

Réunion d'information du Groupe Professionnel Centrale-Energies

Jeudi 13 mars 2014

La recherche en énergétique des bâtiments

Bruno PEUPORTIER
MINES ParisTech – CES



Contexte : transition énergétique

- ▶ **Le bâtiment reste le secteur le plus consommateur (45%)**
- ▶ **Importance des bâtiments existants (construction neuve = 1% du parc par an)**
- ▶ **RT 2012 < performance Passivhaus, par exemple sur l'étanchéité, mode de calcul (17° le jour, modulation)**
- ▶ **Label BEPOS (bâtiment à énergie positive), débat : les ENR peuvent-elles compenser une enveloppe peu performante ?**
- ▶ **Réglementation 2020 = BEPOS ou bas carbone ?**
- ▶ **Nouvelles demandes : garantie de performance énergétique**
- ▶ **Extension à l'échelle des quartiers**

Principaux laboratoires en France

- ▶ **Modélisation, simulation thermique : CEA-INES, CERTES, CES, CETHIL, CSTB, IFSTTAR, I2M, LASIE, LMEE, LOCIE, PHASE**
- ▶ **Aéroulrique : GRESPI, LASIE, LET, LIMSI, PIMENT**
- ▶ **Génie électrique : G2ELab, SATIE Eclairage : LAPLACE, LGCB**
- ▶ **Génie logiciel : G-SCOP Automatique : CAS, LAAS**
- ▶ **Matériaux : LEMTA, LGCGM, LIMATB, PERSEE**
- ▶ **Composants : LERMAB, LMT, PROMES Métrologie : LGCgE**
- ▶ **Micro-climats, sol : BRGM, CERMA**
- ▶ **Sociologie : CERTOP, CIRED, LAVUE**
- ▶ **Environ 40 laboratoires, 200 chercheurs en France**
- ▶ **GAT Bâtiment, Programme Energie du CNRS -> livre blanc**

Thèmes de recherche

a) compréhension des principaux phénomènes physiques

- modélisation des mouvements d'air dans les bâtiments (régime turbulent à basse vitesse, conditions aux limites en volume ouvert et couplage thermique-aérodynamique),
- modélisation des transferts de masse (en particulier hydriques),
- étude des milieux transparents et modélisation fine des isolants,

b) analyses systémiques

- couplage de modèles physiques (thermique - aérodynamique - éclairage – électricité...),
- problèmes multi-échelles (en particulier interaction avec le microclimat urbain),
- modélisation des occupants (en particulier de l'impact de leurs comportements),
- évaluation des impacts environnementaux (analyse de cycle de vie dynamique, conséquentielle),

Thèmes de recherche

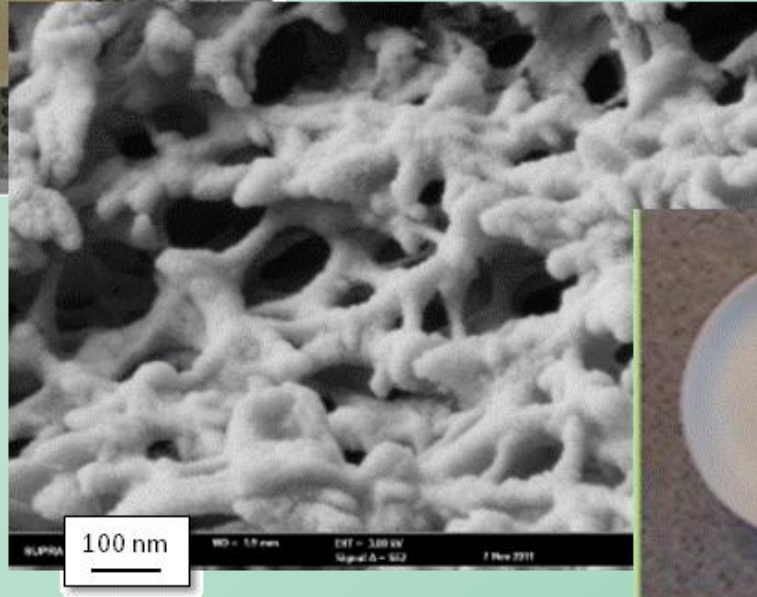
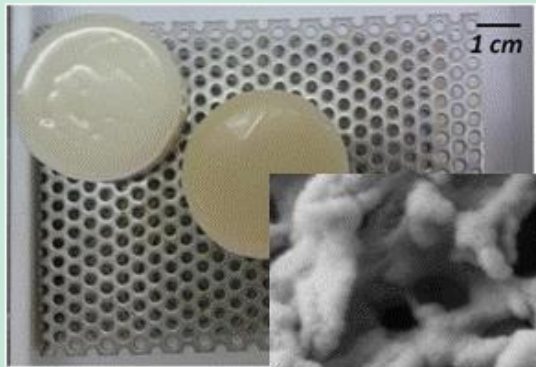
▶ c) méthodes numériques et génie logiciel

- réduction de modèles,
- étude des incertitudes et de la fiabilité des modèles,
- étude de stratégies de gestion énergétique (supervision énergétique, anticipation et apprentissage, interactions avec les réseaux),
- techniques d'optimisation et de méthodes inverses,

▶ d) métrologie et expérimentation

- à l'échelle des matériaux,
- à l'échelle d'un élément : parois, systèmes,
- à l'échelle du bâtiment et/ou de la ville.

Super-isolants nanostructurés (PERSEE)



