



Prendre en compte les **objectifs** et **contraintes** des **parties prenantes** dans la conception technique :  
approche sociotechnique des systèmes énergétiques locaux  
**Eco-SESA Univ. Grenoble Alpes**



financé par  
**IDEX Université Grenoble Alpes**

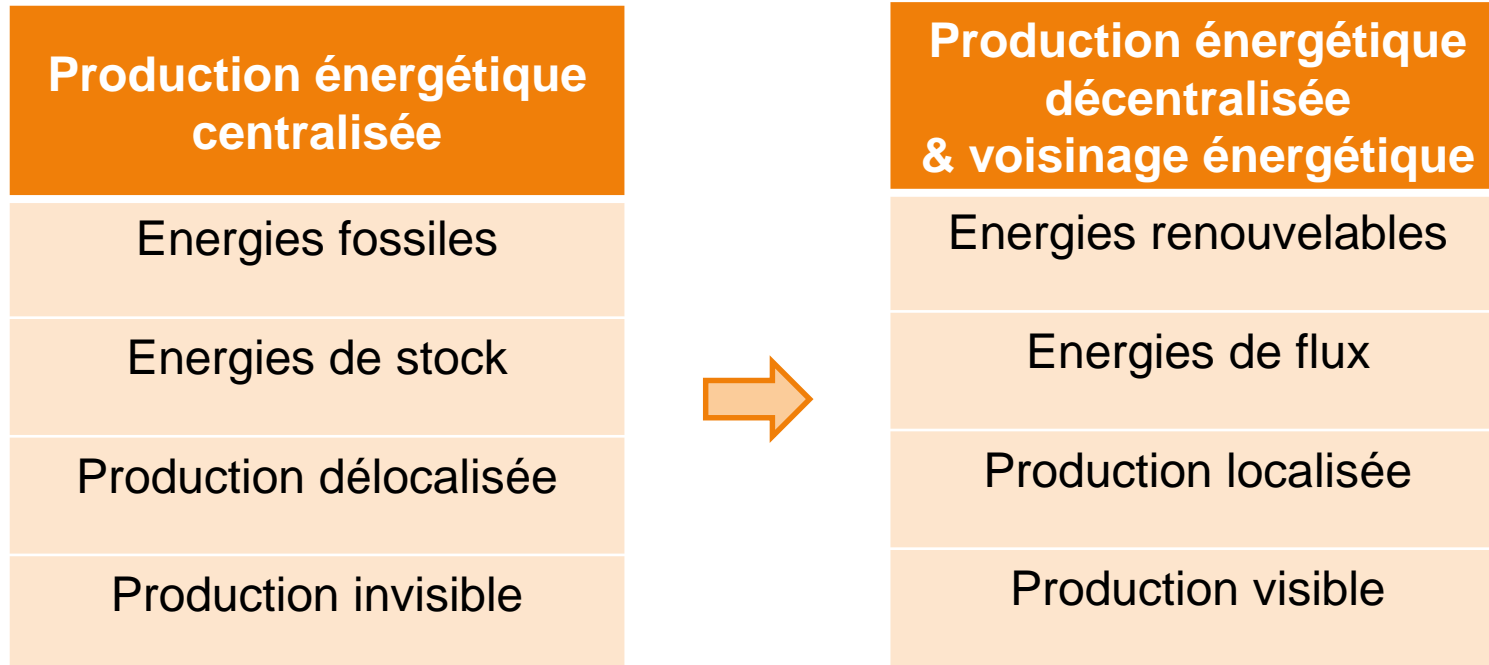
**Lou Morriet**  
Gilles Debizet, Frédéric Wurtz  
20 / 11 / 2019

# PLAN

- **Approche sociotechnique des systèmes énergétiques locaux**
- **Méthodologie de travail**
- **Parties prenantes**
- **Contraintes & objectifs**
- **Application à un cas d'étude d'autoconsommation collective**
- **Difficultés identifiées**
- **Conclusion et perspectives**

# APPROCHE SOCIOTECHNIQUE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES LOCAUX

# CHANGEMENT DE PARADIGME ENERGÉTIQUE



(Bulkeley, Castan-Broto and Maasen, 2010)

(Lopez, 2015)

**Intermittence**

**Mutualisation**

**Projet urbain**

**Flexibilité**

**Multi-acteurs**

# LE RÔLE DES INGÉNIEURS? MODÉLISATION DES PROJETS ÉNERGÉTIQUES

Cartographie d'outils énergie : du voisinage énergétique à la ville  
+ 160 outils identifiés

⇒ Développement d'un **modeleur** pour les projets énergétiques à l'échelle du quartier

**Définition d'un modèle** dans un problème d'optimisation



- Données
- Variables
- Contraintes
- Fonctions objectives



# LITTÉRATURE SOCIO-TECHNIQUE : PRISE EN COMPTE DES PARTIES PRENANTES

SHS

- **Socio-technique (Akrich, 1989; Latour, 1992)**

- **Noeuds socio-énergétiques (Debizet et al., 2016)**

Ensemble d'éléments, qui collecte, convertit et/ou distribue de l'énergie, construit (ou opéré) par un acteur décisionnel en interaction avec des actants » (Debizet et al., 2016)

- **Socio-technical Optimality Gap (Hinker et al., 2017)**

- **Explicit Actor Heterogeneity (Li et al., 2015; Hinker et al., 2017)**

ST

**Social dimensions**

social practice,  
political and legal institutions...

