

Bâtiments et énergie : bilan de 10 ans de transition et perspectives

Bruno PEUPORTIER, MINES ParisTech



Amélioration rapide de la performance des bâtiments

Retard en 2000, amélioration modeste en 2005, BBC en 2012, énergie positive et ACV en 2020 ?, contrainte carbone, autres impacts ?

Neuf mais aussi réhabilitation à basse consommation (construction neuve sur un an = 1% du parc existant), investissements très lourds

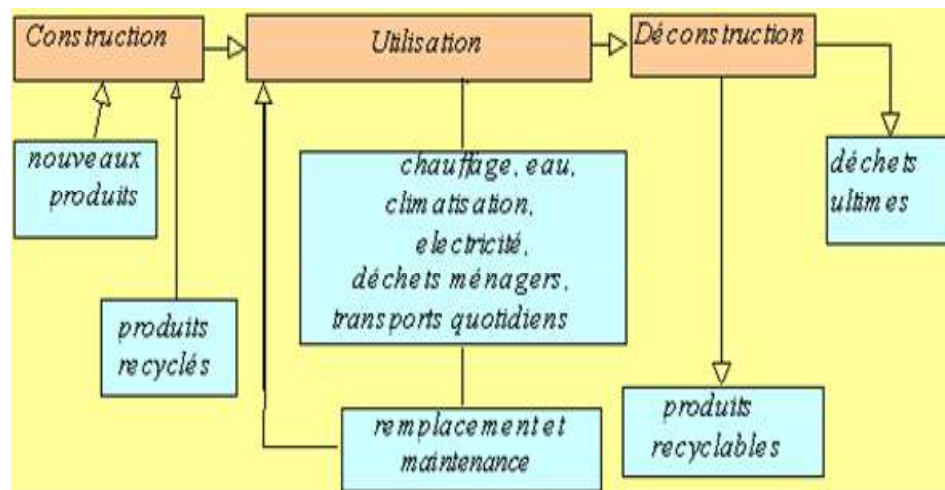
Demande émergente : garantie de performance énergétique

Lien entre bâtiments et réseau électrique : bâtiment = 2/3 de la consommation, chauffage électrique -> pointes en hiver (de 40 000 MW en été à 100 000 MW en pointe), importance de la gestion (« smart »)

-> forte pression sur l'ingénierie, amélioration des compétences, innovation

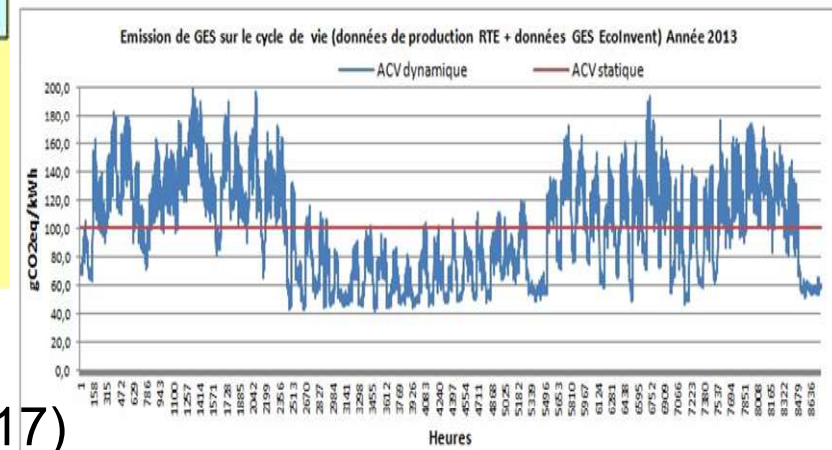
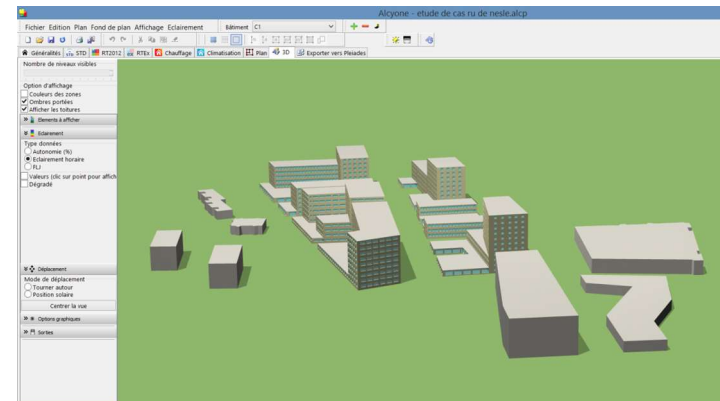
- Prendre en compte les aspects environnementaux dès la conception et sur le cycle de vie des ouvrages
 - Préservation des ressources (énergie, eau, matériaux, sol),
 - Protection des écosystèmes, au niveau planétaire (climat, ozone), régional (forêts, rivières...), local (déchets ultimes, qualité de l'air...)
 - Liens environnement-santé

