

Université 2020

Le numérique au service de l'environnement

lab
recherche
environnement

VINCI | PARISTECH



Bruno Peuportier

Directeur de recherche
MINES ParisTech

10.11

Apport du numérique pour l'écoconception des bâtiments

| Université 2020 – Le numérique au service de l'environnement, Novembre 2020



Introduction

Directive 2018/844/UE sur la performance énergétique des bâtiments : fin 2020 (2018 bâtiments publics) consommation « quasi nulle » couverte « dans une très large mesure » par des sources renouvelables -> RE 2020

Loi énergie climat : rénover les bâtiments les moins performants avec un seuil de consommation imposé à l'horizon 2028 (2033 pour les copropriétés en difficulté)

Rénover le reste du parc -> objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 fixés par la loi de Programmation fixant les Orientations de la Politique Énergétique (POPE)

Loi de transition énergétique pour la croissance verte -> normes « bâtiment basse consommation » pour l'ensemble du parc de logements à l'horizon 2050

-> exigences de performance élevées pour tous les projets, neuf et réhabilitation

Le numérique peut faciliter cette transition, proposition d'un workflow

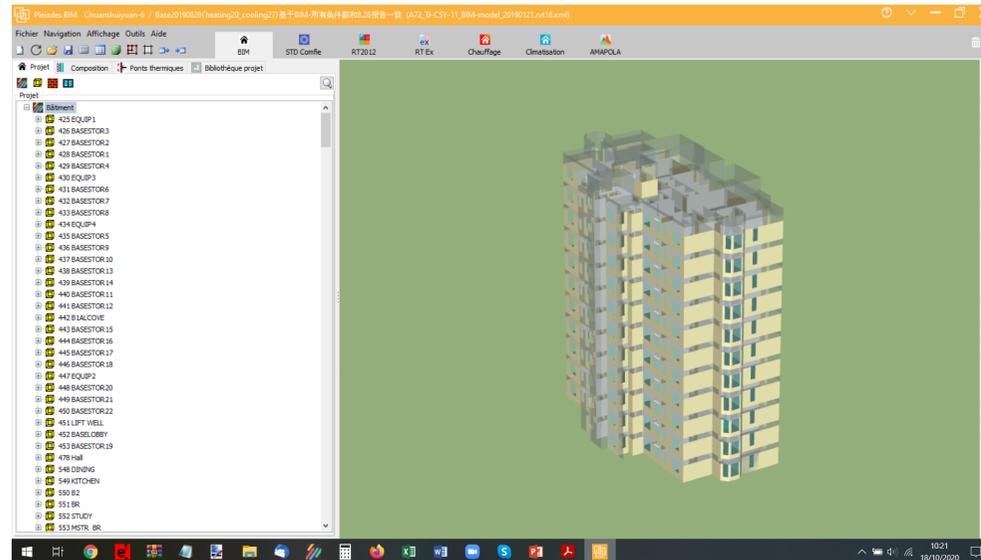
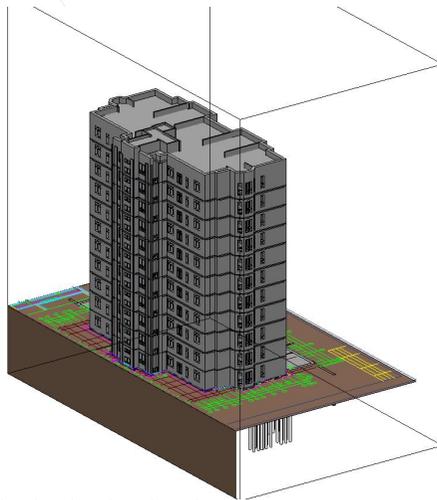


Réalisation d'une maquette BIM par l'architecte, voire l'urbaniste

Pré-requis

Définition de pièces (volumes), et la définition des parois (murs, planchers, toitures...) comme limites de pièces

Préférable d'associer des noms de compositions aux parois et des noms de menuiserie aux portes et fenêtres



