

Vendredi 23 mai | 8h30 - 17h30

Les mobilités électriques à l'échelle d'un territoire : approches méthodologiques et études de cas.

Orangerie du Château de Sassenage

Programme :



Session 1: Etude de cas

Modélisation et optimisation des comportements individuels

Nandeeta Neerunjun & Giorgio Fabbri (GAEL)

Le GAEL (Grenoble Applied Economics Lab)

Les recherches sont organisées en trois axes :



CONSOMMATION

- Analyse expérimentale des **comportements individuels**
- Identification des déterminants des choix de consommation
- Évaluation des **politiques publiques incitatives**



ENERGIE

- Modélisation des **équilibres économiques** dans les secteurs et marchés énergétiques
- Analyse des transformations institutionnelles internationales
- Analyse des **politiques énergie-climat**



INNOVATION

- Modélisation des **stratégies des acteurs** dans les industries innovantes
- Évaluation des **politiques d'innovation** (régional, national, européen)

Au programme aujourd'hui

- “Optimal electricity consumption and storage under short-term renewable supply variability” - **Nandeeta NEERUNJUN (GAEL)**, Hubert STAHN (AMSE) & Martin DHAUSSY (AMSE)
- Quelques definitions : Coordination des agents, optimum social et politiques publiques – **Giorgio Fabbri (GAEL)**

“Optimal electricity consumption and storage under short-term renewable supply variability”

Motivation

- L’objectif de neutralité carbone à l’horizon 2050 a entraîné une montée en puissance des énergies renouvelables.
- Mais leur intermittence génère des fluctuations de l’offre d’électricité, souvent compensées par des centrales pilotables à base de combustibles fossiles.
- Cela pose un paradoxe : on corrige l’intermittence avec des énergies fossiles.
- Côté demande, des mécanismes comme la tarification dynamique incitent les consommateurs à s’ajuster.
- Mais une question se pose : le consommateur doit-il supporter seul le poids de l’ajustement ?
- Une alternative : le stockage d’énergie

“Optimal electricity consumption and storage under short-term renewable supply variability”

Modèle

- Le planificateur social cherche à maximiser l'utilité d'un consommateur représentatif, sur une période courte normalisée entre 0 et 1.
- Le consommateur préfère une consommation stable dans le temps.
- Trois technologies à capacités fixes:
 - une production renouvelable, variable et cyclique ;
 - une production pilotable, en quantité limitée mais répartissable dans le temps ;
 - et un système de stockage, avec pertes énergétiques et capacité bornée.
- L'objectif est de répartir intelligemment l'utilisation de ces ressources dans le temps pour garantir une consommation optimale, malgré l'intermittence de la production renouvelable.

“Optimal electricity consumption and storage under short-term renewable supply variability”

Modèle

$$\mathcal{V}(D, R, S) = \max_{(d(t), s^+(t), s^-(t))} \int_0^1 u(\underbrace{d(t) - \sigma^+ s^+(t) + \sigma^- s^-(t) + \varepsilon(t)R}_{x(t)}) dt$$

sous les contraintes:

$$\begin{cases} \int_0^1 d(t) dt = D \\ \int_0^1 (s^+(t) - s^-(t)) dt = 0 \\ \int_0^1 s^+(t) dt \leq S \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \dot{D}(t) = -d(t), D(0) = D, D(1) = 0 \\ \dot{\Sigma}(t) = s^+(t) - s^-(t), \Sigma(0) = \Sigma(1) = 0 \\ \dot{S}(t) = -s^+(t), S(0) = S, S(1) \geq 0 \end{cases}$$

“Optimal electricity consumption and storage under short-term renewable supply variability”