**Technical issues**

material selection,  
available technology...

# L'IMPORTANCE DES OBJECTIFS ET CONTRAINTES

## ❖ Contraintes

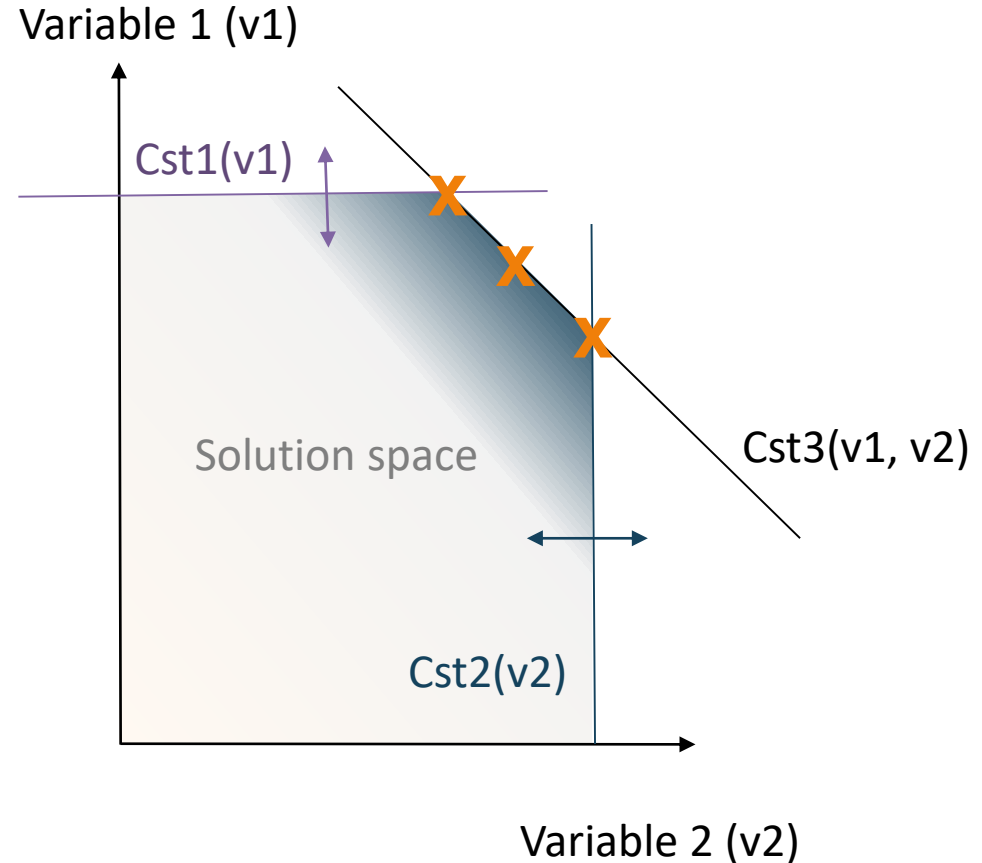
Budget maximal  
Consommation minimale  
Ressources disponibles

...

## ❖ Objectifs

Maximiser les bénéfices  
Minimiser les émissions CO2

...



# QUESTION DE RECHERCHE ET PROPOSITION

- **Comment contribuer à la mise en place d'un projet énergétique qui répondrait aux besoins et souhaits des multiples parties prenantes ?**
  
- **Savoir faire:**
  - ▶ De modélisation
  - ▶ De développement, utilisation et analyse d'outils d'aide à la décision (optimisation, simulation...)
  
- **Proposition:**
  - ▶ prise en compte des **parties prenantes** du projet
  - ▶ prise en compte de leurs **objectifs et contraintes**dans les outils d'aide à la décision pour une **discussion entre acteurs**



# MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

# DES SHS AUX SCIENCES TECHNIQUES

## Sciences humaines et sociales

- ❑ Identification d'assemblages socio-énergétiques & de variables modélisables

❖ Littérature, analyse de terrains

## Sciences de l'ingénieur

- ❑ Développement d'un modèleur pour les outils d'aide à la décision

❖ Optimisation MILP, Python

Modélisation des variables, tests et optimisations

- ❑ Résultats
- ❖ Méthodologie

# DE LA LITTÉRATURE À L'OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION

Analyse du corpus  
NVIVO

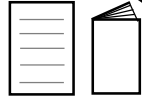
Extraction des contraintes et objectifs

Synthèse

Reformulation d'un point de vue mathématique

Développement du code

Monographies et rapport scientifiques



Entretiens

- Marta Pappalardo
- Thibaut Fonteneau
- Ines Ramirez-Cobo
- Silvère Tribout
- Gilles Debizet

