbone (CO₂). En France, 70% du volume de déchets provient du secteur du BTP (bâtiment et travaux publics), soit plus de 200 millions de tonnes par an. Parmi ces déchets, 17 millions de tonnes sont composés uniquement de béton et sont soit enfouis, soit utilisés comme remblai sous les routes. Comment mieux valoriser ces déchets de béton et réduire l'impact environnemental de la construction en béton ?

* Les pistes

Recycler des bétons issus de bâtiments détruits pour remplacer et économiser les graviers et le sable.

Piéger dans les granulats recyclés le CO₂ émis lors de la fabrication de ciment.

Trouver de nouveaux liants dont la fabrication émet peu de CO₂ pour remplacer le ciment.

Pourquoi la recherche est-elle si longue ?

L'objectif de la recherche est d'explorer des sujets inconnus, inexpliqués ou incompris. Ainsi, la recherche pose des questions dont personne ne connaît les réponses, alors cela peut prendre des années ou même des dizaines d'années ! De plus, avant d'être rendus publics et réutilisés sur le terrain, les résultats doivent être démontrés avec des preuves, être reproductibles et validés par d'autres spécialistes du même domaine. Il peut aussi y avoir un manque de financement, ou encore des problèmes éthiques ou réglementaires qui ralentissent les recherches.

Afin de réduire l'impact environnemental du ciment traditionnel, dont la fabrication rejette beaucoup de CO₂ dans l'air, les scientifiques travaillent sur plusieurs pistes.

CO₂

Le ciment est un mélange de 80% de calcaire et 20% d'argile, broyé puis chauffé à 1450°C, auquel s'ajoutent quelques additifs. La cuisson est fortement émettrice de CO₂.



Ciment + Eau = Pâte de ciment (1/3)



+

Consommation de ressources naturelles non renouvelables



=



Béton

Fragment de roche ou d'un matériau artificiel comme le béton, d'une taille inférieure à 125 mm.

Piéger dans les granulats recyclés le CO₂ émis lors de la fabrication de ciment.

Opération de valorisation des déchets qui permet d'utiliser certains de leurs constituants pour la production de nouveaux produits.



Les solutions

Les chercheurs et chercheuses de l'Université Gustave Eiffel étudient la faisabilité de recycler du béton issu de la déconstruction de bâtiments pour re-fabriquer du béton. C'est l'objectif du projet national de recherche nommé RECYBETON (RECYclage complet des BETONS). Les bétons récupérés en décharge sont concassés pour donner des granulats, qui sont criblés (séparés en fonction de la taille) puis lavés. Ces granulats recyclés remplaceront une partie des graviers et du sable utilisés pour fabriquer du béton pour de nouvelles constructions. Les scientifiques doivent s'assurer que ces bétons sont aussi résistants que des bétons classiques. Ils étudient ainsi la corrosion des armatures en fer, la tenue au feu, ou encore la résistance au gel. Aujourd'hui, les normes autorisent jusqu'à 60% de granulats recyclés dans les bétons de structure.

La première piste consiste à récupérer le CO₂ émis lors de la fabrication du ciment dans les cimenteries, pour l'acheminer, via de grands tuyaux, jusqu'à l'endroit où sont stockés les granulats recyclés (projet national FASTCARB). Exposés ainsi au CO₂, les granulats recyclés en piègent une partie. Ce procédé s'appelle la carbonatation. Non seulement le CO₂ est stocké, mais les propriétés des granulats recyclés sont améliorées.

Une autre piste consiste à concevoir de nouveaux liants pour remplacer le ciment et analyser leurs performances. Par exemple, on peut utiliser des argiles issues de terres excavées du réseau du Grand Paris pour produire un géopolymère qui remplace le ciment hydraulique utilisé habituellement dans le béton et qui présente des bonnes propriétés de durabilité. Pour cela, on chauffe l'argile à très haute température (850°C ; c'est la calcination) puis on ajoute une solution silicatée. La calcination de l'argile présente l'avantage d'émettre peu de CO₂ par rapport au ciment.



Démolition à l'aide d'une tenaille



Microstructure du béton recyclé

Deux granulats recyclés de béton, cassés en deux : celui de droite a subi une carbonatation, celui de gauche non. Un indicateur coloré fait virer au rose le béton non carbonaté.



