



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

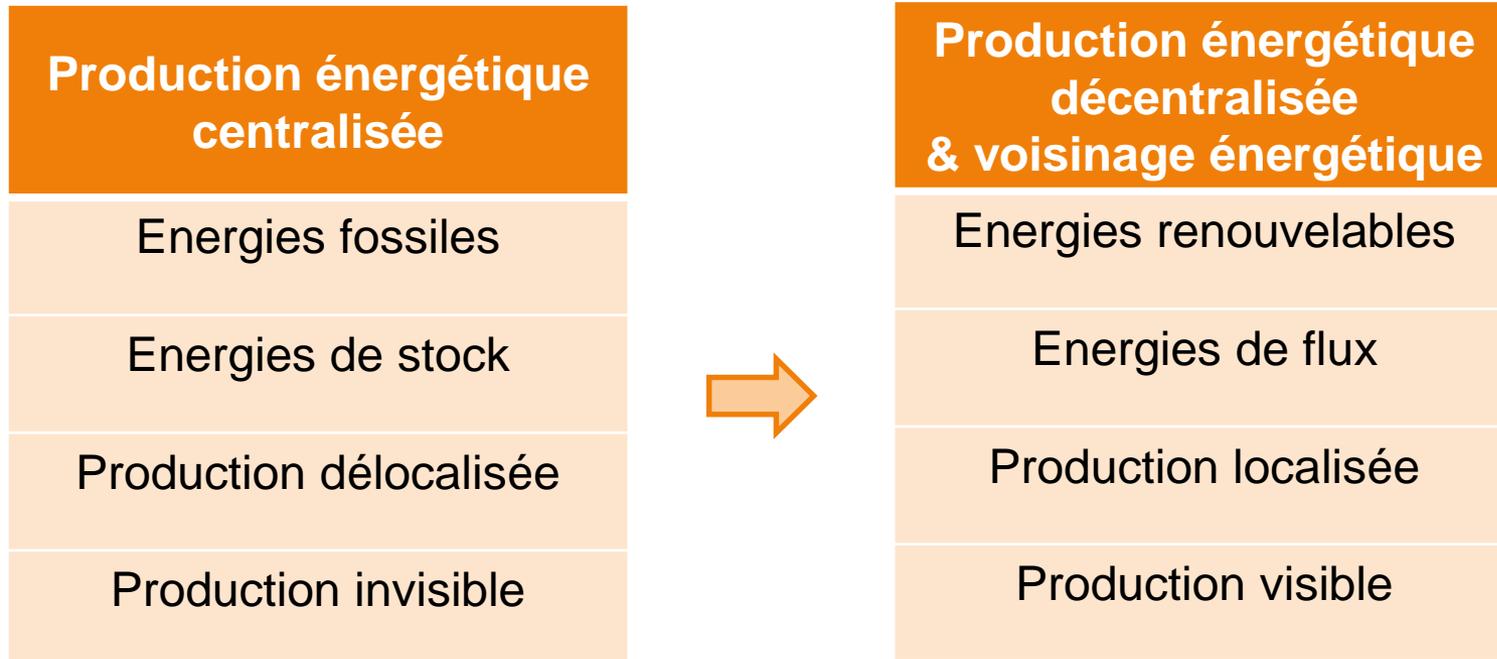
Lou Morriet
Gilles Debizet, Frédéric Wurtz
20 / 11 / 2019