Acteur de type A

Objectif    Contrainte

Quantitatif

Non Quantitatif

Tableau de synthèse regroupant les objectifs et les contraintes par type d'acteur  
- Rapport de thèse -

Mise en évidence de certains objectifs non quantitatifs non modélisables  
- Rapport de thèse -

Traitement

Contraintes et objectifs associés à des types d'acteurs

- Bibliothèque OMEGAAlpes -



Validation ?

# LES PARTIES PRENANTES D'UN PROJET ÉNERGÉTIQUE

# DÉFINITIONS

## ■ Acteur (Morriet et al., Building Simulation 2019)

- ▶ Définition: **Décideur** ou un ensemble de décideurs ayant la **possibilité d'avoir une influence sur la solution finale du projet**

## ■ Opérateur:

- ▶ Définition: **Opère une ou un ensemble d'unités énergétiques constituant un nœud socio-énergétique**
- ▶ Exemples: consommateurs, producteur...

## ■ Régulateur:

- ▶ Définition: **fixe des règles et des procédures au niveau des réseaux et des ressources naturelles**
- ▶ Exemples: Collectivités locales et Etat, CRE

# ANALYSE: CARTOGRAPHIE D'ACTEURS

PROVISOIRE

Aménageurs

Architectes

Prescripteurs

Maitres d'ouvrage  
provisoires

Concepteurs  
solutions

Opérateurs

Régulateurs

Financeurs -  
Investisseurs

Agrégateurs -  
Fournisseurs

Propriétaires -  
copropriétaires

Producteurs -  
exploitants

Maitres d'ouvrage  
Long terme

GR chaleur

Consommateurs

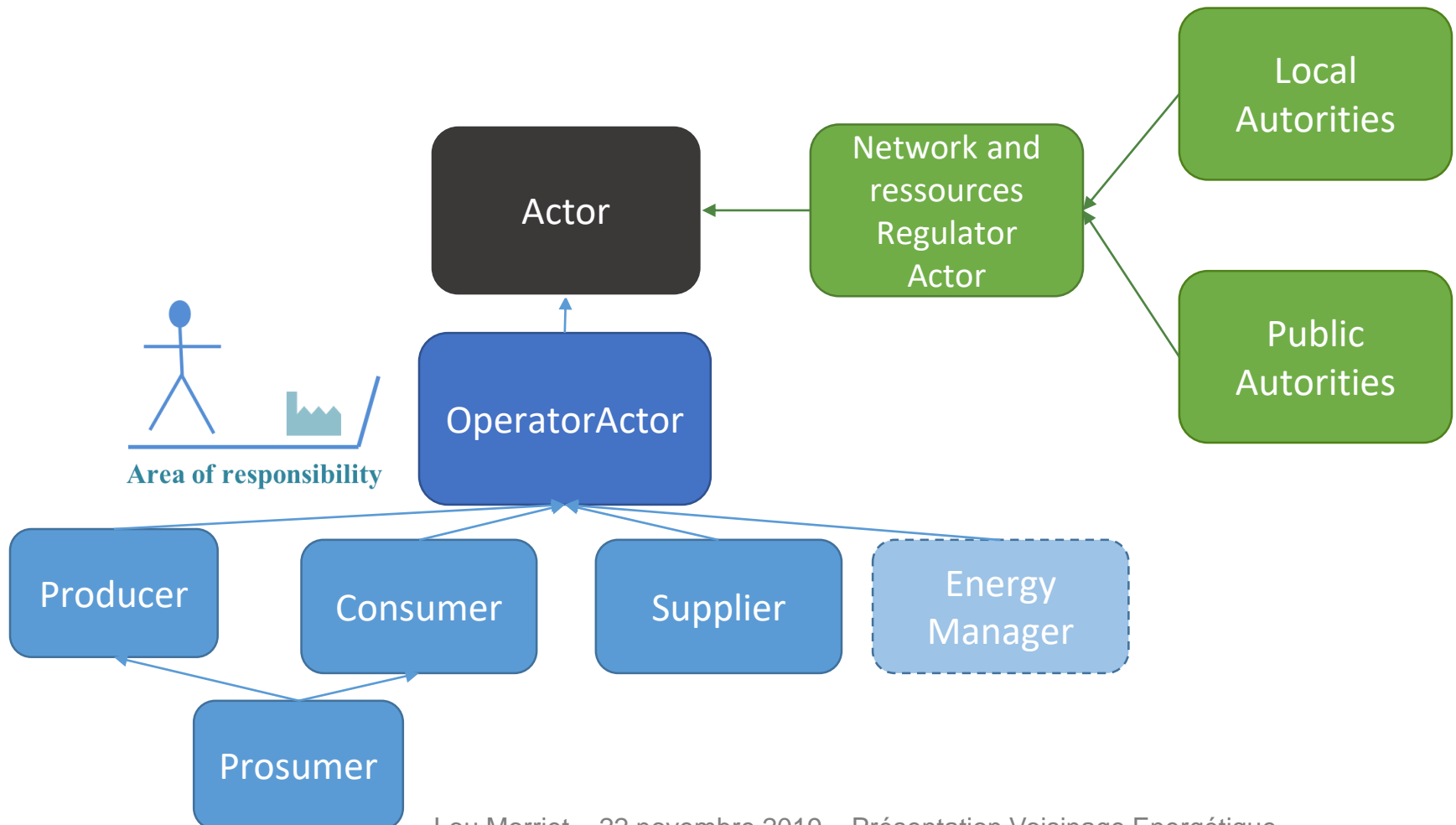
GR electricité gaz

Autorités publiques

Autorités locales

OPERATION