Bloc de béton fabriqué avec un liant à base de métakaolin. Le métakaolin est obtenu par calcination d'une argile, le kaolin, qui est légèrement rouge.

Sur la base d'échanges avec :

Assia Djerbi, chercheuse en sciences des matériaux, laboratoire UMR MCD
Daniella Gabra Gilada, doctorante en sciences des matériaux, laboratoire UMR MCD

Témoignage de Daniella



Rendre visibles les créatrices



? Le défi

Mettre en valeur les contributions des femmes aux transformations des villes sur les plans matériel, politique, social et culturel, et ainsi construire une société paritaire où les femmes d'hier et d'aujourd'hui sont mieux représentées.

➔ Le point de départ

L'une des richesses des villes, ce sont les femmes et les hommes qui y habitent, y travaillent et y séjournent. Or, les femmes, alors qu'elles représentent environ la moitié de la population mondiale, sont peu représentées et visibles dans l'espace urbain (très peu de statues, de noms de rues, de citations littéraires, etc.). Cette faible part symbolique laissée aux femmes permet de croire qu'elles ont été absentes de la création et l'organisation des villes. En quoi ont-elles participé à la construction des villes et sociétés depuis le XV^e siècle ?

* Les pistes

Le programme de recherche "Cité des Dames, créatrices dans la cité" consiste à mettre en évidence et à faire connaître des lieux dans la ville qui ont été sources de création ou de diffusion d'œuvres de femmes. Il s'agit de reconstituer une histoire plus inclusive des villes, pour que les créatrices soient entendues et pour valoriser ce patrimoine.

Mot français du Moyen-Âge à l'instar de patrimoine qui désigne l'héritage culturel issu des femmes et notamment des créatrices (écrivaines et artistes)

Domaine de recherche et d'enseignement au croisement de l'informatique et des lettres, des arts, des sciences humaines et des sciences sociales, visant à produire et à partager des savoirs, à partir de données numériques

Ensemble de textes choisis comme base d'une étude

* Les solutions

Les chercheurs et chercheuses de l'Université Gustave Eiffel associent plusieurs champs disciplinaires (littérature, histoire, géographie et informatique) pour répertorier, analyser, comprendre et valoriser les informations contenues dans les œuvres littéraires étudiées (ouvrages, poèmes, lettres, etc.). Ce domaine de recherche et d'enseignement interdisciplinaire s'appelle les **humanités numériques**.

Pour cela, les chercheurs et chercheuses mènent l'enquête : identification des textes pertinents (parfois difficiles à trouver) qui sont regroupés dans un **corpus** littéraire et une bibliothèque numérique de textes et enfin, recherches complémentaires dans les bases de données du web sémantique, dans les archives historiques et archéologiques, ou dans les fonds de notaires (pour savoir où vivaient les femmes, les contrats qu'elles passaient, etc.). Leurs lectures permettent d'identifier des lieux et éléments d'intérêts pour retracer le parcours de ces créatrices. Ces découvertes sont complétées grâce aux discussions avec des sociétés savantes composées d'historiens et d'historiennes.

La recherche en informatique développe des outils de fouille numérique pour analyser les écrits et faciliter les recherches. Par exemple, les textes numérisés sont d'abord modernisés en français actuel car la langue a beaucoup évolué depuis le XV^e siècle. Puis des recherches automatiques de mots-clés sont lancées via des programmes informatiques.

Finalement, la littérature offre des témoignages sur les femmes et les villes, et l'informatique permet d'analyser les textes et de les mettre en valeur.

Dans la religion chrétienne, c'est le dernier repas que Jésus-Christ prit avec les douze apôtres avant un crucifixion.

Le programme de recherche "Cité des Dames" comprend une diversité d'actions :

- Réaliser des promenades urbaines réelles et virtuelles pour redécouvrir des femmes du passé.



Capture d'écran de la Promenade parisienne des Marguerite de l'application Promenades du matrimoine

- Mettre en évidence les lieux urbains qui ont servi d'inspiration artistique ou de lieu d'action politique à des femmes.



