



# Projets OREBE et RETHINE

Développement d'outils d'aide à la décision pour la réduction des consommations énergétiques et la valorisation des énergies renouvelables en contexte urbain

Règlementation sur l'autoconsommation

Evolution des tarifs de rachat

Baisse des coût de production Elec. PV

Spécificités des acteurs

Acteurs de l'énergie en France

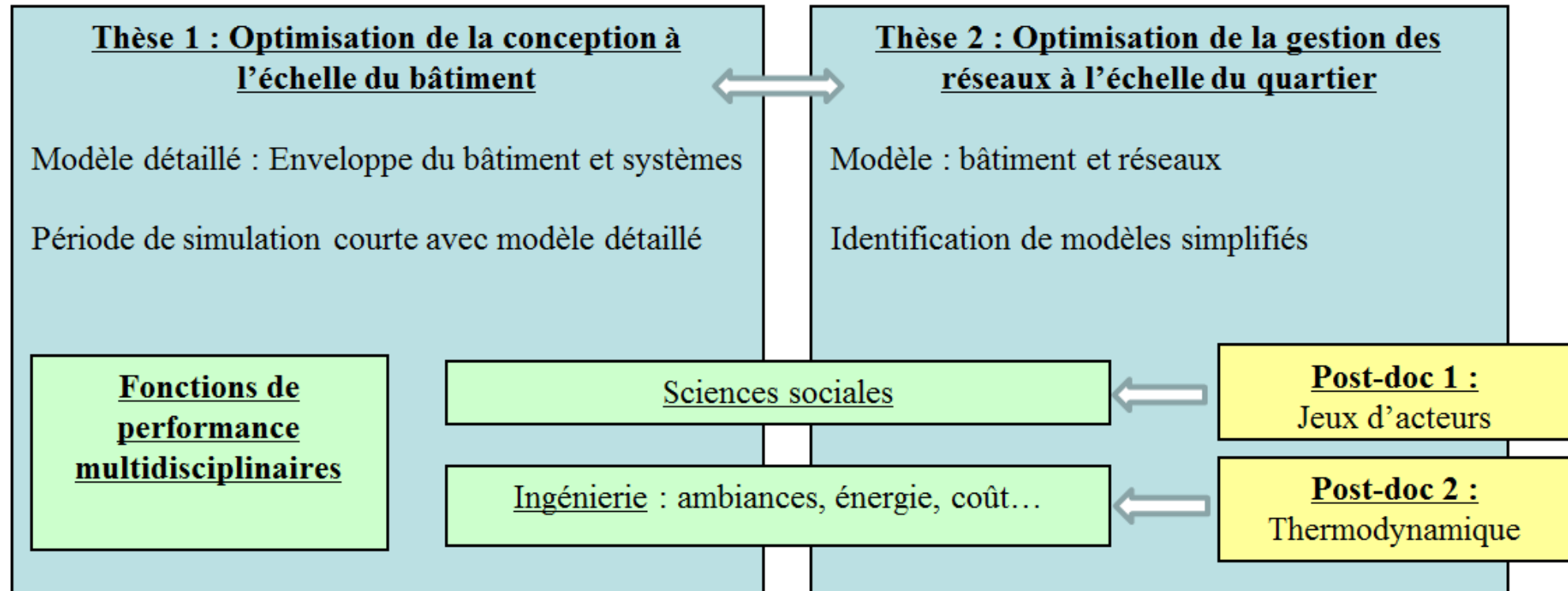
Coût stockage thermique / électrique



LOCIE



# Présentation OREBE

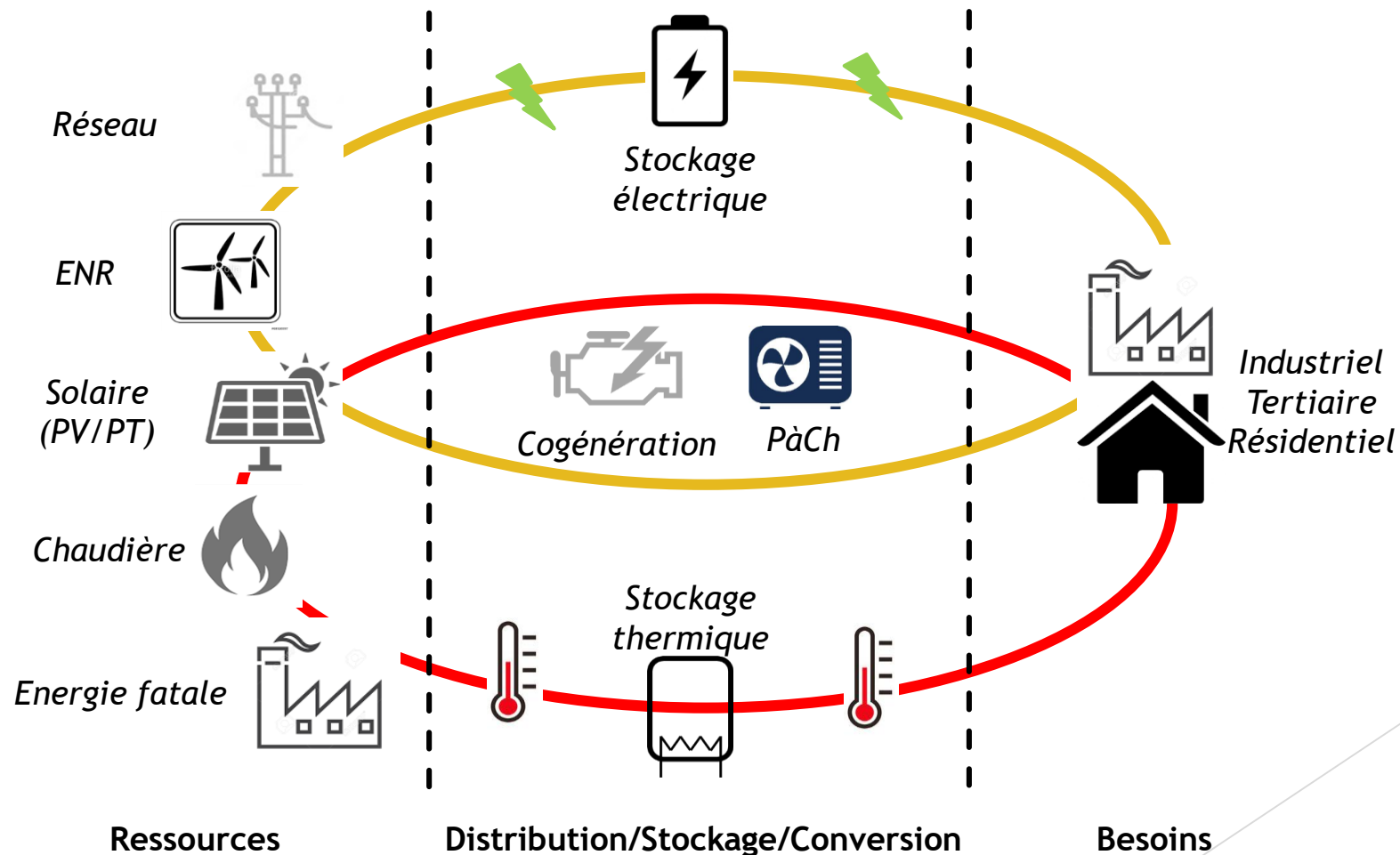


## Réduction des temps de calcul

1. Modélisation dynamique / approche holistique (enveloppe et systèmes) > modèle complexe
2. Algorithmes d'optimisation : optimal global nécessitant de nombreuses simulations
3. Approche réseau : quartier, ville...

