

Jean-Marie BAHU
Enrique KREMERS

La simulation spatiale pour les villes intelligentes



La ville intelligente au service du citoyen
Séminaire Aristote

15 avril 2015
École Polytechnique, Palaiseau



- Contexte
- La maquette numérique de ville
 - Principes
 - Bénéfices de la maquette numérique
 - Exemple d'utilisation
- La simulation énergétique
 - Pourquoi la simulation énergétique urbaine?
 - Méthodologies
 - Application
 - Exemple d'utilisation
- Etude de cas & Discussion



- **Enjeux** environnementaux et urbains
- **Développement durable** des villes
- De **nouveaux moyens** d'échange
- **Contexte urbain complexe** :
 - Multi-acteurs
 - Multi-domaines
 - Multi-échelle



TOKYO ©J.Klimke

➔ **Besoin d'expertise intégratrice en matière d'aide à la décision** à partir d'une approche systémique et multi-échelle:

Modélisation & simulation VS Observation & Data analytics

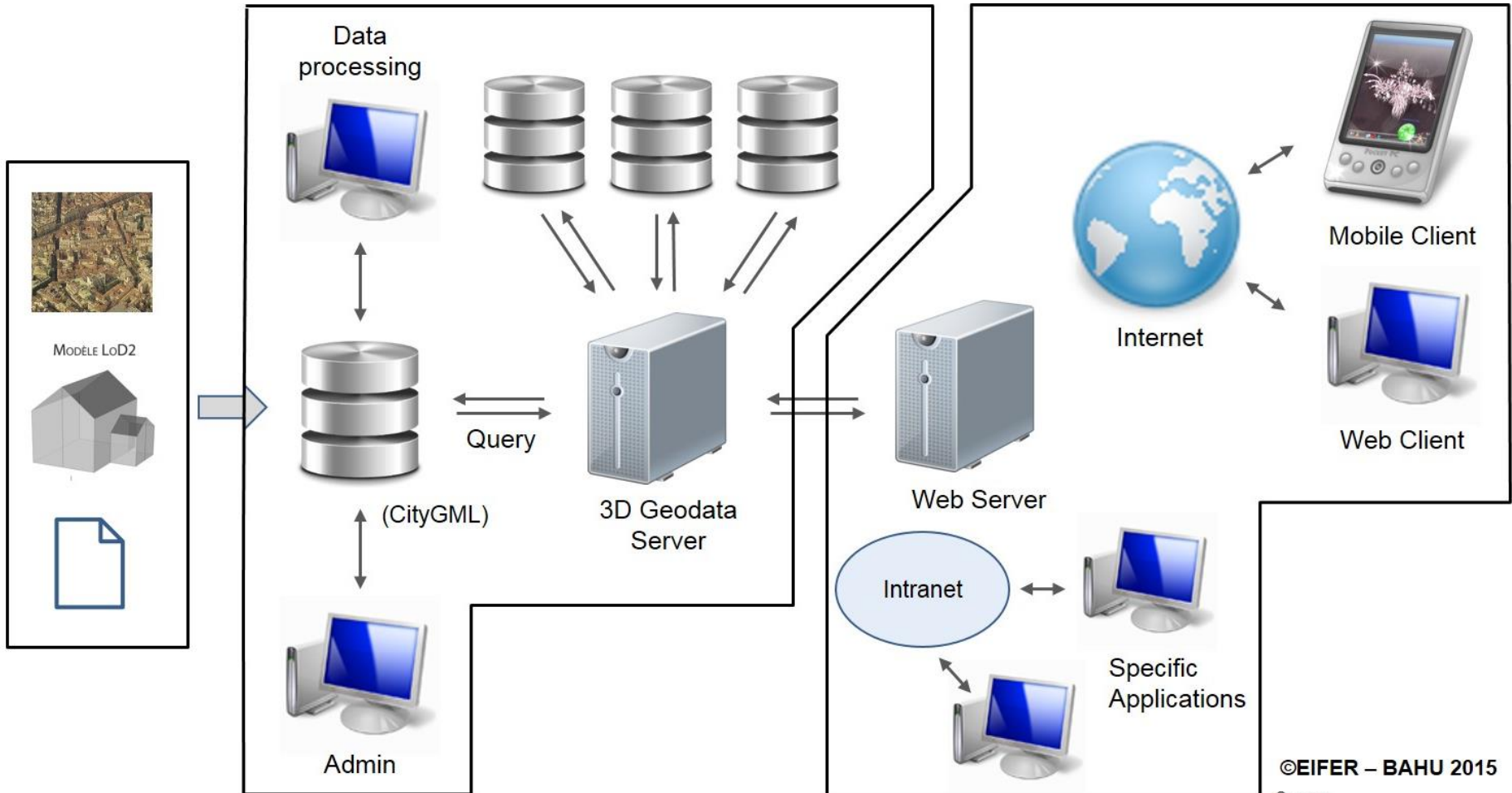
➔ **Maquette numérique de ville**

Données / Formats et modèle d'information / Processus / Utilisation



- **Données**
 - **Fort potentiel:** de nombreuses données disponibles
 - **Limites:** données hétérogènes, changeantes, inaccessibles, nécessitant un important travail de gestion
