

**LES ATELIERS**  
DE LA FONDATION  
UNIVERSITE GUSTAVE EIFFEL

**« *L'adaptation de la ville aux  
conséquences du changement  
climatique* »**



**Vendredi  
2 JUIN 2023  
14h-17h**

# Compte-rendu des 2° Ateliers de la Fondation Université Gustave Eiffel du 2 juin 2023

## Thème : adaptation des villes au changement climatique

### Introduction

Après une présentation succincte de la Fondation créée à la fin de l'année dernière, sa présidente, Michèle Pappalardo, précise les deux premières thématiques portées en priorité par la Fondation à mi 2023 :

- L'adaptation des villes et territoires aux conséquences du changement climatique, sujet pour lequel trois axes de travail ont été retenus : le rafraîchissement urbain, les réseaux et leur résilience, les inondations d'origines pluviales.
- Les enjeux liés à la transition foncière.

### Etude l'étude de parangonnage sur l'adaptation de la ville aux conséquences du changement climatique de l'IGEDD

Les 2<sup>èmes</sup> Ateliers de la Fondation consacrés à l'adaptation débutent par la présentation de « l'étude de parangonnage sur l'adaptation de la ville aux conséquences du changement climatique » par Patricia Blanc de l'Inspection Générale de l'Environnement et du Développement Durable (cf. étude [https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/014450-01\\_rapport\\_cle2e9a14.pdf](https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/014450-01_rapport_cle2e9a14.pdf)).

Cette étude a été réalisée par l'IGEDD dans le cadre de la préparation du comité interministériel sur l'adaptation au changement climatique.

Des questions sont posées notamment sur les chiffrages disponibles du coût de l'adaptation ainsi que celui de l'absence d'adaptation. Il est également mentionné que les politiques en matière d'adaptation reposent souvent sur des indicateurs de moyens mais pas de caractérisation du « résultat » (y compris en nombre de décès évités par exemple).

Il est indiqué que l'évaluation de l'action est également rendue complexe par la multitude d'actions publiques impliquées, et par le fait que certaines décisions qui ont pour objectif de développer des actions de protection peuvent s'avérer un danger potentiel lorsque la violence des événements dépasse les seuils anticipés. (Exemple des digues dimensionnées aux Pays-Bas).

La présentation du rapport de l'IGEDD et de ses préconisations provoque de nombreuses questions et des échanges, notamment sur :

- la gouvernance (articulation des contributions de chaque politique publique autour d'un ministère chargé de la coordination ainsi que la consolidation des études de risques locales (département, ville, ...),
- la méthodologie (définir une trajectoire de réchauffement et revoir systématiquement toutes les normes techniques pour prendre en compte la dimension d'adaptation),
- l'approfondissement de la différence des phénomènes affrontés par les territoires du nord comparés à ceux du sud aux effets et conséquences très

différents... ce constat pose la question de la pertinence du « découpage » administratif vs l'échelle pertinente pour traiter l'adaptation (PEACT échelle des intercommunalités),

- la nécessité de faire un focus sur la dimension sociale et le besoin d'identifier les vulnérabilités et de définir les plans d'actions (protection prioritaire des populations sensibles et vulnérables).
- l'inventaire des low-techs, opportunes et leurs degrés d'utilité ...
- des suggestions de partenariats : expérience des villes désertiques telles que Phoenix en Arizona, ou des villes et régions africaines.

## GT1 - stratégies et techniques de rafraîchissement des quartiers en ville

Mr Martin Hendel, professeur associé à l'ESIEE (école d'ingénieurs composante de l'Université Gustave Eiffel) et co-responsable de la filière par apprentissage "Ingénierie de la Transition Énergétique" assure la présentation de ses travaux sur le rafraîchissement des villes. (cf. présentation powerpoint jointe au présent CR)

En introduction plusieurs précisions sont apportées :

- distinction entre « ilots de chaleur urbain - ou ICU » et « pics de chaleur »,
- distinction entre température de l'air, température surfacique des matériaux et le stress thermique auquel les populations sont concrètement sensibles.

On distingue quatre mécanismes principaux du réchauffement urbain :

- Piégeage radiatif - absorption diurne et stockage inertiel la nuit.
- Insuffisance d'évapotranspiration qui est un processus de rafraîchissement naturel très efficace.
- Obstruction du vent par l'architecture de la ville.
- Rejets de chaleurs anthropiques en tant que production des activités humaines (climatisation, trafic, etc...)