Fresque murale intitulée "Banquet", de Rita Duffy. Elle revisite le tableau "La Cène" de Léonard de Vinci où seuls des hommes sont visibles.

- Retracer le parcours de femmes célèbres de ville en ville, grâce à leurs écrits (textes, mémoires, lettres...).



Marguerite de Valois (dite la "reine Margot") pendant son voyage vers la Navarre en 1577, gravure sur bois de Giuseppe Aureli, 1887

Quelle place pour les chercheuses ?

Actuellement, seulement 29 % des chercheurs et chercheuses sont des femmes (en 2020) mais ce chiffre est en augmentation. Ce pourcentage dépend du secteur (en entreprise ou dans un laboratoire public) et de la discipline. Bien sûr, les femmes ont les mêmes capacités que les hommes à exercer un métier dans la recherche mais les stéréotypes et les discriminations influencent encore beaucoup les parcours scolaires puis professionnels. Combattons-les et permettons à toutes et tous de faire le métier qui leur plaît !

Sur la base d'échanges avec :

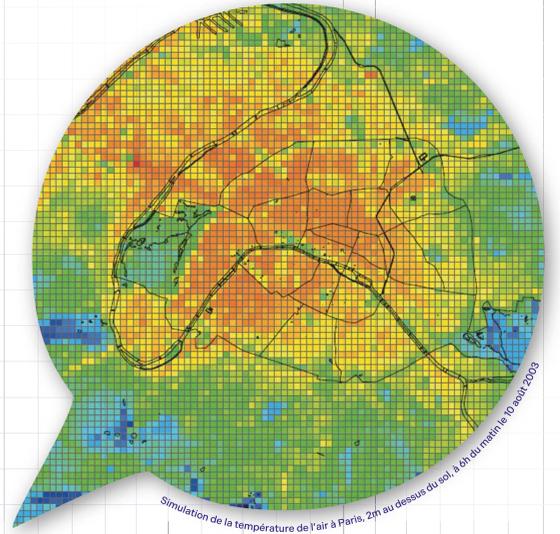
Philippe Gambette, porteur du projet "Cité des dames, créatrices dans la cité", enseignant-chercheur en informatique, laboratoire LIGM
Eleni Kogkitsidou, anciennement post-doctorante en informatique et sciences du langage, laboratoire LIGM, actuellement cheffe de projet à l'INA
Palmyre de La Touanne, attachée temporaire d'enseignement et de recherche en littérature française, Université Gustave Eiffel et laboratoire Cellf
Caroline Trotot, porteuse du projet "Cité des dames, créatrices dans la cité", enseignante-chercheuse en littérature française de la Renaissance, laboratoire LISAA

Témoignages d'Eleni et Palmyre



→ **Canicules**

Rendre les villes plus agréables en été



? Le défi

Adapter les modes de construction des villes pour limiter les effets de surchauffe urbaine.

» Le point de départ

Avec le réchauffement climatique, les canicules deviennent plus fréquentes et plus intenses et les zones urbaines sont particulièrement concernées. D'une part, la température en ville est en moyenne plus élevée que dans les campagnes alentour ; un phénomène qui s'amplifie la nuit et se nomme îlot de chaleur urbain. D'autre part, la température n'est pas la seule cause du **stress thermique**. D'autres paramètres jouent aussi un rôle : les rayons du soleil (être à l'ombre ou au soleil), la convection (y-a-t-il du vent ?), l'humidité de l'air, le rayonnement thermique des matériaux (la chaleur qu'ils dégagent), etc. Alors, comment rendre les villes plus supportables lors des chaleurs estivales ?

* Les pistes

Étudier le comportement thermique de matériaux de revêtements de voirie sous conditions caniculaires.

Transformer et rafraîchir des lieux réels, tels que les cours d'écoles.

Que font les chercheurs et les chercheuses ?

L'une des caractéristiques de ce métier, c'est la diversité des activités !

