

Application de l'ACV à l'écoconception de projets urbains

PATRICK SCHALBART, CHARLOTTE ROUX – MINES PARIS - PSL



Congrès
Management
du Cycle de Vie
2025



- 1 Spécificités de l'ACV des projets urbains
- 2 Exemple 1 : La ZAC Nozal
- 3 Exemple 2 : L'usine Terrot à Dijon
- 4 Exemple 3 : La clinique Trarieux
- 5 Conclusion et perspectives

Spécificités de l'ACV des projets urbains

L'ACV est appliquée aux bâtiments depuis plus de 30 ans

Partiellement intégrée dans la RE2020

Applications aux projets urbains complexes plus rares pourtant des outils existent

3 études de projets urbains **réels** et complexes pour illustrer l'intérêt de l'ACV

Importance d'adapter la méthode à ces objets particuliers

Spécificités de l'ACV des projets urbains

Importance du lien entre matériaux de l'enveloppe, la consommation d'énergie et le confort
-> Simulation thermique dynamique (Thiers et al. 2013)

Interactions fortes entre le parc bâti et le système électrique
-> ACV dynamique (Roux et al. 2016)

Longue durée de vie des ensembles bâtis
-> démarche prospective (Frapin et al. 2021)

Phase amont de conception
-> données génériques, e.g. ecoinvent

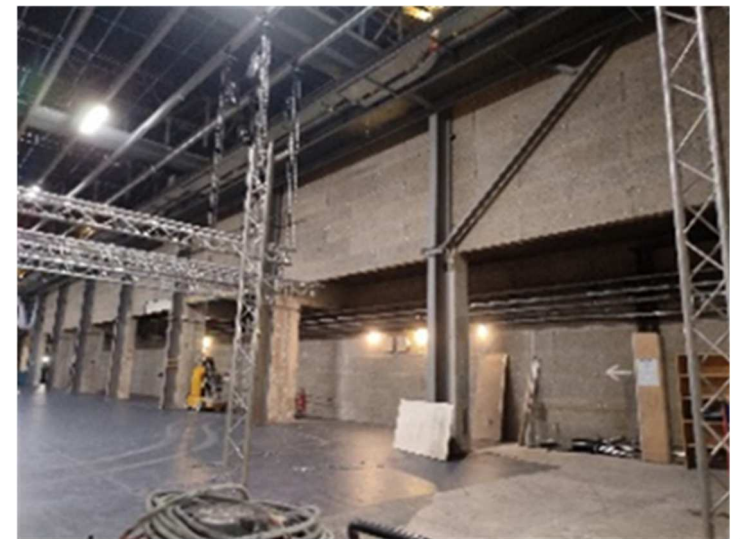
Adaptation du cadre et des hypothèses en fonction des objectifs
-> p.ex. périmètre de responsabilité très varié des maitrises d'ouvrage
-> approches conséquentielles (Roux et al. 2016)

Exemple 1 : La ZAC Nozal

Saint-Denis (93), Ile-de-France

17 bâtiments

Quel(s) bâtiments réhabiliter et lesquels déconstruire?



Exemple 1 : La ZAC Nozal

RENOVATION VS DECONSTRUCTION

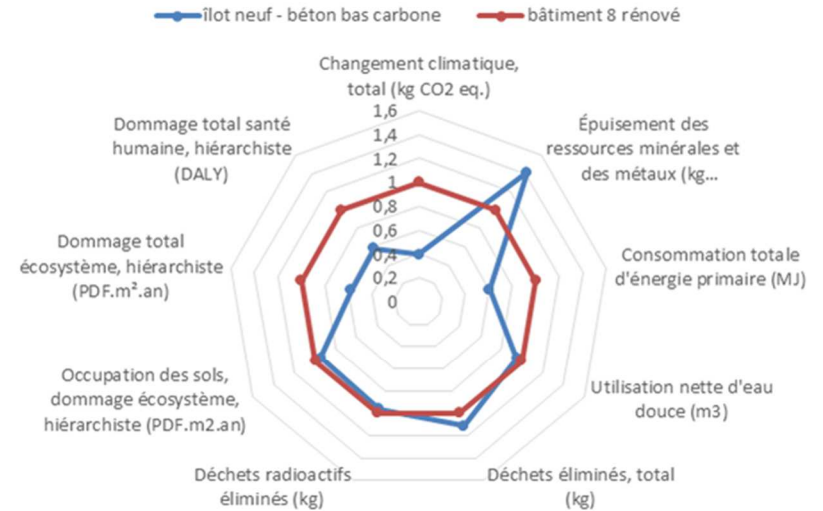
Cas d'un bâtiment peu performant (bâtiment 8)