# Présentation RETHINE

Développement des synergies entre des réseaux thermiques et électriques en contexte urbain en vue de valoriser des sources d'énergies renouvelables et les rejets thermiques industriels, sur des réseaux, sous-parties de réseaux (mini-grid) ou îlots énergétiques existants, ou à développer et à interconnecter





# Projet OREBE



LOCIE



Pacte



G2E Lab  
Grenoble Génie Electrique  
Grenoble Electrical Engineering

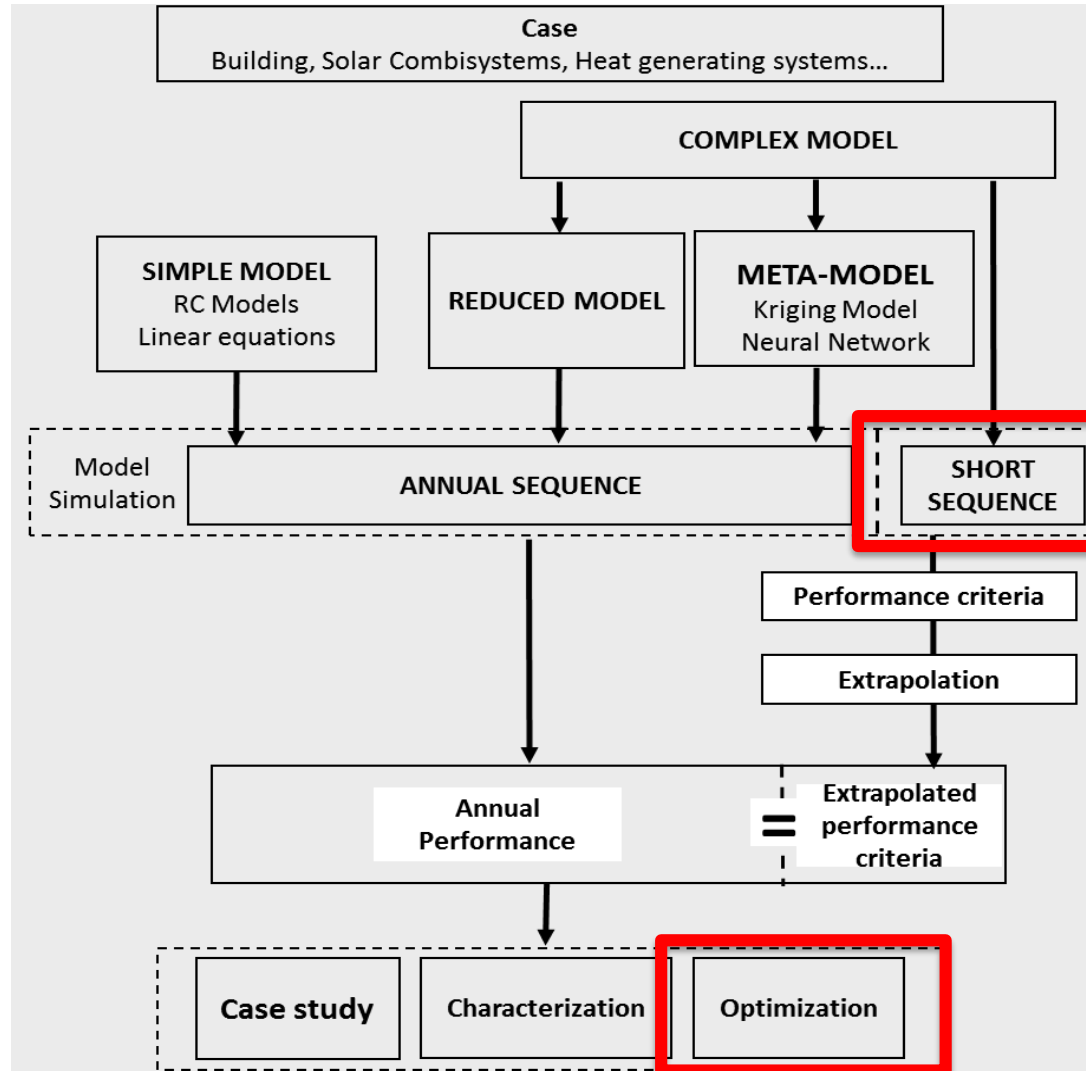


INSTITUT  
CARNOT

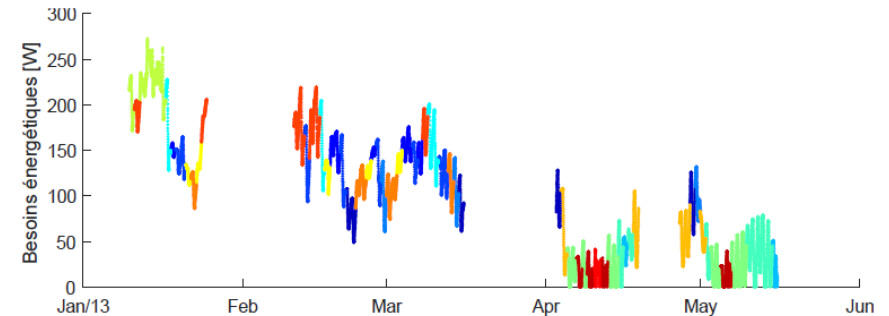
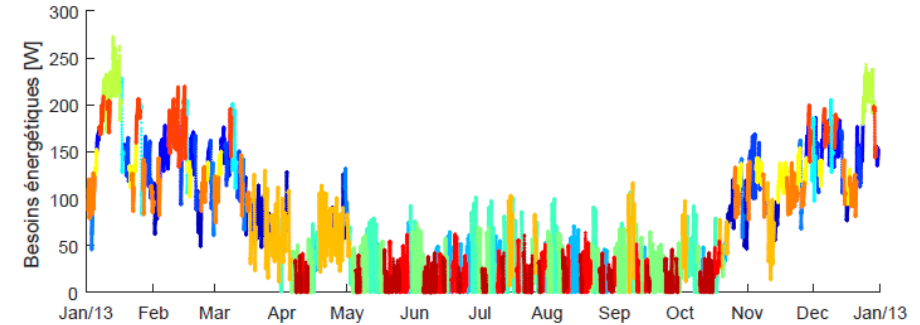
Energies du futur