- Besoin d'un **modèle d'information et de gestion** structuré et durable
- **Différents formats** pour différents usages (propriétaire VS ouvert)
- **CityGML**, un format pour les échanges d'informations urbaines
 - Standard interopérable, multi-domaines, multi-aspects, extensible (ADE)





©EIFER – BAHU 2015

Source:
<http://www.fancyicons.com/free-icons>
V.Coors, Bonn, 2013

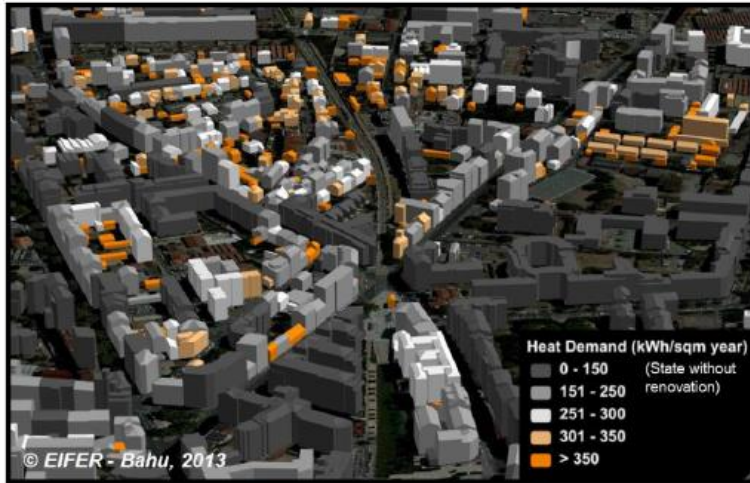


La **maquette numérique de ville**, c'est:

- Un modèle d'information pour la ville (ontologie)
- Une base d'information potentiellement riche (géométrie 3D, metadonnée) multi-domaines (bâtiment, réseaux)
- Un moyen de capitalisation et de suivi des données métiers tout au long du cycle de vie
- Une base d'échanges facilitant le travail collaboratif (interopérabilité)
- Des moyens d'analyse plus détaillés (aspects spatiaux et 3D)
- Un accès à de multiples usages (visualisation & géo-localisation, simulation, analyse, etc.) et à de nouveaux services
- Un moyen d'augmenter la rentabilité des projets (diminution de la durée et des coûts, meilleur suivi, etc.)



Heat energy demand modelling based on a 3D CM



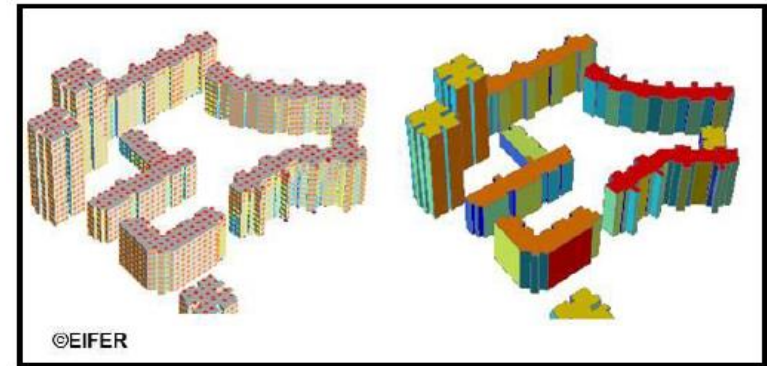
Origine communauté urbaine de Lyon – Droits réservés