Modélisation d'un projet urbain
(bâtiments, espaces extérieurs, réseaux)



3 thèses : ACV dynamique (2011),
conséquentielle (2016), incertitudes (2017)

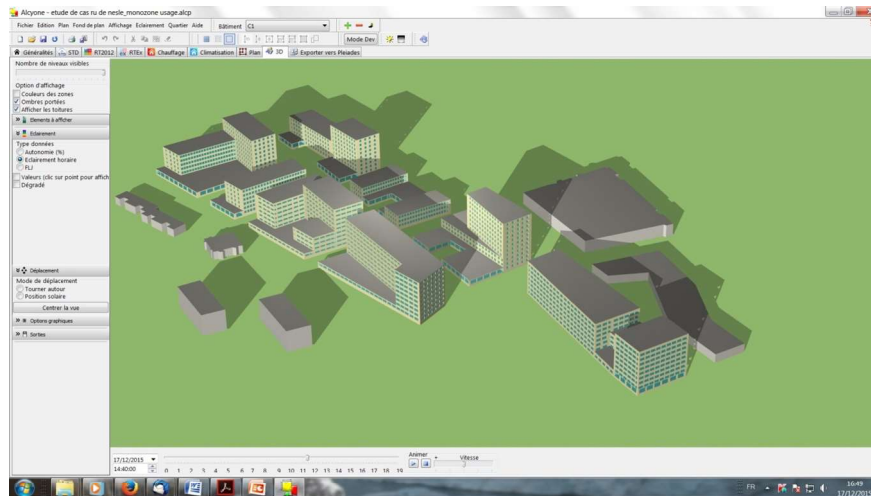
- Indicateurs environnementaux (énergie, eau, déchets, CO₂, santé...)
- Aspects prospectifs avec le CMA