# PROPOSITION : DIAGRAMME DES CLASSES



# COMMENT INFLUENT LES ACTEURS SUR LE PROJET ?

## CONTRAINTES & OBJECTIFS



# DÉFINITIONS

## ■ **Contraintes** (quantitatives):

- ▶ Relation (sous forme d'équation) qui réduit le champ des possibles et possibilités du système énergétique
  - Contraintes indépendantes des acteurs // techniques
  - Contraintes liées aux décisions / choix des acteurs
 => Celui qui impose la contrainte

## ■ **Objectifs** (quantitatifs):

- ▶ Orientation (max ou min) d'une variable tendant à déplacer le point de convergence calculé au sein de l'espace de solutions

**Work in progress**



# ANALYSE DES CONTRAINTES ET OBJECTIFS

## ■ **Contrainte quantitative**

- Autorité Publique; réglementation
- « **l'exploitant a une obligation de fournir au minimum 55°C, puisque c'est un problème sanitaire : c'est un problème de légionellose** »
- (Entretien avec un ingénieur de la direction technique et grands projets Dalkia 24/10/2014).
- Hampikian 2017

## ■ **Objectif non quantitatif**

- Producteur
- « **L'idée pour cette dernière (banque) est ainsi de ne pas dépendre d'un opérateur chez lequel elle louerait des espaces pour installer ses serveurs** »
- Chercheur
- Hampikian 2017

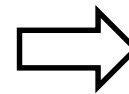
# PROPOSITION: MODÉLISATION DES OBJECTIFS & CONTRAINTES QUANTITATIFS DES ACTEURS

## ❖ Objectives

minimize costs  
minimize CO2 emissions  
...

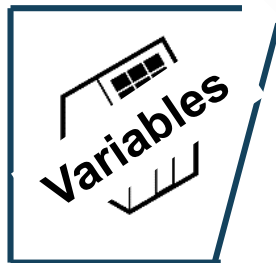


Prosumer



$$\begin{aligned} & \bullet \sum_i constraint_i \\ & \bullet \sum_j weight_j * \underline{objective}_j \end{aligned}$$