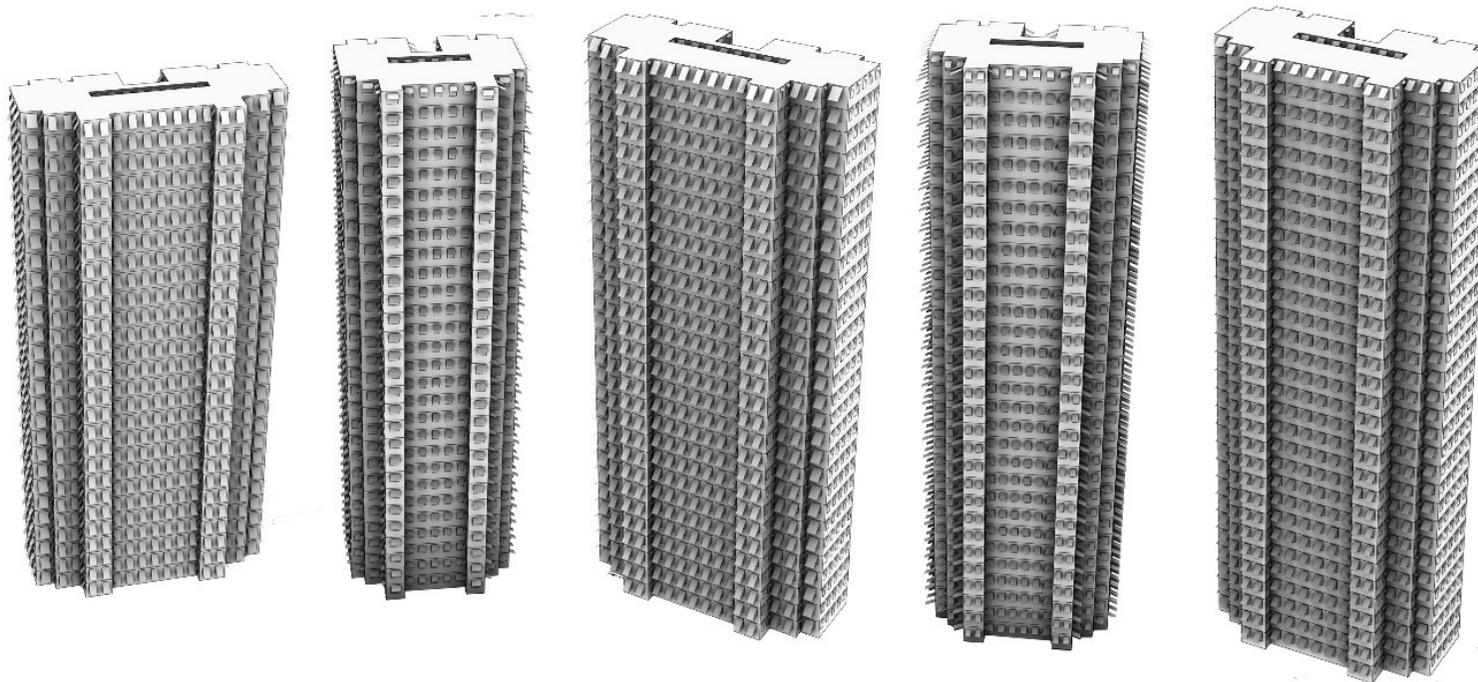
Format gbXML
ou IFC4



Possibilités en design paramétrique

Génération de variantes, puis export des maquettes

Exemple : rhino+grasshopper





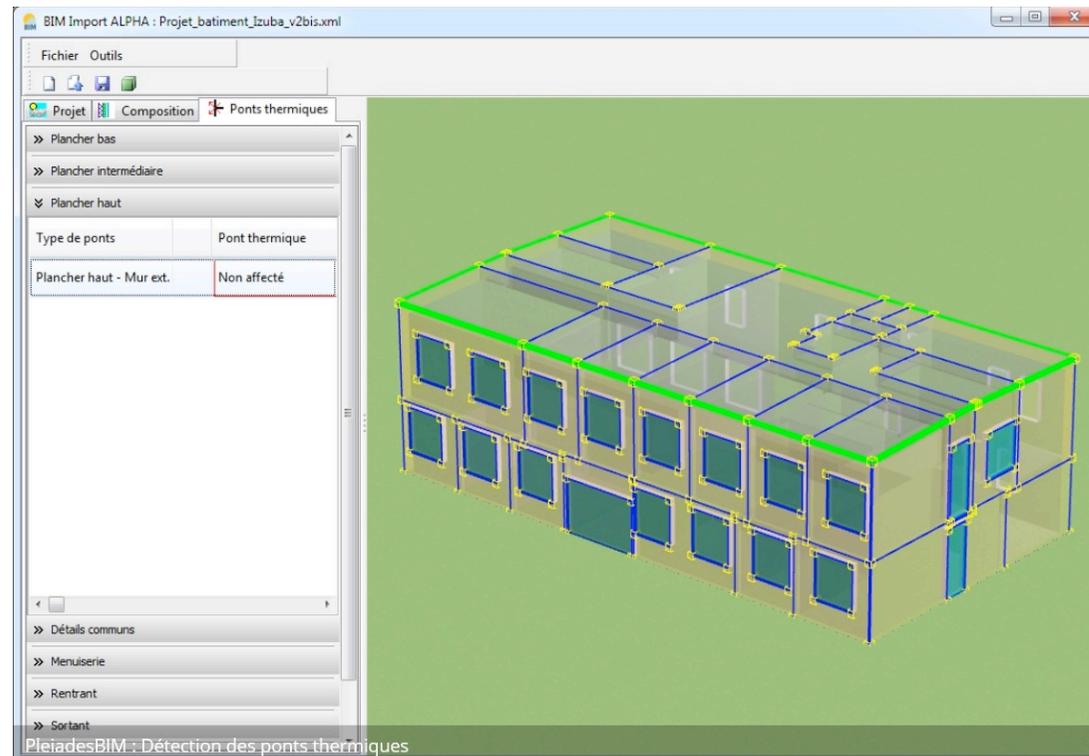
Import de la maquette par le BE

Renseignements supplémentaires pour les calculs énergétiques (ponts