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

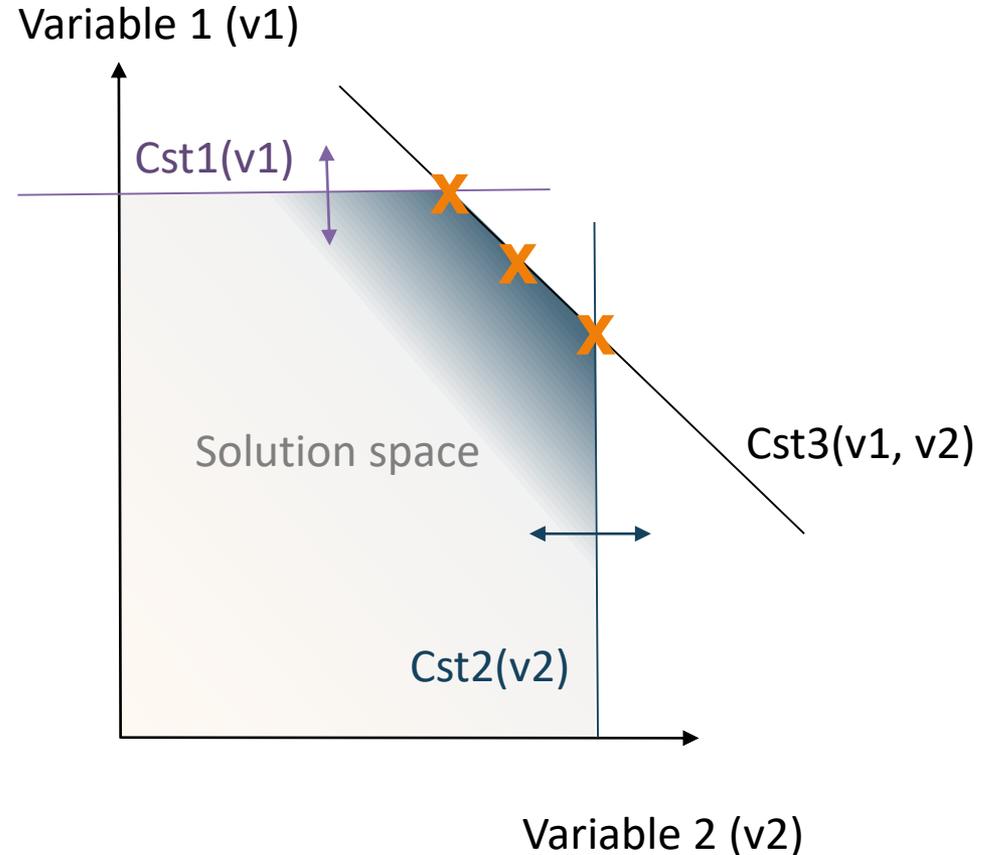
Budget maximal
Consommation minimale
Ressources disponibles

...

❖ 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 LITERATURE À L'OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION

Analyse du corpus
NVIVO

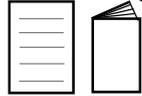
Extraction des contraintes et objectifs

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

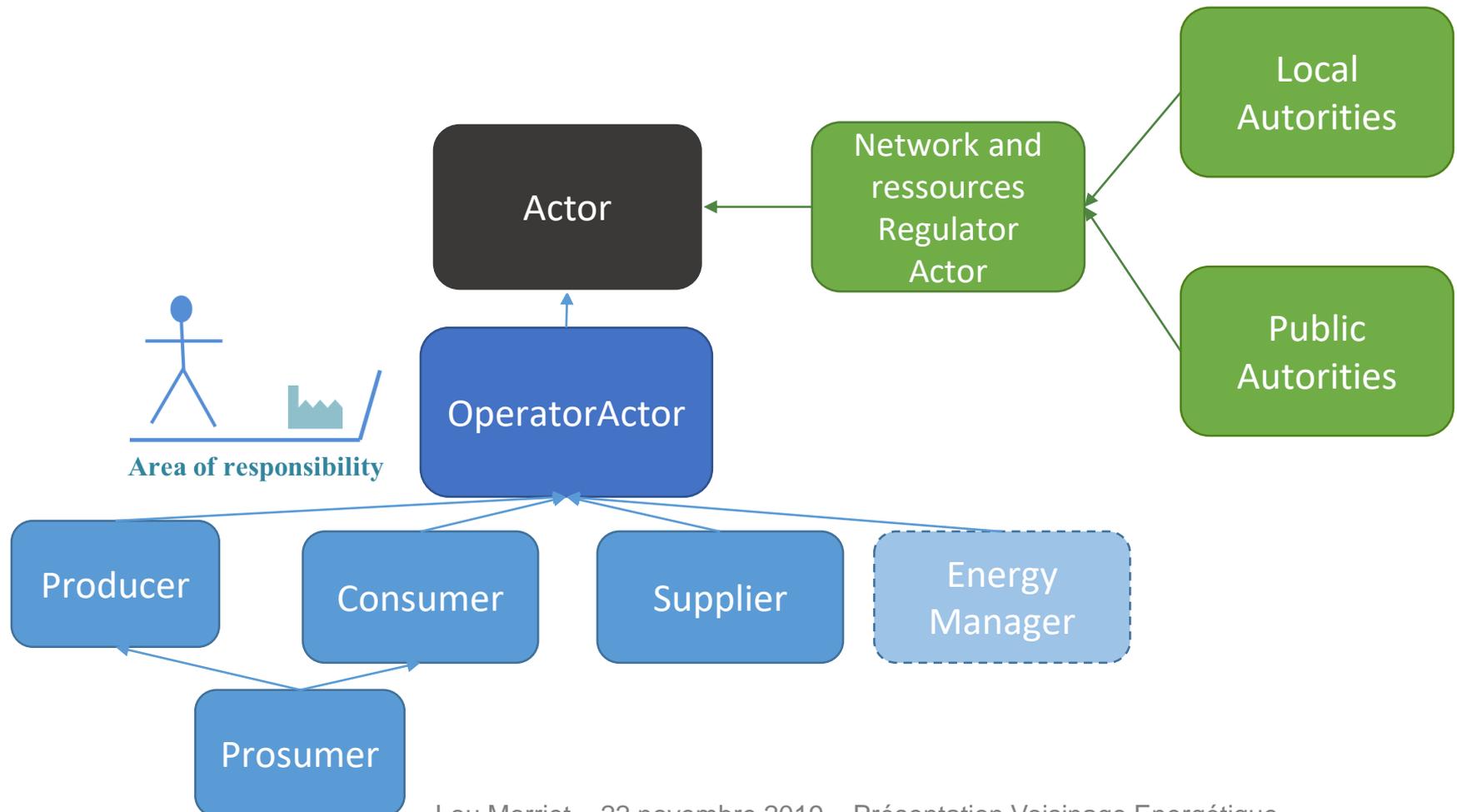
GR electricité gaz

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

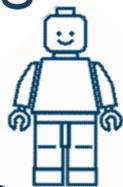
■ **Objectif non quantitatif**

- 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

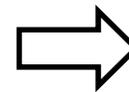
PROPOSITION: MODÉLISATION DES OBJECTIFS & CONTRAINTES QUANTITATIFS DES ACTEURS

❖ Objectives

minimize costs
minimize CO2 emissions
...