Plusieurs propositions de travail sont examinées :

- Matériaux urbains : choix et impacts.
- Pratiques de végétalisation et conditions d'efficacité.
- Démonstrateurs réalistes : développer le retour d'expériences de ces nombreux sites urbains. La demande formulée par les participants porte sur l'analyse coût-bénéfice des différentes solutions afin de faciliter leur classement.
- Proposition de transformation urbaine avec l'aménagement d'infrastructures telles que l'évolution des parkings en forêt urbaine avec la réduction du foncier occupé par la voiture individuelle ; et les travaux de désimpermeabilisation pour les espaces densément peuplés
- Santé vs stress thermique ; Travail pour articuler les mesures avec le ressenti.
- Inventaire et priorisation des situations vulnérables - développement d'outils d'aide à la décision et transfert vers l'opérationnel.

Le Professeur Youssef Diab demande si la nature des sous-sols profonds présente un effet sensible sur le rafraîchissement urbain. Martin Hendel précise que les impacts à l'échelle de la journée sur les températures de surface sont effectifs uniquement pour des profondeurs inférieures à 30 cm.

Mr Rémy Pimpaneau de la Ville de Paris apporte des précisions sur le réseau « climespace » déployé à Paris. Ce réseau de froid évite l'installation d'une multitude de climatiseurs individuels et peu performants à l'échelle d'un bâtiment pour mutualiser la demande énergétique en une installation industrielle desservant de nombreux bâtiments dans Paris. Ces réseaux de froid urbains sont une contribution au rafraîchissement durable de la ville. Depuis le 5 avril 2022, c'est la société Fraîcheur de Paris, codétenue par les groupes ENGIE et RATP, qui a repris les activités de climespace et devenu l'opérateur du réseau de froid urbain de la Ville de Paris.

Mr Philippe Caron du CD92 exprime son grand intérêt pour ces travaux. Le programme du CD92 de réaménagement des boulevards urbains comme la réorganisation de la distribution des voies publiques, la végétalisation et la gestion de l'eau requièrent de travailler sur le temps long. Notamment afin d'avoir une meilleure compréhension des échanges thermiques entre les arbres, la fonction de l'eau et l'ensemble de l'écosystème. Les industriels peuvent faire des propositions mais ont besoin des travaux de l'Université pour ne pas se tromper.

## **GT 2 - inondations d'origine pluviales**

La présentation est effectuée par Madame Katia Chancibault chargée de recherches au Laboratoire Eau et Environnement, spécialisée sur le cycle de l'eau en milieu urbain et Mr Olivier Payrastre chercheur en hydrologie et risque inondation notamment lié aux phénomènes de crues-éclair. Mr Olivier Payrastre est directeur adjoint du Laboratoire Eau Environnement. (Se reporter à la présentation jointe au CR).

La présentation dresse un état des lieux sur la base des données inventoriées par la Caisse centrale de réassurance. Une étude de l'OCDE a évalué qu'une inondation majeure de la Seine pourrait affecter 5 millions de citoyens de la métropole francilienne et causer jusqu'à 35 milliards d'euros de dommages directs. La croissance, l'emploi et les finances publiques seraient aussi affectés...

A côté de ces inondations « fluviales » relativement bien connues, les inondations pluviales ayant pour origine le ruissellement représentent 60% des cas. Ces aléas sont d'origine naturelle - débordement de petits cours d'eau ou talveg sec - et nécessite d'adapter les zones urbaines à ces phénomènes...

Les phénomènes de crues causent des débordements de réseaux dans des zones d'aléas fréquents, le long des cours d'eau. A l'inverse, les inondations provoquées par les eaux pluviales sont souvent liées à l'infrastructure urbaine qui favorise la concentration des eaux et des populations et provoque une vulnérabilité générale. Ainsi la sinistralité causée par les crues-éclair se situe en zones urbaines à 92%. Compte tenu des évolutions estimées pour les années à venir dues au changement climatique, il convient de réduire de 35% le risque d'alea... pour stabiliser le risque au niveau actuel en 2050.