- Logements (haussmannien, HLM, énergie positive)
- Bureaux
- Projets urbains



Bois ou béton



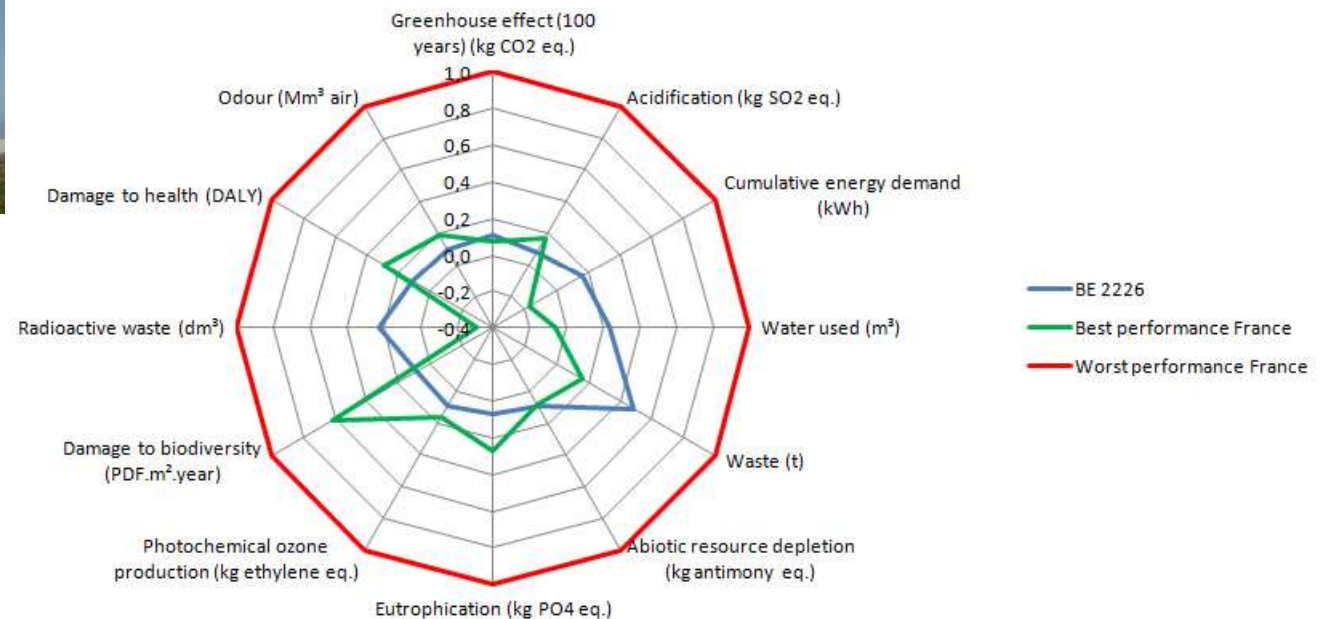
Chauffage gaz, électricité et bois -> intervalles de performance 10 à 120 kg CO₂/m²/an

Exemple, bâtiment autrichien « be2226 »



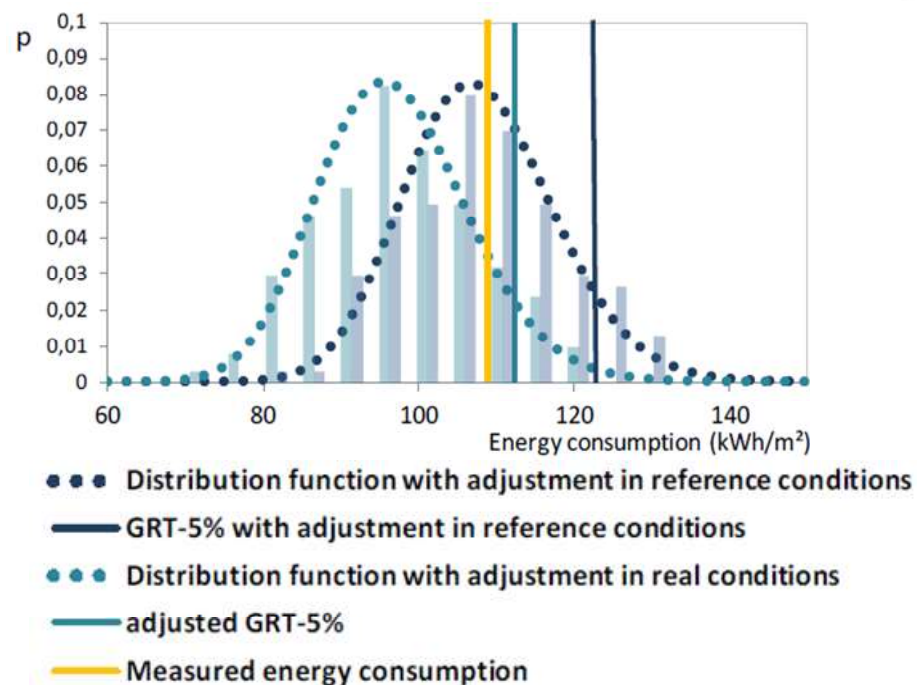
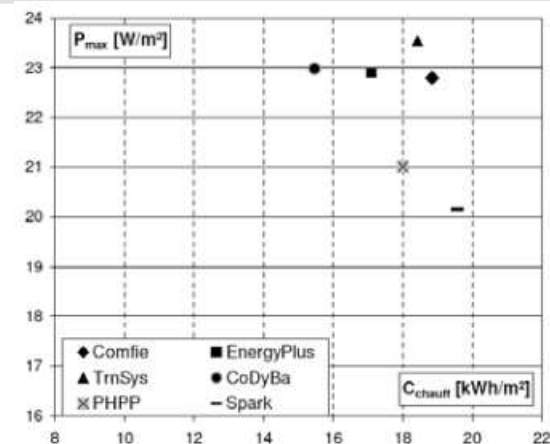
- Sans chauffage ni climatisation ni ventilateur
- Forte inertie (80 cm brique alvéolaire)
- Ventilation naturelle régulée selon CO₂