# Réduction des la période simulée



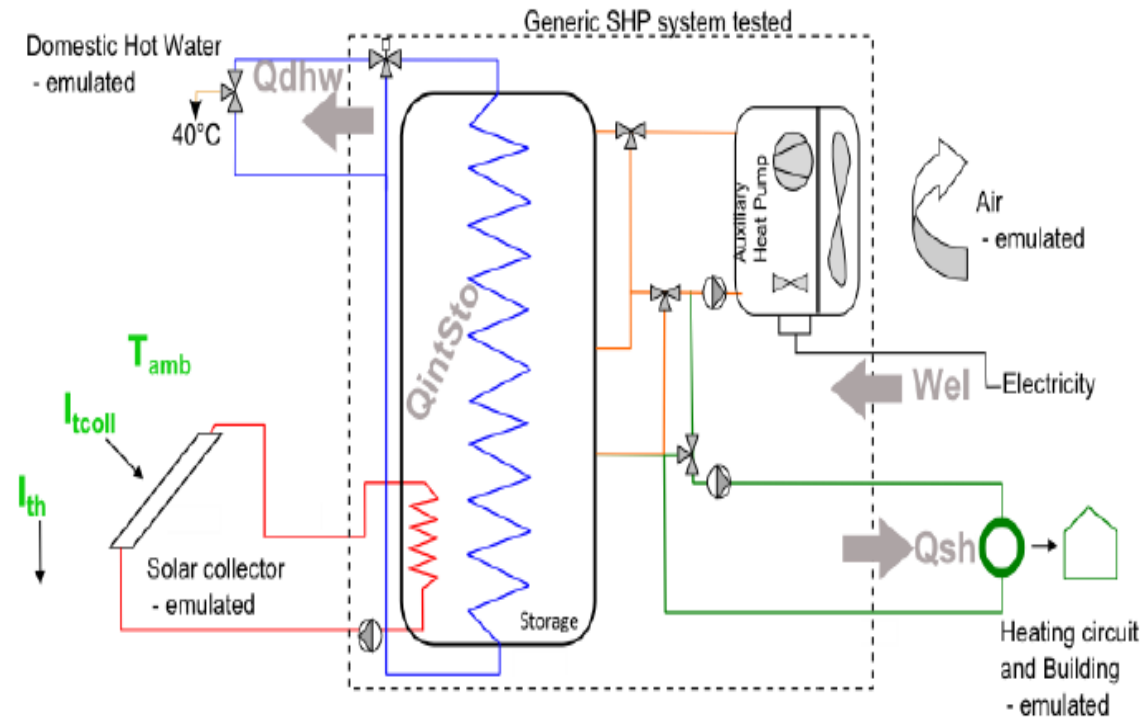
## Bâtiment / modèle détaillé



C.  
Ribault, 2017

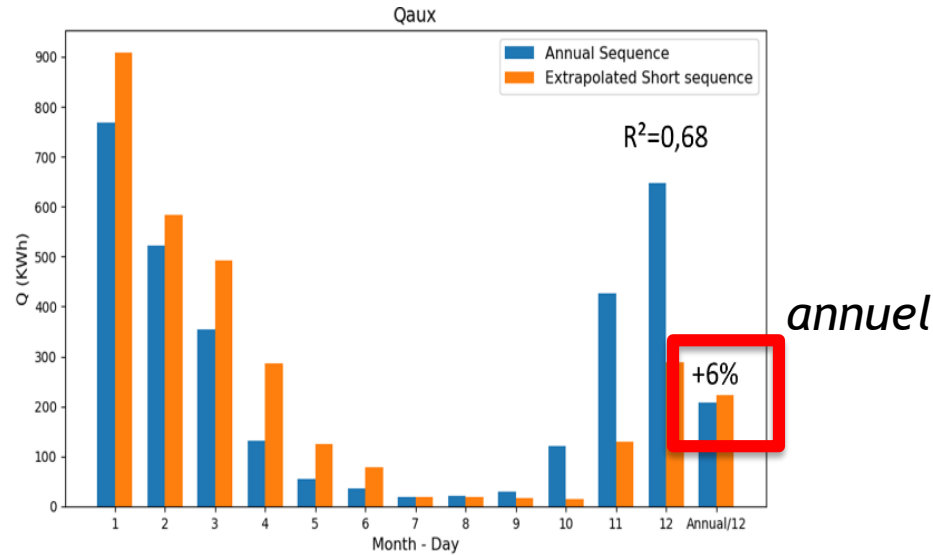
# Mise en œuvre de la méthodologie

- **Cas d'étude** : Système Solaire Combiné
- **Réduction de la période** : approche existante **SCSPT** (Short Cycle System Performance Test)
- **Critères de sélection** : énergie d'appoint + énergie stockée

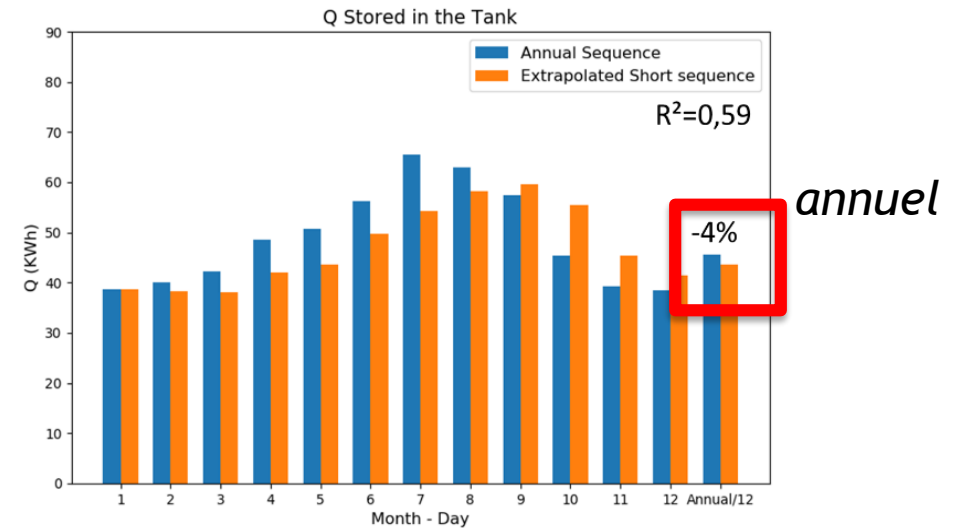


# 1. Evaluation des critères de sélection utilisés pour le choix de la Séquence Courte (SC)

Case 1(Reference):  $V=0.8 \text{ m}^3$   $S=9.3 \text{ m}^2$



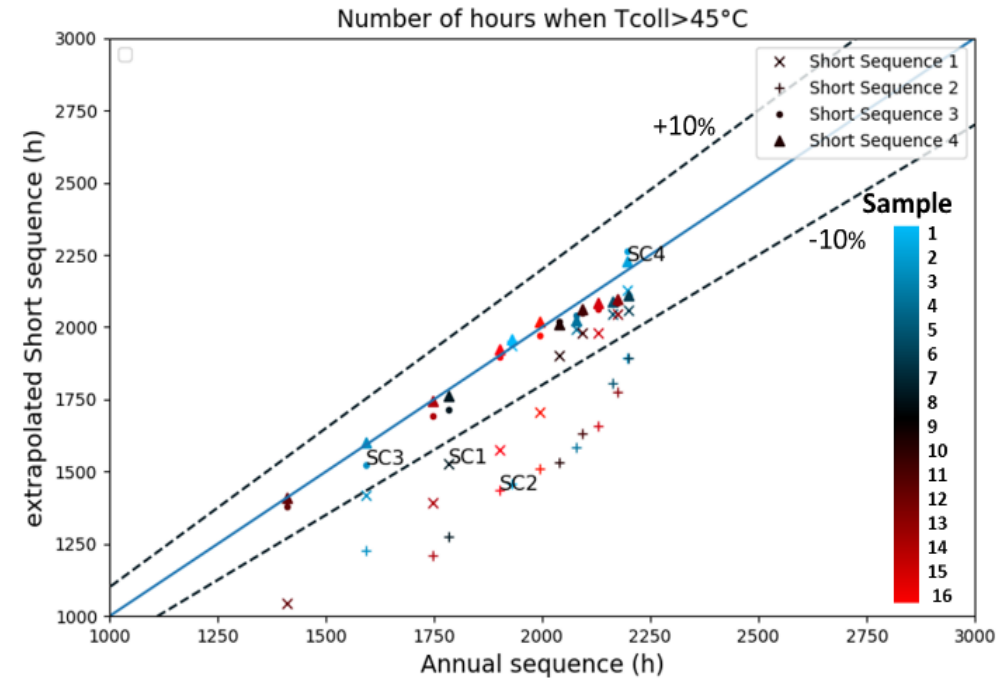
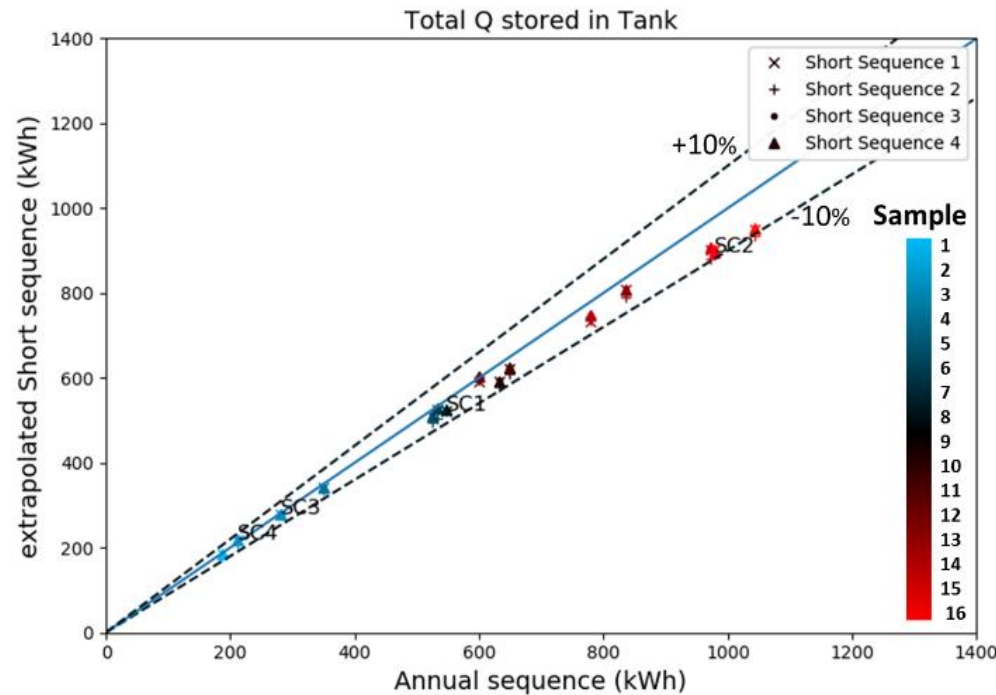
Estimation of the electrical energy needed



Estimation of the energy stored in Tank

- Bonne estimation de la performance annuelle servant de critère de sélection de la SC (méthode SCSPT)
- Données mensuelles moins bien estimées (cf.  $R^2$ )

## 2. Aptitude à généraliser à partir d'une SC ? (autres dimensionnements et autres critères de performance évalués)



- Bonne estimation de l'énergie annuelle stockée
- Estimation moyenne des surchauffes annuelles