thermiques, scénarios d'usage, équipements...) et pour l'ACV (matériaux, durées de vie, eau...)

Exemple : Pleiades BIM détecte

Les ponts thermiques à renseigner

Calculs réglementaires





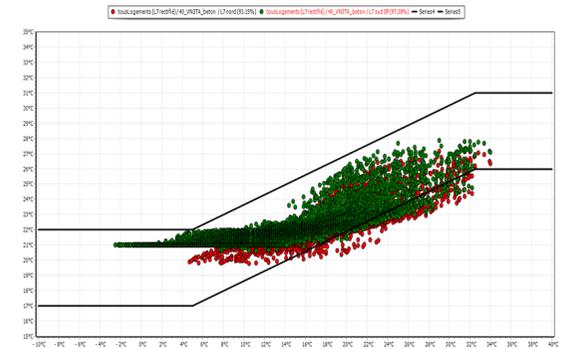
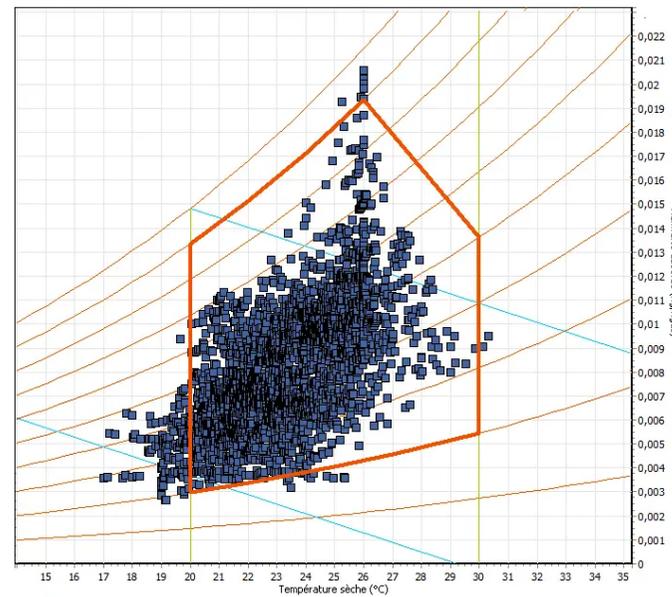
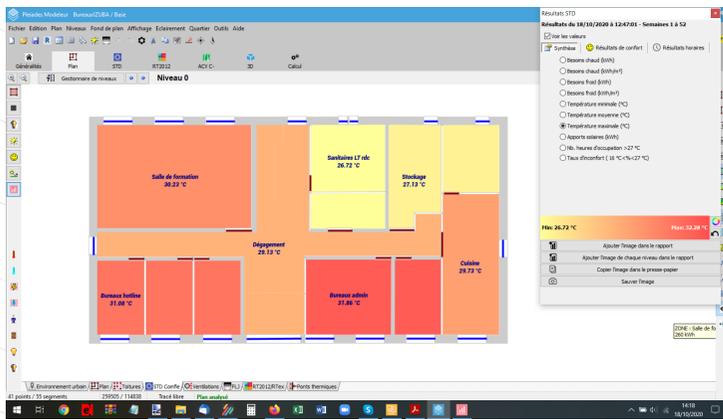
Evaluation du projet, confort

