



# Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives  
de recherche

**24 & 25 septembre 2024**

CENTRE DE COLLOQUES  
DU CAMPUS CONDORCET  
Aubervilliers





# Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche



## REHA-PARCS

Aide à la décision interactive pour la réhabilitation de parcs de bâtiments

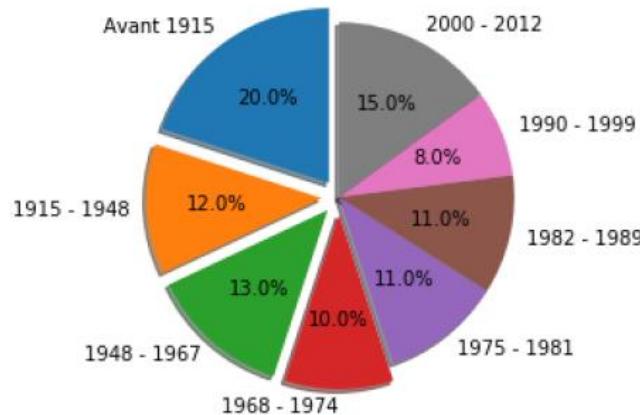
2016-2020

Foucquier Aurélie, CEA LITEN

I2M, ARMINES, CEA LITEN, CSTB, LOCIE, OTEIS

# Contexte – Enjeux - Objectifs

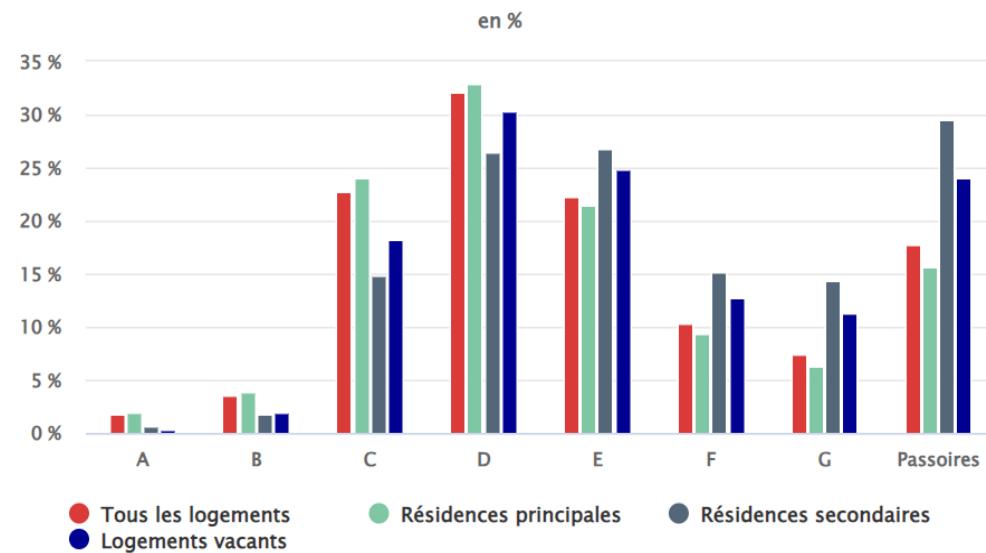
Date de construction du parc résidentiel français



Données : Pouget et al., Programme Rage. Analyse détaillée du parc résidentiel existant. 2017.

- Contexte : parc français de logements vieillissant avec une faible performance énergétique
- Public visé : gestionnaire de parcs privés et publics

Répartition des étiquettes DPE du parc de logements au 1er janvier 2023



Notes : passoires = logements classés F ou G ; Statut d'occupation au 1<sup>er</sup> janvier 2021.

Sources : Fidéli 2021 ; base des DPE octobre 2022-mars 2023 de l'Ademe. Calculs SDES

- Enjeu du projet : mettre en œuvre des procédés, des méthodes d'analyse et d'actions pour rendre attractive, crédible, plus facile et efficace l'approche de rénovation des parcs de bâtiments existants.

## Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche

# Contexte – Enjeux - Objectifs

- Objectif :
  - Développer des méthodes ou des outils capables de s'adapter aux évolutions des contextes économiques, énergétiques, législatifs, tarifaires et techniques.