### Définition de 4 SC :

Case 1(Reference):  $V=0.8 \text{ m}^3$   $S=9.3 \text{ m}^2$

Case 2:  $V=1.3 \text{ m}^3$   $S=20\text{m}^2$

Case 3:  $V=0.6 \text{ m}^3$   $S=5\text{m}^2$

Case 4:  $V=0.3 \text{ m}^3$   $S=17.5\text{m}^2$

Sample	Collector Surface (m <sup>2</sup> )	Storage Volume (m <sup>3</sup> )
1	7.5	0.3
2	17.5	0.3
3	5	0.5
4	12.5	0.5
5	17.5	0.7
6	20	0.7
7	9.3	0.8
8	7.5	0.9
9	12.5	0.9
10	15	0.9
11	5	1.1
12	20	1.1
13	7.5	1.3
14	17.5	1.3
15	10	1.5
16	12.5	1.5



# Conclusion et perspectives

- Possibilité d'évaluer les performances avec la SC pour :
  - Des critères différents des critères de sélection de la SC
  - Des dimensionnements différents que celui utilisé pour la SC  
... important pour l'optimisation !!
- L'aspect inertie semble plus difficile à prendre en compte avec une SC : cf. volume de stockage (difficulté à prévoir pour prédire le confort thermique en été)
- Prochaine Etape 1 : Modifier la méthode existante (introduire le principe de clustering et améliorer l'extrapolation)
- Etape 2 : Passer au bâtiment (SSC et bâtiment)
- Etape 3 : Passer au réseau



# Projet RETHINE

« Réseaux Electriques et Thermiques InterconnEctés »

Appel à projets « Energie durable : production, gestion et utilisation efficaces 2017 »

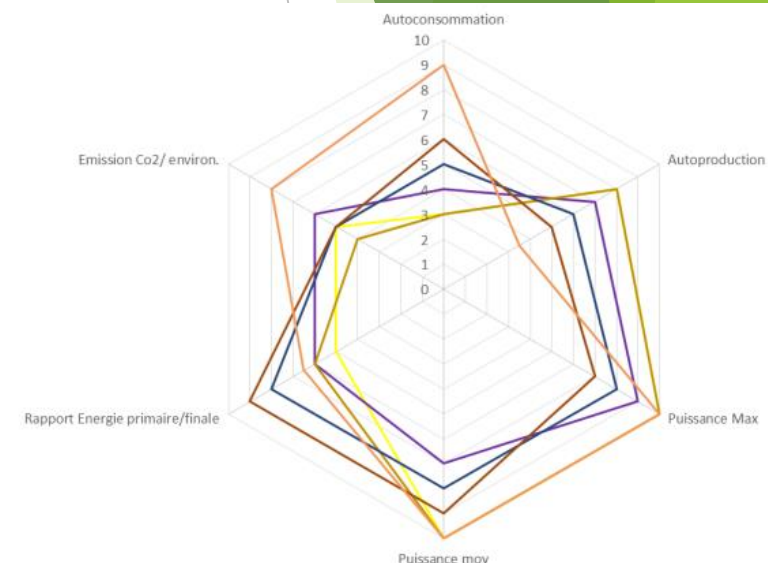
Thématique « Production d'énergie à partir de sources renouvelables ou de déchets -  
Utilisation efficace et récupération d'énergie »



# Descriptif du projet

Développement d'un outil d'aide à la décision multi-acteurs à l'échelle locale d'un quartier ou d'un territoire

- ▶ **Producteurs d'énergie**
- ▶ **Consommateurs d'énergie**
- ▶ **Gestionnaires de réseaux de distribution** (domaine public ou domaine privé)
- ▶ **Investisseurs d'équipements** de systèmes énergétiques de production, stockage ou distribution
- ▶ **Aménageurs urbains** (collectivités territoriales, agences d'urbanismes, gestionnaires de parcs d'activité)
- ▶ **Promoteurs immobiliers** et plus généralement **maîtres d'ouvrages de bâtiments**
- ▶ **Propriétaires de bâtiments existants**



# Objectifs

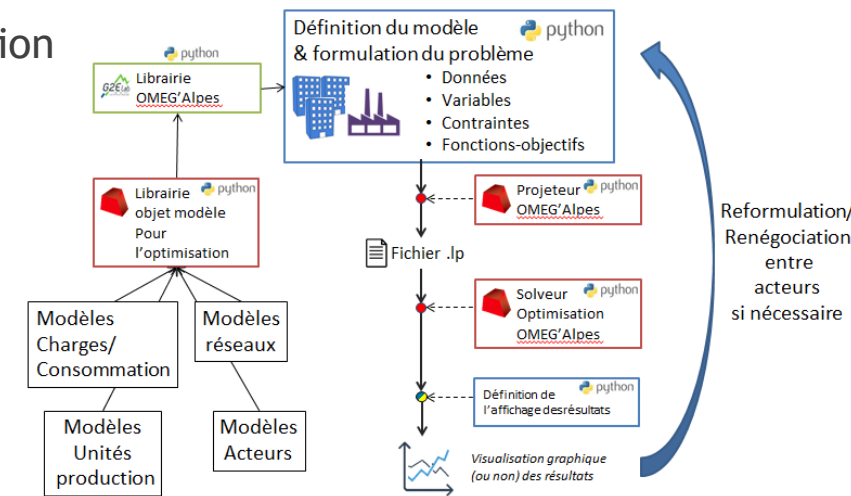
**Public visé** : collectivités et acteurs de projet urbain (écoquartier, rénovation urbaine, parc d'activité...) ou énergétique (mini-grid ou smart-grid)

**Phase des projet** : phases de planification/conception de la fourniture, de la distribution et de la consommation d'énergie à l'échelle locale,

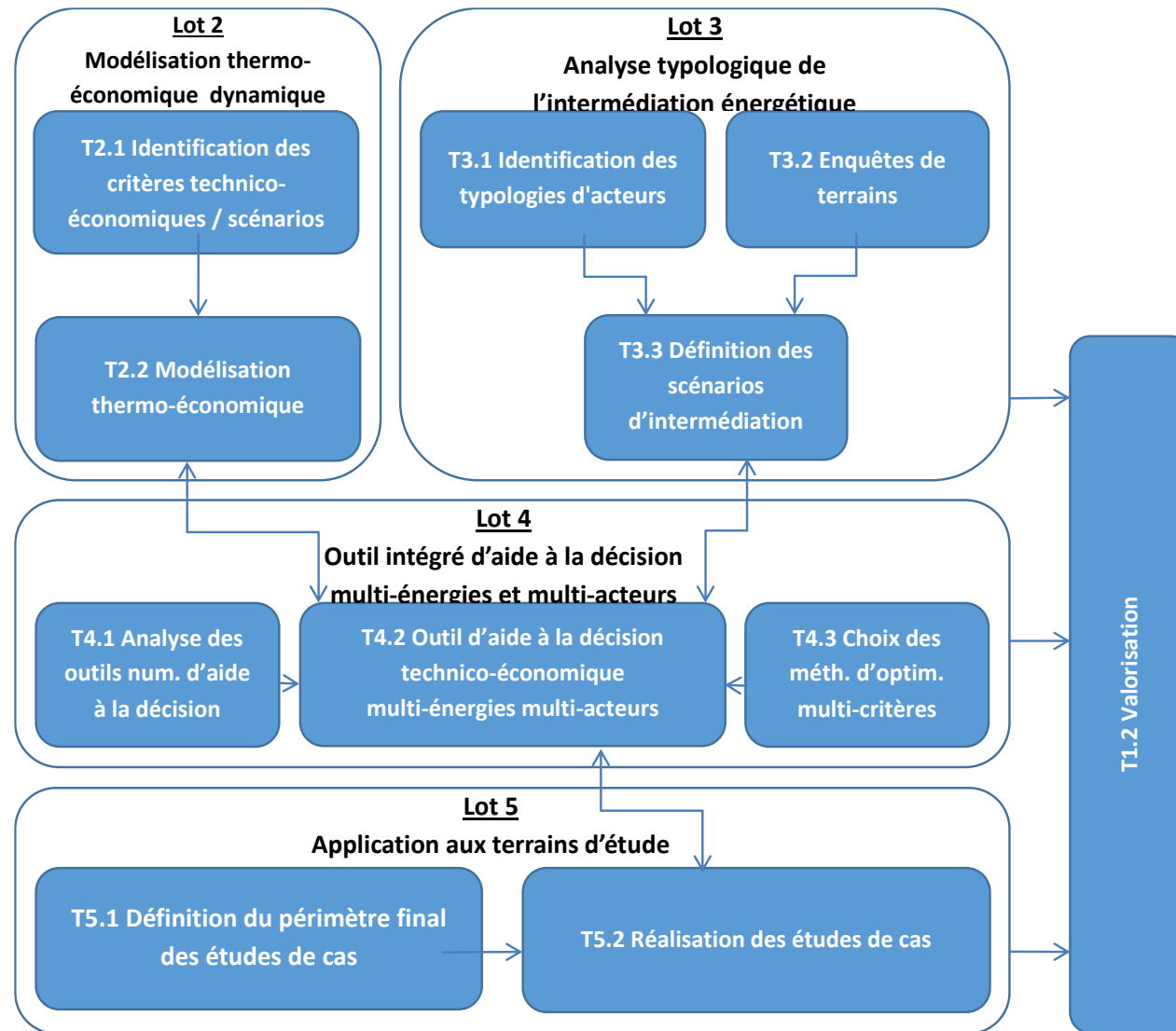
**Outil numérique d'aide à la décision** : *Simulation et optimisation multi-acteurs des échanges d'énergie (réseaux de chaleur et d'électricité) d'un quartier*

