



Simurex 2015

**Projet Resilient
Optimisation des flux énergétiques au
niveau du quartier**

Peter RIEDERER (CSTB), Jesus-Javier GIL QUIJANO (CEA)

30/10/2015

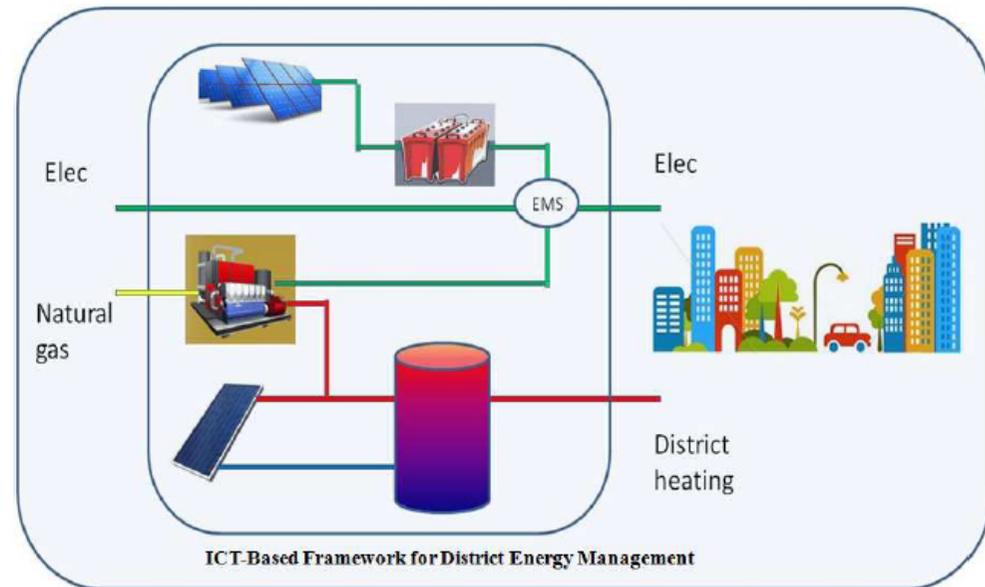
Porticcio, France



RESILIENT

Objectif : Gestion optimale et en temps-réel de l'énergie à l'échelle d'un réseau en combinant les concepts de microgrid et de hub énergétique.

- Gestion de différents flux d'énergie
Electricité et chaleur
- Système **robuste** aux perturbations internes et externes
- Optimisation énergétique multicritère
 - Maximiser la **production locale**
 - Respecter **le confort**
 - Réduction de **l'impact CO2**
 - Réduction des **coûts**



Deux parties principales de développement:

- Simulateur de quartier (DIMOSIM)
- Système d'optimisation (MAS)



Partie 1: Simulation





SIMULATION DE QUARTIER - DIMOSIM

- **Objectif : Simulation dynamique physique avec un niveau de détail « adapté »**
 - Possibilité de grands quartiers (objectif 10-20000 bâtiments)
 - Connaissance plus ou moins détaillée des bâtiments et systèmes
 - Prise en compte des phénomènes urbains importants

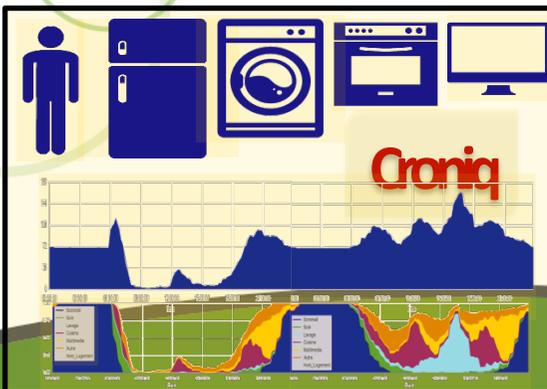
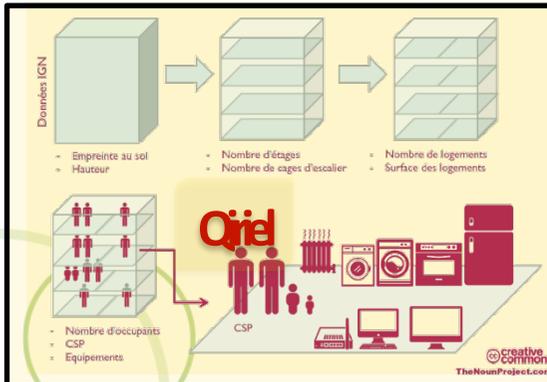
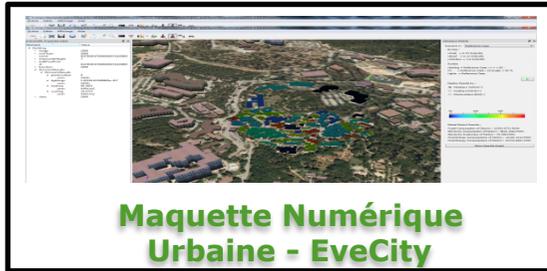
Approche RESILIENT:

- **Modélisation et simulation au niveau du bâtiment**
 - Enveloppe (modèles R-C : consommation: R7C3 – gestion: R8C7)
 - Systèmes énergétiques (chauffage, refroidissement, ECS, ventilation)
 - Gestion/régulation (pas de temps de la seconde jusqu'à l'heure)
- **Modélisation et simulation au niveau du quartier**
 - Masques solaires entre bâtiments, terrain etc., Bâtiments mitoyens
 - Quartiers avec ou sans réseaux (thermiques, électriques, etc.)
 - Calcul en pression et température des réseaux hydrauliques (équilibre)
 - Production centralisée avec gestion/régulation
 - Production, stockage et distribution thermiques et électriques





LES MODULES POUR LA SIMULATION DE QUARTIER



4 Modules clés utilisés

- *Maquette numérique (citygml+ADEs)*
- *Génération des caractéristiques des bâtiments et des équipements en fonction de la disponibilité*
- *Génération des profils de consommation électrique, apports internes, consommations d'eau*
- *Simulateur de quartier*
Bâtiments, réseaux et systèmes centralisés et locaux





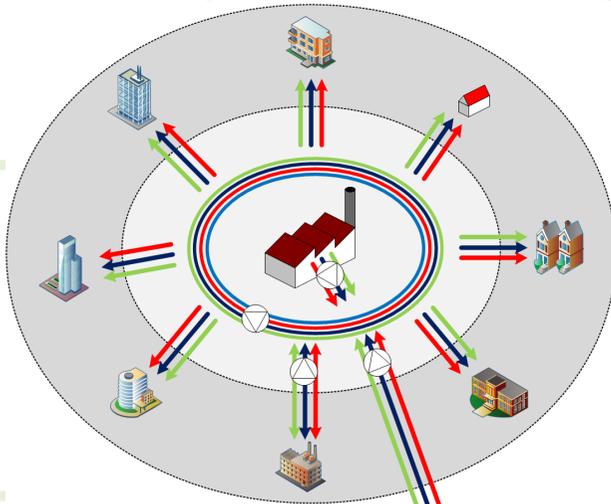
ÉVALUATION DES PERFORMANCES DIFFÉRENTES LIMITES DE SYSTÈME

Définition des bilans/rendements au niveau de :