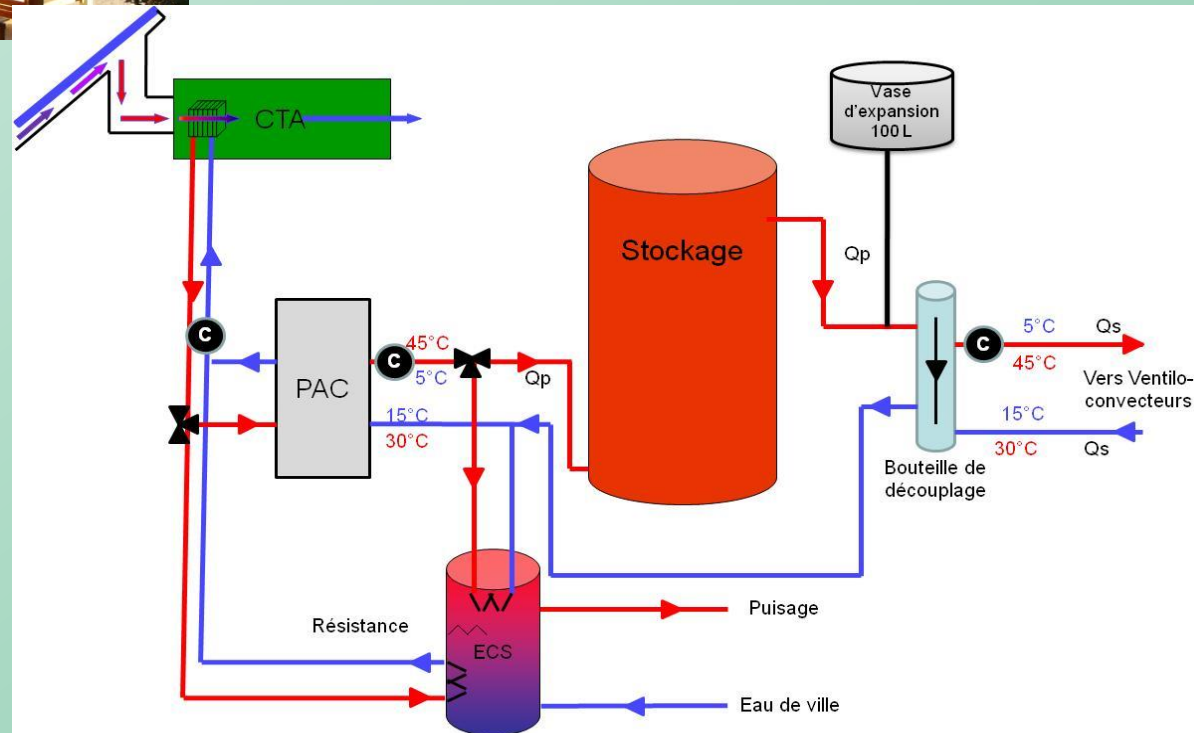
- ▶ Fabrication de l'isogel et du blanket
- ▶ Comparaison de différents substrats (laine de verre, laine de mouton, laine de roche)

Bâtiments à énergie positive (ANR PAC AIR PV)



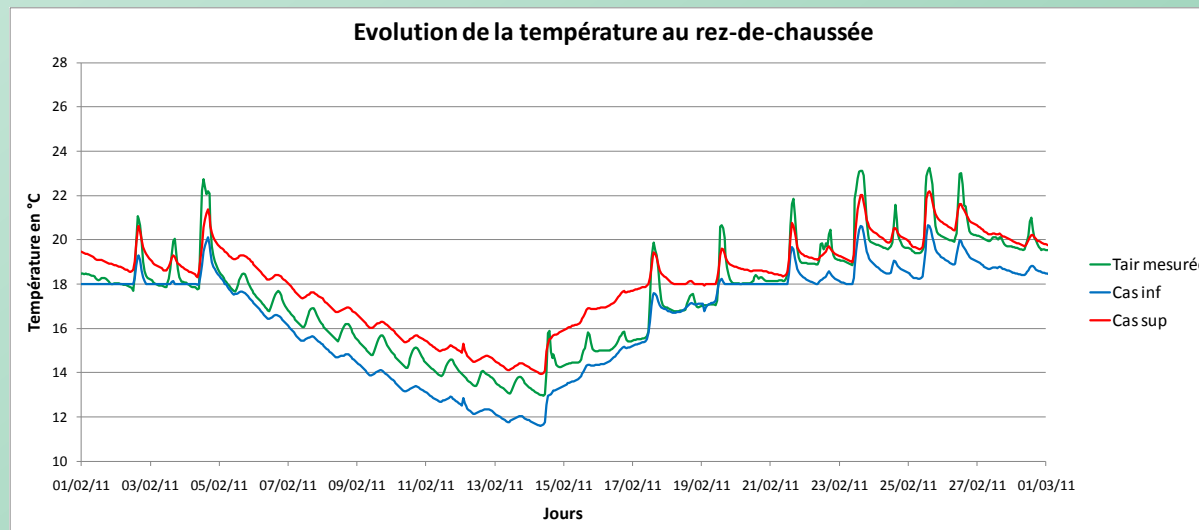
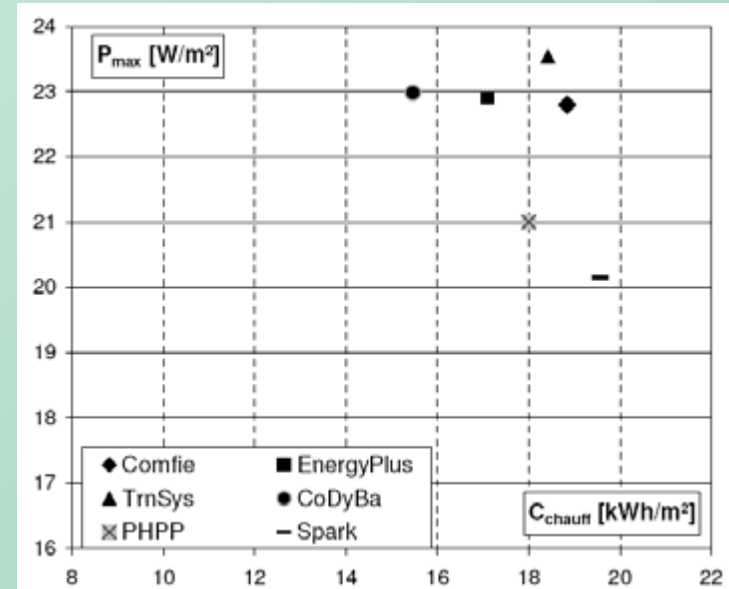
Maison ZEN 2 à Chambéry
70 m² de modules PV
PAC 6 kW