- ▶ Modélisation des moyens de production, de consommation et de stockage des énergies thermiques et électriques à l'échelle locale (l'autoconsommation et l'auto-production)
- ▶ Modélisation physico-économique des réseaux énergétiques locaux et des échanges d'énergie (d'électricité et de chaleur) entre les acteurs locaux
- ▶ Elaboration d'une typologie de l'intermédiation énergétique (mise en relation entre sources renouvelables in situ ou locale, consommateurs finaux et grands réseaux).
- ▶ Implantation de méthodes d'optimisation pour le dimensionnement des systèmes (contraintes techniques, scénarios de tarification, scénarios d'interactions possibles entre les acteurs économiques et territoriaux)

## • Structure de l'outil



# Diagramme des lots et tâches





# Planning du projet

Lot	Tache	Intitulé	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6
Lot 1 Coordination et valorisation des résultats	T1.1	Coordination du projet						
	T1.2	Valorisation des résultats						
Lot 2 Modélisation thermo-économique dynamique	T2.1	Identification des critères technico-économiques / scénarios						
	T2.2	Modélisation technico-économique						
Lot 3 Analyse typologique de l'intermédiation énergétique	T3.1	Identification des acteurs et typologie						
	T3.2	Enquêtes de terrains						
	T3.3	Définition de scénarios d'intermédiation						
Lot 4 Outil intégré d'aide à la décision multi-énergies et multi-acteurs	T4.1	Analyse des outils numériques d'aide à la décision existants						
	T4.2	Choix des méthodes d'optimisation multi-critères						
	T4.3	Mise au point de l'outil final d'aide à la décision						
Lot 5 Application aux terrains d'étude	T5.1	Définition du périmètre final des études de cas						
	T5.2	Réalisation des études de cas						
Livrables			L1.1 L2.1 L4.1	L3 L4.2 L5.1	L2.2 L4.3		L5.2	
Rapports d'avancement			Ra1	Ra3		Ra3		Rf3
Reunion du comité directeur			CD1	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6

# Etude de cas : LNCMI

- **Energie :** 15 GWh/an (1,2 M€ d'électricité transformée en chaleur) ~ 3 000 foyers électriques domestiques
- **Puissance :** 24 MW (upgrade @ 30 MW puis 36 MW) ~ 45 000 foyers électriques domestiques

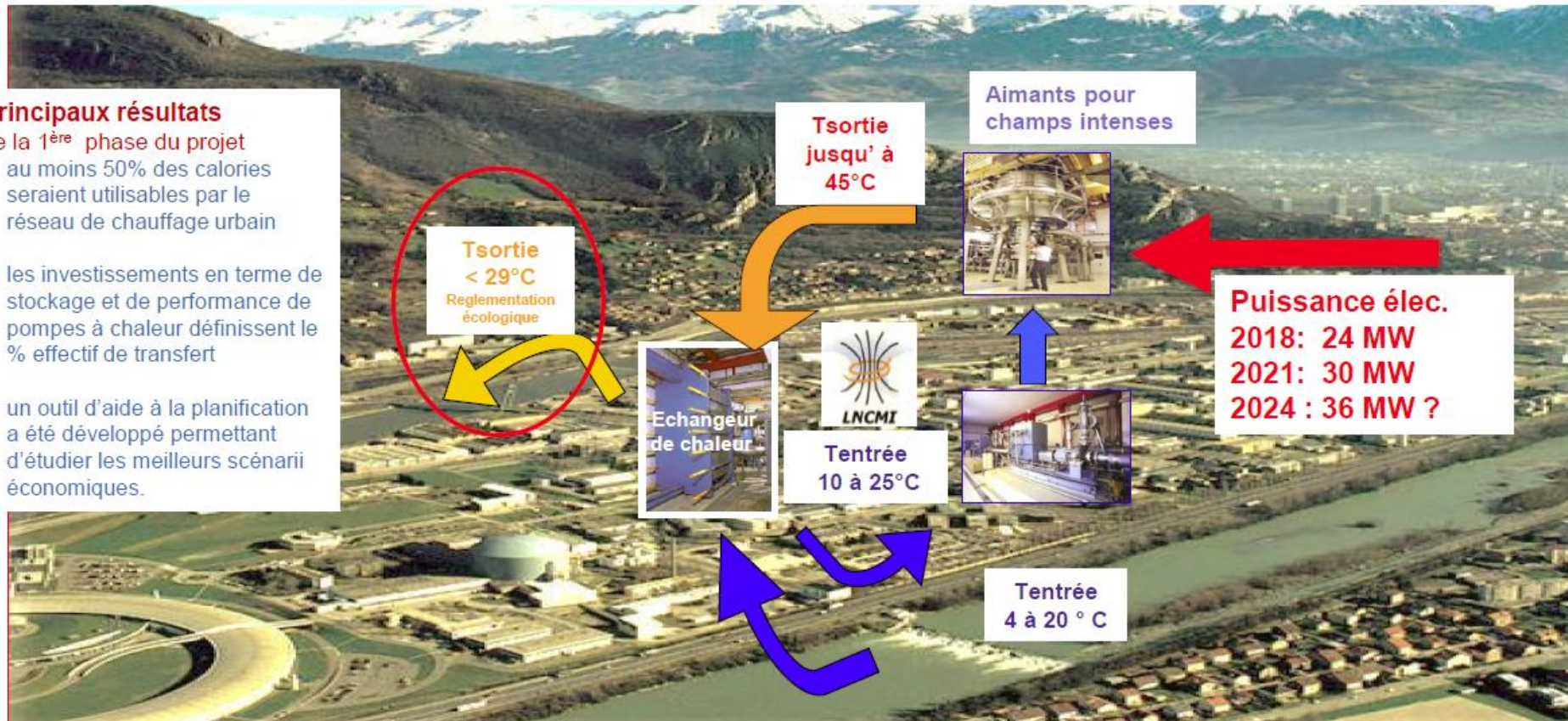
- Grenoble : 2<sup>ème</sup> réseau français de chaleur urbain
- **Projet VALocal** (2016/2018) (Mission interdisciplinaire du CNRS)  
VALOrisation des CALories produites par l'installation du LNCMI.