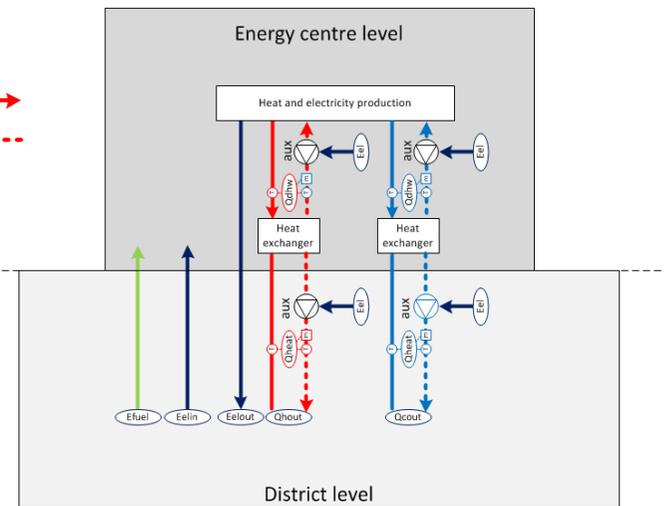
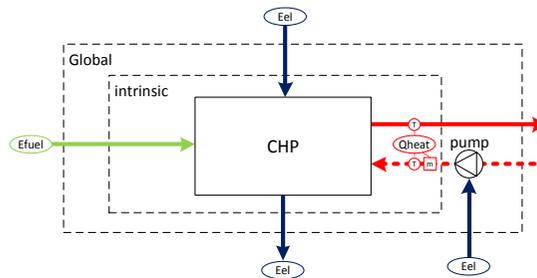
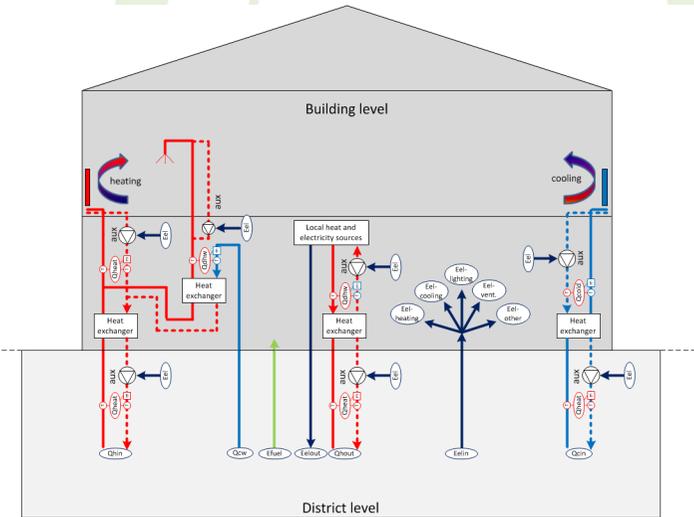
- Composant (eg. CHP)
- Bâtiment
- Distribution
- Production centralisée

$$\eta_{global} = \frac{E_{out}}{E_{in} + E_{aux-connection}}$$

Pour chaque mode: chauffage, refroidissement, ECS



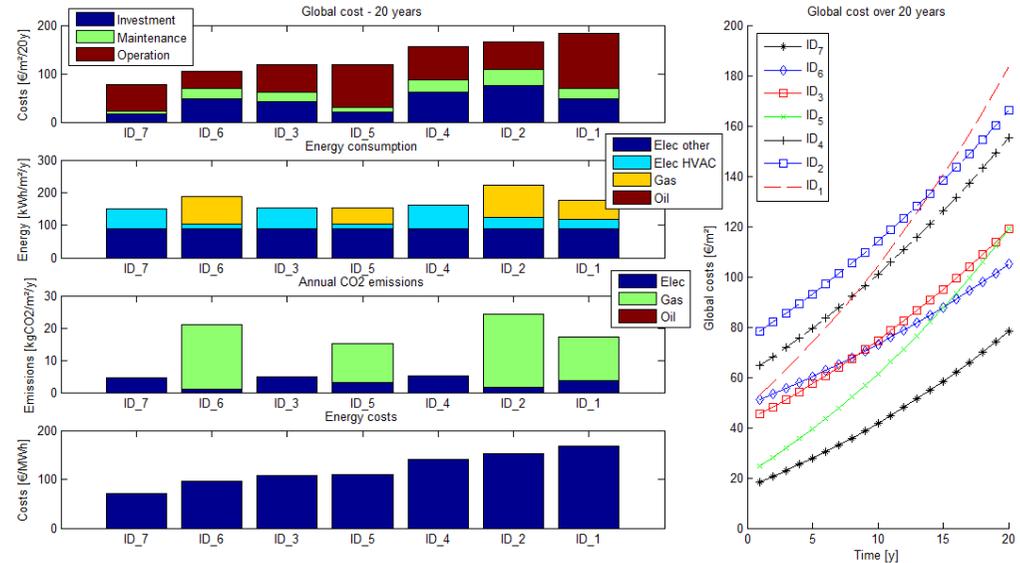
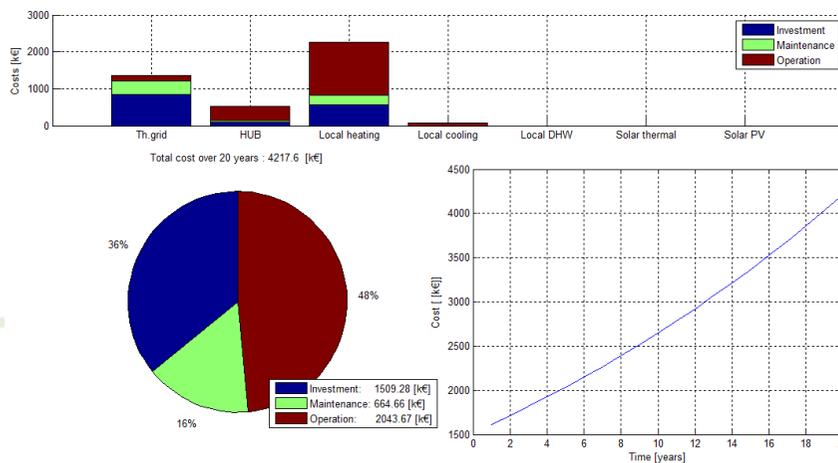
$$\eta_{global} = \frac{E_{out}}{E_{in} + E_{aux-connection}} = \frac{Q_{useful} + E_{useful}}{E_{fuel} + E_{elec-process} + Q_{auxheat-in} + E_{aux-connection}}$$