PV cadaster based on a 3D CM



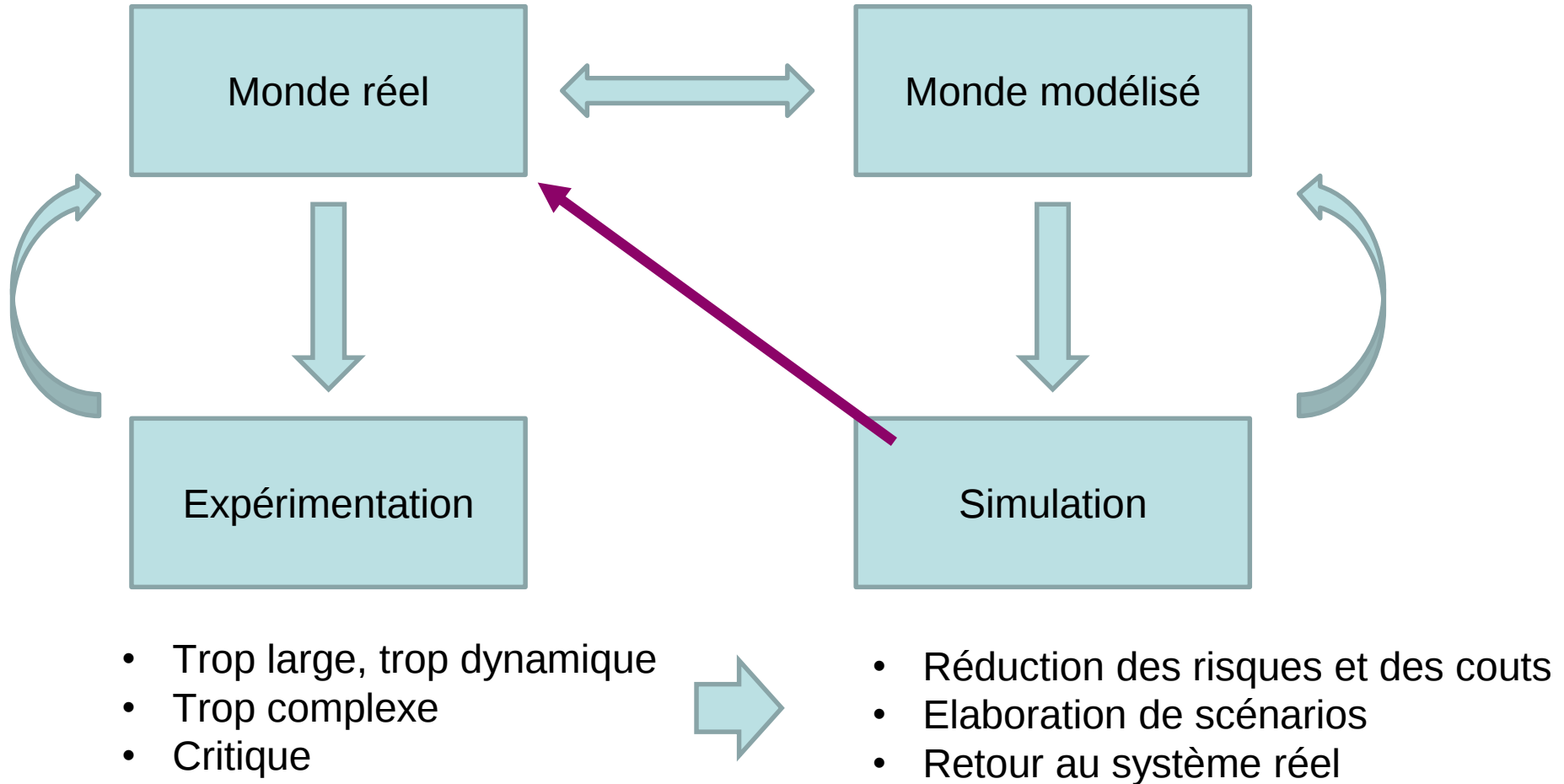
Origine communauté urbaine de Lyon – Droits réservés