Résultats

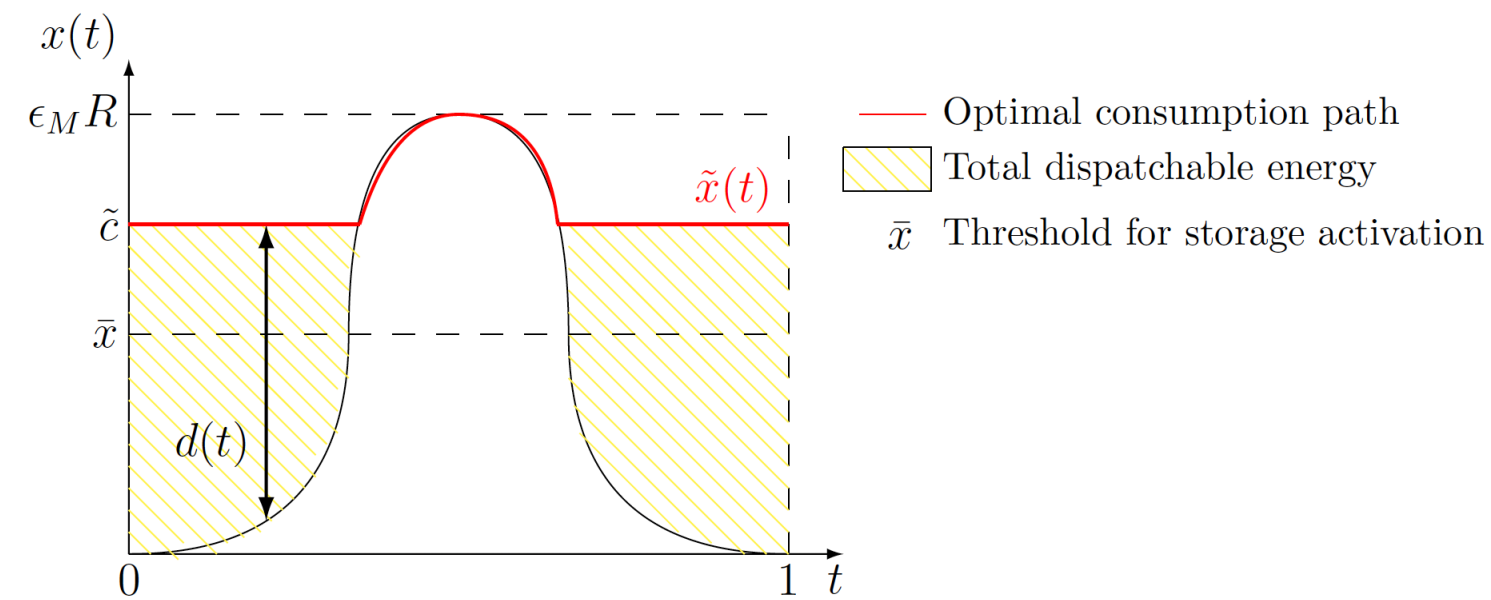


Figure 1: A situation without storage

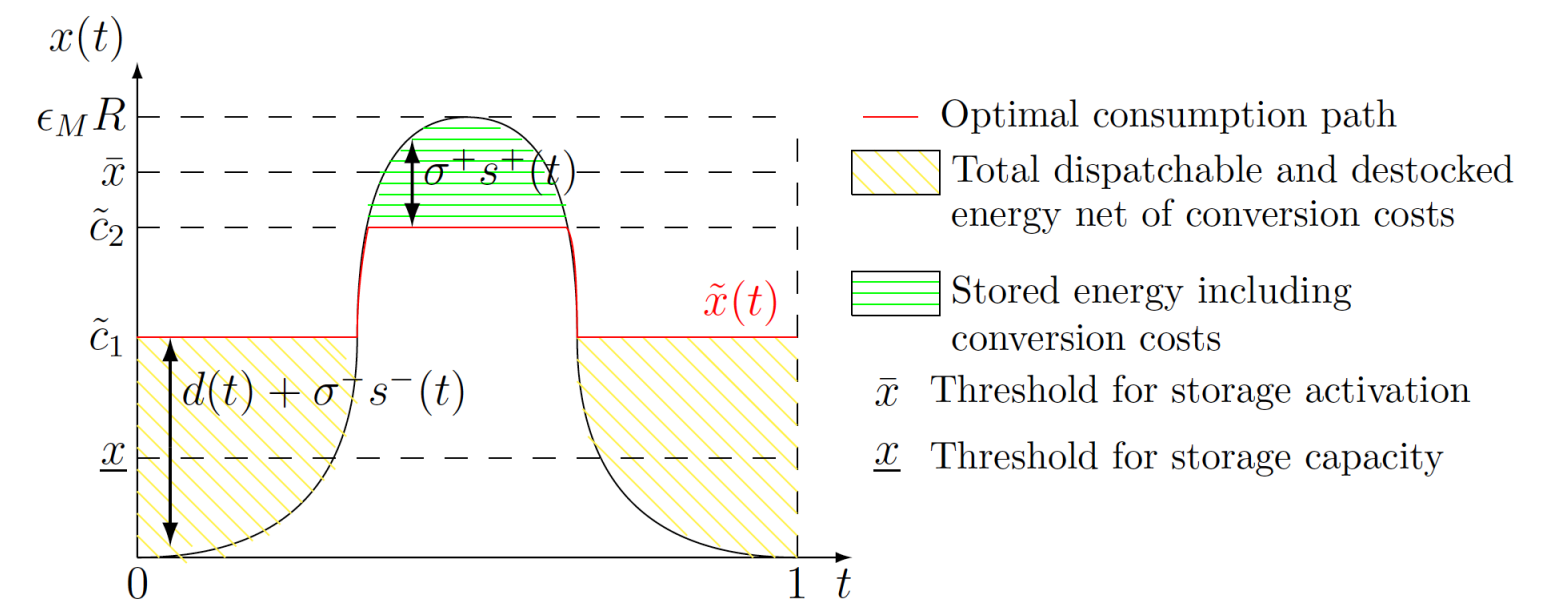


Figure 2: A situation with non binding storage

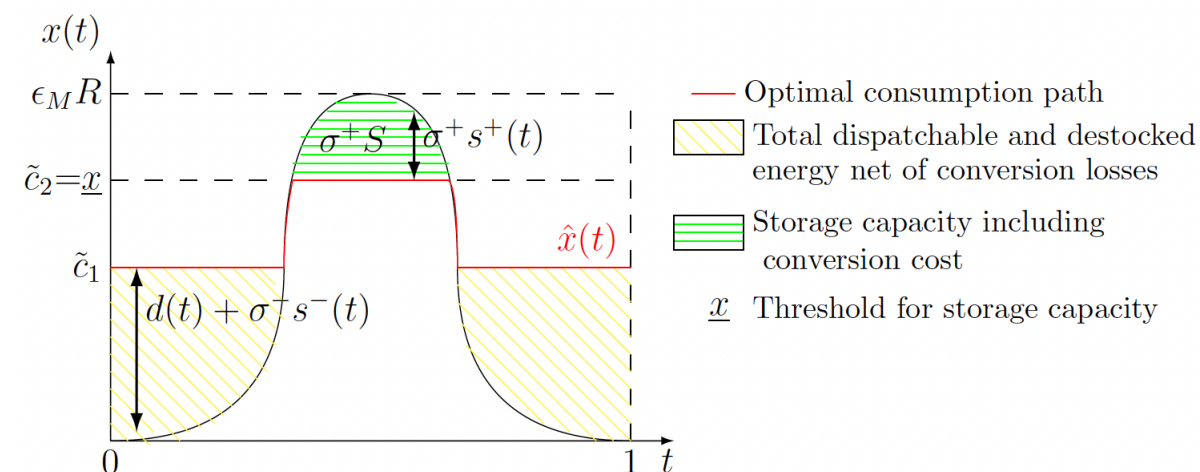


Figure 3: A situation with binding storage capacities

Au programme aujourd'hui

- “Optimal electricity consumption and storage under short-term renewable supply variability” - **Nandeeta NEERUNJUN (GAEL)**, Hubert STAHN (AMSE) & Martin DHAUSSY (AMSE)
- Quelques definitions : Coordination des agents, optimum social et politiques publiques – **Giorgio Fabbri (GAEL)**

Modéliser le comportement des agents et les politiques publiques

Développer des projets au sein du Labex : à quoi peut servir un·e économiste ?