Exemples de résultats de calculs

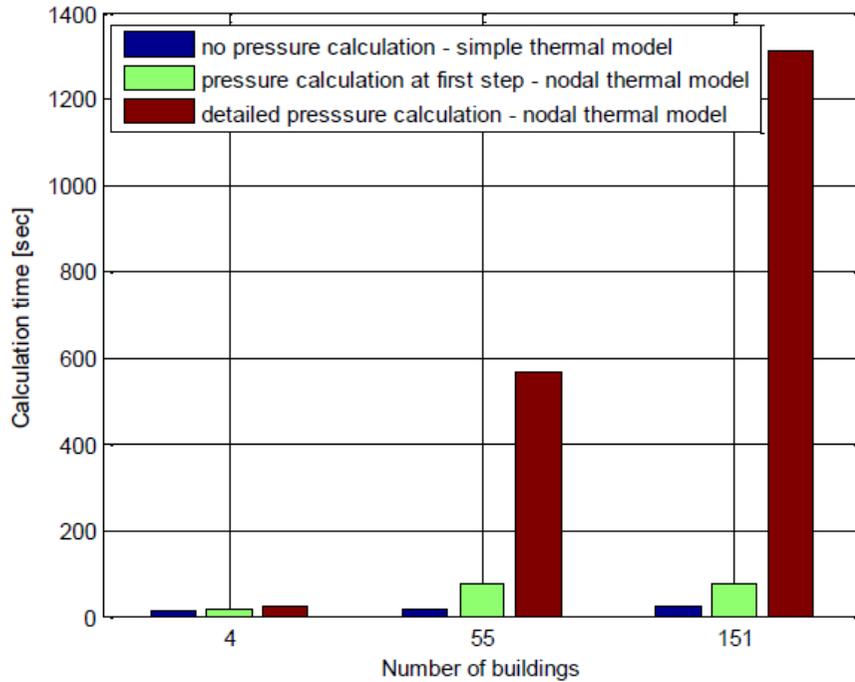
Indicateurs de performances énergétiques, environnementales et économiques