► Proche de la
meilleure
performance
en France



- Meilleur sur Biodiversité et Santé car pas de modules PV
- Moins bon sur Energie primaire, Déchets radioactifs et Eau (car pas de PV), et sur Déchets (briques par rapport à bois+paille)

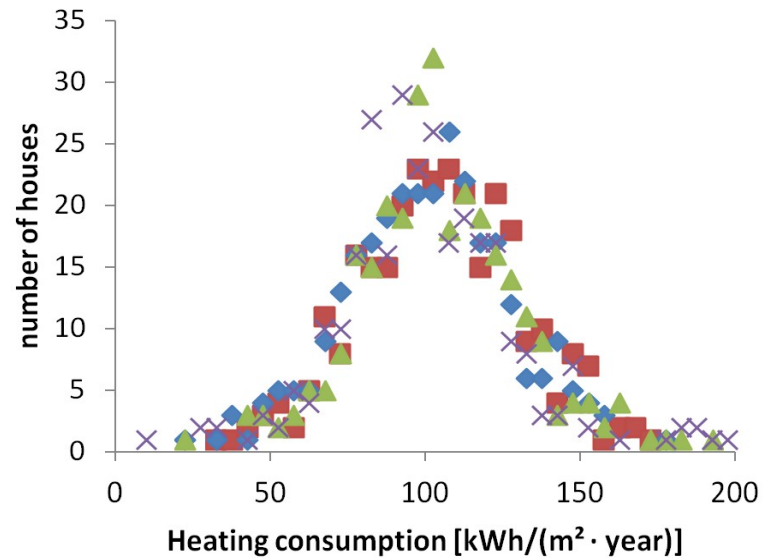
Etude de la
fiabilité des
modèles



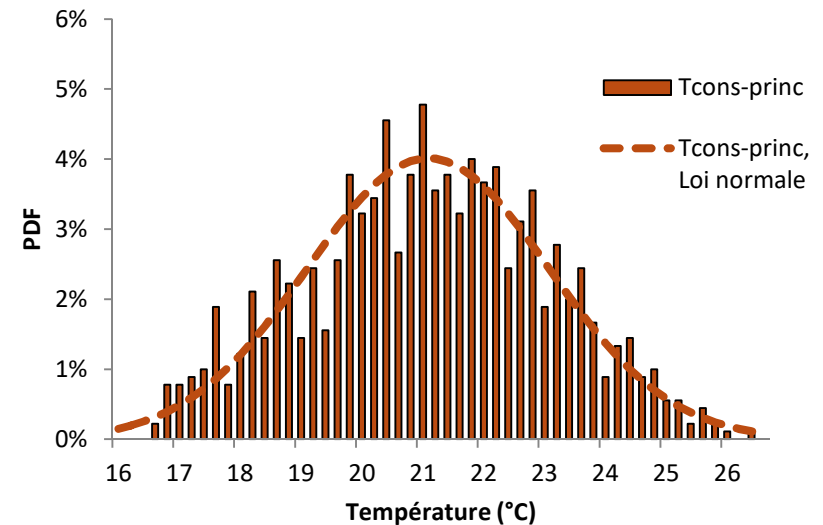
Analyses de sensibilité
et calculs d'incertitude