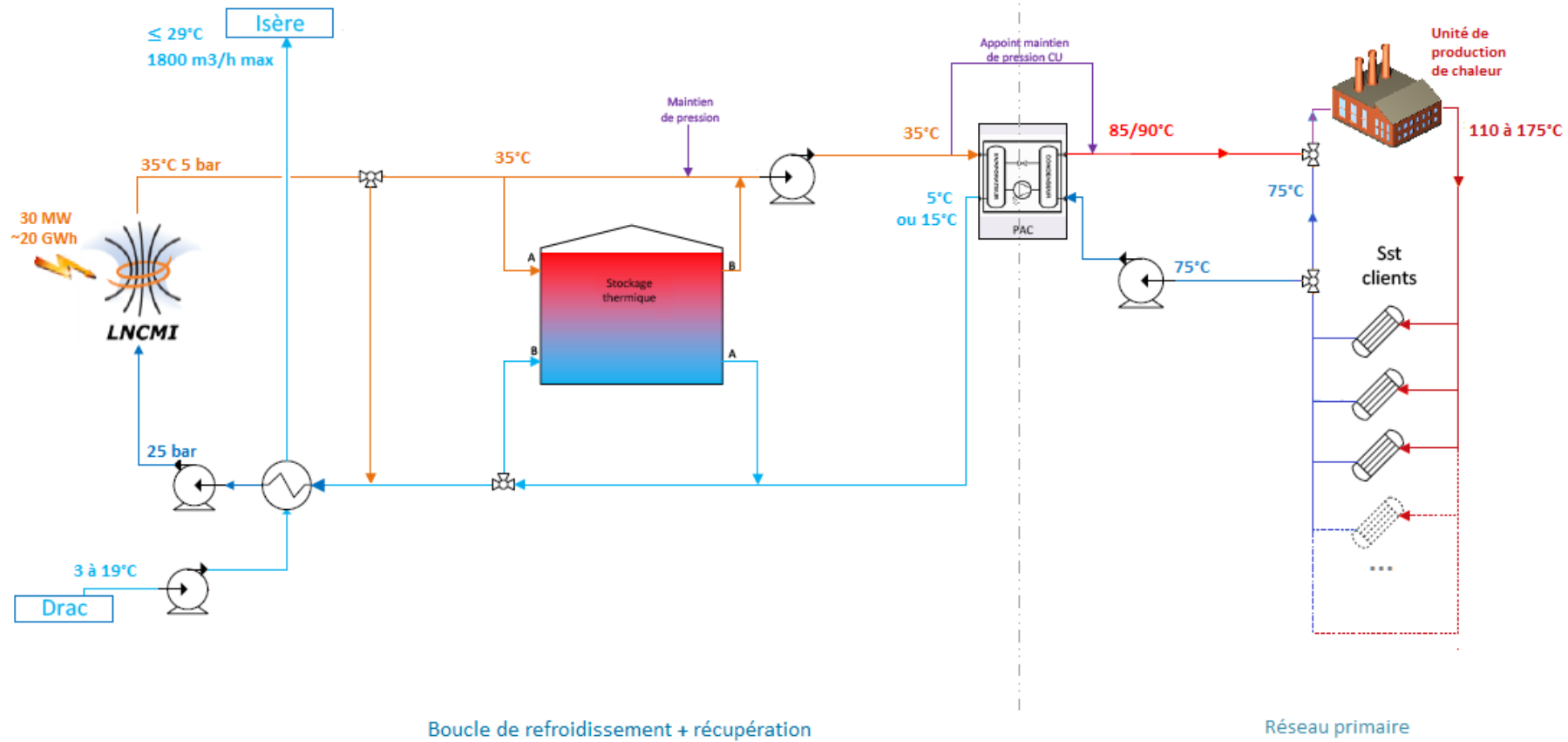


## Principaux résultats

de la 1<sup>ère</sup> phase du projet

- au moins 50% des calories seraient utilisables par le réseau de chauffage urbain
- les investissements en terme de stockage et de performance de pompes à chaleur définissent le % effectif de transfert
- un outil d'aide à la planification a été développé permettant d'étudier les meilleurs scénarii économiques.





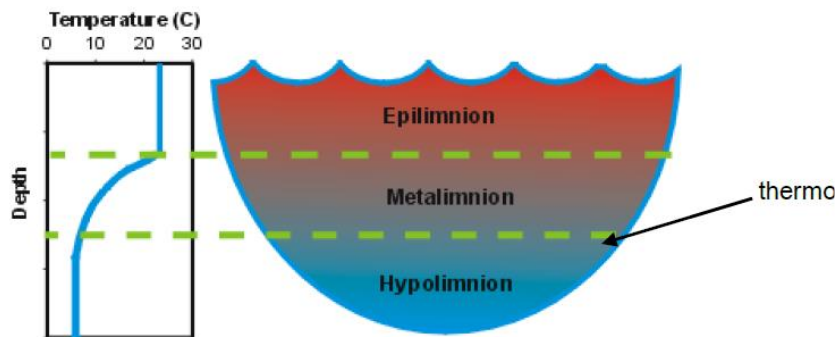
Boucle de refroidissement + récupération

Réseau primaire

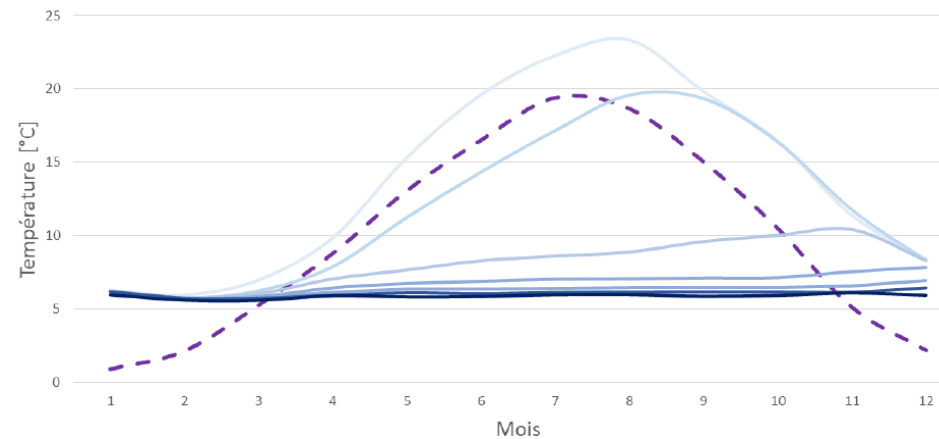


# Etude de cas : BE'EAULAC

Extension de l'éco-parc d'activité de Savoie Technolac sans importation supplémentaire d'énergie



Fluctuation annuelle de la température l'eau du Lac du Bourget en fonction de la profondeur - moyenne de données 1990/2014



- Chauffage & bâtiments tertiaires
- Refroidissement salles blanche

- ECS & chauffage éco-hameau des granges
- Production locales d'électricité (PV)





# Contribution de PACTE à OREBE et RETHINE

## Valorisation de chaleur du LNCMI :

- ▶ observation bien avancée,
- ▶ qq entretiens à programmer
- ▶ Livrable : Modélisation des interdépendances et des enjeux des acteurs

## Auto-consommation collective (enquête en cours : règle de repartition, mesure et controle, mobilisation/contournement de la regulation, articulation projet urbain ...)

- ▶ Bluefactory (Freiburg, Suisse) : transformation urbaine et circuits courts énergétiques
- ▶ Souberran (Genève, Suisse) : habitat coopératif et mutualisation PV
- ▶ Colibres (Forcalquier, France) : habitat coopératif et mutualisation PV
- ▶ Pennestin (Morbihan, France) : cession surplus PV municipaux via nouveau dispositif ACC
- ▶ Carquefou (banlieue Nantes, France) : installation PV en vue ACC, initiative aménageur
- ▶ Eco-hameau des Granges (la Motte Servolex, France) : futur quartier intégrant ACC et/ou boucle du lac du Bourget
- ▶ Peut-être un autre terrain : Premians (initiative BE bockchain)

## Elaboration objectifs et contrainte pour modélisation multi-acteurs

# Contribution du LOCIE à OREBE et RETHINE

## Valorisation de chaleur du LNCMI :

- Étude des potentiels offerts par les PAC à absorption
- Participation aux échanges sur

## Eco-quartier de la Cassine & Vertrotex

- Définition des besoins en énergie des quartiers (élec., chauffage, clim.)
- Simulation annuelle au pas horaire
- Dimensionnement des installations (PV, PT, stockage...)
- Analyse comparative multi-critères



## BE'EAU LAC

- Rencontre avec les élus
- Définition des besoins en énergie de l'éco-quartier des Granges (élec., chauffage, clim.)
- Etude des potentiels PV du site
- Mise en place d'un premier outils d'analyse énergétique

# Contribution du LOCIE à OREBE et RETHINE



Recrutement Postdoc au 12/2/2019 => Jaume Fito

2014 - Master Thermodynamic Engineering of Fluids, Universitat Rovira i Virgili, Tarragone (Espagne)

2017 - Docteur en Génie Thermodynamique des Fluides, *Solar-driven hybrid refrigeration systems based on thermochemical processes*, Universitat Rovira i Virgili, Tarragone (Espagne)