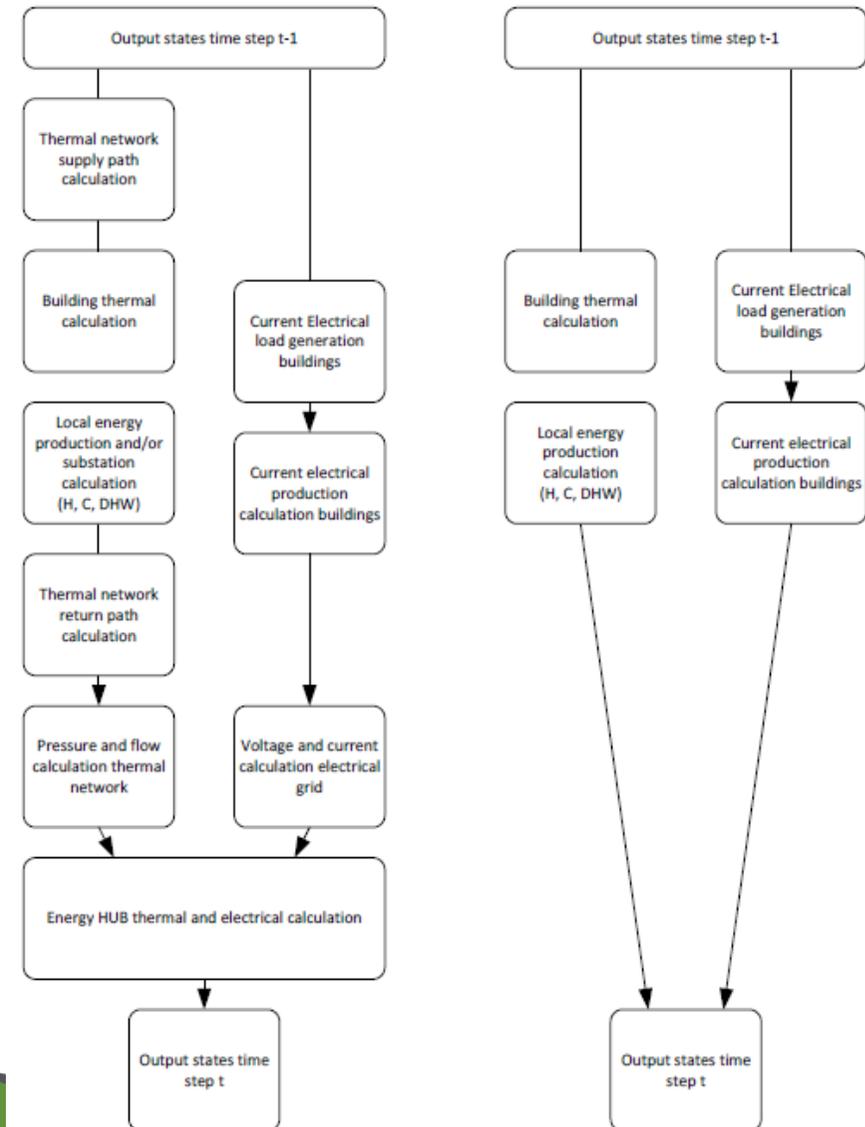
Small district	Climate : NICE				Climate : Ile de France			
	Nice	Energy price	Primary energy	CO2 emissions	Ile de France	Energy price	Primary energy	CO2 emissions
	Variants	€/MWh	kWhPE/m ² /y	kgCO ₂ /m ² /y	Variants	€/MWh	kWhPE/m ² /y	kgCO ₂ /m ² /y
ID1	197	48	9,3	ID1	168	86	17,3	
ID2	204	68	12,3	ID2	152	132	24,3	
ID3	133	36	3,9	ID3	108	63	4,8	
ID4	171	42	4,1	ID4	142	73	5,1	
ID5	118	36	8,0	ID5	109	64	15,1	
ID6	129	49	10,4	ID6	96	97	20,9	
ID7	69	31	3,8	ID7	71	60	4,7	