Thermique, éclairage, qualité de l'air

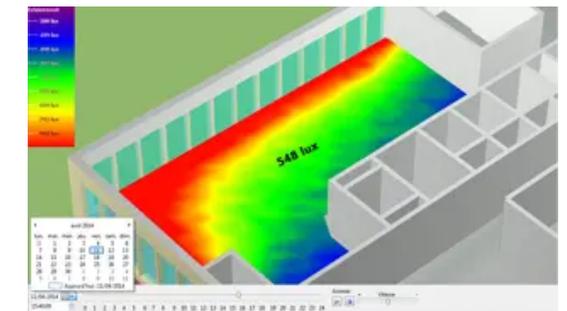
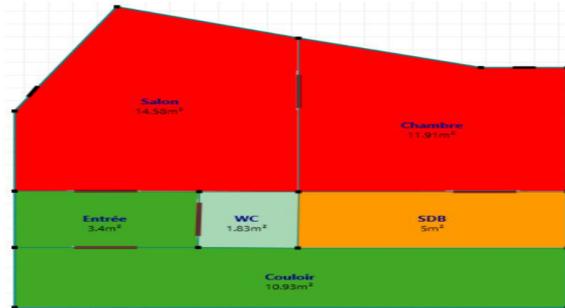
Exemple : confort thermique

diagramme de Givoni

Confort adaptatif



Qualité de l'air



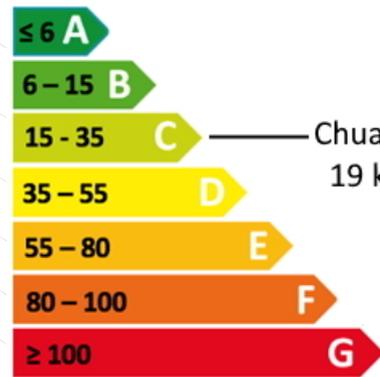


Evaluation du projet, impacts ACV

12 indicateurs environnementaux : CO₂, santé, biodiversité...