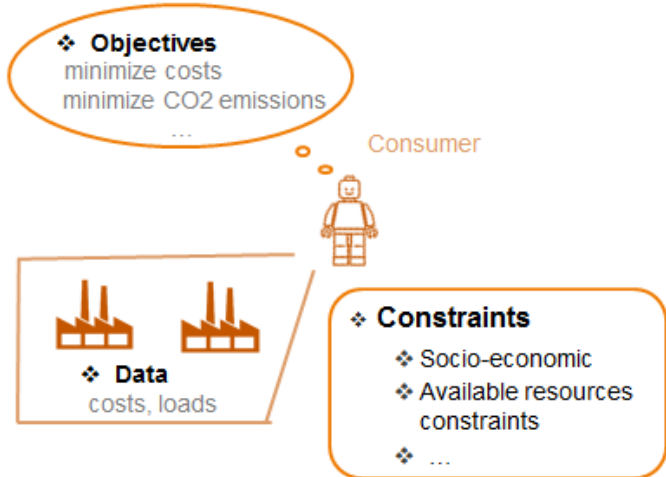
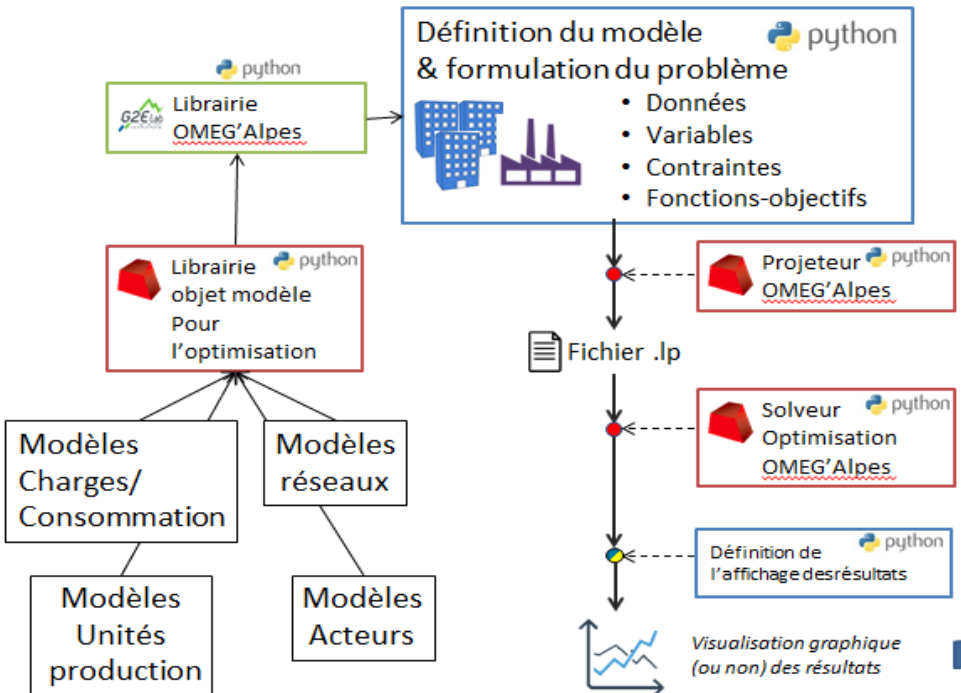
2018 - Postdoc Promes (Perpignan), *Theoretical and experimental study of hybrid systems consisting of thermochemical processes coupled with mechanical compression/expansion devices.*

**Compétences :** Energétique, Thermodynamique, Mécanique des fluides, Systèmes de conversion d'énergie, Exergie...

# Contribution du G2ELAB à OREBE et RETHINE

## Outil numérique d'aide à la décision

- Structure de l'outil



Reformulation/  
Renégociation  
entre  
acteurs  
si nécessaire

# Contribution du G2ELAB à OREBE et RETHINE

## Etat de l'art - Acteurs dans les systèmes énergétiques urbains

Réalisation d'une étude bibliographique (Thèse Lou Morriet)

outils numériques d'aide à la décision existants

outils d'optimisation existants pour les phases de planification

Plusieurs dizaines d'outils et de publication identifiées

littérature socio-énergétique

Modèle de systèmes énergétiques urbain (Jaccard 2005)

Nœud Socio-Energétique (NSE)

Un ensemble d'éléments, qui collecte, convertit et/ou distribue de l'énergie, construit par un acteur

décisionnel en interaction avec des actants » (Debizet et al. 2016)

Focus sur la problématique des modélisation des acteurs

(Francis G.N. Li, Evelina Trutnevyte,  
Neil Strachan 2015)

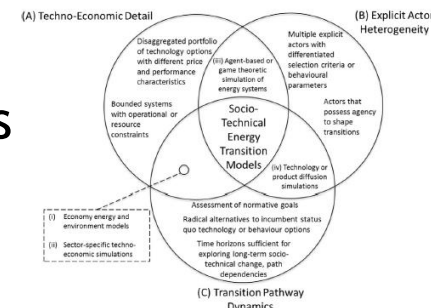


Fig. 1. Methodological requirements for socio-technical energy transition (STET) models.

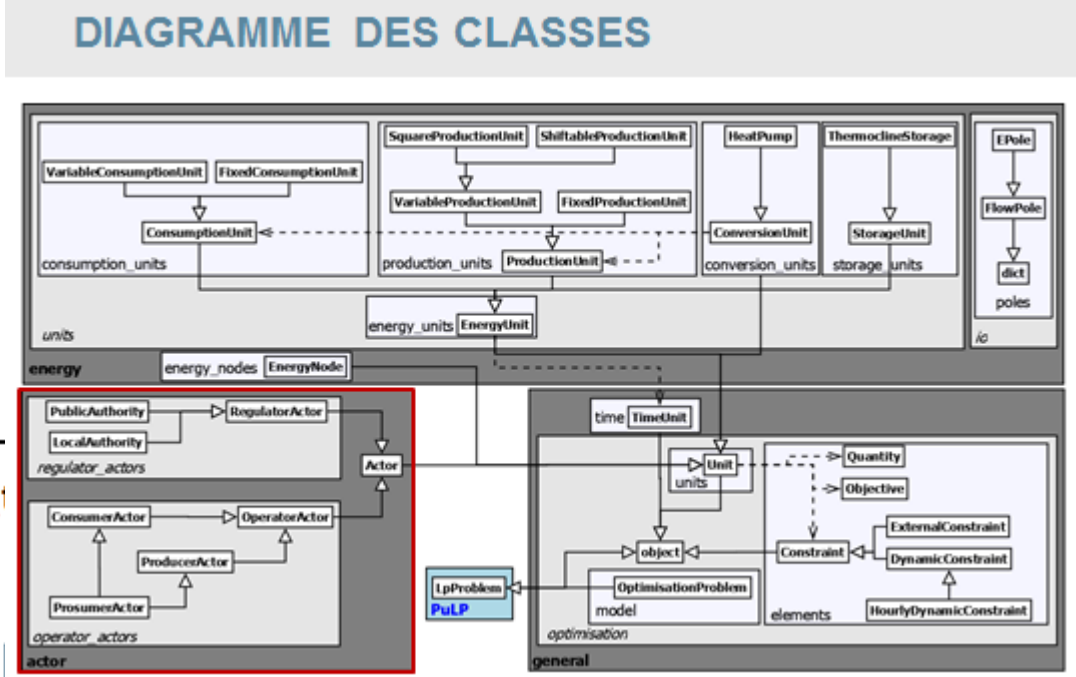


# Contribution du G2ELAB à OREBE et RETHINE

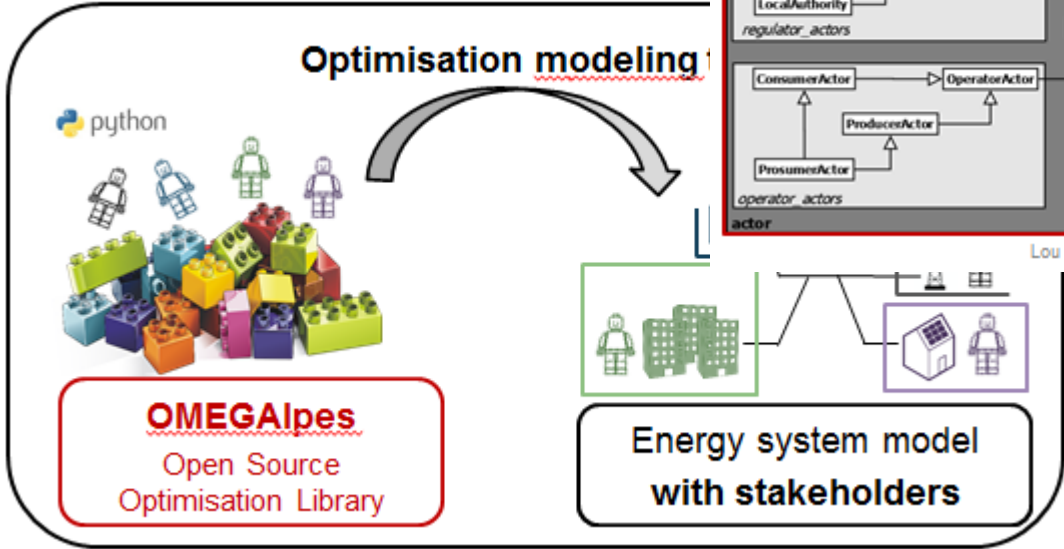
1ere version du frame OMEG'ALP disponible en OPEN-SOURCE