Solar radiation calculation based on a 3D CM



Qualitative Urban Heat Island localisation

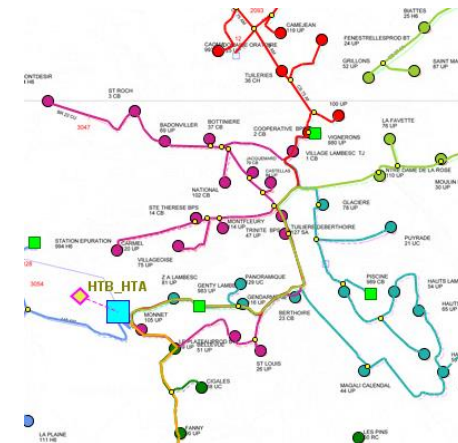
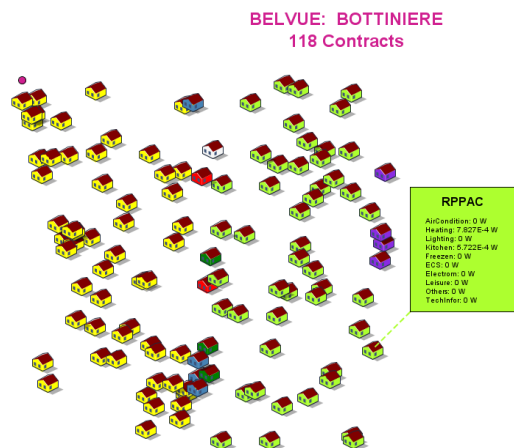






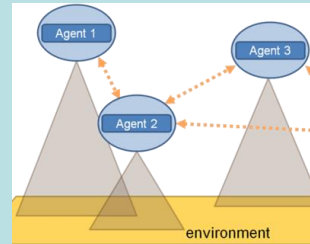
La simulation des systèmes complexes: une solution aux enjeux posés par les villes intelligentes du futur.

- Effets de changement d'échelle
- Questions de centralisation / décentralisation
- Adaptation et évolution des systèmes dynamiques
- Description et intégration de modèles socio-techniques
- Changements de comportement



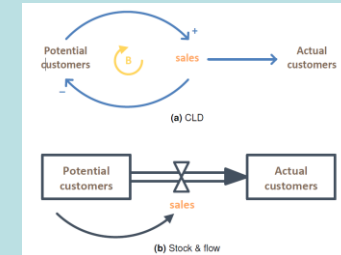
Méthodologies
et outils

Modèles Multi-Agents



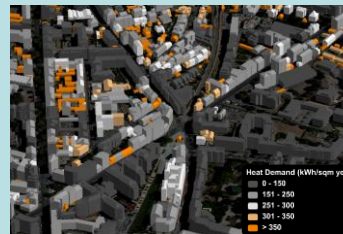
Netlogo, Anylogic

System Dynamics



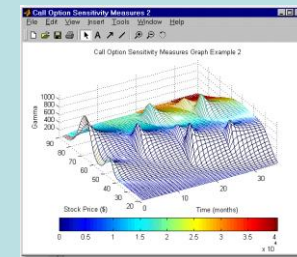
Vensim, Anylogic

Geographical Information Systems



ArcGIS, QGIS

Systèmes Dynamiques (physiques)



Matlab, Dymola, etc.