Comparaison à des niveaux de référence

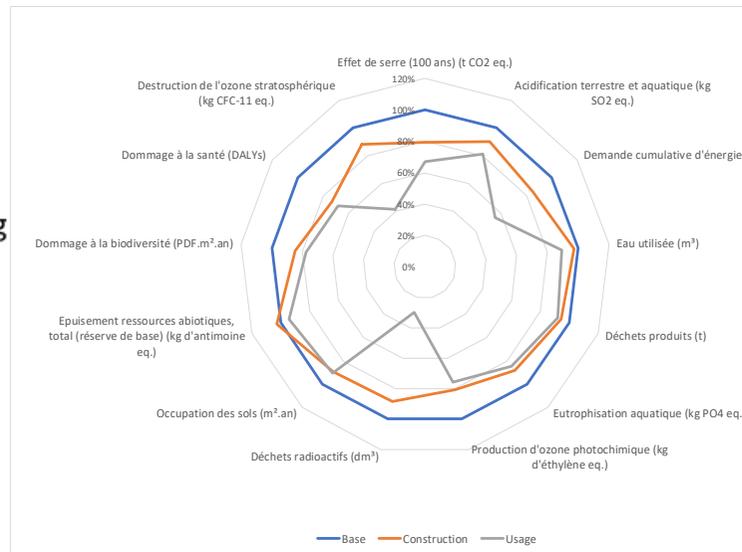
High environmental performance



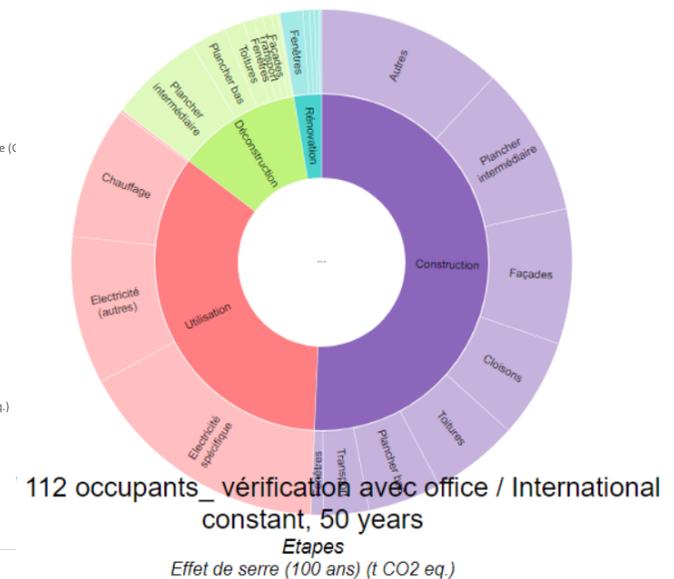
Chuanshuiyuan building
19 kg CO₂/(m².year)

Low performance

Comparaison de variantes



Analyse de contribution





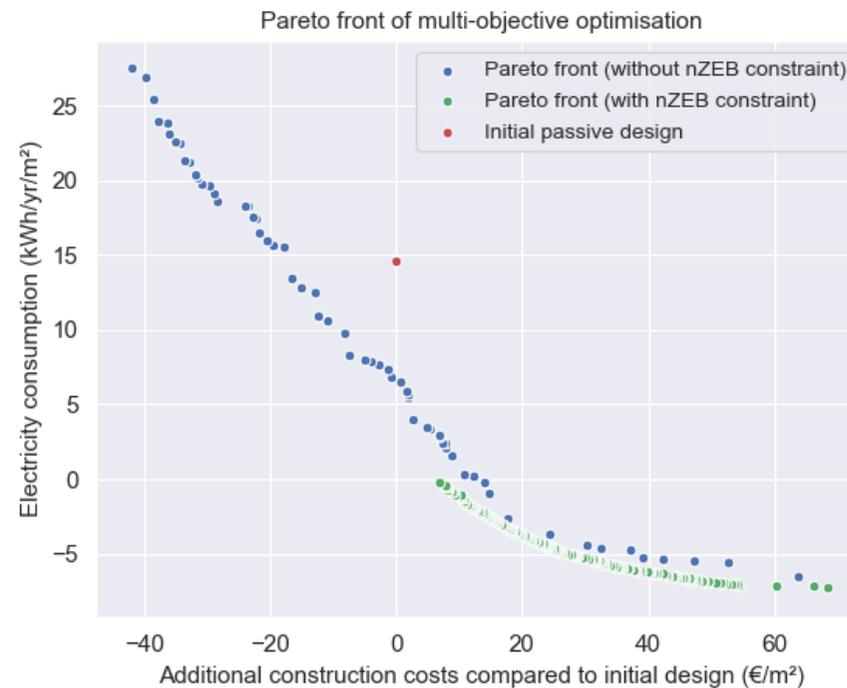
Optimisation du projet par le BE et/ou l'entreprise (dialogue compétitif)