Thèse de Simon Ligier
(2018)

Création de la start-up
KOCLIKO

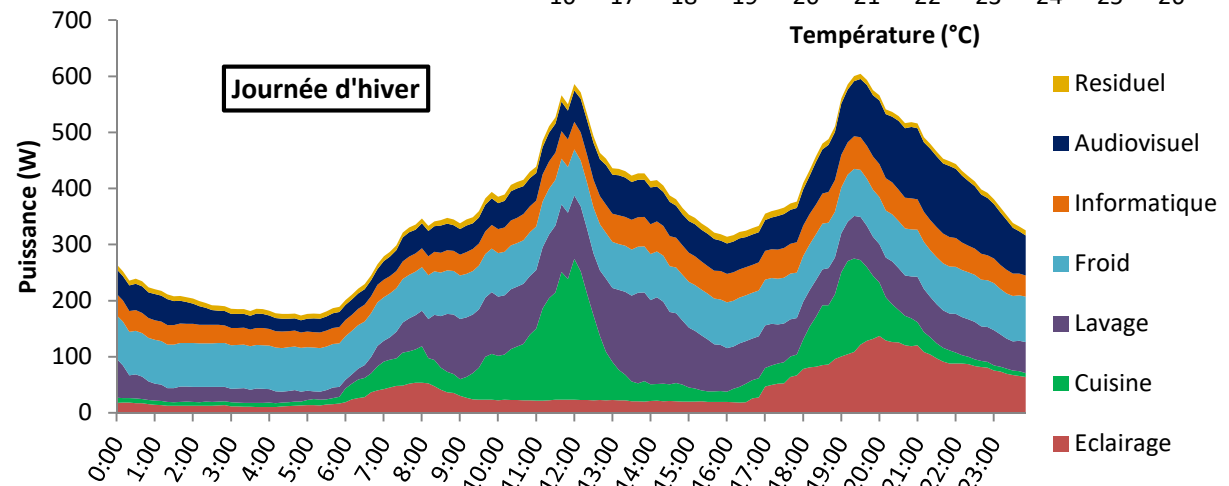


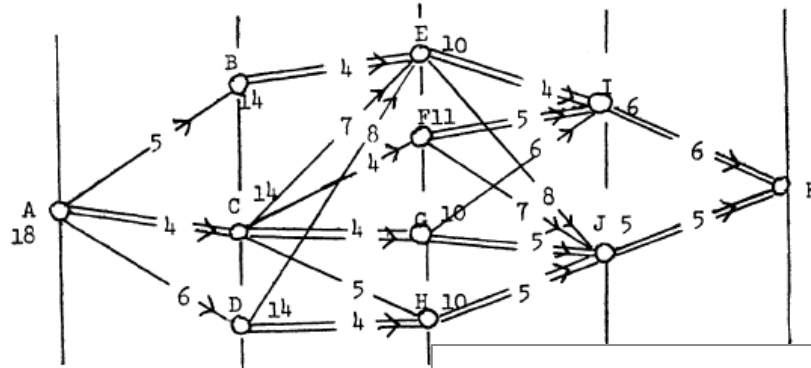
Influence des comportements sur la consommation d'énergie d'un bâtiment



Thèse d'Eric Vorger
(2013)

Liens avec l'université de
Toulouse (Christophe
Beslay) et le LATTS (Jean-
Pierre Lévy)