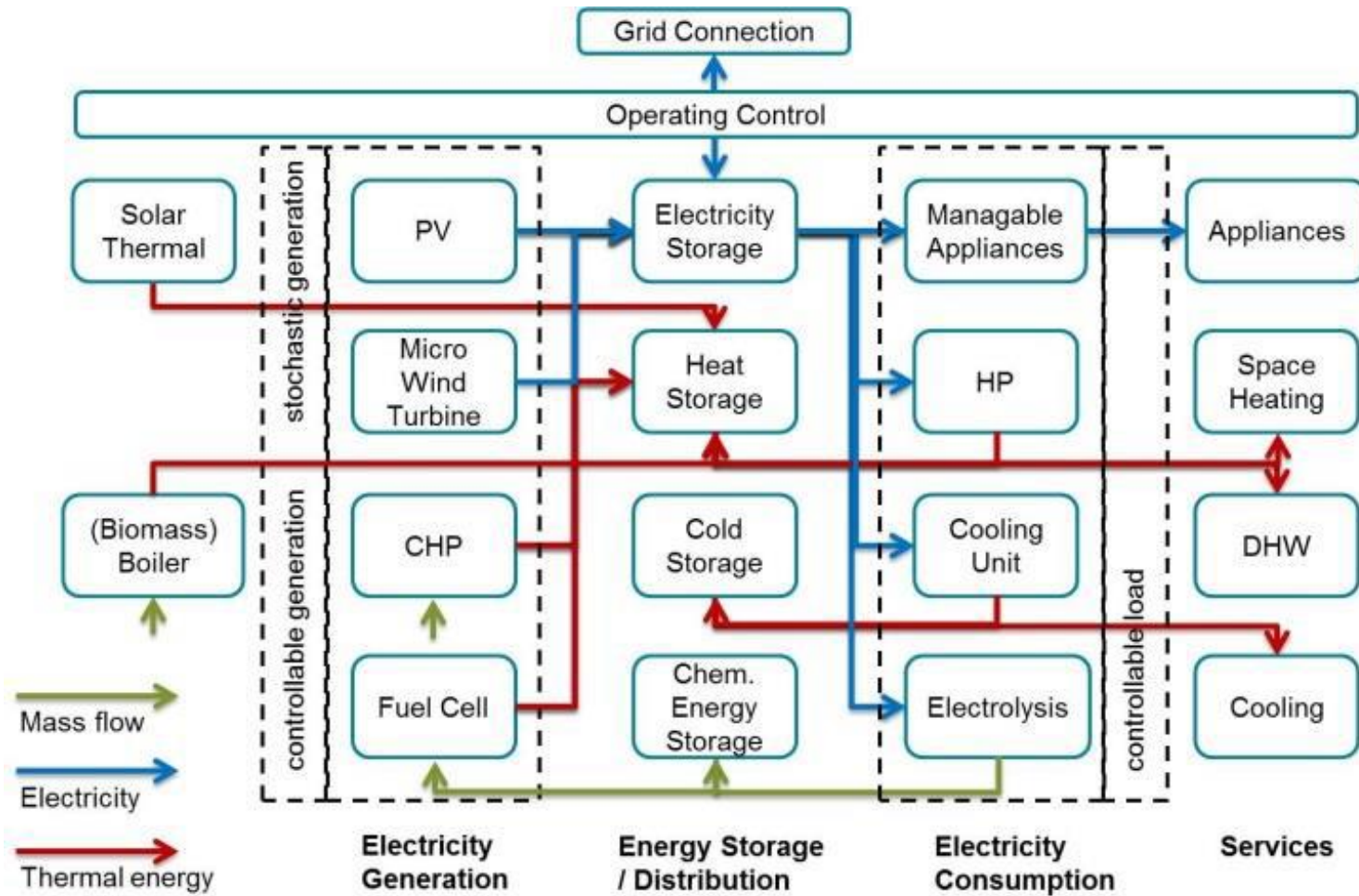
→ Approche multi-méthodologique

Simulation énergétique urbaine

- Simulation Multi-Energies

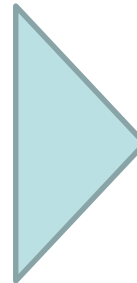
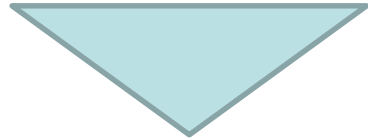


EIFER

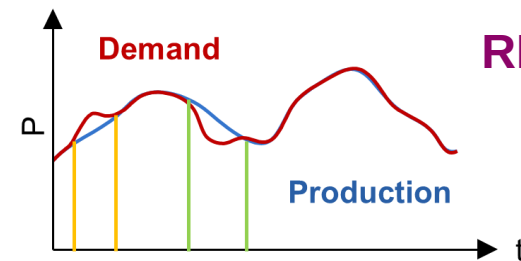
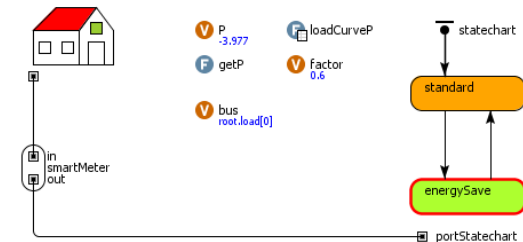
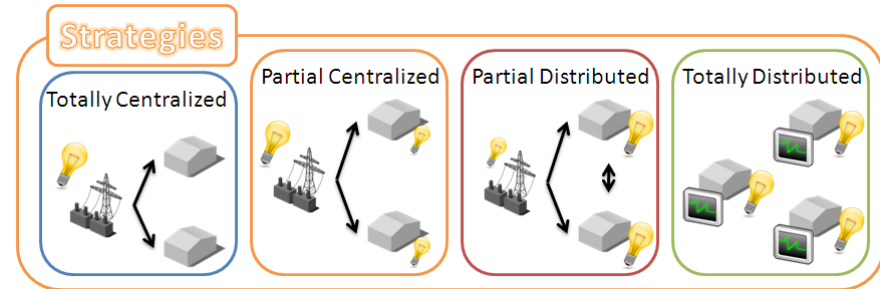