Étude couplage
PAC + PV via
un stockage
Régulation



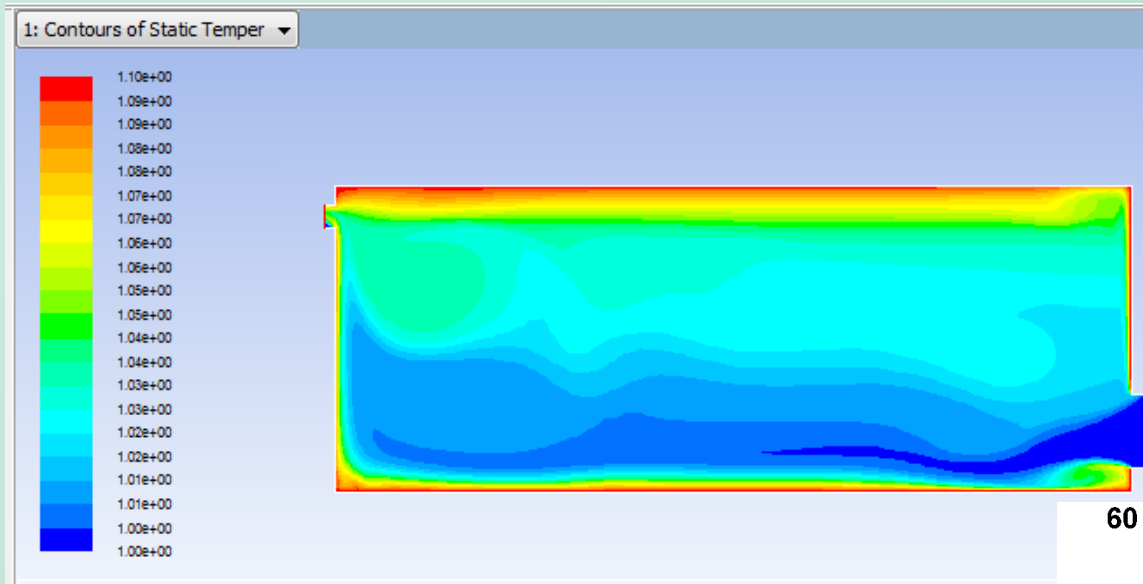
Simulation thermique, validation (LOCIE, ANR MP)

► Maisons INCAS, Chambéry

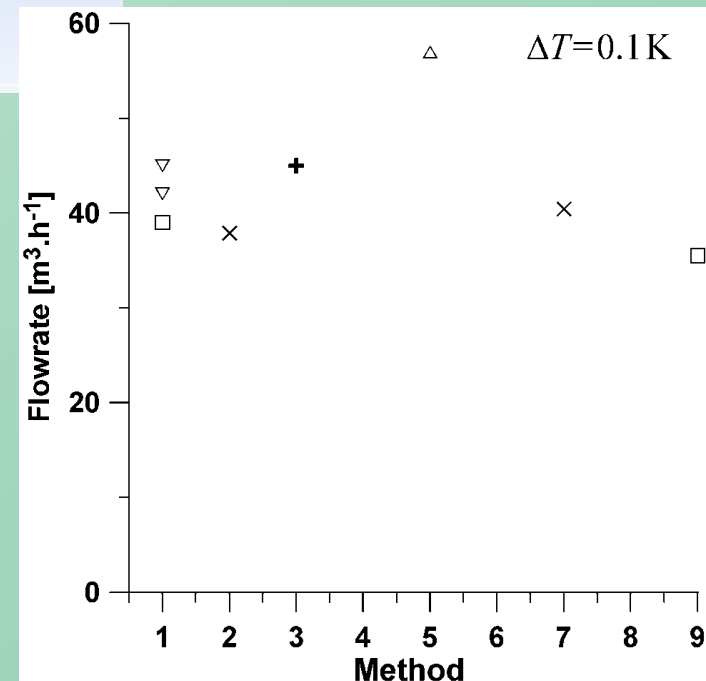


EQM 0,82
Comparable
à
EnergyPlus

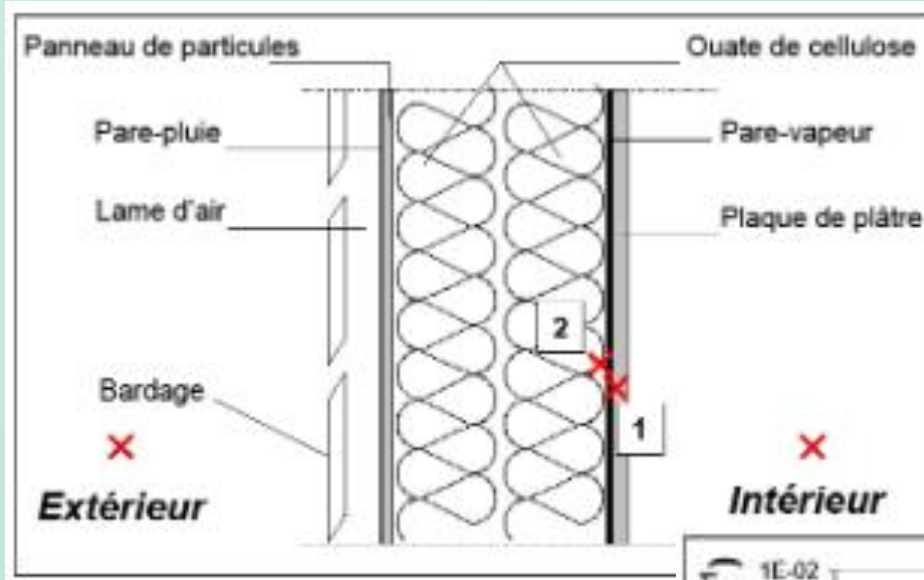
Mouvements d'air (LIMSI, PIMENT)