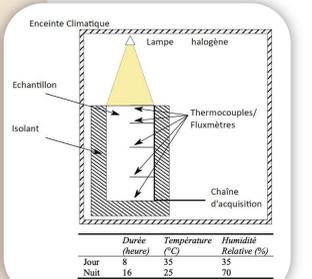
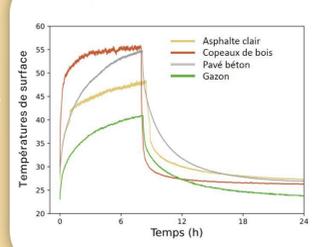
Bien sûr, mener des projets de recherche est la première occupation, mais ce n'est pas la seule. Être chercheur ou chercheuse, c'est aussi écrire des articles pour synthétiser et diffuser ses résultats, ou partir en congrès les présenter, à d'autres spécialistes du sujet dans le monde entier, lire les publications existantes pour être à jour des connaissances, former des doctorants et doctorantes, rechercher des financements, conseiller des institutions ou des entreprises, et même faire des tâches administratives. Certains et certaines donnent aussi des cours à l'université, ce sont les enseignants-chercheurs et enseignantes-chercheuses.

Les études se réalisent à plusieurs niveaux : tests en laboratoire, tests à l'extérieur dans des conditions maîtrisées et projets en conditions réelles.

Mesure de température qui prend en compte les rayonnements bi-directionnels (de chauds) des objets ou matériaux environnants ou du soleil.

☀ Les solutions

Les chercheurs et chercheuses de l'Université Gustave Eiffel réalisent des expérimentations en laboratoire pour étudier le comportement de revêtements urbains, tels que ceux des trottoirs, pour voir comment ils stockent et restituent la chaleur. Pour cela, des échantillons de matériaux sont soumis à des cycles diurnes et nocturnes qui reproduisent, grâce à une lampe halogène, les températures de l'air de jour et de nuit pendant une canicule. La température à la surface du matériau est mesurée tout au long de l'expérience : on peut ainsi comparer l'échauffement, l'inertie thermique (stockage de la chaleur) et la vitesse de refroidissement des différents matériaux. On observe que les matériaux minéraux (béton, **asphalte**) ont une forte inertie : ils restent chauds la nuit et contribuent ainsi à l'îlot de chaleur urbain. Au contraire, les matériaux à faible inertie (copeaux, gazon) s'échauffent en surface en journée mais se refroidissent très vite la nuit.



Mélange noirâtre qui recouvre les trottoirs et les routes, composé de bitume (sou du pétrole), de sable et de graviers.

Les mêmes matériaux sont ensuite testés sur des surfaces plus grandes (environ 16 m²), en extérieur, dans les conditions climatiques réelles, pour vérifier les résultats obtenus en laboratoire.

L'objectif du projet européen OASIS est de transformer les cours d'écoles pour les rafraîchir et diminuer le stress thermique des élèves. En complément de mesures en continu réalisées par une station météo fixe, une station météo mobile est déplacée à différents endroits de la cour pour mesurer la température, l'humidité de l'air, la vitesse du vent et la **température radiante**. Ces données permettent, en comparant les mesures avant/après, de quantifier les effets rafraîchissants des modifications apportées à la cour, telles que : la désartificialisation des sols (qui sont principalement de l'asphalte), la modification des matériaux, la création de zones d'ombres, l'ajout de végétaux pour augmenter l'**évapotranspiration**, etc.

Phénomène qui regroupe l'évaporation de l'eau et la transpiration des végétaux, et qui régule la température de l'air (et augmente l'humidité).



Sur la base d'échanges avec :

Martin Hendel, enseignant-chercheur en climatologie urbaine, laboratoire LIED et ESIEE Paris
Ghid Karam, docteur en physique, thèse au laboratoire LIED de 2019 à 2023

Témoignage de Martin



→ **Livraisons**

Organiser la logistique urbaine



? Le défi

Adapter la logistique urbaine pour limiter les nuisances en ville et réduire son impact environnemental.

Ensemble des activités qui organisent les mouvements de marchandises (transport et stockage) dans les villes

» Le point de départ

Si le transport de marchandises en ville est essentiel à la vitalité économique des centres-villes, il occasionne un trafic routier qui génère des nuisances sonores, des particules polluantes et du dioxyde de carbone (CO₂), contribuant au dérèglement climatique. Rien qu'en Île-de-France, environ 4 millions de livraisons et enlèvements sont réalisés chaque semaine. **Comment décarboner et organiser les flux de marchandises en ville ?**

Réduire les émissions de CO₂ liées à une activité

* Les pistes

Étudier le mouvement des marchandises en ville pour aider les mairies à mieux organiser les livraisons.