Area of responsibility



## ❖ Constraints

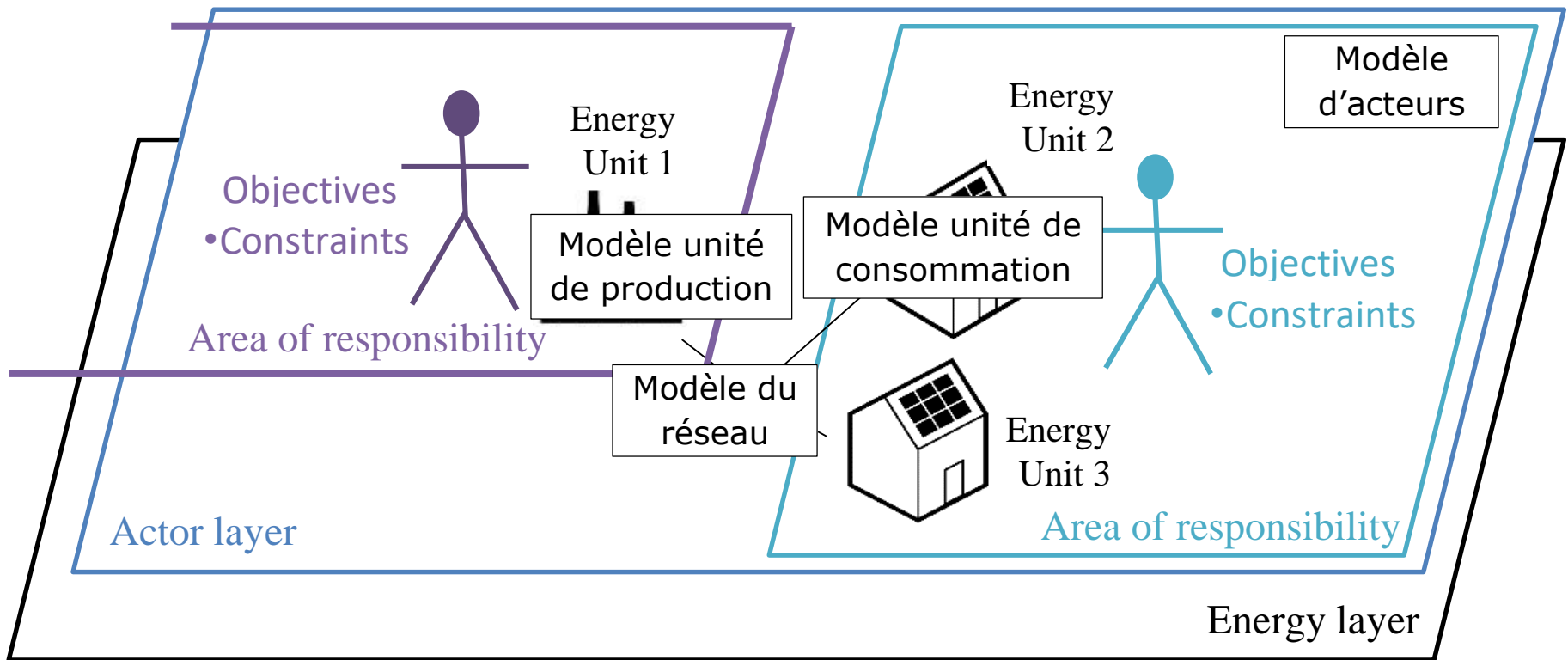
- ❖ Socio-economic  
minimum of consumption
- ❖ Available resources  
maximum space
- ❖ ...

# SYNTHÈSE DE LA PROPOSITION DE MODELISATION

# PROPOSITION: SYNTHÈSE

Données sur le milieu et les ressources

Données des acteurs potentiels

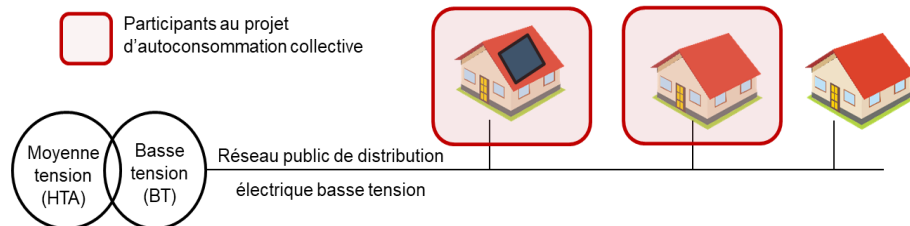


# CAS D'APPLICATION : VOISINAGE ENERGETIQUE & PROJET D'AUTOCONSOMMATION COLLECTIVE

# OPÉRATION D'AUTOCONSOMMATION COLLECTIVE

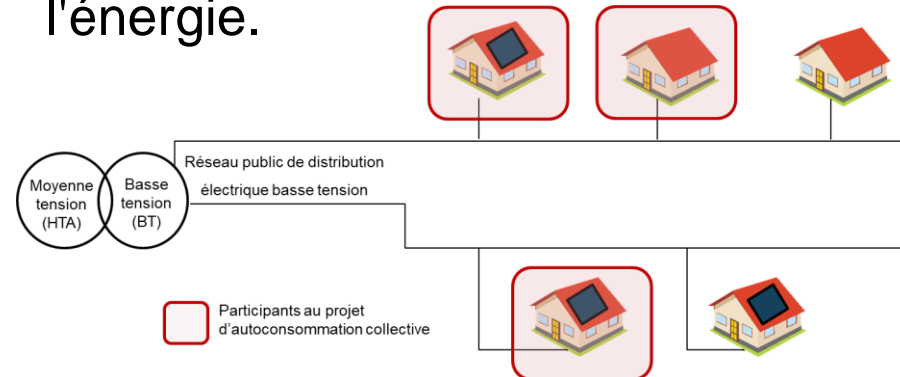
Lorsque la fourniture d'électricité est effectuée **entre un ou plusieurs producteurs et un ou plusieurs consommateurs finals** liés entre eux au sein d'une **personne morale** et dont les points de soutirage et d'injection sont situés...

... en aval d'un même poste public de transformation d'électricité de moyenne en basse tension.