- Critères principaux :

- Consommation énergétique



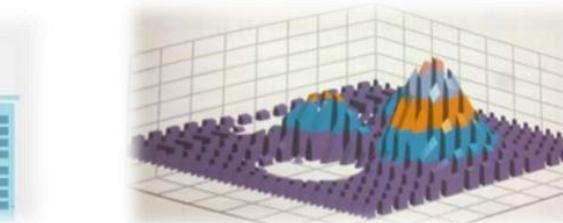
- Coût financier



- Articulation du projet autour de 3 briques techniques



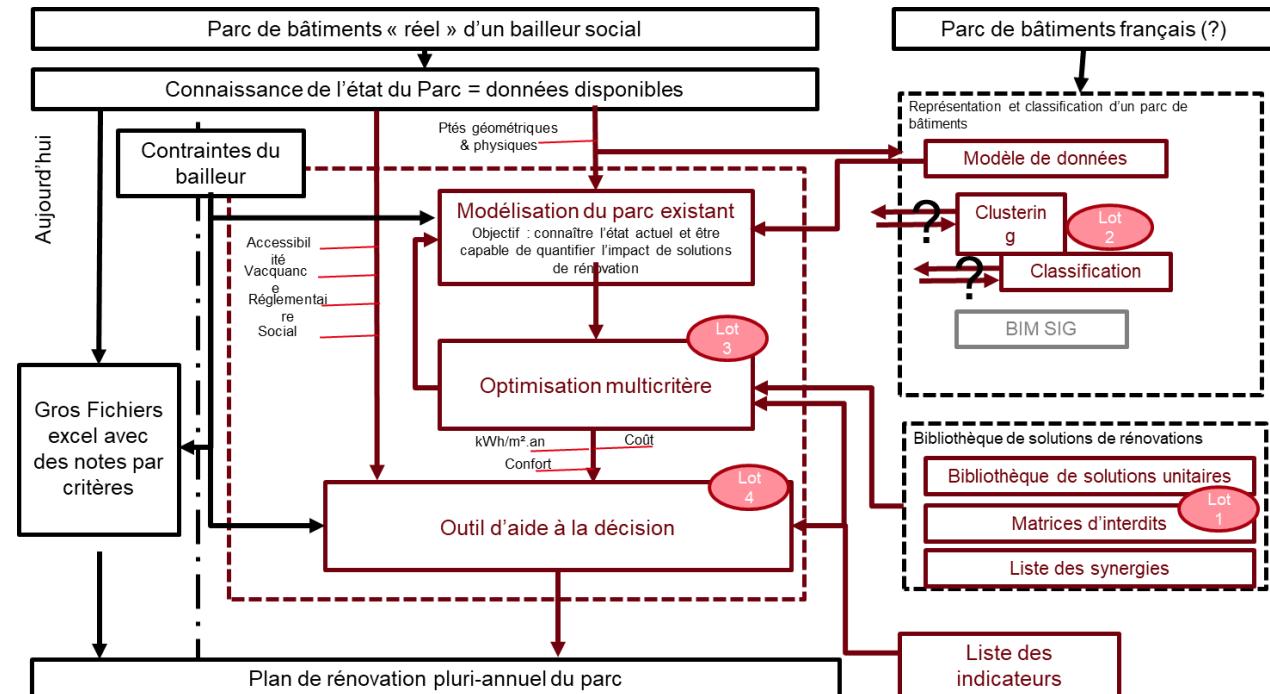
Modélisation  
de parcs



Optimisation  
combinatoire



Aide multicritère  
à la décision



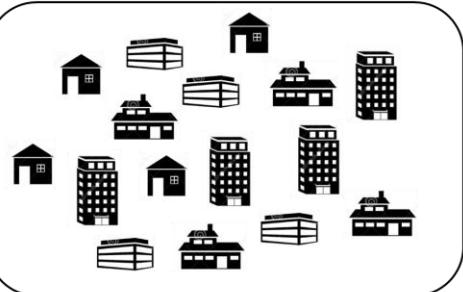
## Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche