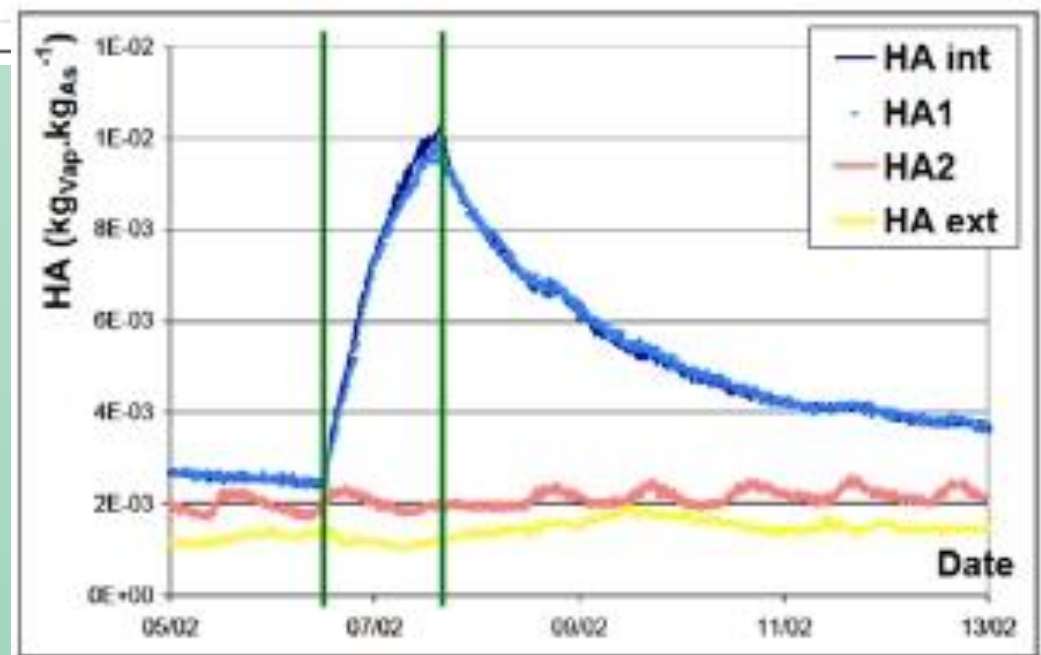
Projet ADN-Bâti
comparaison de modèles
pour évaluer le
rafraîchissement nocturne



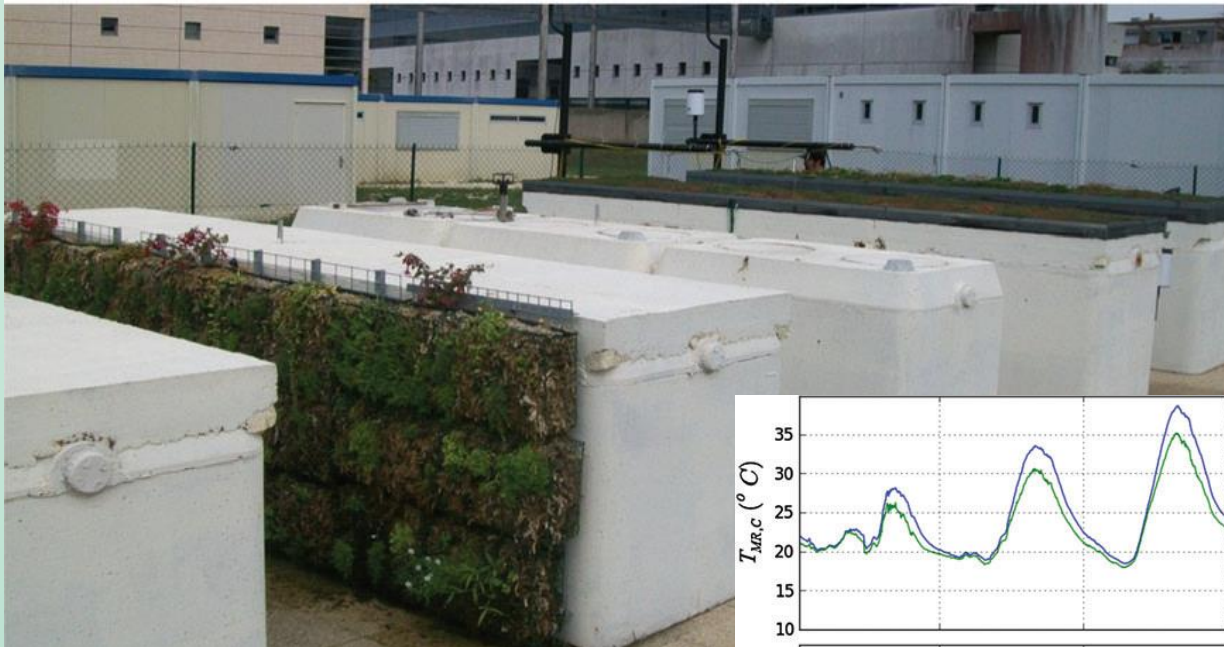
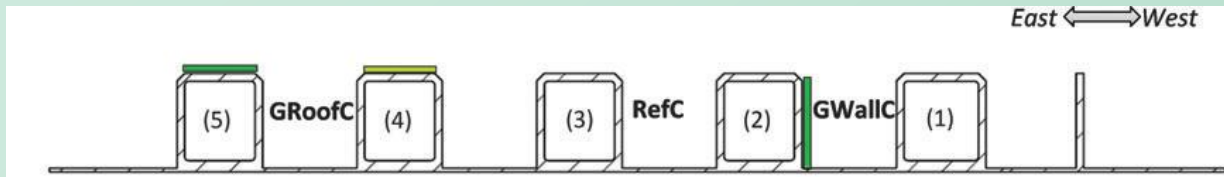
Transferts de masse (LOCIE, CETHIL)