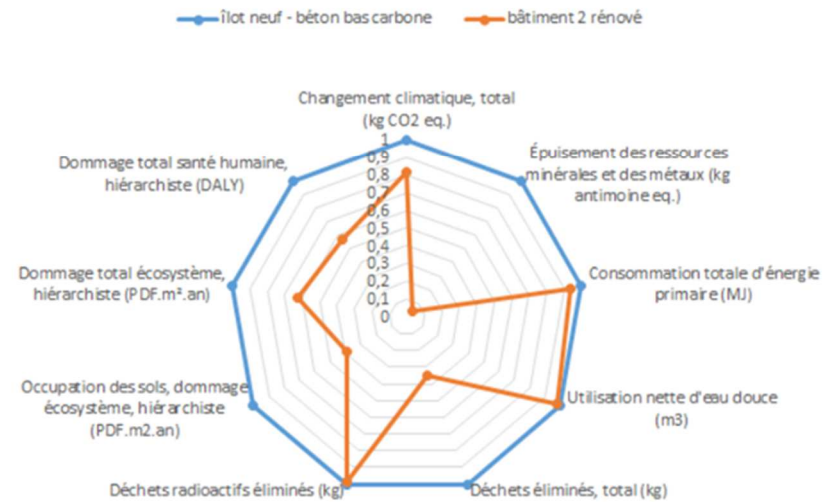
Cas d'un bâtiment performant (bâtiment 2)



Graphique radar - reconstruction vs rénovation



Graphique radar - reconstruction vs rénovation



Exemple 2 : L'usine Terrot à Dijon

Projet d'aménagement sur 2,6 hectares :

Ancienne usine

5 500 m² de logements

11 200 m² Ehpad

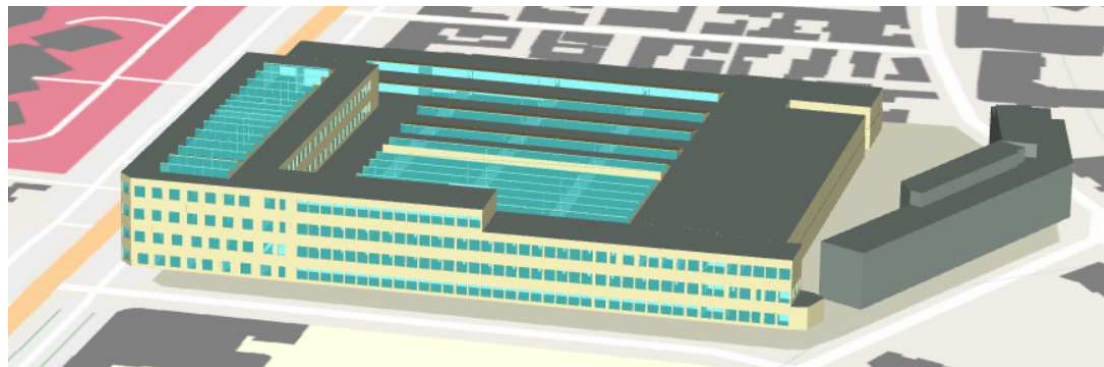
4000 m² de locaux d'enseignement (école d'architecture)