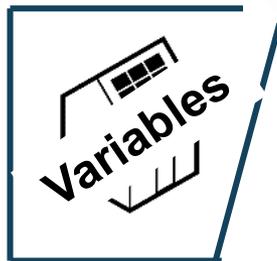


Prosumer



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

Area of responsibility



❖ Constraints

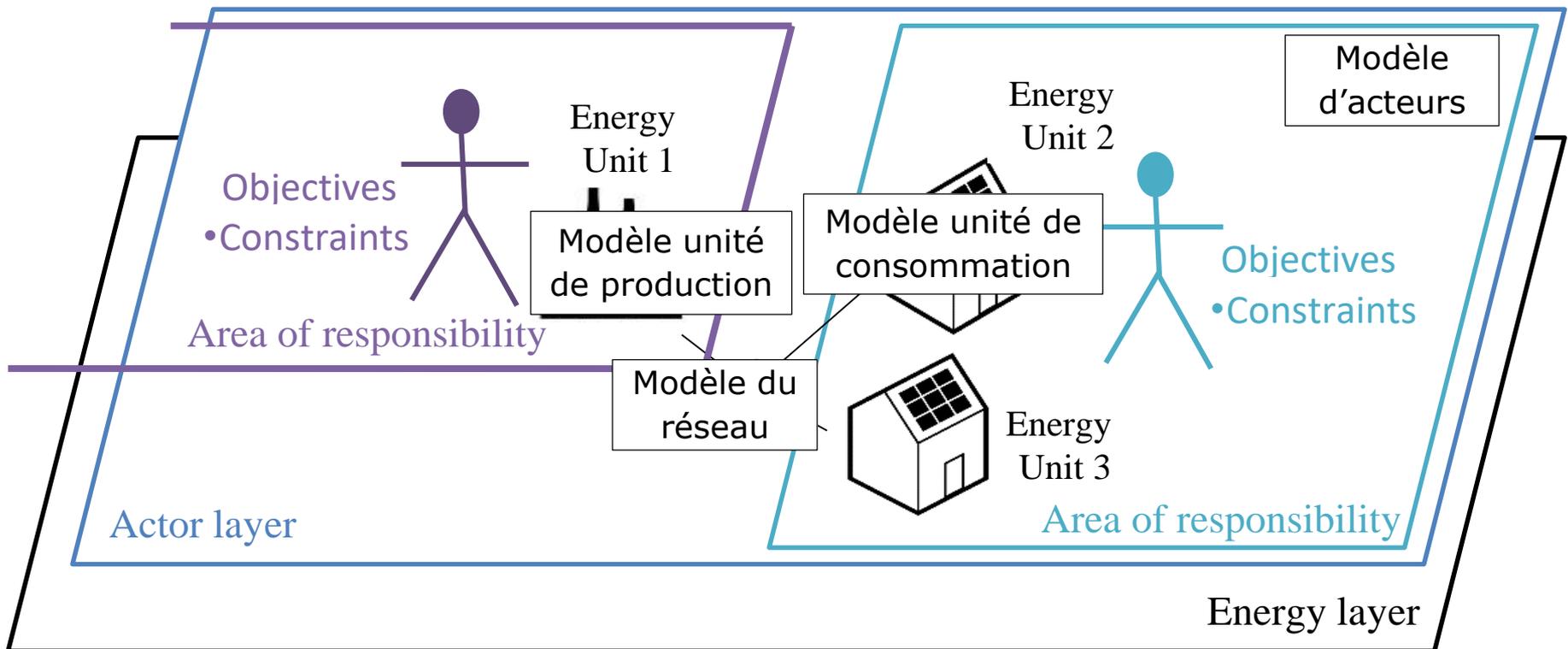
- ❖ Socio-economic
minimum of consumption
- ❖ Available resources
maximum space
- ❖ ...