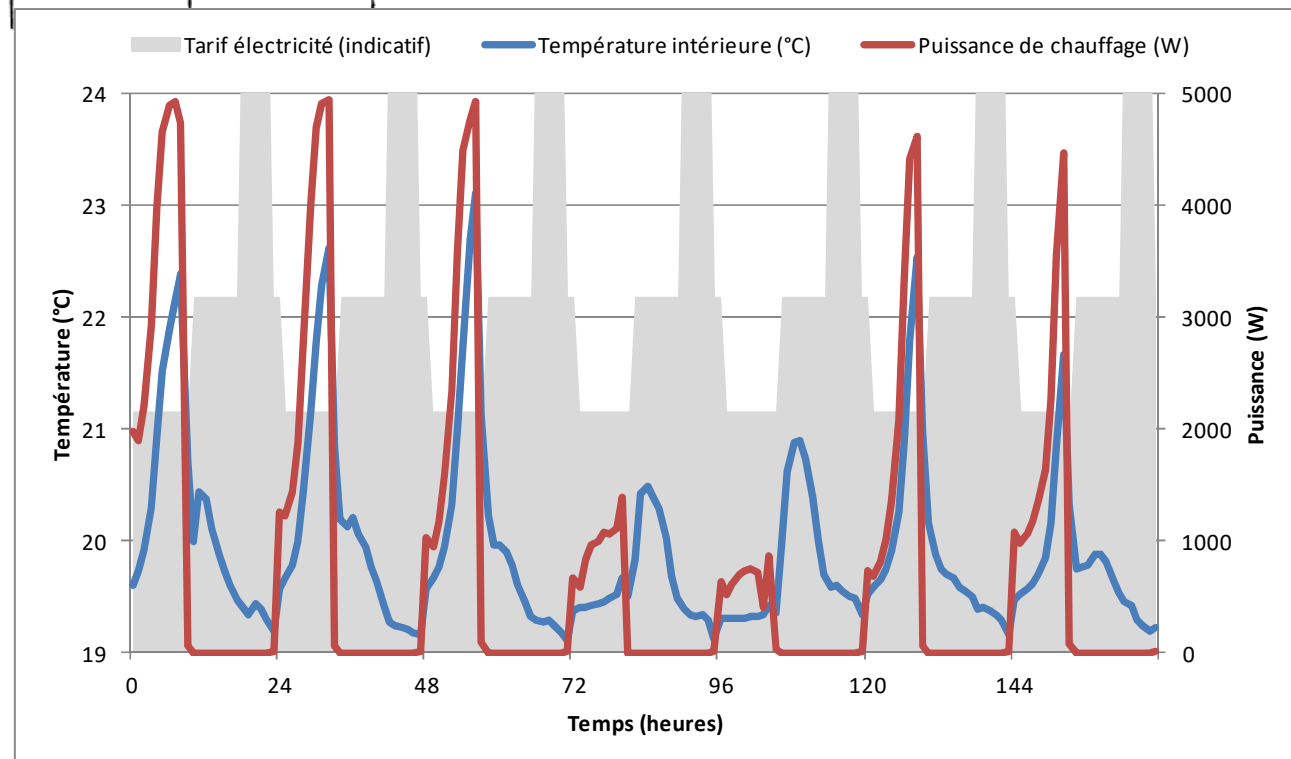


Objectif : Mieux s'adapter aux contraintes du réseau, par exemple effacement des pointes électriques

Programmation dynamique
Équation de Bellman

Thèses
Bérenger Favre (2013),
Maxime Robillart (2015)
puis Marie Frapin (2018)

Liens avec le CAS
Commande prédictive



- Objectif : **minimiser** conjointement **émissions de GES** et **coût de construction**, sous contrainte de **bilan énergétique positif**