900 m² de bureaux

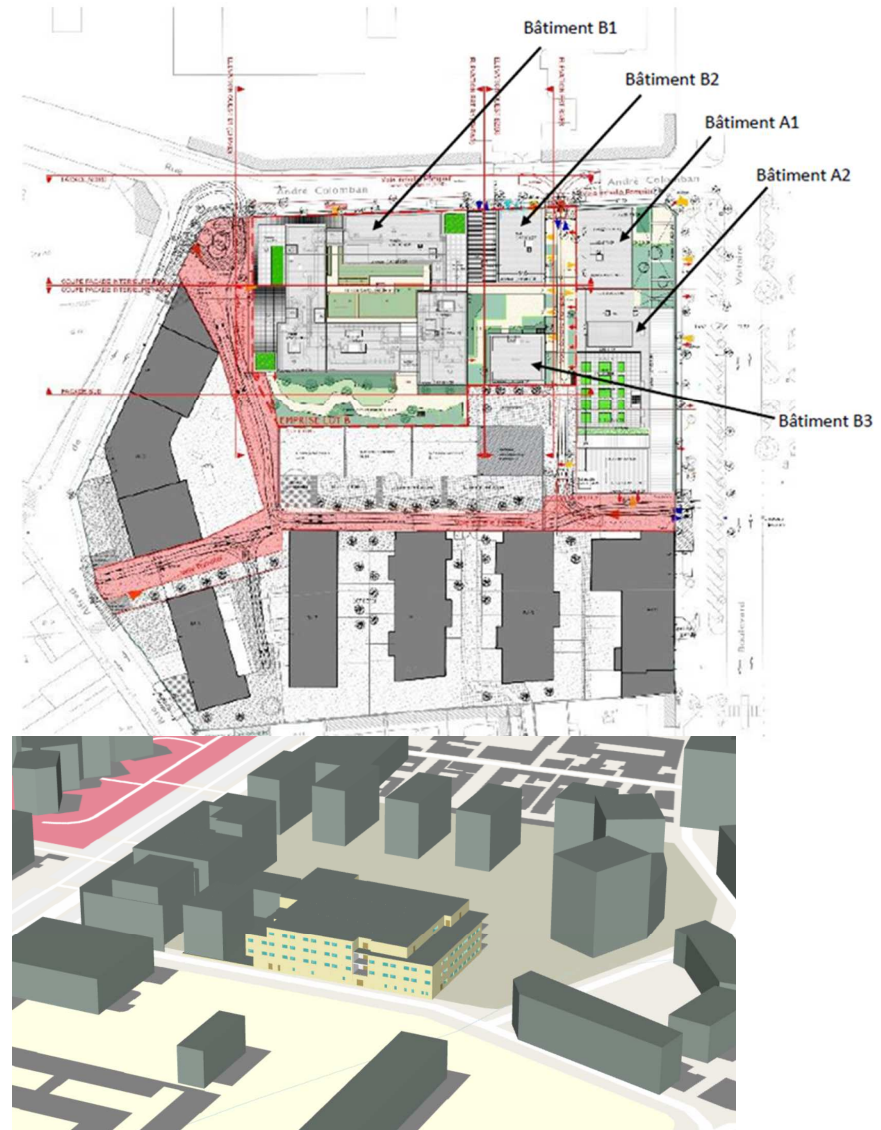
Comparaison de scénarios d'aménagement (2015, 2019 et 2022)

Optimisation (coût / performance)