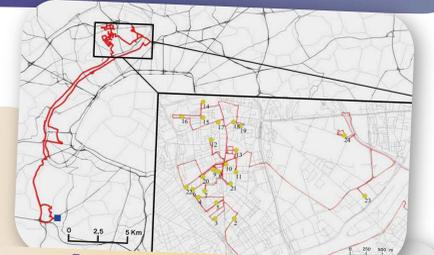
Étudier la possibilité pour les entreprises de logistique d'effectuer une partie de leurs livraisons par vélos cargo.

Véhicule à deux ou trois roues destiné à transporter des charges plus importantes

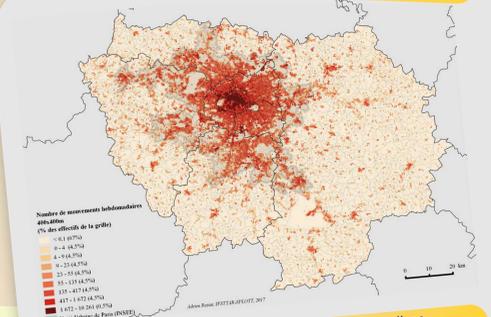
* Les solutions

Les scientifiques modélisent les flux de marchandises à l'échelle d'une ville pour avoir une représentation simplifiée de la logistique urbaine et prédire ses effets sur la pollution, le bruit, les embouteillages, les émissions de CO₂, etc. Les modèles prennent en compte de très nombreux paramètres : le type et le nombre de camions de livraison, les distances parcourues, le nombre de places de livraisons, les horaires des livraisons, les livraisons à domicile ou en point relais, etc. Lorsqu'une ville veut aménager un nouveau quartier, ou lorsqu'un acteur public veut promouvoir une nouvelle solution de livraison, les chercheurs font varier dans leur modèle différents paramètres pour voir leurs effets sur la logistique. Il est ainsi possible de conseiller les acteurs de la logistique urbaine, en leur donnant des informations utiles à leurs prises de décision.

Pour réaliser ces modèles, les scientifiques conçoivent des programmes informatiques, qui nécessitent des données de terrain. Ces données sont de différents types : statistiques publiques (faciles d'accès mais pas toujours exploitables), enquêtes par questionnaires (utiles mais coûteuses), données des entreprises (précises mais confidentielles), etc. Une grande partie du travail de recherche consiste ainsi à collecter des données pour paramétrer ces modèles.

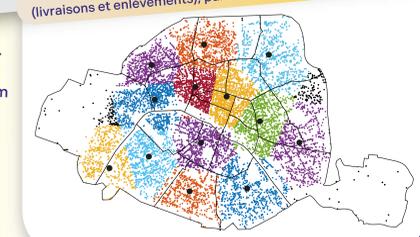


Exemple d'une tournée de livraison (en rouge) depuis l'agence (en bleu) pour livrer 24 points de livraison (en jaune)



Nombre de mouvements de marchandises (livraisons et enlèvements), par semaine, en Île-de-France