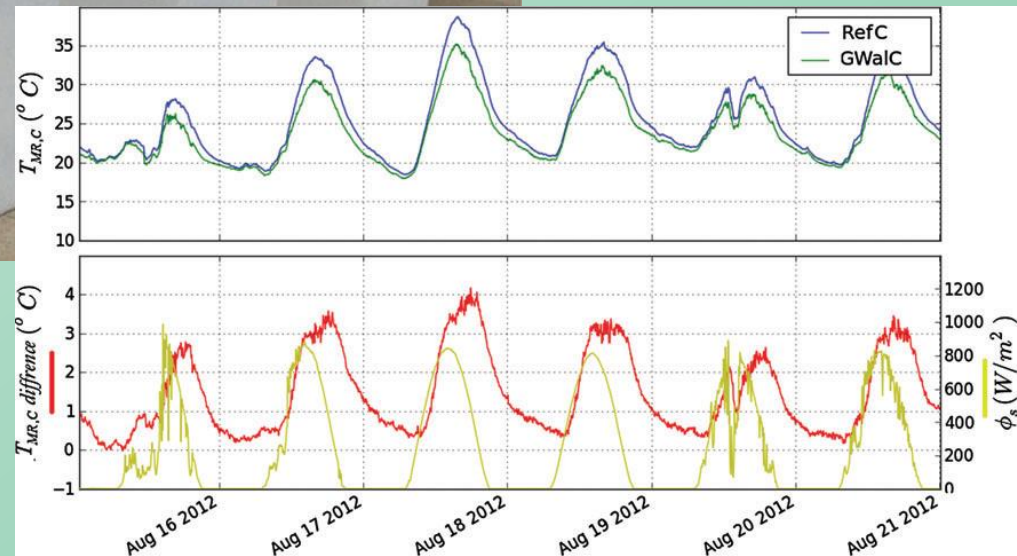
Transferts d'humidité dans les parois



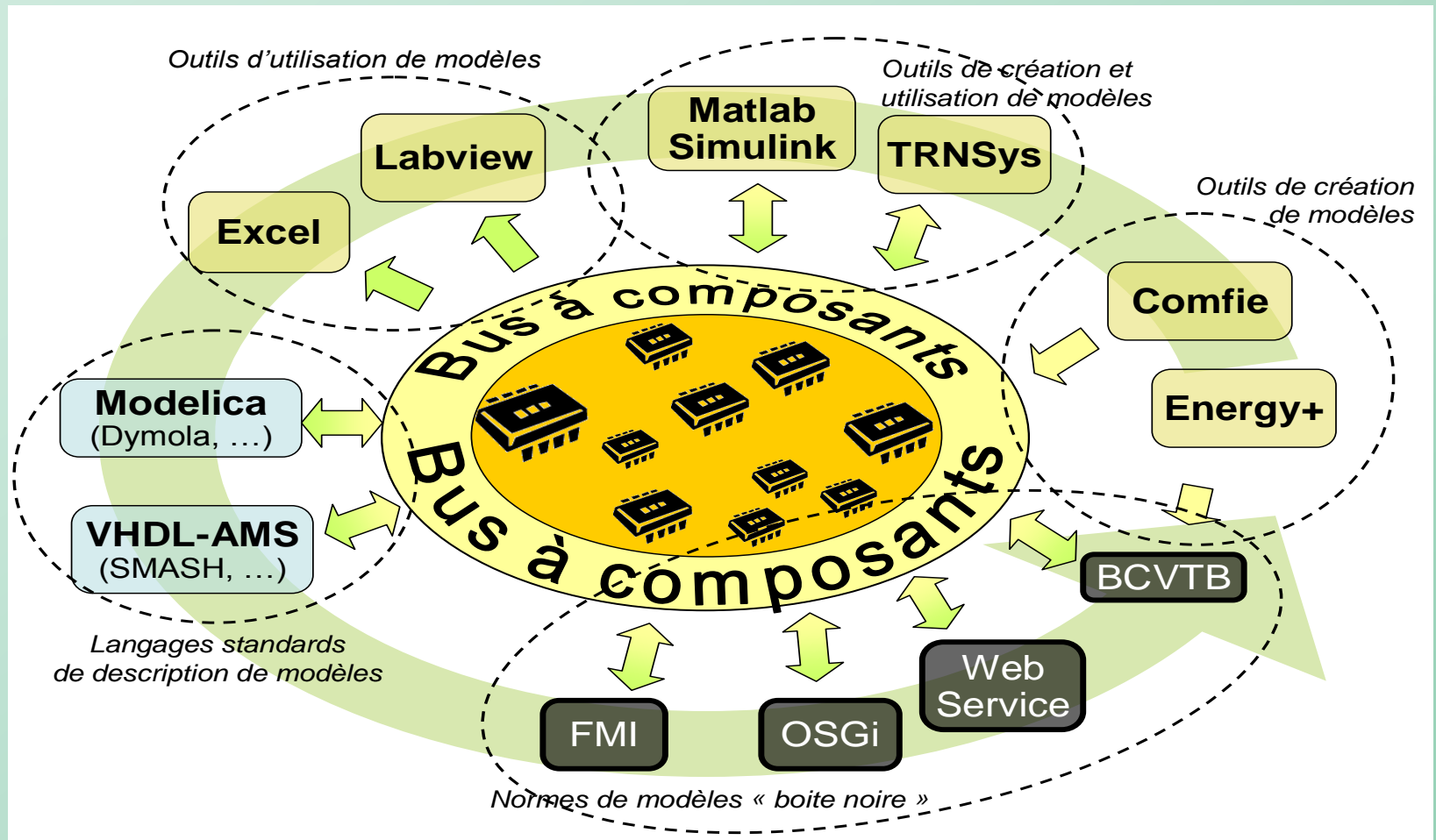
Micro-climats (LASIE, CERMA)



Influence de la végétalisation



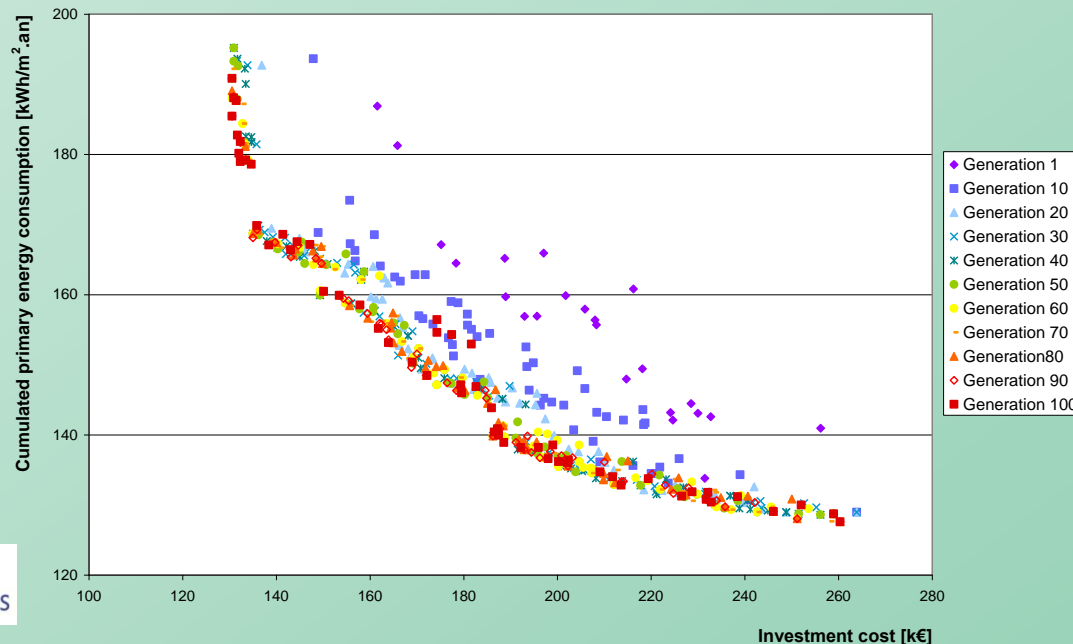
Interopérabilité (G2ELab + G-SCOP)