Evaluation du niveau de confort

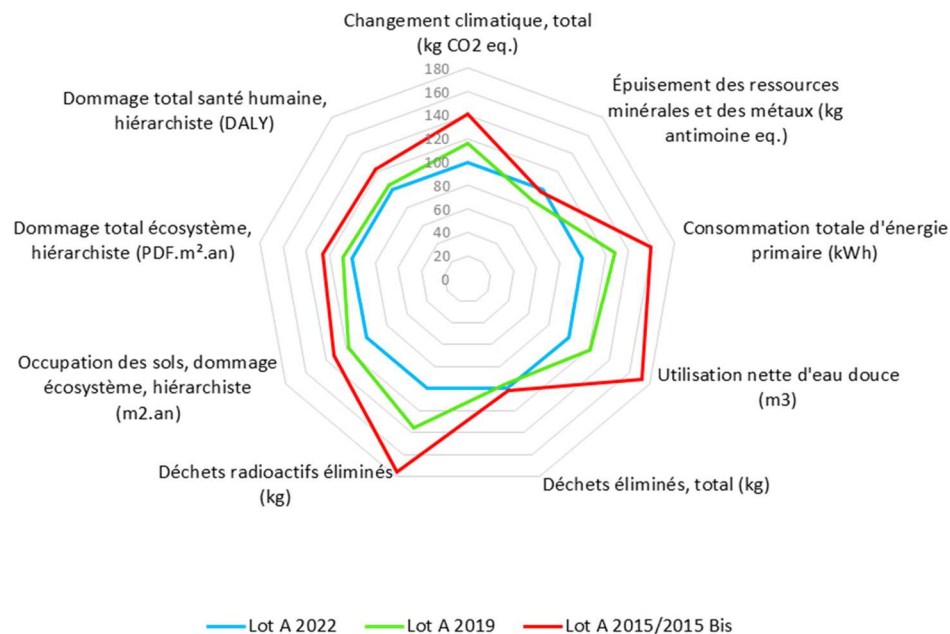


Ancienne usine

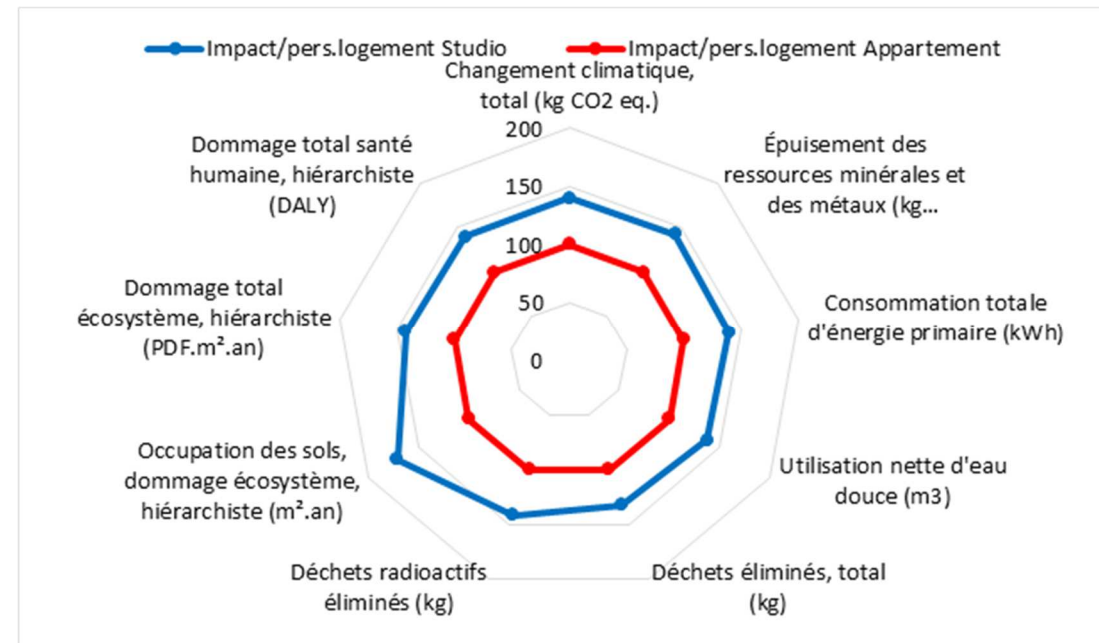


Projet avec bâtiments de logements, EHPAD, école d'architecture et bureaux

Exemple 2 : L'usine Terrot à Dijon



Comparaison de 3 scénarios
 Questions sur l'unité fonctionnelle à considérer



Comparaison selon la taille des logements

Exemple 3 : La clinique Trarieux

Projet d'aménagement sur 2,1 hectares :

- Ancienne clinique et parc
- 144 logements
- Crèche 20 berceaux
- 114 places de parking voiture et 250 vélos

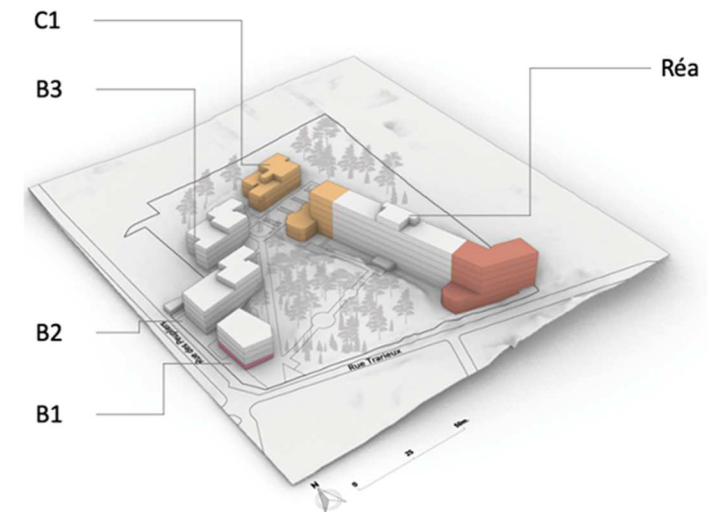
Evaluation du niveau de confort, résilience face aux canicules (simulation thermique dynamique STD)
Comparaison de variantes de conception en termes d'impacts environnementaux (analyse de cycle de vie ACV)