Schémas de résolution et temps de calcul



1000 bâtiments sans calcul en pression: **50s**





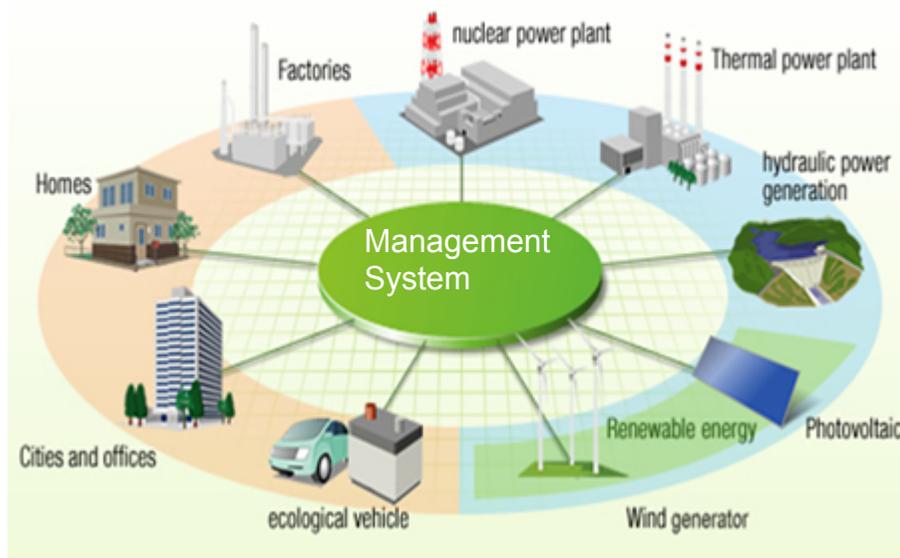
Partie 2: Optimisation





Gestion de systèmes énergétiques

■ Satisfaire la demande et garantir l'équilibre du



© Hitachi

- Actif : Energie + Information
- Gestion dynamique de la demande
- Gestion de la production distribuée

Compromis entre la demande et les ressources :

- Acteurs autonomes (objectifs individuels éventuellement contradictoires)
- Objectifs du système

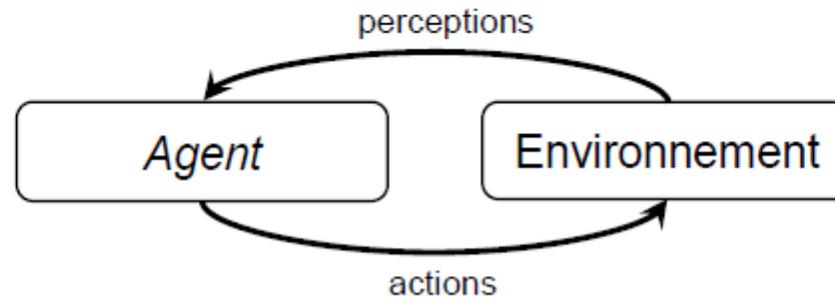


Démarche RESILIENT: Système Multi-Agent

Un agent est une **entité décisionnelle autonome**, située, communicante, percevant son environnement par le biais de capteurs, et capable d'interagir avec celui-ci.



```
1. V ← Valeur  
2. tour ← 0  
3. while (tour < 10) do  
4.   tour ← (tour actuel) + 1  
5.   if (tour == Agent(1) then  
6.     broadcast(agent, position(tour))  
7.   else  
8.     if (tour < 4) then  
9.       reception(agent, position(tour actuel))  
10.      V ← val(tour)  
11.    end if  
12.  end if  
13.  tour ← tour + 1  
14. end while
```