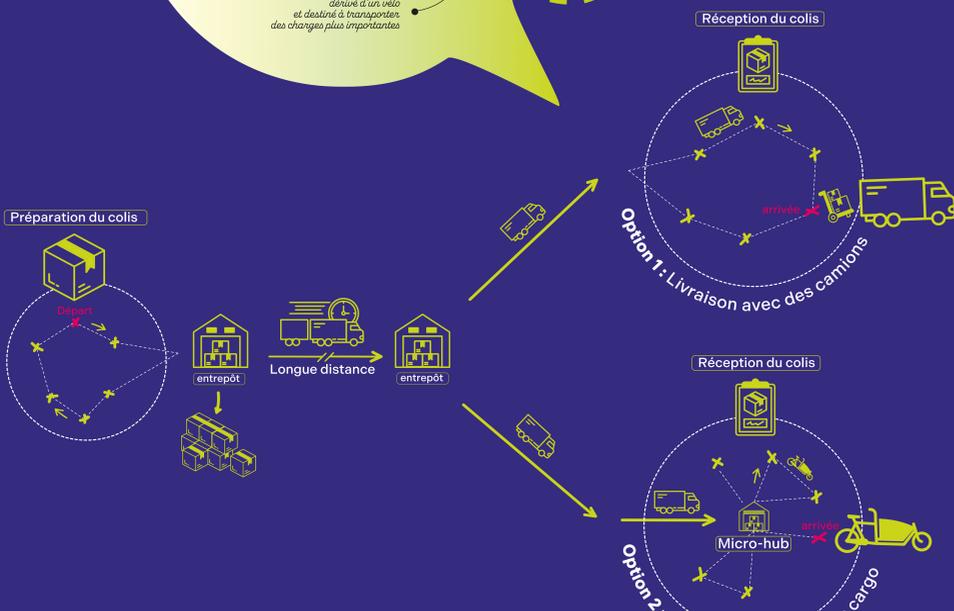
Les scientifiques de l'Université Gustave Eiffel étudient les faisabilités pratique et économique des livraisons en vélo cargo, un mode de livraison qui réduit la pollution, le bruit et la congestion. Quelles entreprises peuvent utiliser le vélo cargo pour leurs livraisons ? Dans quelles conditions est-ce possible (poids maximum des colis, relief de la ville, etc.) ? Pour répondre à ces questions, les scientifiques utilisent des données d'entreprises de logistique et comparent deux modèles : d'un côté des livraisons réalisées intégralement en camionnettes (thermiques ou électriques), de l'autre des livraisons réalisées en vélos cargo à assistance électrique à partir de micro-hubs. Ces derniers sont des espaces destinés à accueillir des marchandises en plein cœur des quartiers : les colis à livrer y sont amenés par des camionnettes et les vélos cargo viennent y récupérer les colis à livrer. L'objectif pour les scientifiques est de déterminer le nombre de livraisons à partir duquel le coût d'un micro-hub est amorti. En effet, le principal frein est le coût du loyer pour installer un micro-hub d'environ 150 m² et il n'est rentable que dans les zones denses, comme les centres-villes, où il y a beaucoup de livraisons. C'est sur ce point que les mairies ont un rôle à jouer pour aider les entreprises de cyclologistique.



Simulation de livraison par vélo cargo à partir de micro-hubs à Paris

Quelles sont les étapes d'un projet de recherche ?

La méthode scientifique, base de la recherche, est constituée d'étapes : d'abord identifier le problème, faire une hypothèse, concevoir un protocole ou une méthodologie, puis récolter des données, les analyser et enfin confirmer ou infirmer (contredire) l'hypothèse initiale. En réalité, dans la pratique, ces étapes se mélangent parfois un peu ! Selon les disciplines, les données peuvent être obtenues de différentes façons : faire des expériences, des observations, des enquêtes, fouiller des archives, lire des œuvres littéraires, concevoir un programme informatique, etc.



Sur la base d'échanges avec :

Adrien Beziat, chercheur en géographie, laboratoire SPLOTT
Antoine Robichet, chercheur en transport, Kedge Business School et Laboratoire SPLOTT

Témoignage d'Antoine



Inventons les villes et les territoires de demain
Photos : Université Gustave Eiffel - Services Diffusion des savoirs et ouverture à la société - 2024
Création graphique : livraisons@eiffel.fr • Musée - Azimut - Caroline Imparage - Impression - MPI
Credits illustrations : Université Gustave Eiffel - Adrien Beziat, Antoine Robichet
Credits photographiques : Université Gustave Eiffel - Sophie-Jeanne Epikura / Advantaphotostock



À toi de participer !

**Qu'est-ce que tu aimerais
améliorer dans ta ville
dans l'avenir ?**

Les chercheurs et chercheuses
de l'Université Gustave Eiffel,
venant de différentes disciplines,
t'ont présenté quelques sujets
de recherche.
**Qu'est-ce qui te paraît important,
prioritaire ou inspirant
pour les villes et les territoires
périurbains de demain ?**

**Écris sur un post-it
les idées qui te viennent à l'esprit !**

énergies

inclusion

végétation

pollution

transports

matériaux

ressources

canicules

gestion des risques

déchets

participation

déplacements

solidarité

biodiversité