Maquette numérique pour la STD et l'ACV



Clinique réhabilitée en logements
Ajout de 4 bâtiments

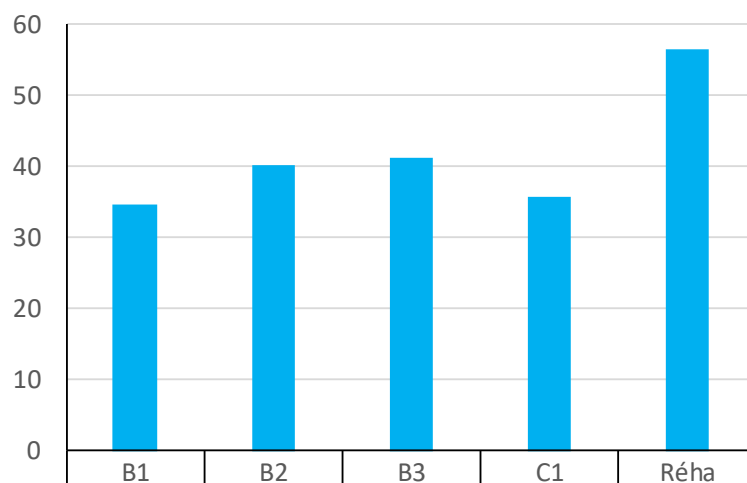


Exemple 3 : La clinique Trarieux

Bâtiment réhabilité un peu plus consommateur mais plus résilient aux canicules

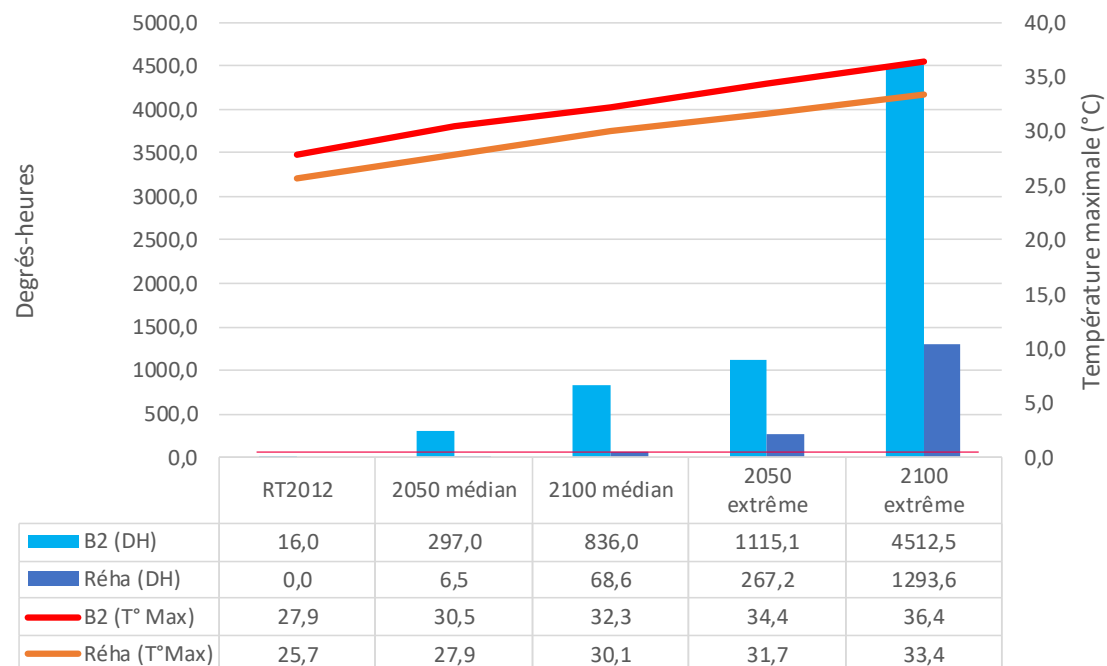
B2 devra être climatisé si l'accord de Paris n'est pas respecté

Besoins de chauffage (kWh/m2)



| Besoins de chauffage (kWh/m2) | B1 | B2 | B3 | C1 | Réha |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| | 34,7 | 40,2 | 41,2 | 35,8 | 56,4 |