Sortie officielle prévue en septembre 2019 à la conférence IBPSA 2019 Rome

Contribution au lot 4.2 et 4.3 de Rethine

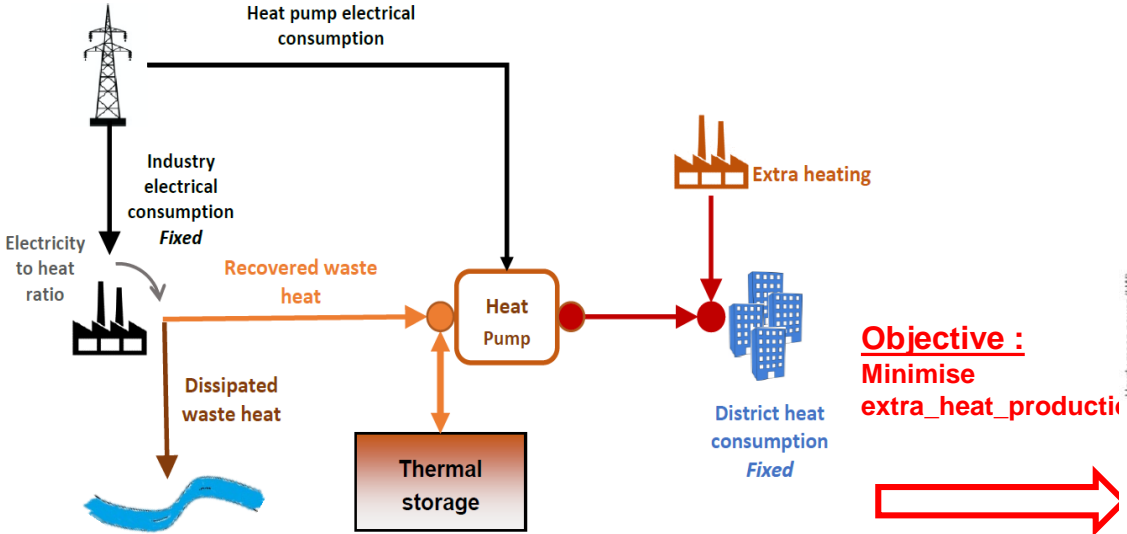


Lou Morriet - 11 décembre 2018 - OREBE RETHINE

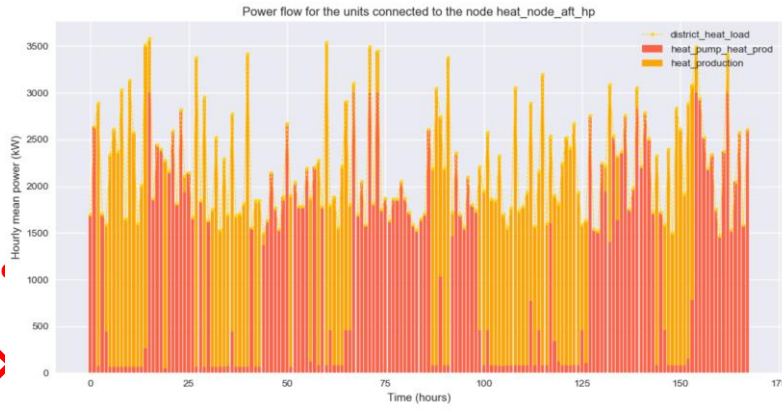


# Contribution du G2ELAB à OREBE et RETHINE

Cas du LNCMI, études de planification et de gouvernances des installations par les acteurs en phase de supervision - Lot 5 Rethine

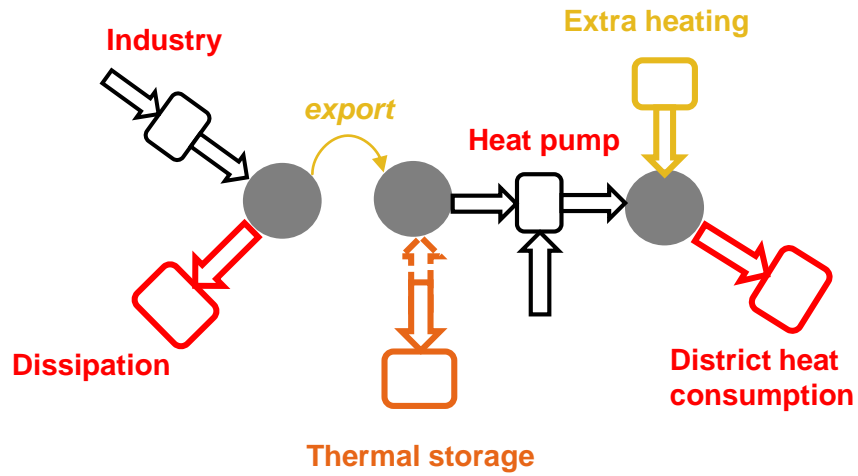


Code-linked diagram



Recovered\_heat ; heat\_production

**Objective :**  
Minimise  
extra\_heat\_producti

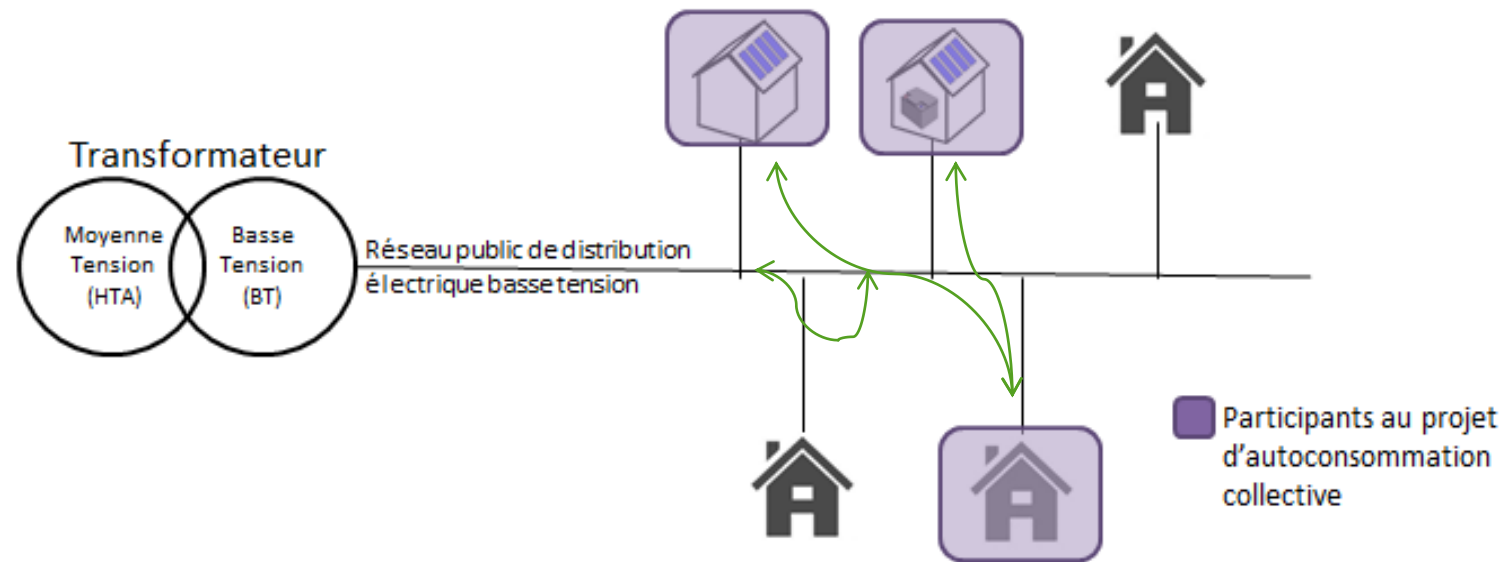


----- OPTIMIZATION RESULTS -----  
 District consumption = 367860 kWh.  
 Industry consumption = 167938 kWh.  
 District heat network production = 170063 kWh.  
 Industry heat exported = 130124 kWh.  
 Heat pump electricity consumption = 65932 kWh.  
 35 % of the load coming from the industry

# Contribution du G2ELAB à OREBE et RETHINE

Cas de l'auto-consommation collective à l'échelle du quartier - Contribution Lot 5 Rethine

- Use case qui sera publié en open source a IBPSA 2019 - Rome



Collective self-consumption project