SCENARIOS

- Parc bâti
- Réseaux et systèmes énergétiques
- Comportement socio-economique



STRATEGIES



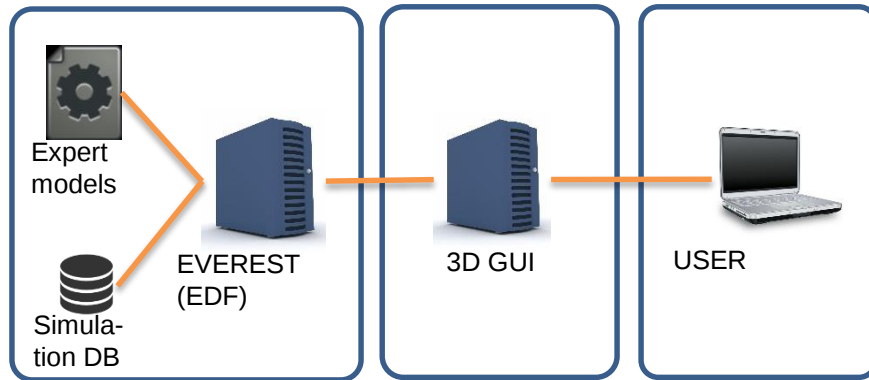
RESULTATS



- **Bénéfices mutuels**
 - Pour la simulation énergétique (p. ex. stockage et management de données spatiales, haute résolution, analyse détaillée, visualisation);
 - Pour la maquette numérique (p. ex. création de valeur-ajoutée, modélisation de phénomènes complexes, scenarios).
- Ce couplage relève néanmoins **certains défis** (p. ex. data management, interopérabilité des données et des logiciels, maîtrise d'incertitude, etc.).
- Différentes **initiatives** en développement.

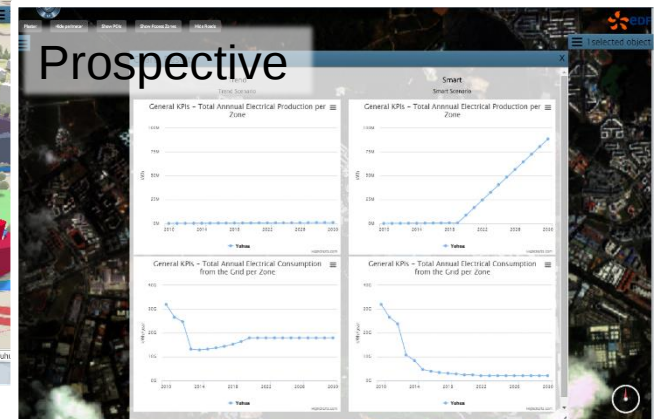
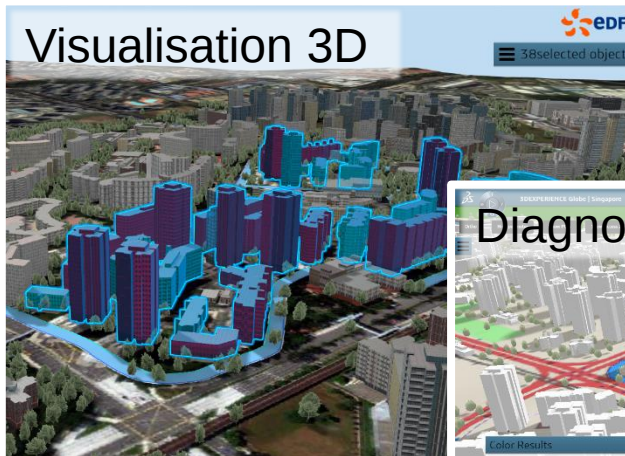
Simulation énergétique urbaine