Evolution du confort thermique en DH et en température maximale dans 4 scénarios climatiques en Ile de France



Exemple 3 : La clinique Trarieux

ACV : Analyse de contribution

Prépondérance de l'étape d'utilisation (chauffage, électricité, eau chaude sanitaire)

Construction : béton et équipements

Rénovation : équipements

ACV : Comparaison de variantes

Béton bas carbone (BBC)

Dalles Bois+béton (B&B)

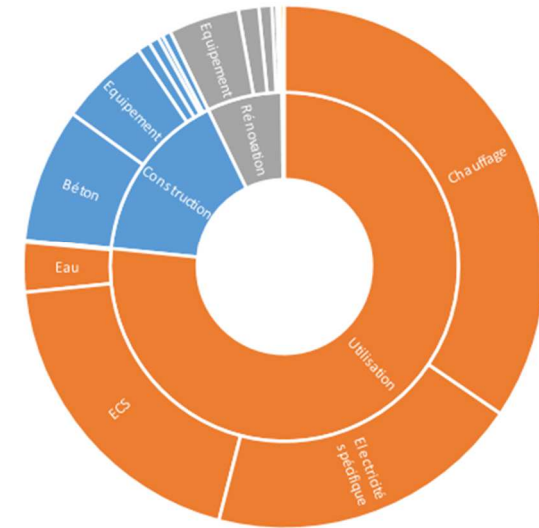
Réseau de chauffage urbain (RCU)

(45% valorisation de déchets, 34% gaz, 20% biomasse et 1% fioul)

Photovoltaïque (PV)

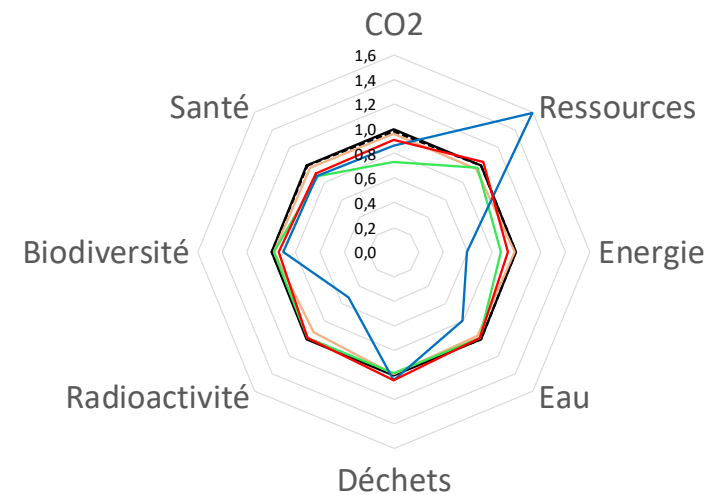
Solaire thermique (ST)

Neuf - Impact changement climatique (kgCO2_{écq}/m²an)