Réduction des coûts et amélioration des performances

Bilan énergétique, confort thermique, éclairage, qualité de l'air, environnement

Algorithme génétique

AMAPOLA



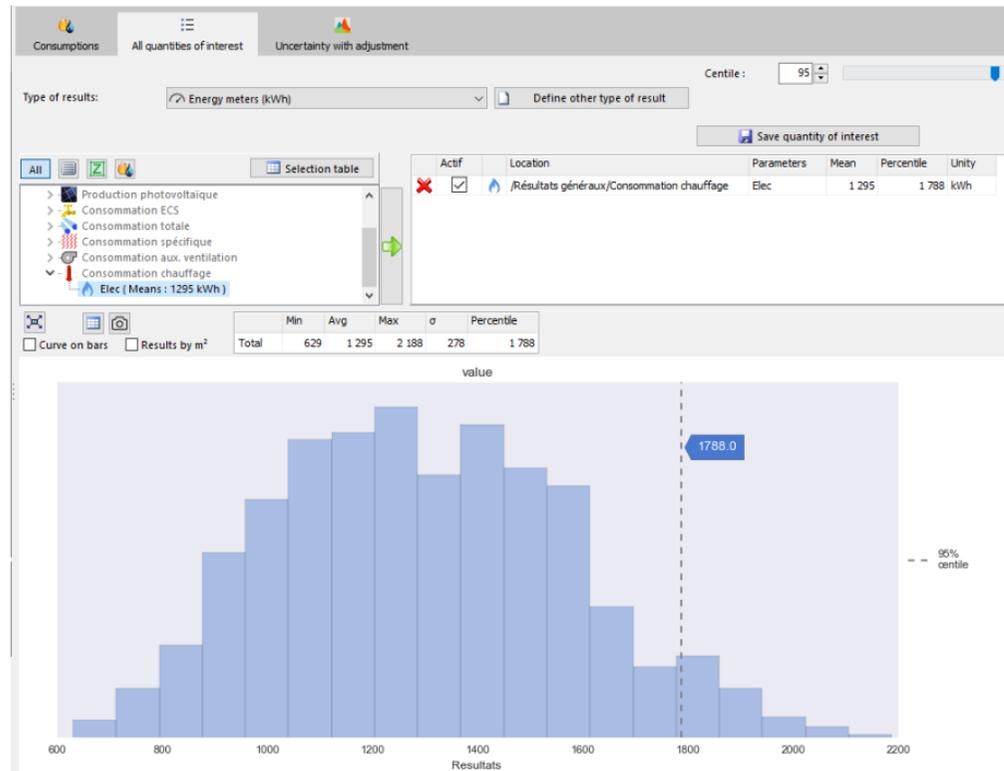


Evaluation d'un niveau de performance garanti par l'entreprise

Maximiser la performance en maîtrisant le risque par un calcul d'incertitude

Méthode de Monte Carlo

Amapola





Utilisation de la maquette en phase chantier

Améliorer l'efficacité et la sécurité

Adaptations de la maquette si certains éléments ont été modifiés lors de la réalisation



Vérification de la performance

Ajustement d'une consommation en fonction des conditions réelles d'utilisation

Loi d'ajustement

AMAPOLA

Consumptions All quantities of interest Uncertainty with adjustment

Uncertainty with adjustment Centile : 95

Performance guarantee Consumption (kWh) Mean : 1295 kWh Centile : 1788 kWh

Adjustment variables

Name	Mean	Percentile	Unity
Degree-hour (°C.h)	84 716	92 797	°C.h

Performance guarantee with adjustment variables

$$\text{Garantie (x \%)} = \text{Performance de référence} + \sum_{k=1}^n \text{Coefficient}_k \left(\frac{\text{Mesure}_k}{\text{Référence}_k} - 1 \right)$$