SYNTHÈSE DE LA PROPOSITION DE MODELISATION

PROPOSITION: SYNTHÈSE

Données sur le milieu et les ressources

Données des acteurs potentiels

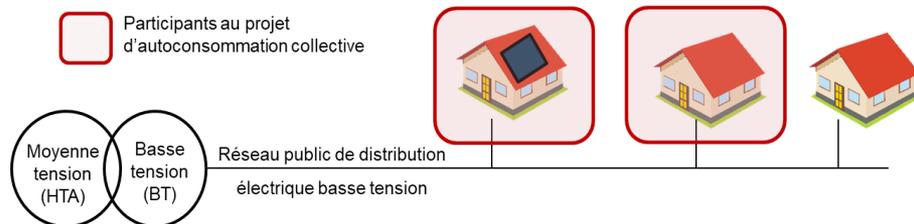


CAS D'APPLICATION : VOISINAGE ENERGETIQUE & PROJET D'AUTOCONSOMMATION COLLECTIVE

OPÉRATION D'AUTOCONSOMMATION COLLECTIVE

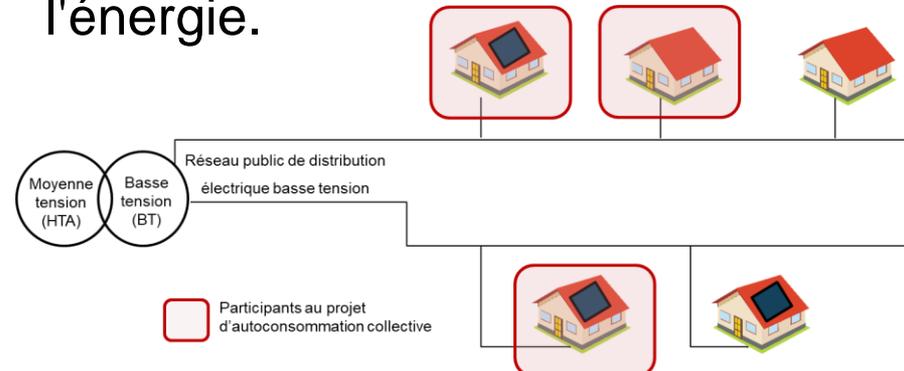
Lorsque la fourniture d'électricité est effectuée **entre un ou plusieurs producteurs et un ou plusieurs consommateurs finals** liés entre eux au sein d'une **personne morale** et dont les points de soutirage et d'injection sont situés...

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



Code de l'énergie (Article L315-2)

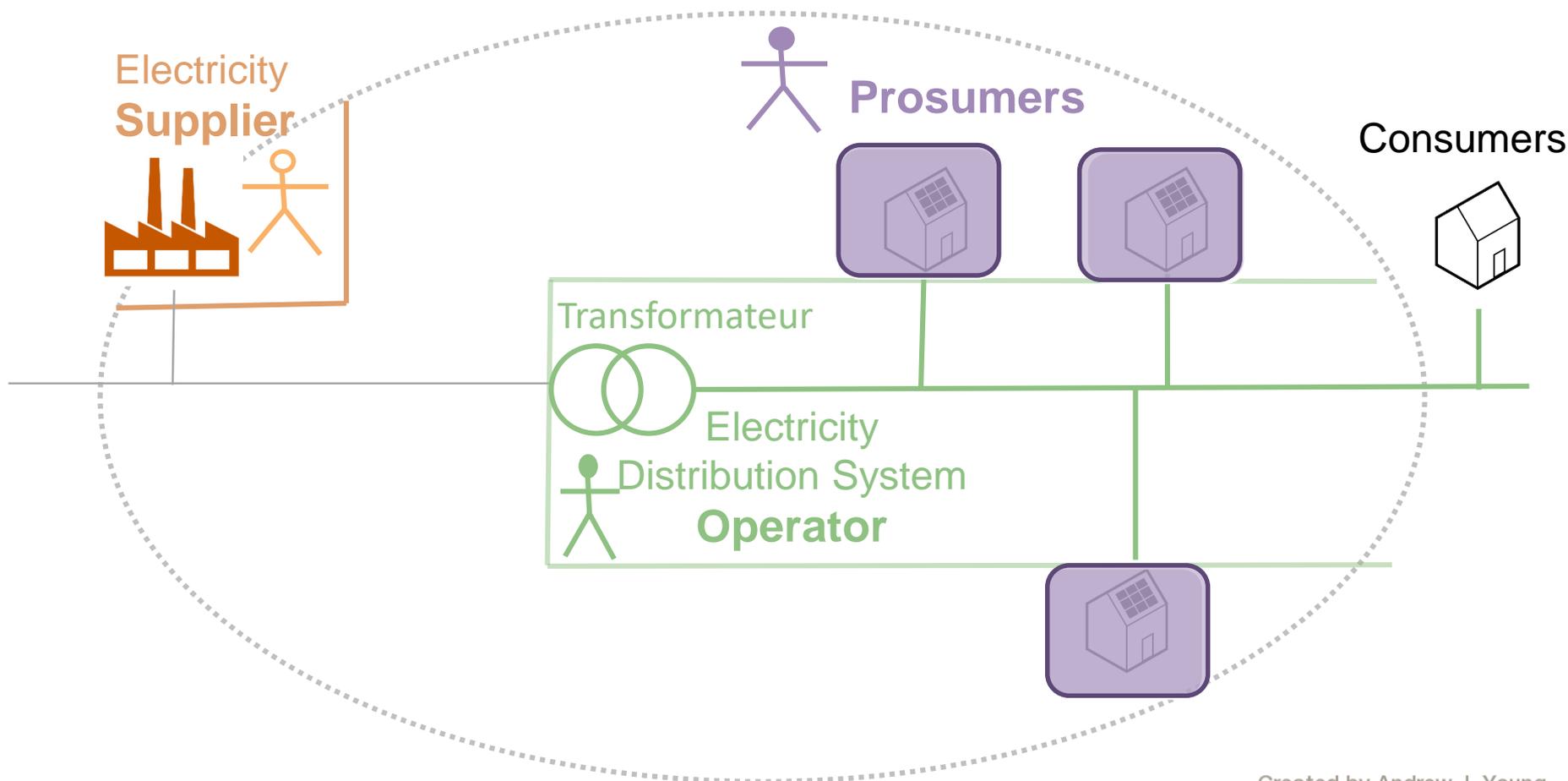
... sur le réseau basse tension et respectent les critères, notamment de proximité géographique, fixés par arrêté du ministre chargé de l'énergie, après avis de la Commission de régulation de l'énergie.