Co-simulation, aide à la gestion, optimisation

Optimisation, algorithmes génétiques (ENPC)

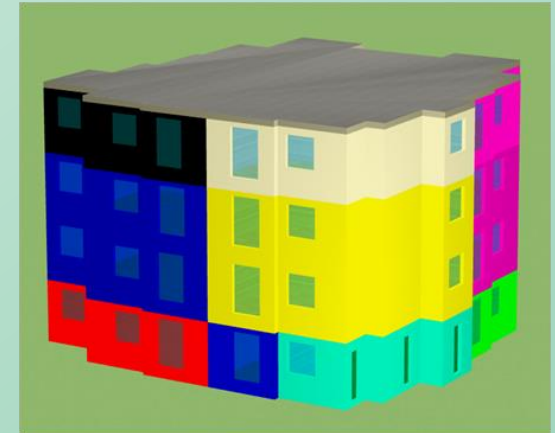
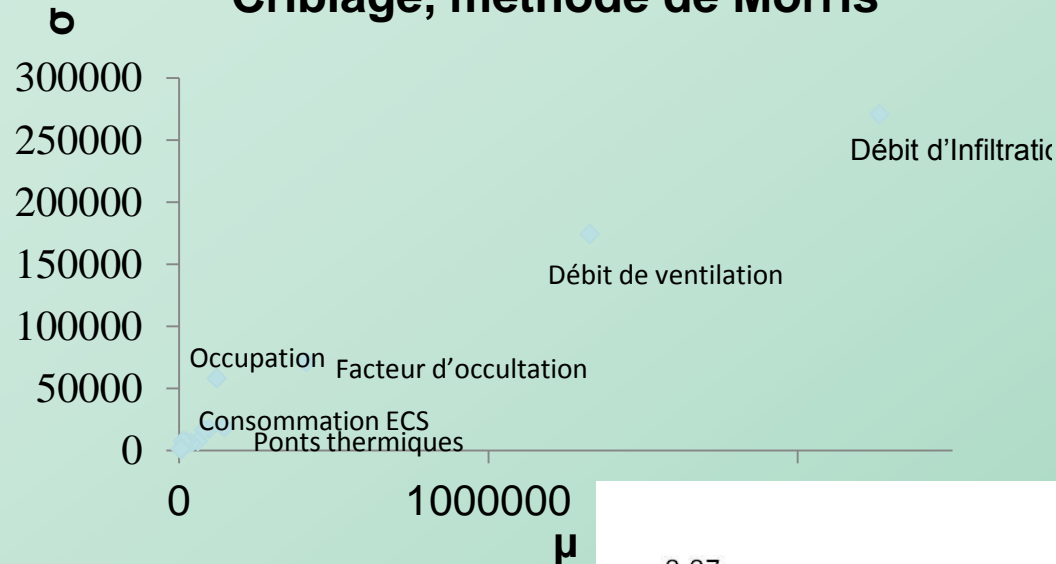
- ▶ **Exemple : Réhabilitation d'un parc de bâtiments**
- ▶ **2 Chromosomes : 1 mesures (gènes = isolation, vitrage, ventilation, équipement), 2 phases (5 ans, 10 ans...)**
- ▶ **Population de départ, calcul performances (chauffage, coût, DH inconfort), croisements -> nouvelle population, sélection des meilleurs individus -> 100 générations, front de Pareto**



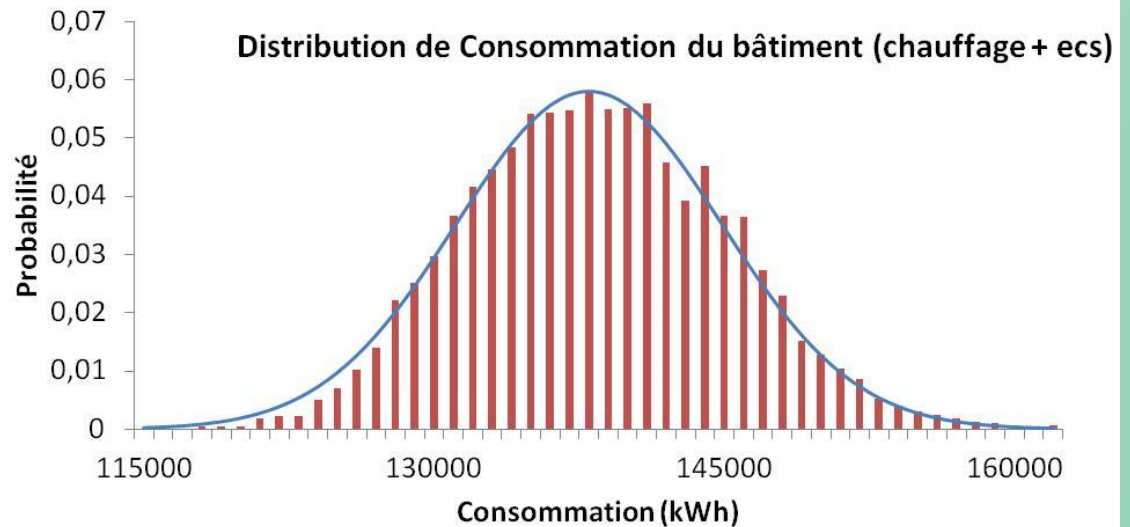
Actions sur les pointeurs de la structure objets puis lancement de chaque simulation

Garantie de performance énergétique (FBE)