Les scientifiques travaillent sur des solutions « fondées sur la nature ». L'adaptation des villes est une combinaison des solutions vertes (fondées sur la nature), grises (technologiques) et roses (changements des pratiques).

On retrouve parmi les solutions, une adaptation au réchauffement climatique par la végétalisation pour prendre en compte l'évapotranspiration des arbres mais qui requiert un grand besoin d'eau...

Les solutions roses recouvrent : comportements des habitants, fonctionnements des collectivités, politiques de réduction des mobilités (supprimer les passages de voitures ; réduction de la consommation en eau potable ; une nouvelle organisation de la ville...). Sur ces solutions, le travail est fait avec une équipe de psychologues – pour évaluer l'impact sur la vie des citoyens.

Il est proposé de ne pas isoler les travaux sur le confort thermique de ceux sur l'inondation d'origine pluviale, afin, que la mise en place de mêmes solutions avec des regards complémentaires permette de s'assurer de les combiner pour des résultats positifs pour les deux dimensions...

Il est observé que les travaux réalisés sur ces deux thématiques ont en commun :

- de prendre des décisions en situations d'incertitude (les pluies !).
- d'anticiper ces phénomènes avec une stratégie de prise de décision (crues et ruissellement urbain) qui appelle une coopération avec les sociologues.
- de mobiliser des modélisateurs multi-agents qui intègrent les SHS.
- de conduire à prendre des solutions « sans regret ».

Proposition de pistes de travaux suggérées par le laboratoire LATTs

- La question des analyses coûts-bénéfices multi-solutions.
- L'affinement de la dimension économique.
- L'évaluation plurifactorielle des solutions.

En complément, Madame Katia Chancibault mentionne les travaux de l'Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville (IRSTV) - dirigé par Madame Béatrice Béchet directrice de recherche à l'Université Gustave Eiffel en charge de la mission Ville et Environnement - qui mène précisément des travaux de recherche sur le microclimat urbain et les transferts d'énergie afin de développer des connaissances utiles à l'évaluation de stratégies d'atténuation et d'adaptation de la ville aux effets du changement climatique.

Michèle Pappalardo rappelle que les solutions d'adaptation sont aussi souvent des solutions d'atténuation et que cette dimension « positive » doit aussi être systématiquement prise en compte. !

### **GT3 - résilience et adaptation des réseaux.**

La présentation est effectuée en duo par M. Youssef Diab, professeur des universités en Urbanisme et Aménagement de l'Espace à l'Université Gustave Eiffel et directeur scientifique de l'École des Ingénieurs de la Ville de Paris (école d'ingénieurs composante de l'Université Gustave Eiffel) et M. Nour-Eddin El Faouzi, directeur de recherche à l'Université Gustave Eiffel et professeur à l'École Nationale des Travaux Publics de l'État en ingénierie du trafic et des transports. (Se reporter à la présentation jointe au CR).

Les crises actuelles provoquent une prise de conscience et doivent conduire à modifier les manières de construire la ville avec la prise en compte des enjeux de résilience, notamment au changement climatique.

Cette adaptation concerne les villes en surface mais aussi en profondeur.

Les réseaux des villes ont deux caractéristiques principales : leur complexité et leur interdépendance. On distingue leur capacité de résistance, d'absorption, et de récupération.

Parmi les propositions avancées :

- L'utilité d'évaluer le degré de vulnérabilité du réseau qui pourrait être réalisé en appliquant un ensemble ordonné de stress tests !
- Les effets « cascades » pour identifier les logiques de vulnérabilité.
- La reconfiguration des réseaux et leur vulnérabilité à la propagation de l'impact d'une défaillance...

Pour réaliser ces propositions, il est possible de travailler avec des modèles permettant :

- un couplage de plusieurs dynamiques (simulation dynamique d'un couplage inondation vs trafic par exemple)
- une approche multi-réseaux combinant télécoms et énergie... afin de modéliser les interdépendances.

Les échanges ont porté notamment sur les sujets suivants :

- L'organisation de la gouvernance des réseaux est un sujet sensible car elle concerne la nature technique du réseau mais également son échelle spatiale - qui décide ? la ville ? la région ? la métropole ?

A titre d'exemple, la gouvernance territoriale francilienne présente une complexité technique, d'enjeu et d'organisation.