*Code de l'énergie (Article L315-2)*

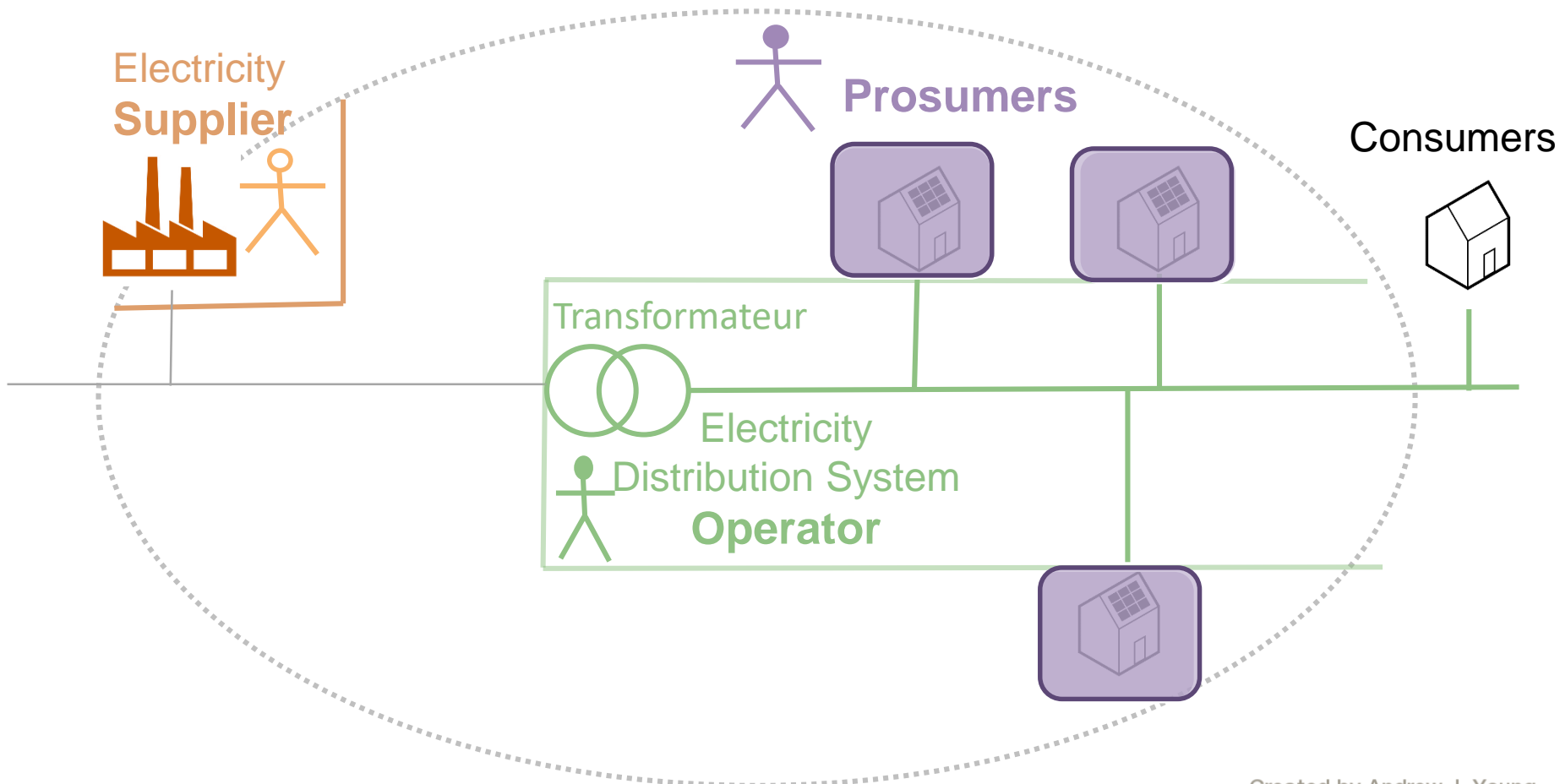
... sur le réseau basse tension et respectent les critères, notamment de proximité géographique, fixés par arrêté du ministre chargé de l'énergie, après avis de la Commission de régulation de l'énergie.



*Loi PACTE – 5 ans (Article 126)*

# PROJET D'AUTOCONSOMMATION COLLECTIVE

## ■ Acteurs





# DIFFICULTES IDENTIFITEES

# DIFFICULTÉS IDENTIFIÉES

- **Modéliser des parties prenantes**
- **Différencier objectifs et contraintes? Prise en compte de l'évolution du projet : à quel moment (temporel, décisionnel) un objectif devient une contrainte ?**
- **Incertitude sur la compréhension des contraintes à négocier**
- **L'analyste sachant et les parties prenantes non sachantes**

# CONCLUSION ET PERSPECTIVES

# CONCLUSION ET PERSPECTIVES

## ■ Conclusion

- ▶ Développement d'un **modeleur** pour l'**optimisation** adapté aux projets énergétiques **multi-parties prenantes** à l'échelle du **quartier**.