Consumption (kWh) Performance Reference : 1485 kWh Guarantee : 1480 kWh

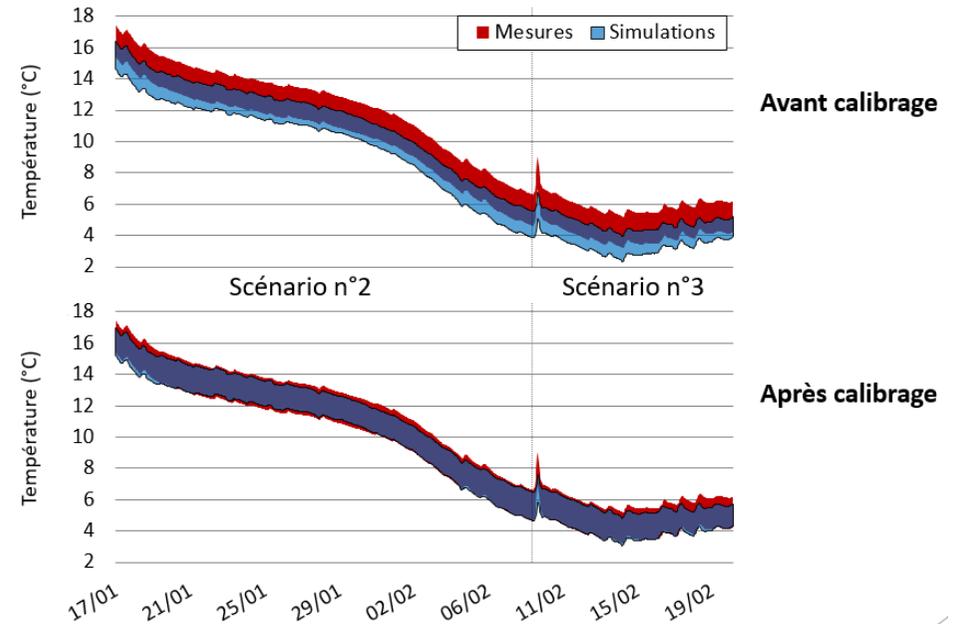
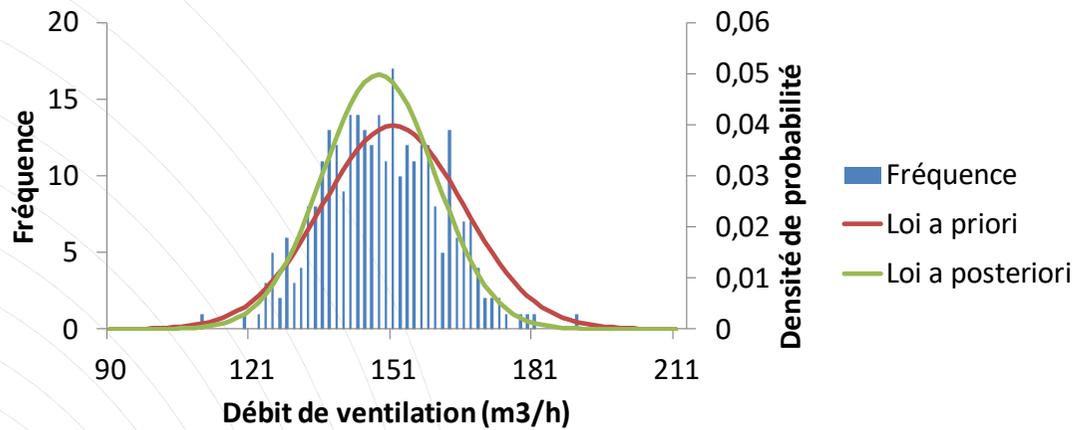
Name	Coefficient	Reference	Unity	Metering (alterable)
Degree-hour (°C.h)	4713	84 803.5	°C.h	84 716



Calibrage de la maquette

Affiner la maquette en tirant parti de mesures

Calibrage bayésien

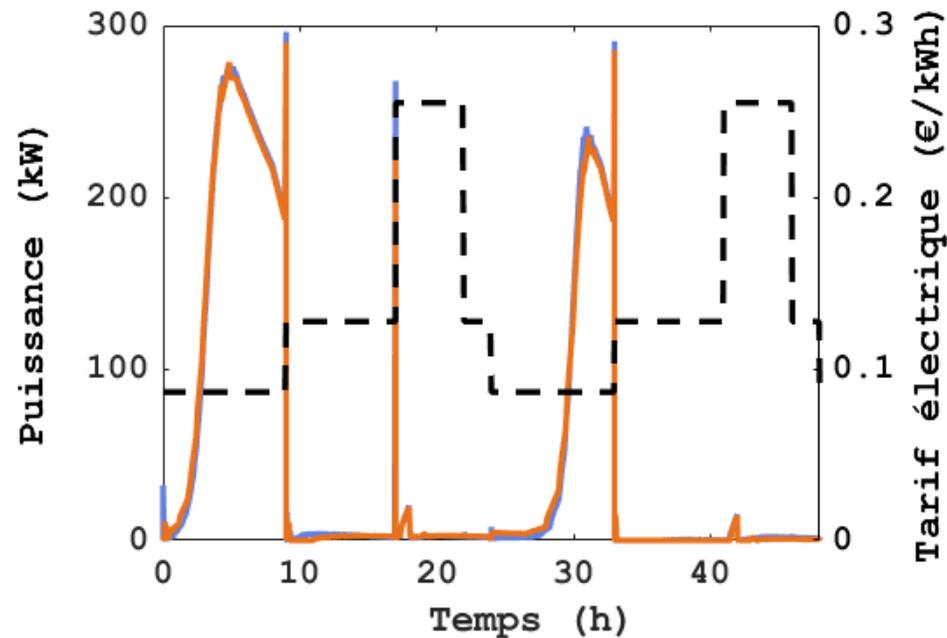




Optimisation de la gestion en exploitation

Utilisation en exploitation pour optimiser la stratégie de gestion (contrôle-commande)