# Résultats : Modélisation d'un parc de bâtiment - Clustering et classification

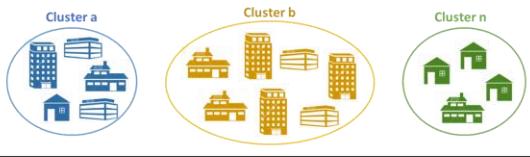
- Objectifs

Database in the decision space

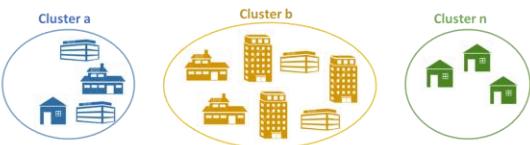


Step 1 : features selection in the decision space

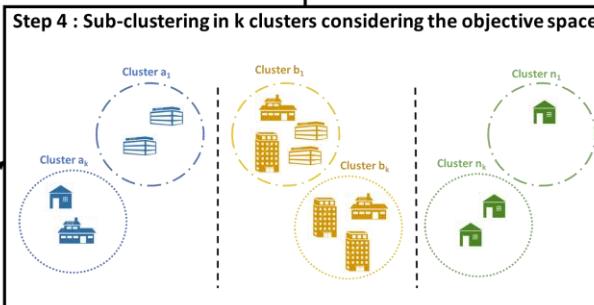
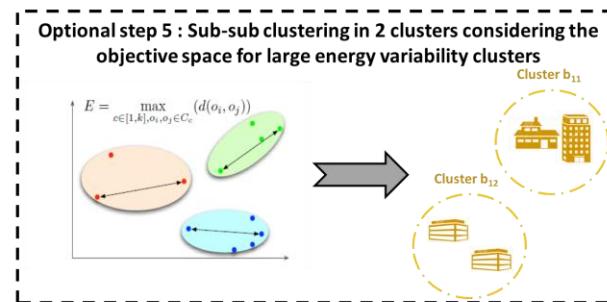
Step 2 : Clustering in n clusters considering the decision space



Step 3 : Removing outliers considering the building type

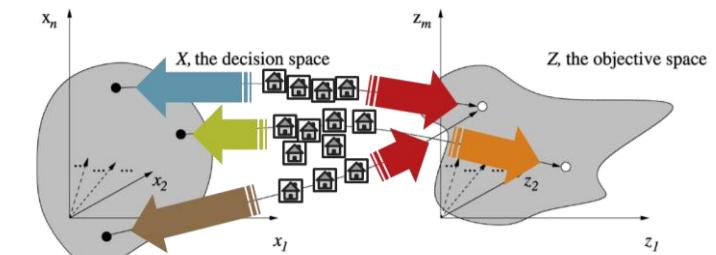


- Modéliser un parc de bâtiments en définissant quelques bâtiments représentatifs par segmentation
- Permettre la reconnaissance automatique de bâtiments par rapport aux segments identifiés



- Méthode employée

- Clustering → regrouper entre eux les bâtiments similaires en considérant un nombre important de segments (gestion de l'aspect multi-dimensionnel)
- Segments définis dans 2 espaces
  - Décisions
  - Objectifs



- Cas d'étude :

- Un parc virtuel (non représentatif du parc réel) de 10 000 bâtiments réduit à 60 bâtiments représentatifs

Fouquer A., Rivallain M., Agapoff S., Boisson P., Lee Y. (2019) Clustering as a simplification tool for the decision-making process on building stock renovation. *Building Simulation Conference Proceedings*, vol 5, p. 3618-3627

## Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche

# Résultats : Optimisation multi-critère

- Objectifs

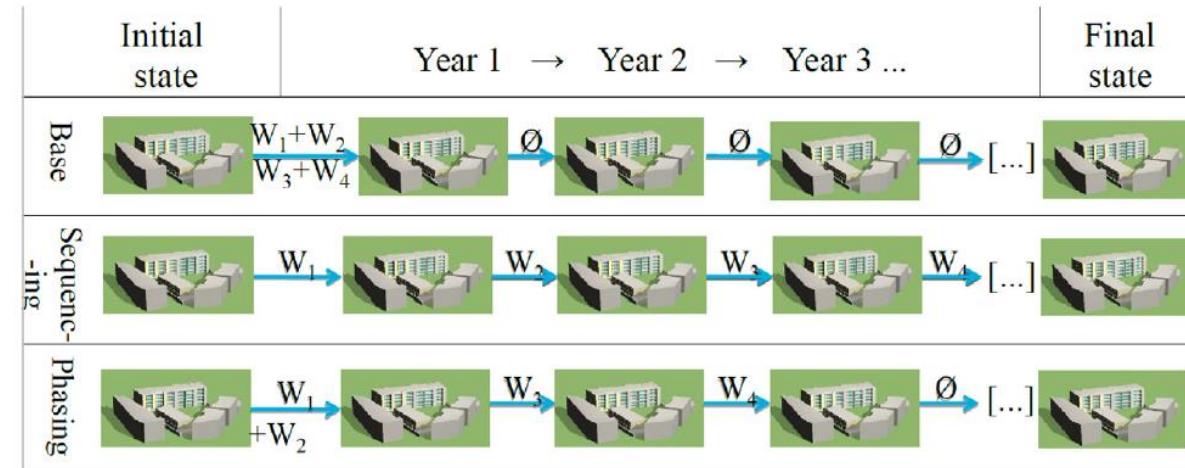
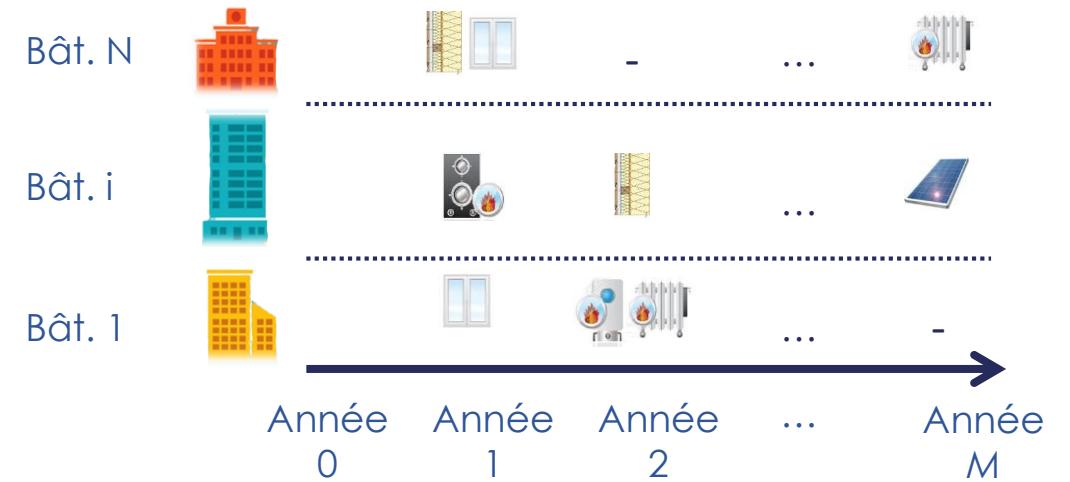
- Identifier **des** séquences de rénovation optimales pour la réhabilitation d'un parc de bâtiments
- Prioriser les actions de rénovation dans le temps et dans l'espace

- Méthode employée

- Optimisation mathématique : algorithme génétique
- Adaptation d'une plateforme de simulation
  - Traiter plusieurs bâtiments à la fois : **Multi-Bâtiment**
  - Prendre en compte un plan de financement pluriannuel : **Multi-Contrainte**
  - Gérer le séquençage des travaux dans le temps : **Multi-Année**

- Cas d'étude :

- Parc d'un bailleur en banlieue parisienne



$W_i$  : elementary retrofit action on one part of one building (e.g. changing windows of building  $i$ )  
Ø : no action carried out this year

Pannier M.-L., Recht T., Robillart M., Schalbart P., Peuportier B., Mora L. (2021) Identifying optimal renovation schedules for building portfolios: Application in a social housing context under multi-year funding constraints. *Energy and Buildings*, vol. 250, article number 111290

Merlet Y., Rouchier S., Jay A., Cellier N., Woloszyn M. (2022) Integration of phasing on multi-objective optimization of building stock energy retrofit. *Energy and Buildings*, vol. 257, article number 111776