Prise en compte:

- ▶ des **parties prenantes** du projet
- ▶ prise en compte de leurs **objectifs et contraintes**

dans les outils d'aide à la décision pour une **discussion entre acteurs**

## ■ Perspectives

- ▶ Analyse détaillée des contraintes et objectifs recensés
- ▶ Pré-modélisation plus complète
- ▶ Aide à l'identification des contraintes rendant le problème infaisable
- ▶ Application approfondies

**MERCI POUR VOTRE  
ATTENTION**

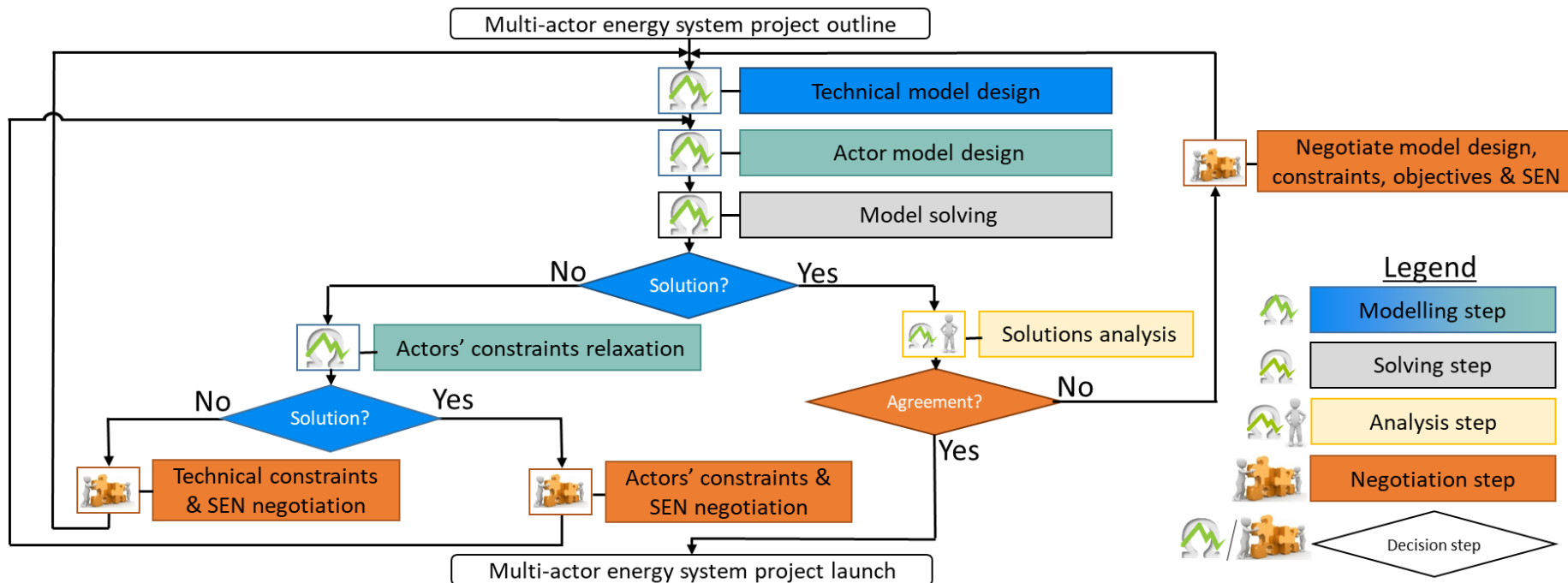
# BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE ST

- ▶ Pajot, Camille, Lou Morriet, Sacha Hodencq, Benoît Delinchant, Yves Maréchal, Frédéric Wurtz, et Vincent Reinbold. 2019. « An Optimization Modeler as an Efficient Tool for Design and Operation for City Energy Stakeholders and Decision Makers ». In . <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02285954>.
- ▶ Morriet, Lou, Gilles Debizet, et Frédéric Wurtz. 2019. « Multi-Actor Modelling for MILP Energy Systems Optimisation: Application to Collective Self-Consumption », septembre. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02285965>.
- ▶ Reinbold, Vincent, Van-Binh Dinh, Daniel Tenfen, Benoit Delinchant, et Dirk Saelens. 2018. « Optimal Operation of Building Microgrids - Comparison with Mixed-Integer Linear and Continuous Non-Linear Programming Approaches ». Édité par Jan Sykulski et Alessandro Salvini. *COMPEL - The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering*, janvier, 00-00. <https://doi.org/10.1108/COMPEL-11-2016-0489>.

# BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE SHS

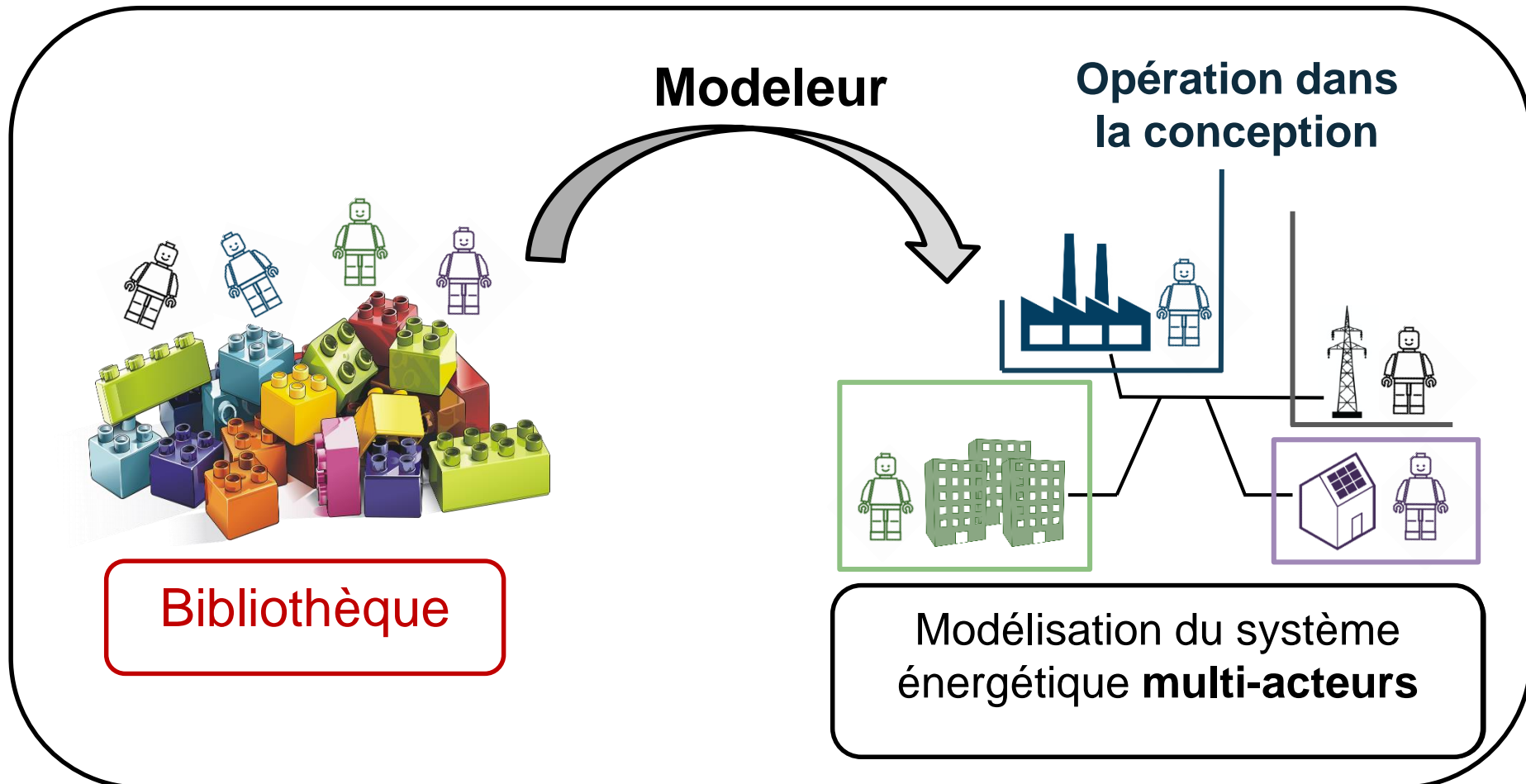
- ▶ **Debizet, G., 2016. Scénarios de transition énergétique en ville: acteurs, régulations, technologies.**
- ▶ **Debizet, Gilles, Antoine Tabourdeau, Caroline Gauthier, et Philippe Menanteau. 2016. « Spatial processes in urban energy transitions: considering an assemblage of Socio-Energetic Nodes ». *Journal of Cleaner Production, Special Volume: Transitions to Sustainable Consumption and Production in Cities*, 134, Part A (octobre): 330-41. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.140>.**
- ▶ **Geels, Frank W., et Johan Schot. 2007. « Typology of sociotechnical transition pathways ». *Research Policy* 36 (3): 399-417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>.**
- ▶ **Hampikian, Z., 2017. De la distribution aux synergies ? : Circulations locales d'énergie et transformations des processus de mise en réseau de la ville (phdthesis). Université Paris-Est.**
- ▶ **Tabourdeau, A., Debizet, G. 2017. « Concilier ressources in situ et grands réseaux : une lecture des proximités par la notion de nœud socio-énergétique ». *Flux*, n° 109-110 (décembre): 87-101. <https://doi.org/10.3917/flux1.109.0087>.**

# PROPOSITION D'UNE BASE DE TRAVAIL





# CONTEXTE ET OBJECTIFS



# PROPOSITION : DIAGRAMME DES CLASSES