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**

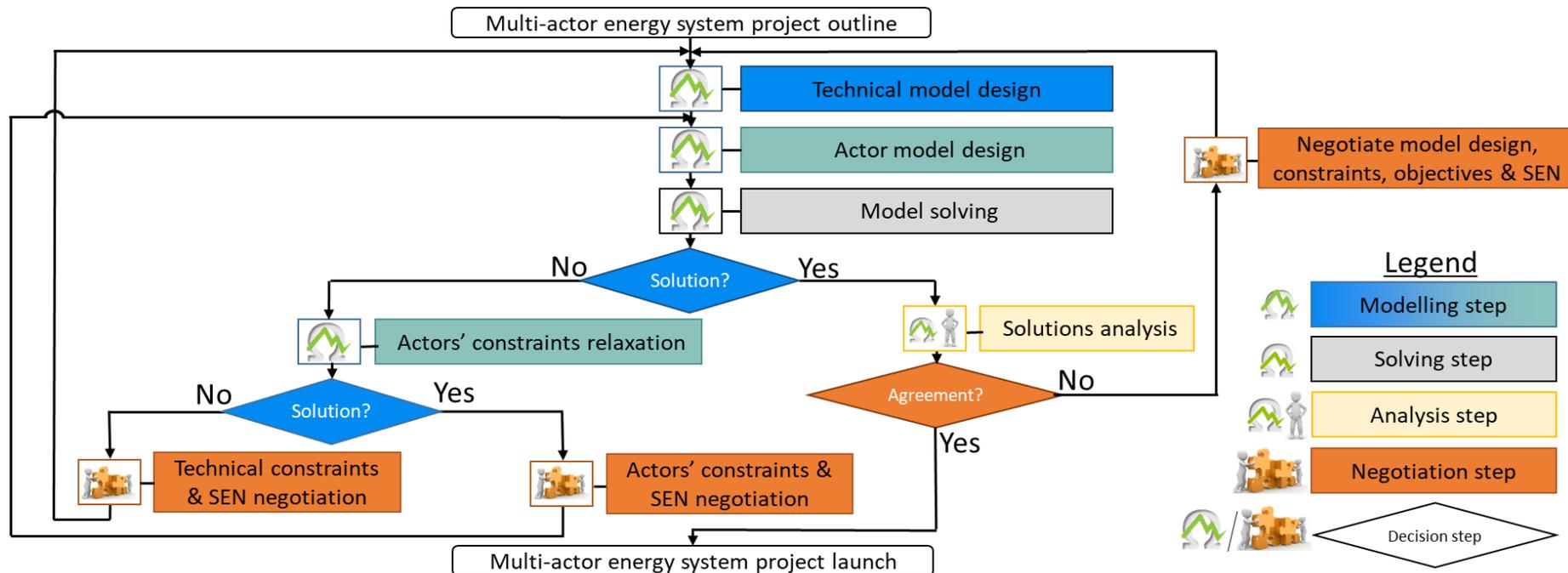
BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE ST

- ▶ 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>.