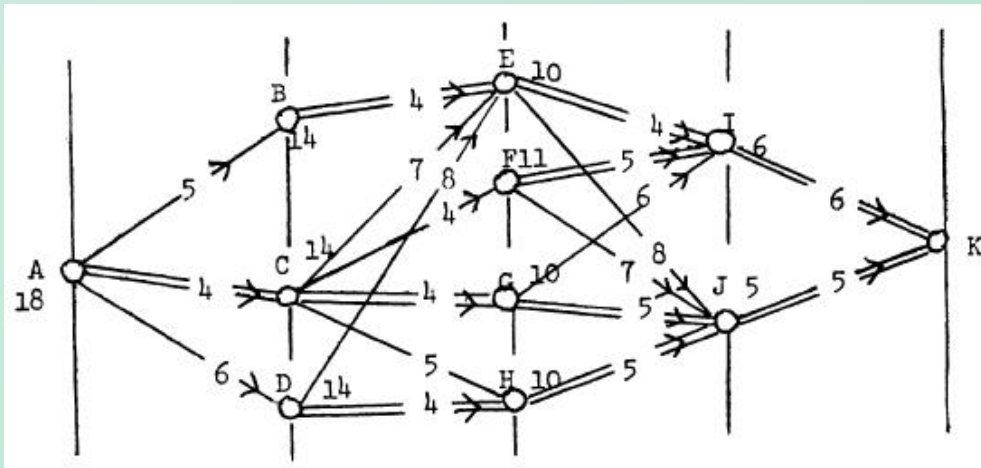
Criblage, méthode de Morris



**5% de risque ->
 $\mu + 1.645 \sigma$ ->
142,5 kWh/m²**

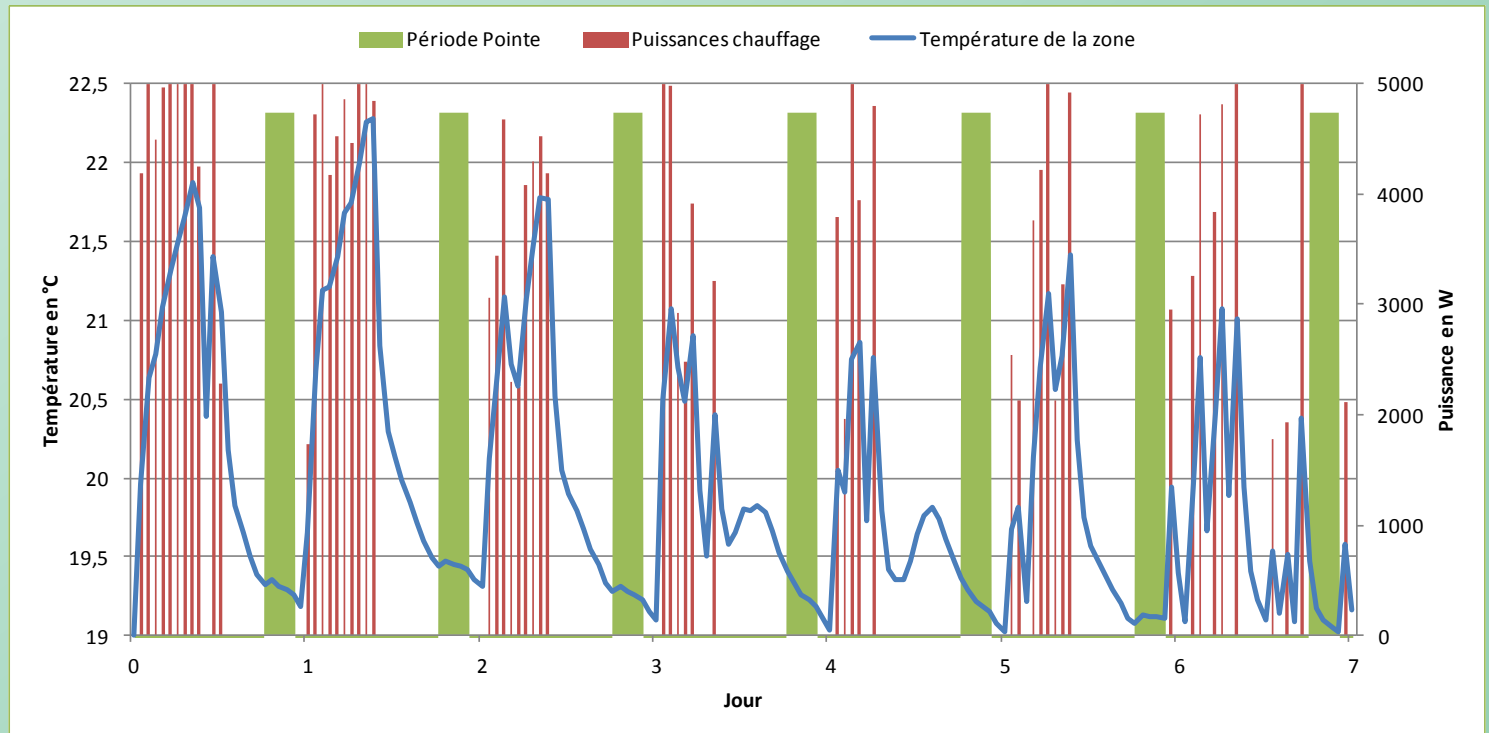


Stratégies de gestion (ANR SIMINTHEC)



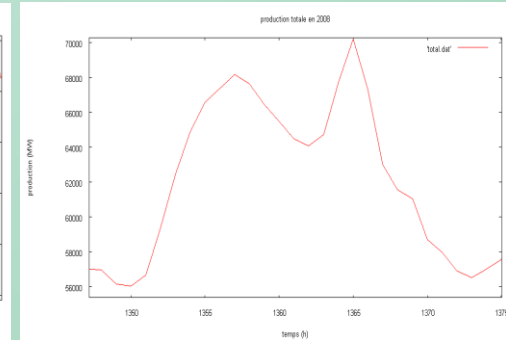
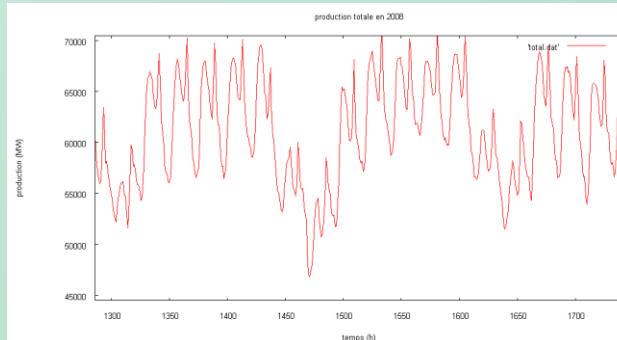
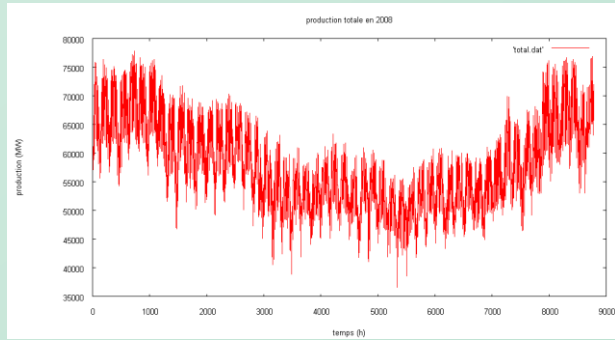
Programmation
dynamique
Équation de Bellman