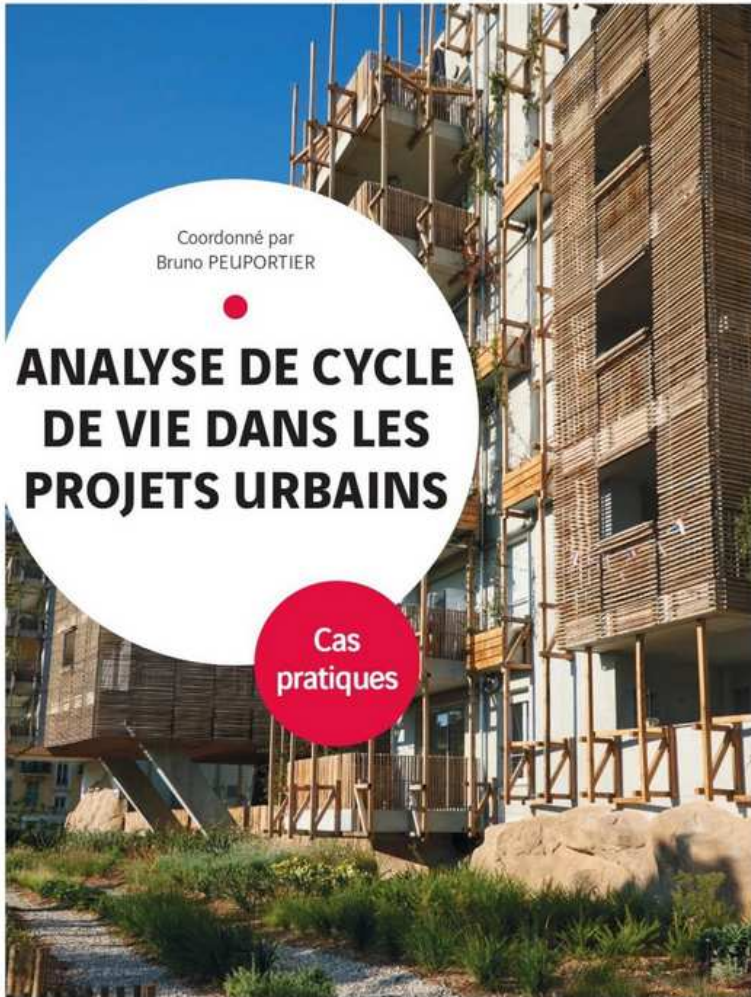
Comparaison des alternatives

— Base - - - - - BBC — B&B — RCU — PV — ST



Conclusion et perspectives

- STD et ACV utilisables en phase amont de conception, valeurs par défaut
- Possibilité de comparer différents scénarios d'aménagement et différentes variantes de conception
- Important d'adapter le périmètre d'étude et les hypothèses de modélisation à chaque cas particulier pour bien répondre aux objectifs de l'étude
- Indicateurs environnementaux mais aussi confort thermique et résilience face aux canicules à prendre en compte
- En perspective, intégration QAI et surchauffe dans l'ACV, limites planétaires.