Exemple : minimisation de la consommation d'électricité en période de pointe

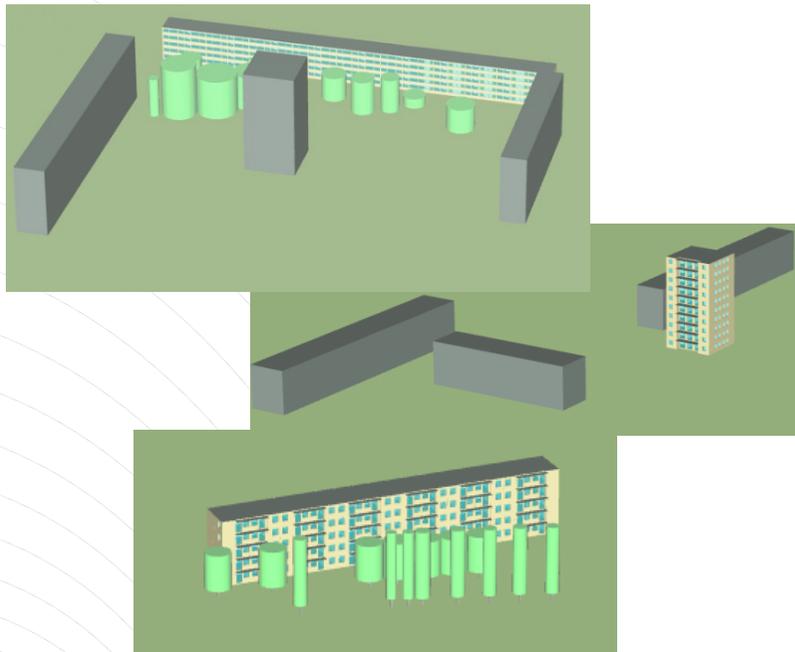




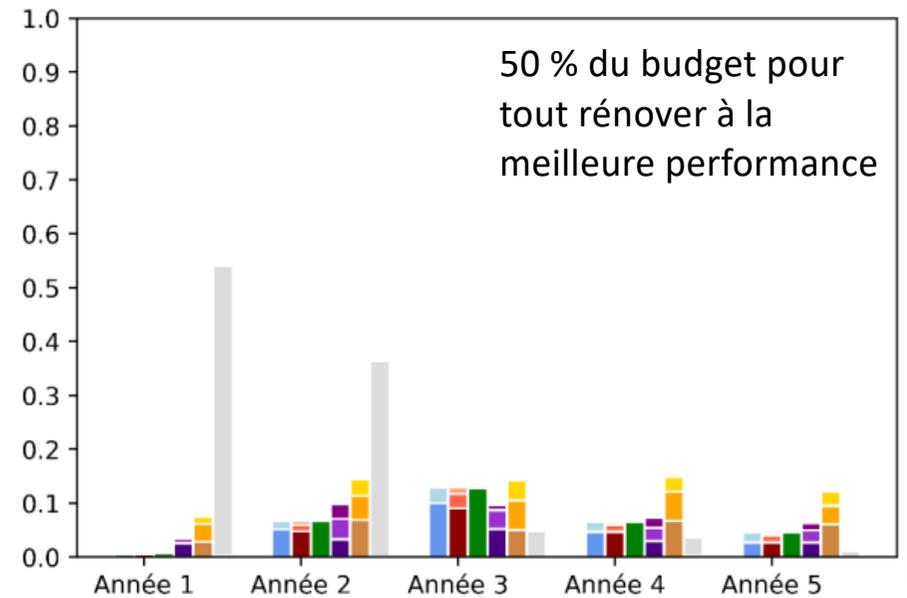
Utilisation de la maquette en réhabilitation

Comparaison de variantes, optimisation, garantie...

Exemple : réhabilitation d'immeubles HLM à Montreuil



- Ventil SF
- Ventil DF
- Mur CITE
- Mur RT2012
- Mur Enerphit
- Enduit
- Bardage
- Sol CITE
- Sol RT2012
- Sol Enerphit
- Toit CITE
- Toit RT2012
- Toit Enerphit
- Light
- Prod Gaz
- RCU





Conclusions et perspectives

Avantages et limites actuelles de l'usage de maquettes num.

Gain de temps, ne remplace pas l'expertise

Intérêt de la conception intégrée, associant architecte, ingénieur et entreprise dès les phases amont

Perspectives en termes de recherches

Optimisation à l'échelle du projet urbain, mieux tirer parti ces capteurs connectés (calibrage), stratégies de gestion intégrant la production d'énergie renouvelable, liens entre qualité de l'air et ACV