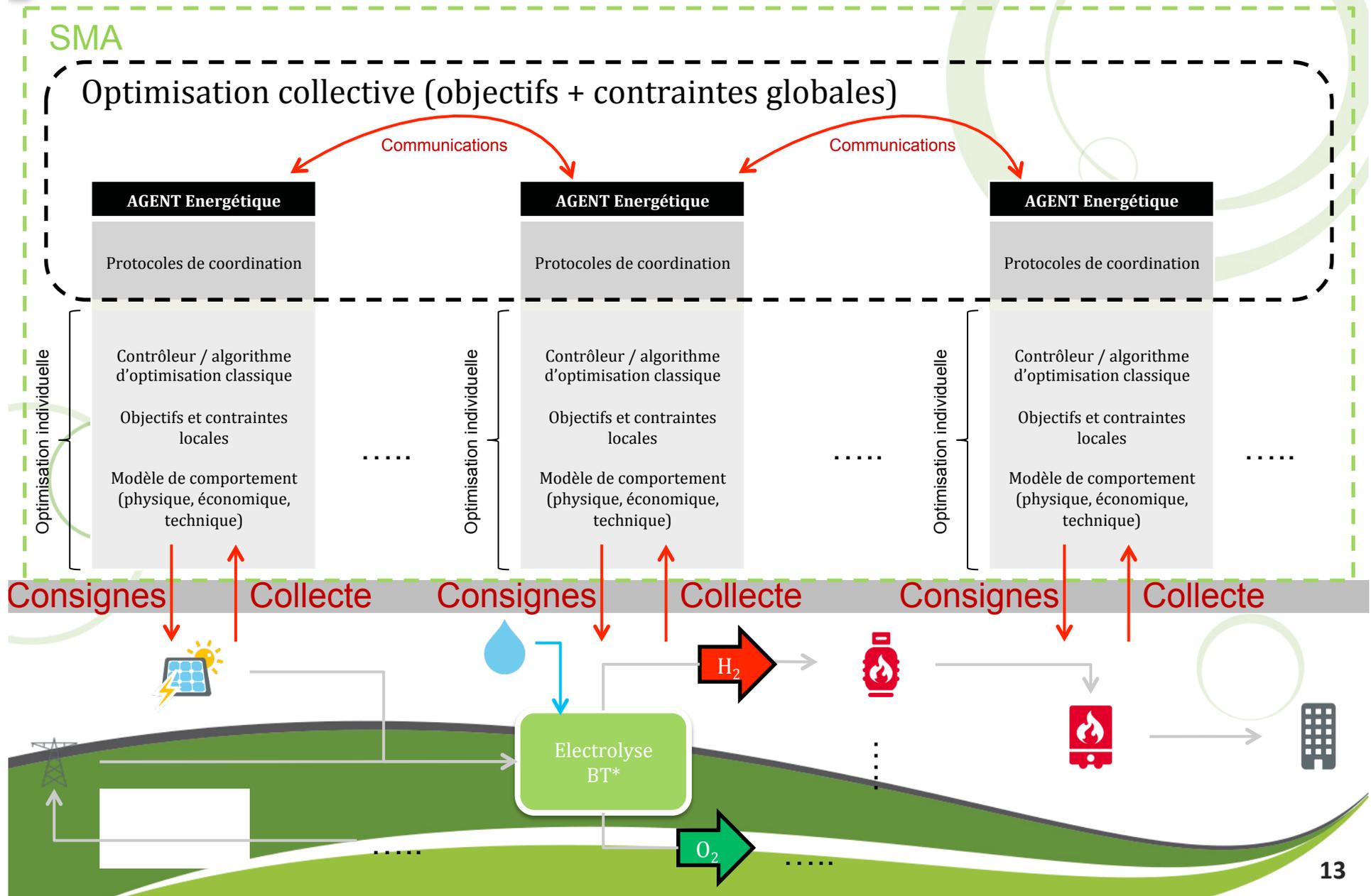


Entité décisionnelle autonome

- Propension à agir et décider par lui-même
- Initiateur de l'action (proactif)
- Adapte son comportement à l'état courant de l'environnement
- Relativement à un **but** donné