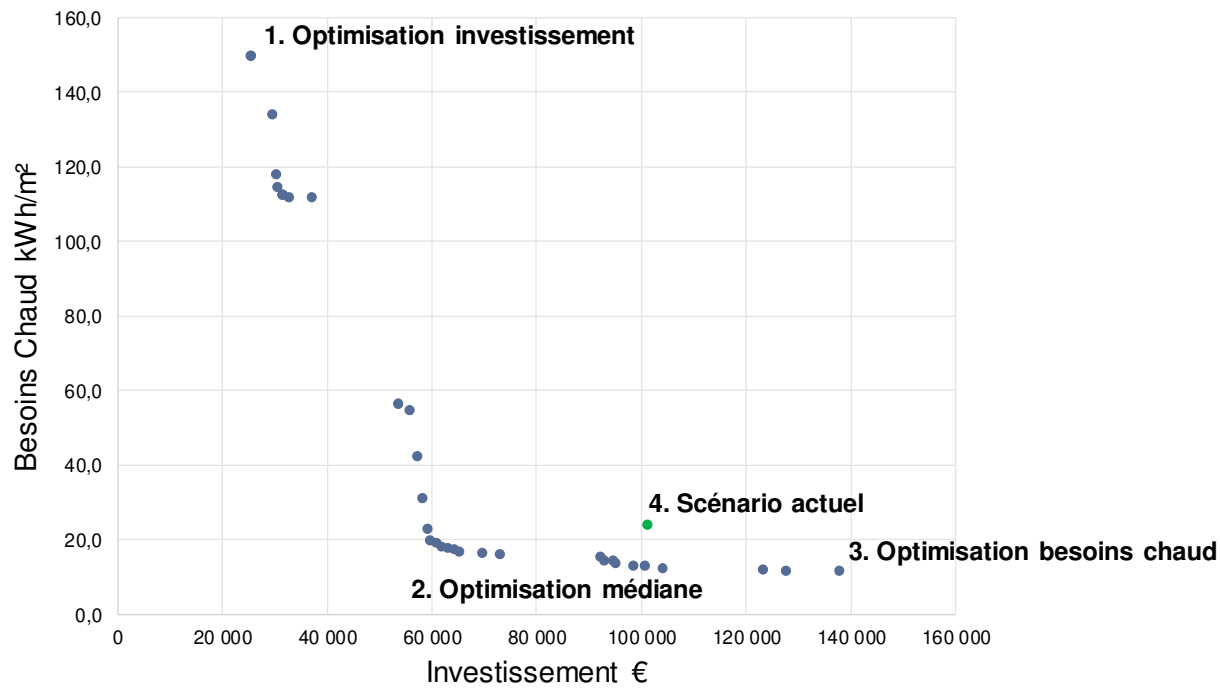
Merci pour votre attention

CHARLOTTE.ROUX@MINESPARIS.PSL.EU

Bibliographie

- Frapin, Marie, Charlotte Roux, Edi Assoumou, and Bruno Peuportier. 2021. 'Modelling Long-Term and Short-Term Temporal Variation and Uncertainty of Electricity Production in the Life Cycle Assessment of Buildings'. *Applied Energy*, November, 118141. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118141>.
- Peuportier, Stéphane Thiers, and Alain Guiavarch. 2013. 'Eco-Design of Buildings Using Thermal Simulation and Life Cycle Assessment'. *Journal of Cleaner Production* 39 (0): 73–78. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.08.041>.
- Roux, Charlotte, Patrick Schalbart, Edi Assoumou, and Bruno Peuportier. 2016. 'Integrating Climate Change and Energy Mix Scenarios in LCA of Buildings and Districts'. *Applied Energy* 184 (December):619–29. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.10.043>.
- Roux, Charlotte, Patrick Schalbart, and Bruno Peuportier. 2016. 'Accounting for Temporal Variation of Electricity Production and Consumption in the LCA of an Energy-Efficient House'. *Journal of Cleaner Production* 113 (February):532–40. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.052>.

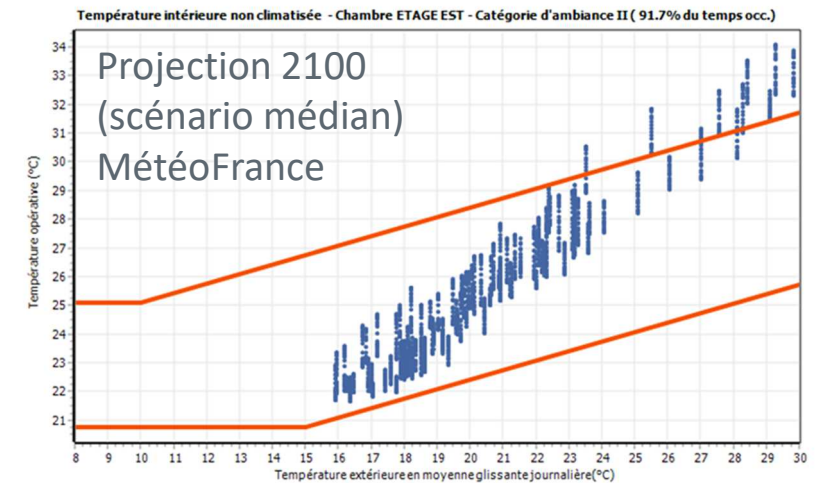
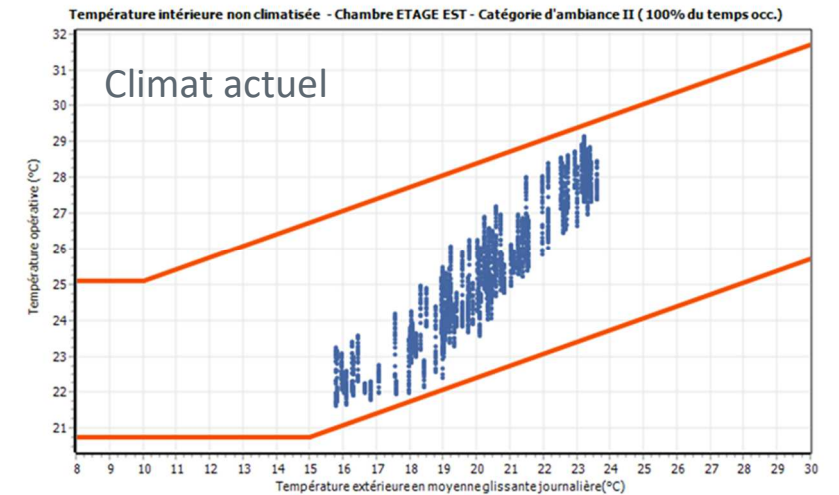
Exemple 2 : L'usine Terrot à Dijon



Optimisation coût/énergie

- Type et épaisseurs d'isolant
- Type de vitrage
- Par rapport au scénario actuel :
 - - 40 000 €
 - - 5 kWh/m²

Chambre de l'EHPAD



Niveau de confort thermique