- Les acteurs opérateurs des réseaux urbains (eau, gaz, électricité, télécoms) protègent la confidentialité de leurs données ce qui vient en contradiction avec la précieuse mutualisation de l'information qui s'avère essentielle pour développer des solutions efficaces d'adaptation.

En effet, ces informations qui intéressent les performances de résilience des réseaux concernent notamment les vulnérabilités et les défaillances des réseaux. Les entreprises redoutent de partager ces données sensibles qui pourraient mettre en cause la capacité et la qualité de maîtrise de leur organisation et avoir pour conséquence de ruiner leur réputation.

Le CGDD rappelle toutefois que l'Etat exige le partage des données dès lors qu'il y a financements publics. Ainsi la BDD ETALAB collecte beaucoup de données accessibles aux chercheurs. Mais l'open data requiert des travaux de qualification des données. Les projets collaboratifs donnent un cadre favorable pour stimuler les échanges de données urbaines entre les parties avec la motivation commune d'établir la validité des modèles.

- Les stratégies d'évacuation, les stratégies de reconfiguration dynamique des réseaux en situation de crise sont des composantes essentielles du travail de résilience des villes.

A titre d'exemple, la conception résiliente des réseaux des villes – notamment vis-à-vis de leur interdépendance pourrait prévoir : la mutualisation des services, le freinage des métros pour éclairer une gare, etc...

Le laboratoire LATTIS propose de travailler l'aspect organisationnel (aspects formels et informels) de la gouvernance des réseaux. En particulier, les réseaux nationaux autrefois centralisés évoluent vers des systèmes distribués : le système électrique fondé sur la production nucléaire centralisée évolue avec la production plus décentralisée des énergies renouvelables ; la récupération des eaux de pluies par les citoyens s'organise...

En outre, la proposition de réaliser une plateforme de données permettant de réunir des événements documentés, de collecter les expériences, de documenter les données ... permettrait de partager la connaissance pratique avec la communauté des territoires sur la résilience et l'adaptation.

Une voie prochaine prometteuse est l'exploitation des jumeaux numériques pour comprendre et analyser l'interaction avec les réseaux et stimuler une action coordonnée entre les collectivités et les grandes entreprises. En outre, une profusion de nouveaux services est attendue ce qui nécessite de circonscrire le risque de l'interopérabilité. Aujourd'hui un des supports naturels du nexus urbain passe par l'énergie.

Le concept de « *résilience as a service* » est également évoqué. Le modèle économique raisonnable consisterait à mutualiser les coûts entre les différents opérateurs. L'intérêt d'une bonne connaissance des coûts de l'adaptation est à nouveau mentionné. L'étude OCDE sur les impacts économiques des sécheresses est citée en exemple.

Un sujet d'étude est proposé : coupler les dynamiques des crues avec les dynamiques de la mobilité et évaluer les impacts sur la qualité de fonctionnement des réseaux mais aussi sur l'élaboration des solutions à mettre en œuvre pour adapter la ville !

La mobilisation des laboratoires SHS est sollicitée pour notamment étudier comment communiquer en situation de crise pour induire des comportements qui visent à diminuer les conséquences de la crise.

Pour soutenir l'élaboration des plans risques comme des plans vulnérabilités, les attentes portent désormais sur :

- l'identification des solutions possibles
- la qualification des solutions (exemple : questions techniques de raccordement aux réseaux de chaleur ; poids de la terre sur les toitures ; repeindre les toitures haussmanniennes ; ...).
- le besoin d'évaluer ces options en termes de pertinence, de coût et de facilité de mise en œuvre.

Cela renvoie à la plateforme - « adaptaville » récemment développée par l'Agence parisienne du Climat.

# LES ATELIERS

DE LA FONDATION  
UNIVERSITE GUSTAVE EIFFEL

## Une question ?

Contactez :  
dominique.fernier@  
univ-eiffel.fr  
+33 6 86 05 93 61

Fondation Université Gustave Eiffel  
Bâtiment Bienvenue - Bureau n° B344  
14-20 Boulevard Newton - Champs-sur-Marne  
77447 Marne-La-Vallée Cedex 2

[univ-gustave-eiffel.fr/luniversite/nous-soutenir/la-fondation](http://univ-gustave-eiffel.fr/luniversite/nous-soutenir/la-fondation)