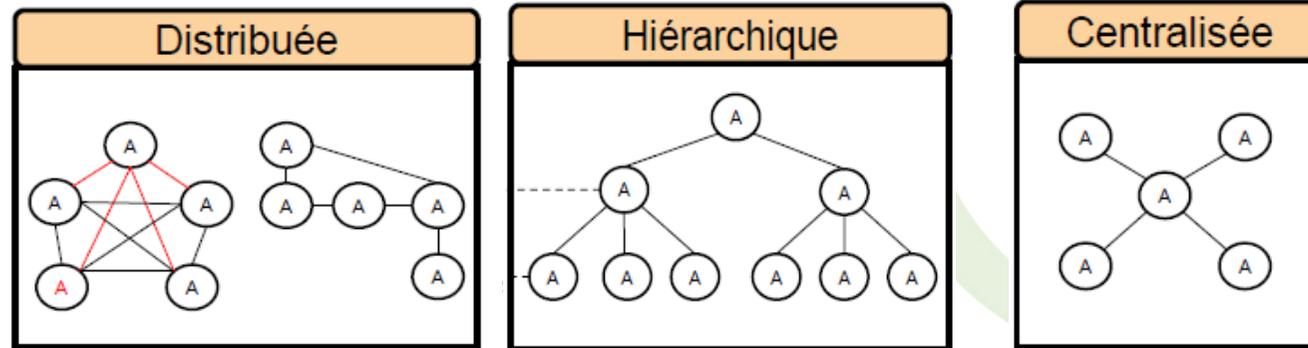


Systeme Multi-Agent - Fonctionnement





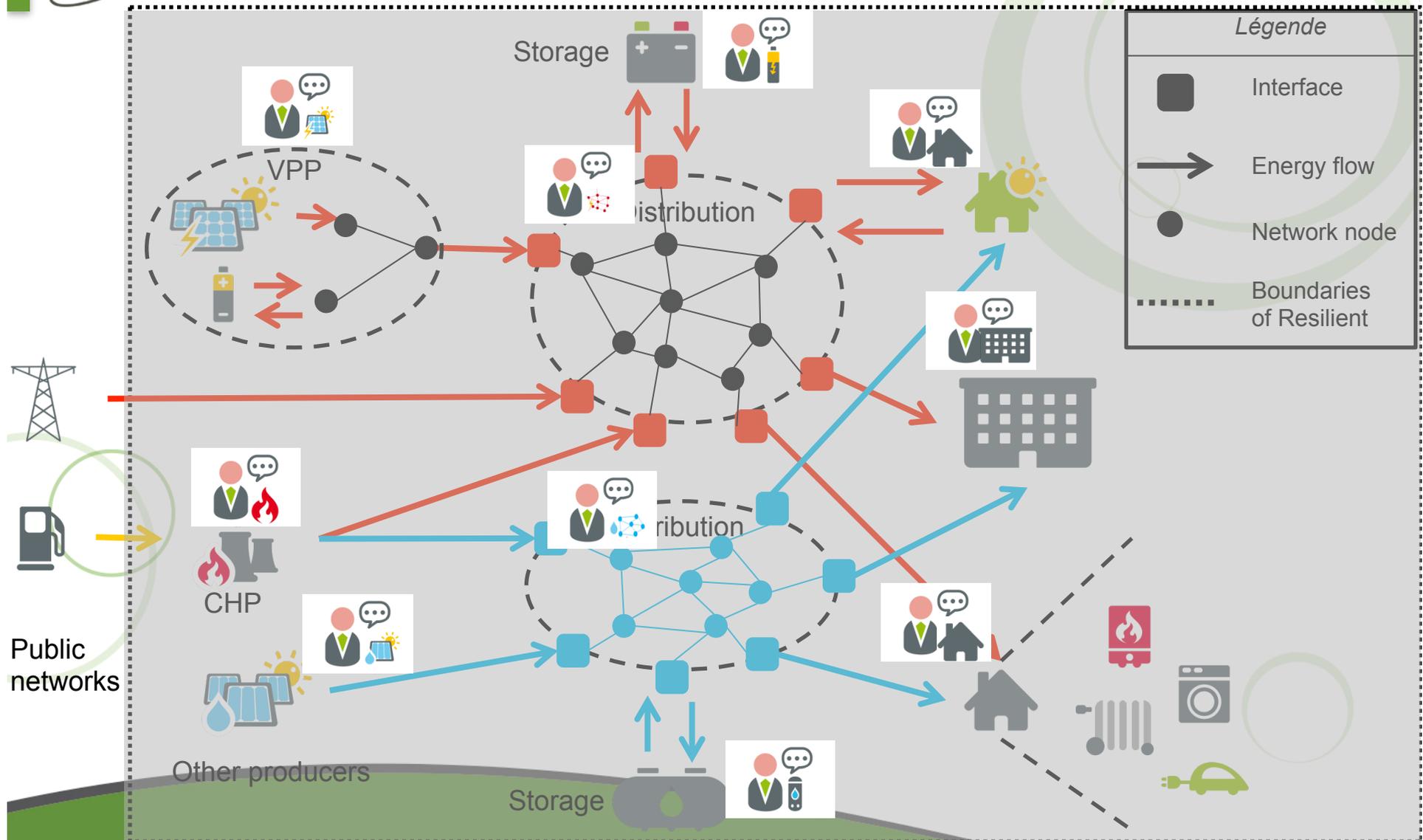
Architecture pour l'optimisation collective



Critères	Distribuée	Hiérarchique	Centralisée
Volume de communications	■	■	■
Passage à l'échelle	✓	✓	✗
Robustesse Flexibilité	■	■	■
Confidentialité	✓	✓	✗



MAS : En pratique dans RESILIENT





MERCI

Contact simulation:

Peter Riederer (CSTB)

peter.riederer@cstb.fr

Contact optimisation:

Jesus-Javier GIL QUIJANO (CEA)

Jesus-Javier.GILQUIJANO@cea.fr