- l'importance des comportements individuels dans les systèmes (demande de ménages/entreprises sur système électrique, les utilisateurs d'un autopartage)
- l'importance des incitations
- les politiques publiques (taxes, bonus, règles, limitations...)

Il y a plusieurs manières de décrire tout ça, voici un exemple formel

Modéliser le comportement des agents et les politiques publiques

Le système abstrait

On suppose avoir un certain nombre de n variables $(X_1, \dots, X_n)$ qui décrivent notre système

On imagine que on a m agents qui peuvent prendre de décisions sur le système et on appelle $c_i(t)$ la décision de l'agent i

Le système évolue par exemple selon une système d'équation de la forme

$$\dot{X}(t) = f(t, X(t), c(t))$$

Le benchmark de l'optimisation sociale

Comme benchmark on imagine d'avoir un fonctionnel d'utilité sociale, par exemple de la forme

$$\int_0^{+\infty} e^{-\rho t} g(t, X(t), c(t)) dt$$

On obtient de cette manière un problème de contrôle optimal : on cherche une couple $(c(t), X(t))$ qui maximise le fonctionnel

Ceci est le problème du planificateur qui peut décider les comportements de tous les agents

On peut essayer de le résoudre de plusieurs manière : principe du maximum de Pontryagin, programmation dynamique, de façon numérique..

Le benchmark de l'optimisation sociale

Par exemple, si l'on utilise la programmation dynamique pour résoudre le problème, la fonction valeur (c'est-à-dire le maximum du fonctionnel en fonction de la condition initiale) sera la solution de la HJB

$$\rho V(x, t) = \max_c \left\{ g(t, x, c) + \frac{\partial V}{\partial x}(x, t) f(t, x, c) + \frac{\partial V}{\partial t}(x, t) \right\}$$

Déterminer V permet de résoudre le problème sous forme de retour (feedback), à savoir :

$$c^*(x, t) = \arg \max_c \left\{ g(t, x, c) + \frac{\partial V}{\partial x}(x, t) f(t, x, c) \right\}$$

L'équilibre décentralisé

Le jeux différentiel

Si on laisse les agents libres de choisir chaque agent maximisera un problème individuel.

Un mode standard est imaginer que les agents se coordonnent sur un équilibre de Nash, par exemple Markovien. Donc on imaginera que l'agent i connaît le stratégies feed-back $\phi_i(X)$ de tous les autres agents et détermine la sienne pour maximiser un problème de la forme

$$\dot{X}(t) = f(t, \phi_{-i}(X(t)), c_i(t))$$

$$\int_0^{+\infty} e^{-\rho_i t} g_i(t, X(t), \phi_{-i}(X(t)), c_i(t)) dt$$

L'équilibre décentralisé

Si, étant donné les stratégies des tous les autres agents, chaque agent i maximise son fonctionnel avec une stratégie feed-back on aura un équilibre de Nash markovien que on peut imaginer être la situation « naturel » (en absence d'intervention publique).

Pour trouver l'optimum on devra résoudre un système de HJB.

Difficilement cette équilibre sera le même que le choix du planificateur. Comment restaurer l'optimum ?

Les politiques publiques

On peut modeler les politique publique comme de manières (à modeler de façon consistante selon l'action) de manière d'essayer de rétablir l'optimum sociale.

Par exemple en introduisant de politique $z(t)$ qui modifie les problèmes des agents

$$\dot{X}(t) = f(t, \phi_{-i}(X(t)), c_i(t), z(t))$$

$$\int_0^{+\infty} e^{-\rho_i t} g_i(t, X(t), \phi_{-i}(X(t)), c_i(t), z(t)) dt$$

En bougeant l'équilibre décentralisé de façon de reproduire (ou s'approcher) à l'optimum social

Merci de votre attention