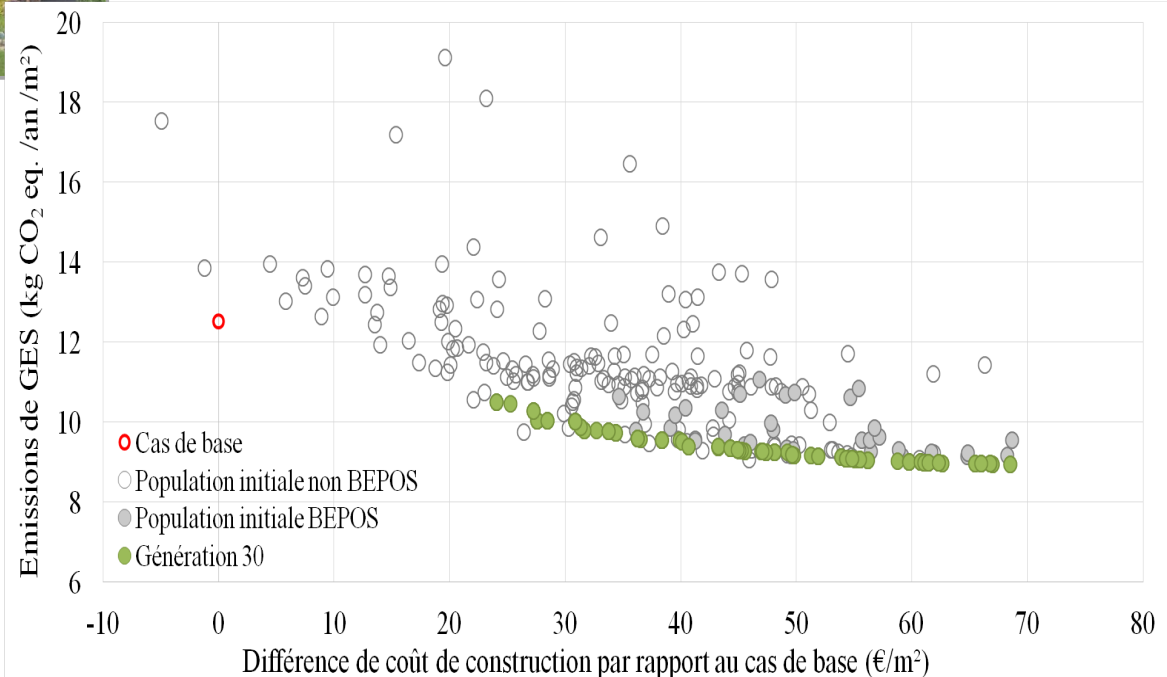


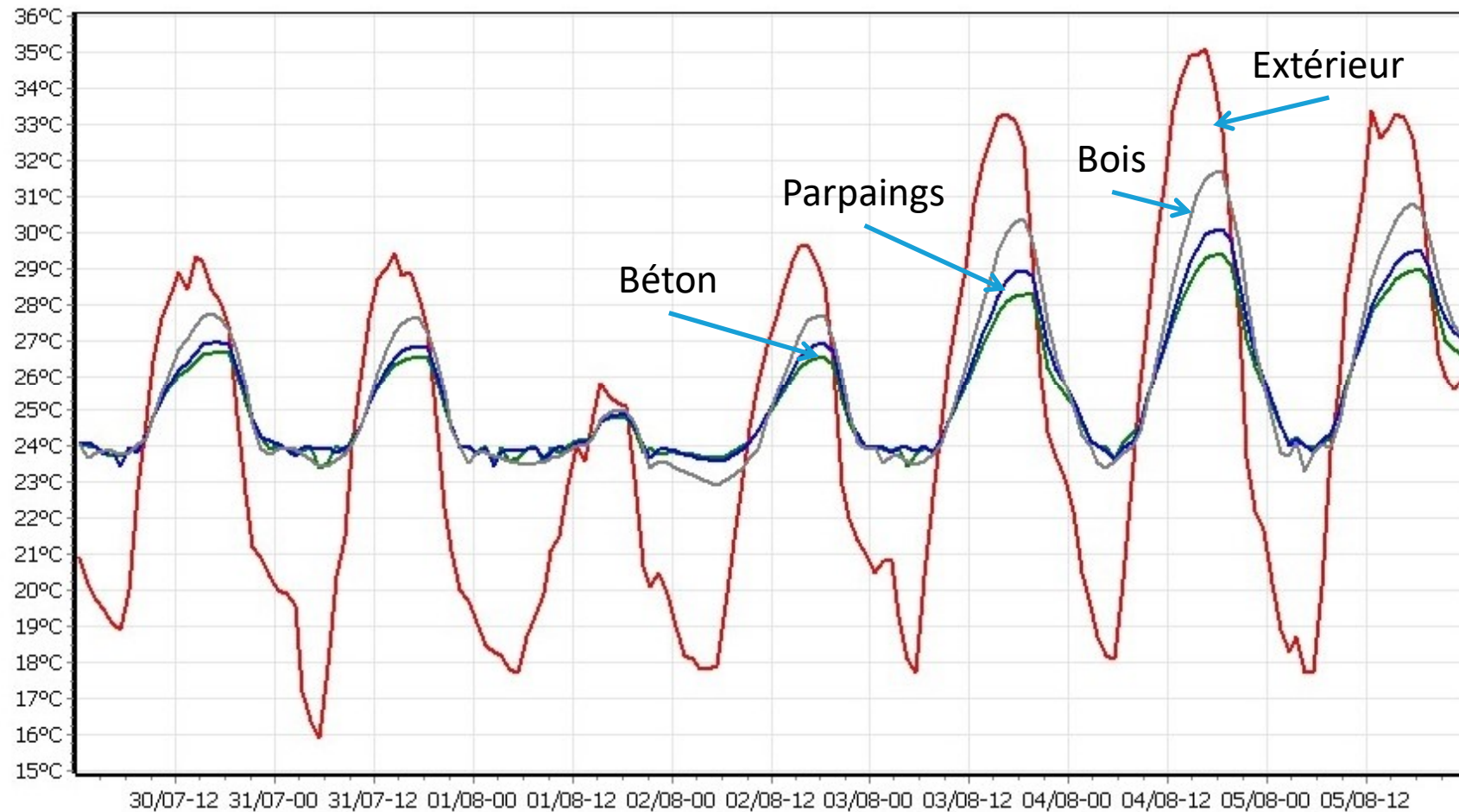
2 immeubles R+3 de 17 logements chacun à
Chambéry (73)
Surface habitable totale de 2350 m²