Exemple : effacement
des pointes



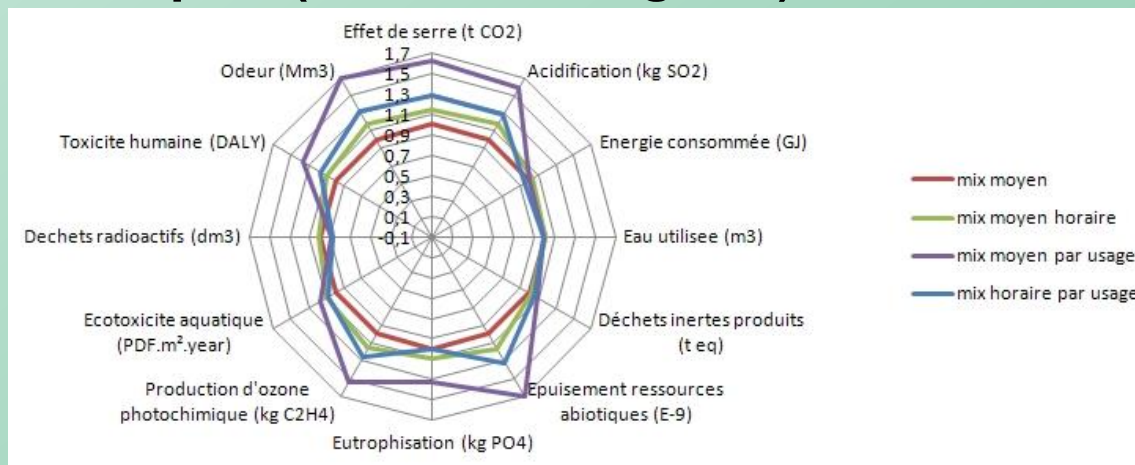
ACV dynamique, mix électrique (CES)

Données RTE -> modèle de mix selon θ , jour, heure



Importations, hypothèses sur la production

Allocation des impacts par usage : base -> ecs, variation saisonnière -> chauffage et climatisation, variation hebdomadaire -> usages professionnels (bureautique...), variation journalière -> usages domestiques (électro-ménager...)



Morphologies urbaines (ANR ACV Quartiers)

▶ Énergie >0

Basse énergie

Cité Descartes

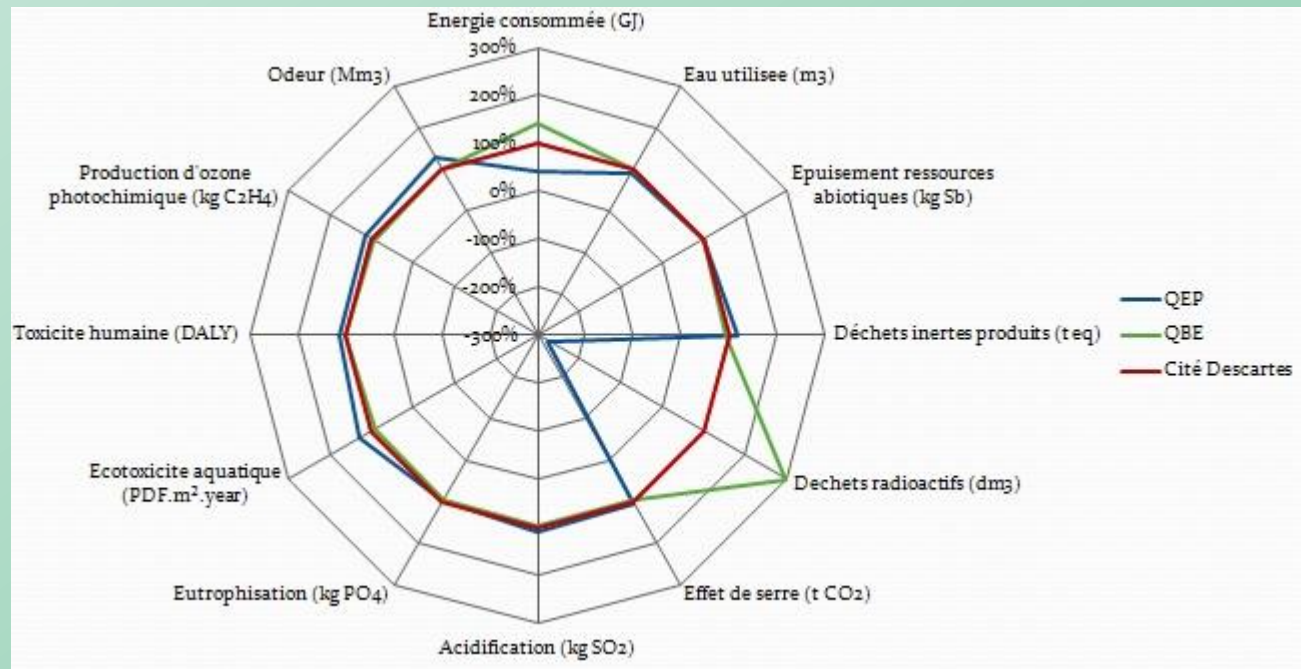


Plate forme BestLab (EDF)



Les Renardières (77)

Plate forme ADREAM (LAAS)



Etude de stratégies de gestion, smart grid

Conclusions et perspectives

- ▶ **Interopérabilité pour la modélisation multi-physique**
- ▶ **Modélisation des occupants, liens entre physique et sociologie**
- ▶ **Impacts environnementaux : produire + d'ENR et consommer + -> même bilan énergétique mais impacts environnementaux plus importants**
- ▶ **Gestion des réseaux d'électricité**
- ▶ **Réduction des modèles -> optimisation et incertitudes**
- ▶ **Extension à l'échelle des quartiers et de la ville**

Merci de votre attention