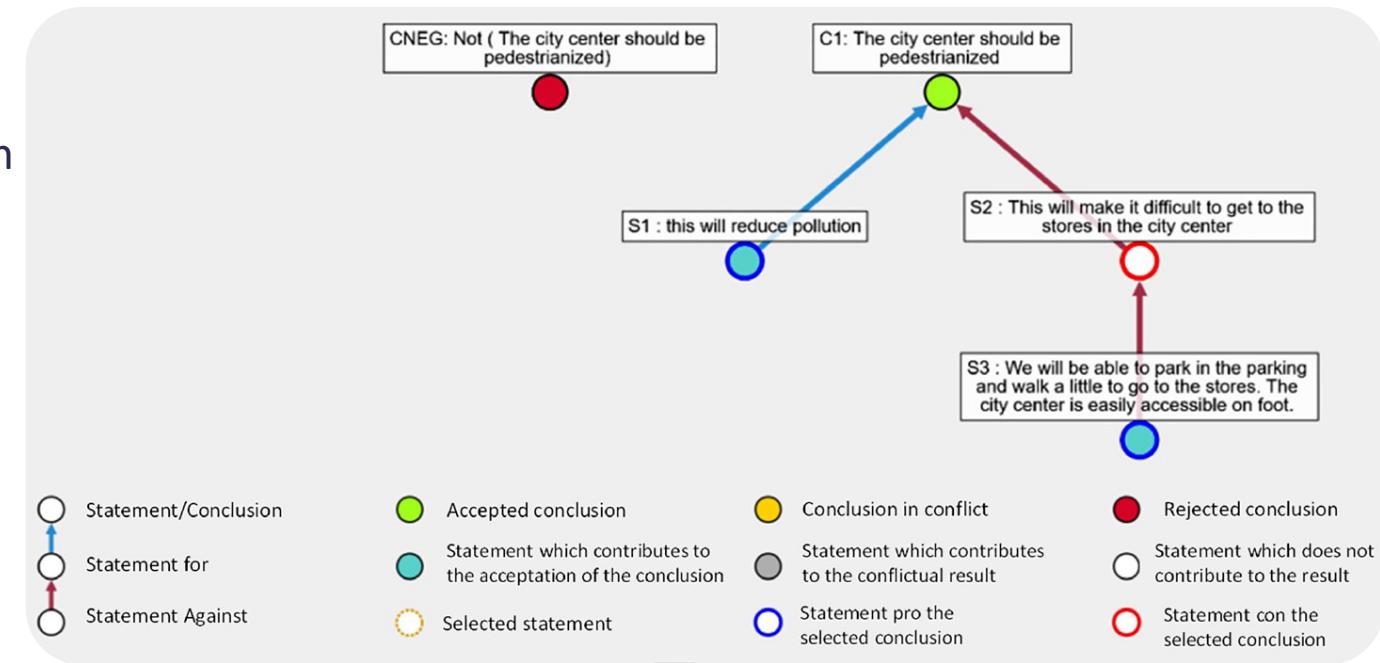
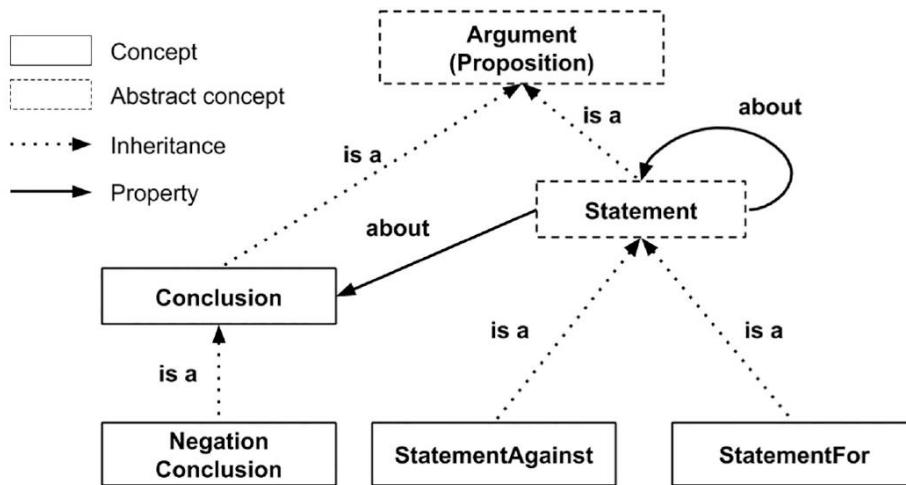
## Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche

# Résultats : Aide à la décision interactive

## • Objectifs

- Permettre aux parties prenantes de formaliser le problème de décision en prenant explicitement en compte les diverses opinions exprimées et en assurant leur traçabilité.
- Permettre de mieux appréhender les enjeux et faire un choix éclairé parmi les scénarii de travaux à engager à court terme tout en s'inscrivant dans un programme de réhabilitation à long terme.



- Système d'argumentation abstrait et méthodes d'aide à la décision multicritères
- Implémentation d'une application web

Delhomme B., Taillandier F., Abi-Zeid I., Thomopoulos R., Baudrit C., Mora L. (2022), An interface between natural language and abstract argumentation frameworks for real-time debate analysis. *Decision Support Systems*, vol. 154, article number 113694

## Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche

# Conclusions et perspectives



## Perspectives

- Changement d'échelle → Adaptation de ce travail au parc français
  - Représentativité statistique du parc absolument nécessaire

- Reconstitution des statistiques du parc français via la BDNB (Base de Données Nationale des Bâtiments) développée et mise à disposition par le CSTB
  - Usages divers



- Élargissement de l'étude à d'autres critères d'actualité



Gain énergétique entre avant et après travaux



Nombre d'heures d'inconfort + degrés-heures d'inconfort



Émissions de CO<sub>2</sub> éq. pour le chauffage

## Les défis de la ville en transition

Bilan & perspectives de recherche