+20 €/m² pour passer de
BBC à l'énergie positive

Variation du coût du kg
CO₂ évité

Thèses Mathieu Rivallain
(2013) et Thomas Recht
(2016)





Volets roulants fermés à 40%,
ouverture des fenêtres si $T_{int} > 26$ et $T_{ext} < T_{int}$

Développement de connaissances sur l'éco-conception des bâtiments et des quartiers (80 publications)

Plateforme logicielle opérationnelle et diffusion par un éditeur (2500 licences actives)

Création d'une start-up

Représentant français pour l'annexe 72 (ACV des bâtiments) mise en place par l'Agence Internationale de l'Energie (+ de 20 pays)

Techniques d'optimisation adaptées aux systèmes complexes (nombreux paramètres d'entrée, critères, contraintes)

Optimisation en conception et en gestion (intégration des énergies renouvelables)

Evaluation des impacts en termes de santé et de biodiversité en ACV, liens ACV et qualité de l'air

Chaînage modèles microclimats et simulation énergétique

ACV et économie circulaire (recyclage, réemploi, réutilisation)

Big data et capteurs connectés -> performances (confort, énergie...)

Maquette numérique, BIM et CIM

Liens entre urbanistes, architectes, BET et entreprises

Evaluation d'innovations technologiques (façades actives, route productrice de chaleur...) et intégration dans des outils d'aide à l'éco-conception

- Plateforme de modélisation : simulation des bâtiments et des transports, évaluation des impacts environnementaux et des services écosystémiques
- Application des outils sur une étude de cas commune
- Séminaires internationaux (ACV, microclimats)
- Liens avec des architectes (ateliers), des sociologues et des spécialistes des big data (appels à projets)
- Site internet : www.chaire-eco-conception.org
- Ouvrage collectif Eco-conception des ensembles bâtis et des infrastructures, traduction en anglais (Taylor & Francis)
- Formations communes (ex. semaine européenne ATHENS, AgroParisTech)
- Perspectives : continuer à faire progresser les connaissances et les outils, diffuser plus largement les résultats des recherches et passer à une phase d'industrialisation, éditeur de logiciels et start-up

Merci de votre attention