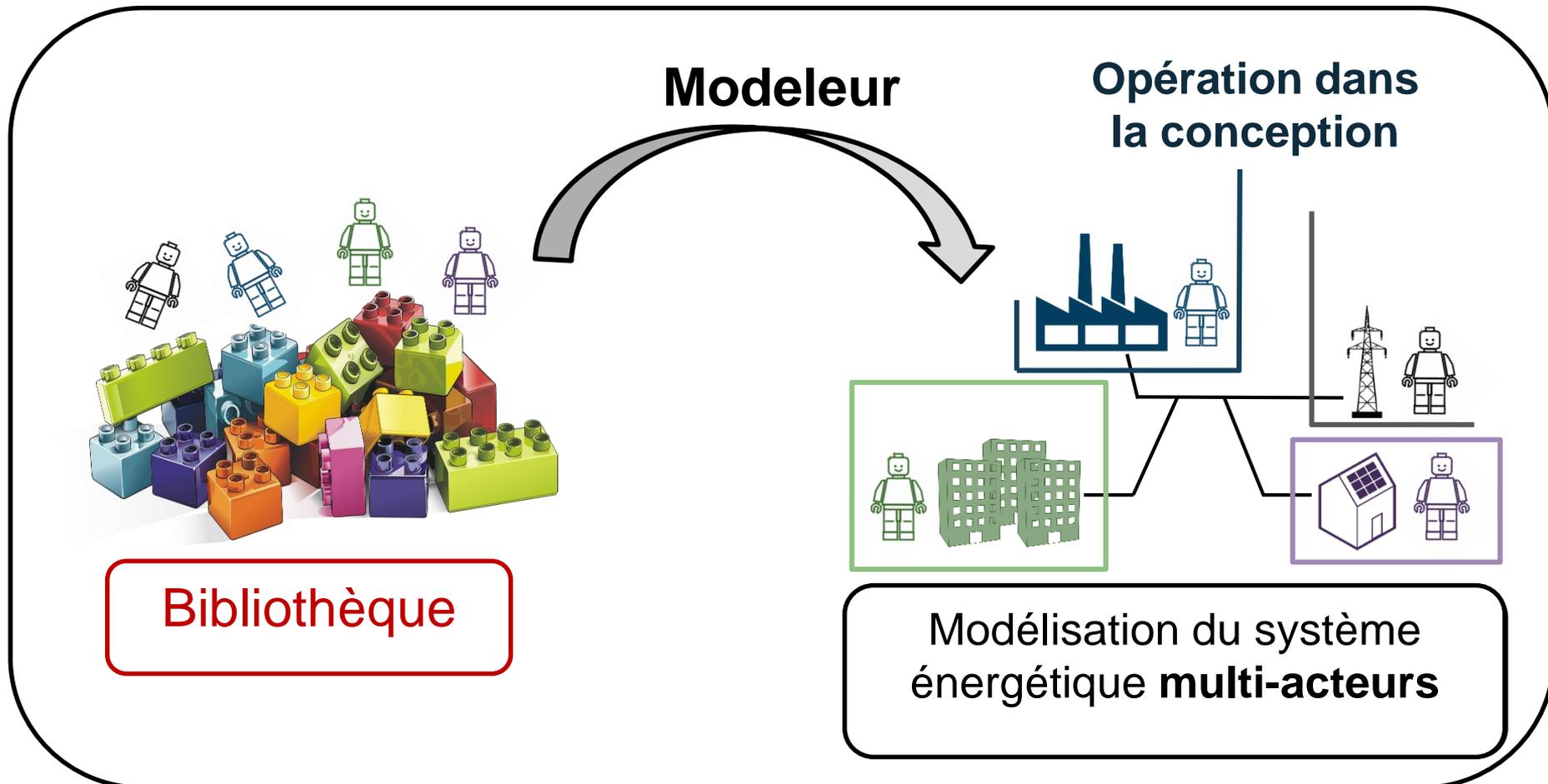
BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE SHS

- ▶ **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



Bibliothèque

Modeleur

Opération dans
la conception

Modélisation du système
énergétique **multi-acteurs**

PROPOSITION : DIAGRAMME DES CLASSES