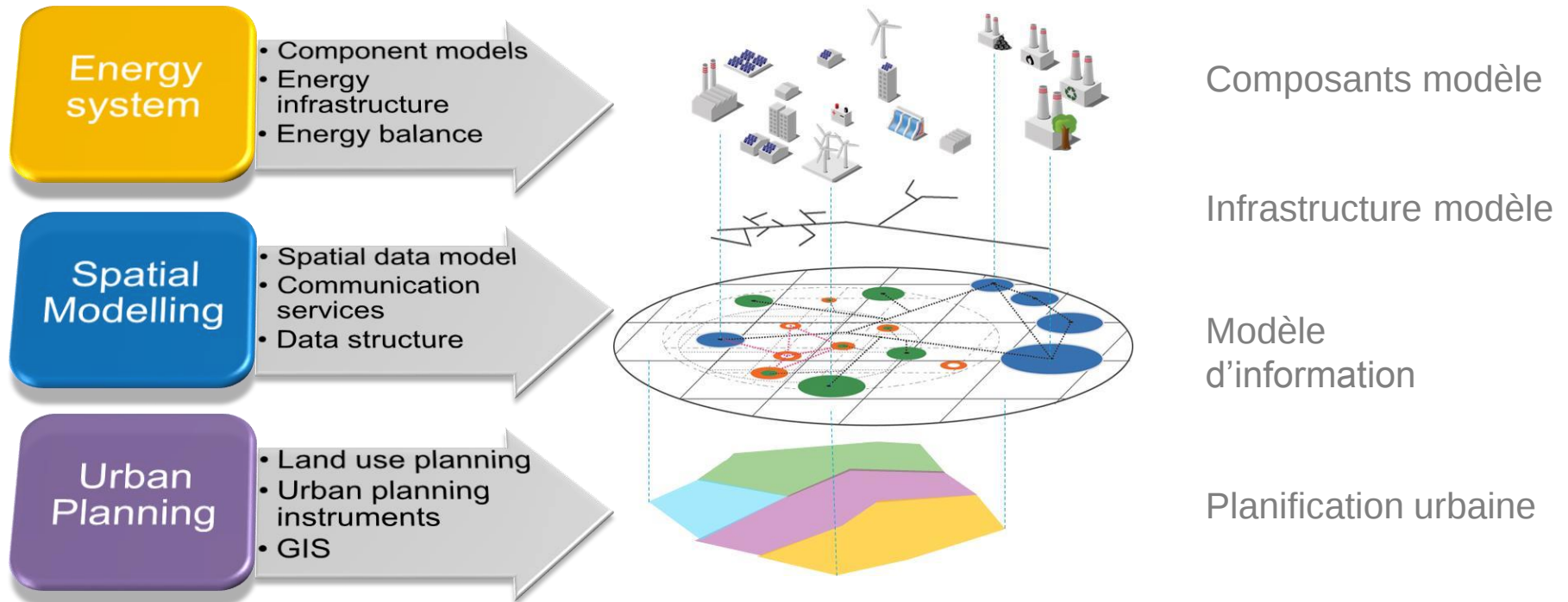
- Cas d'application: CURTIS



CURTIS, plateforme de simulation pour la planification énergétique urbaine

- Intégration des experts en modélisation urbaine (air conditionné, éclairage, production d'électricité décentralisée, etc.);
- Application web (accès directement via un web browser);
- Interface 3D (CAVI) en coopération avec Dassault Systèmes;
- Première démo déployée sur la ville de Singapour.





Evaluation des interactions entre systèmes énergétiques et modèle spatial

Merci!

Jean-Marie BAHU

bahu@eifer.org

Dr Enrique KREMERS

kremers@eifer.org

EIFER

Energy planning & geosimulation

+49 (0)721 - 6105 1447

bahu@eifer.org

EIFER - European Institute for Energy Research
Emmy-Noether-Str. 11
76131 Karlsruhe, Germany
www.eifer.org

Copyright © EIFER 2015