

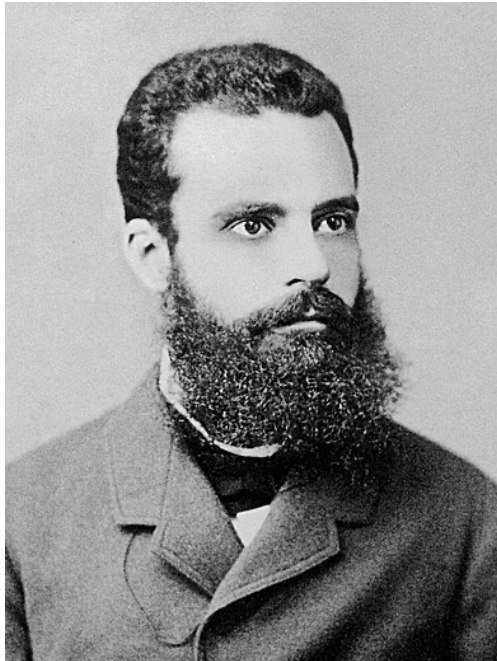
Journée du S-Lab

Axel Gautier
UER économie

Les économistes et le développement durable

Welfare

V. Pareto (1848-1923)



- Prise en compte du bien-être dans l'allocation des ressources (welfare)
- Critère d'efficacité dans l'allocation des ressources

Externalité

A. C. Pigou (1877-1959)



- Formalisation du concept d'externalité
- Instruments pour corriger les externalités
 - Taxe pigouvienne

Équité

M. Fleurbaey (1961-



- Prise en compte de critères d'équité et d'égalité dans l'allocation des ressources
- Égalité des chances, des opportunités, etc.

Pauvreté

**E. Duflo (1972-
Nobel 2019**



- Méthode des « Essais randomisés contrôlés »
- Quels sont les moyens effectifs de lutter contre la pauvreté, malnutrition, accès aux soins/vaccins, à l'éducation, etc.

Réchauffement climatique

**W. Nordhaus (1941-
Nobel 2018**



- Prise en compte de la dimension climatique dans l'analyse économique
- Propositions pour une tarification du carbone et une coalition climatique ambitieuse

Les économistes et le développement durable à HEC Liège



Pierre Pestieau, Sergio Perelman



Sergio Perelman



Axel Gautier

Transition énergétique: consommateurs et réseaux

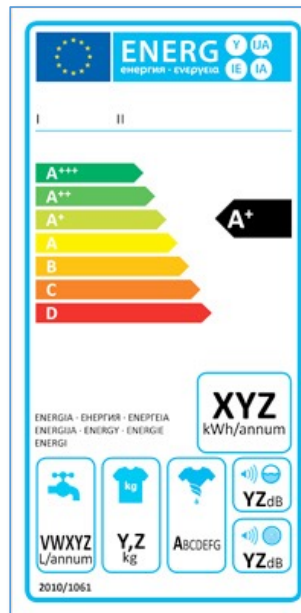
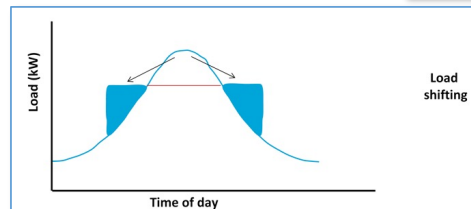
Transition énergétique

- De nouveaux rôles pour les consommateurs

Production



Consommation



Echange
Stockage



Comportement des consommateurs

- Les comportements des consommateurs changent
 1. Investissement dans la production décentralisée
 2. Autoconsommation – gestion de la charge
 3. Variation de la consommation (effet rebond)
 4. Participation à des dispositifs de partage d'énergie (CER)
 5. Substitution entre vecteurs énergétiques
- Les mécanismes de prix doivent inciter les consommateurs
- Le tarif de distribution (**régulé**) doit valoriser les services rendus et refléter les coûts induits
 - Encourager certains comportements
 - Dissuader d'autres
- Difficultés: externalités & prix régulés

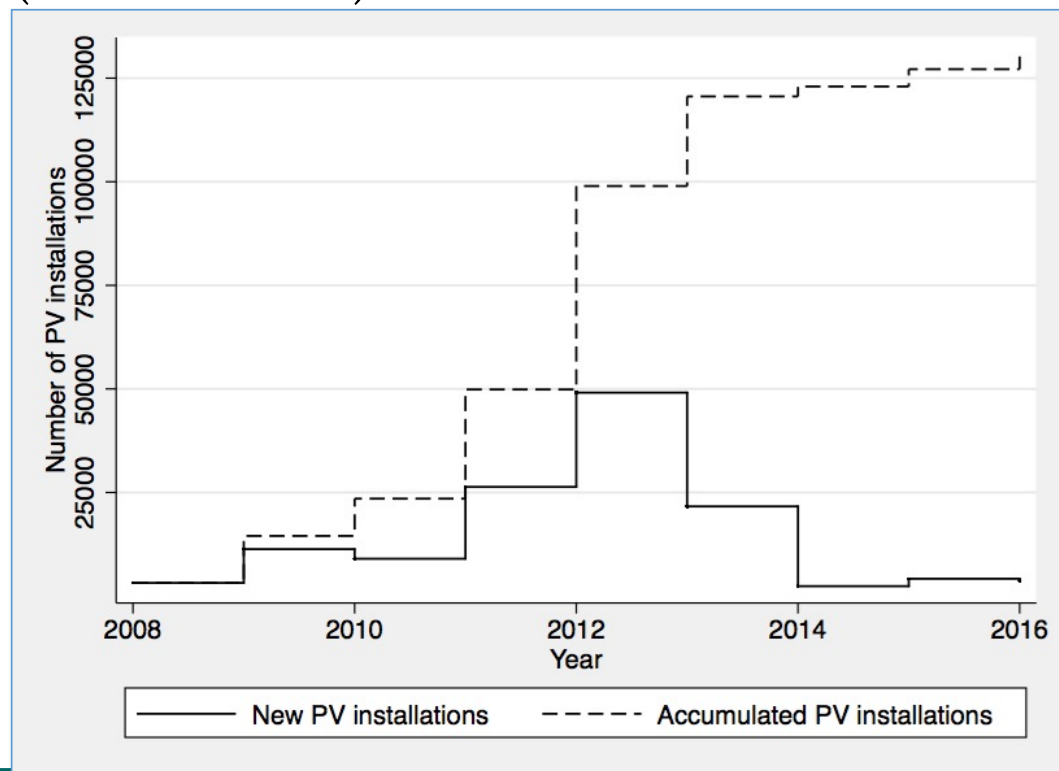
I) Investissement dans le solaire photovoltaïque

- **SOLWATT (2007-2014)**
- 7 CV par MWh pendant 15 ans (adapté par la suite)
- Remplacement par Quali watt en 2014, suppression en juin 2018
- **Net metering:** le compteur tourne à l'envers
 - Le réseau agit comme un dispositif de stockage pour la production
 - La production est valorisée au **prix de détail**
 - Limite -> pas de paiement pour la production en excédent de la consommation



Installations PV en Wallonie

- La Wallonie compte plus de 150 000 installations photovoltaïques
- Développement important du solaire en Wallonie
 - > 25,000 installations par an
 - Rendement élevé (>20% en 2012)



Un déploiement important mais à un coût élevé

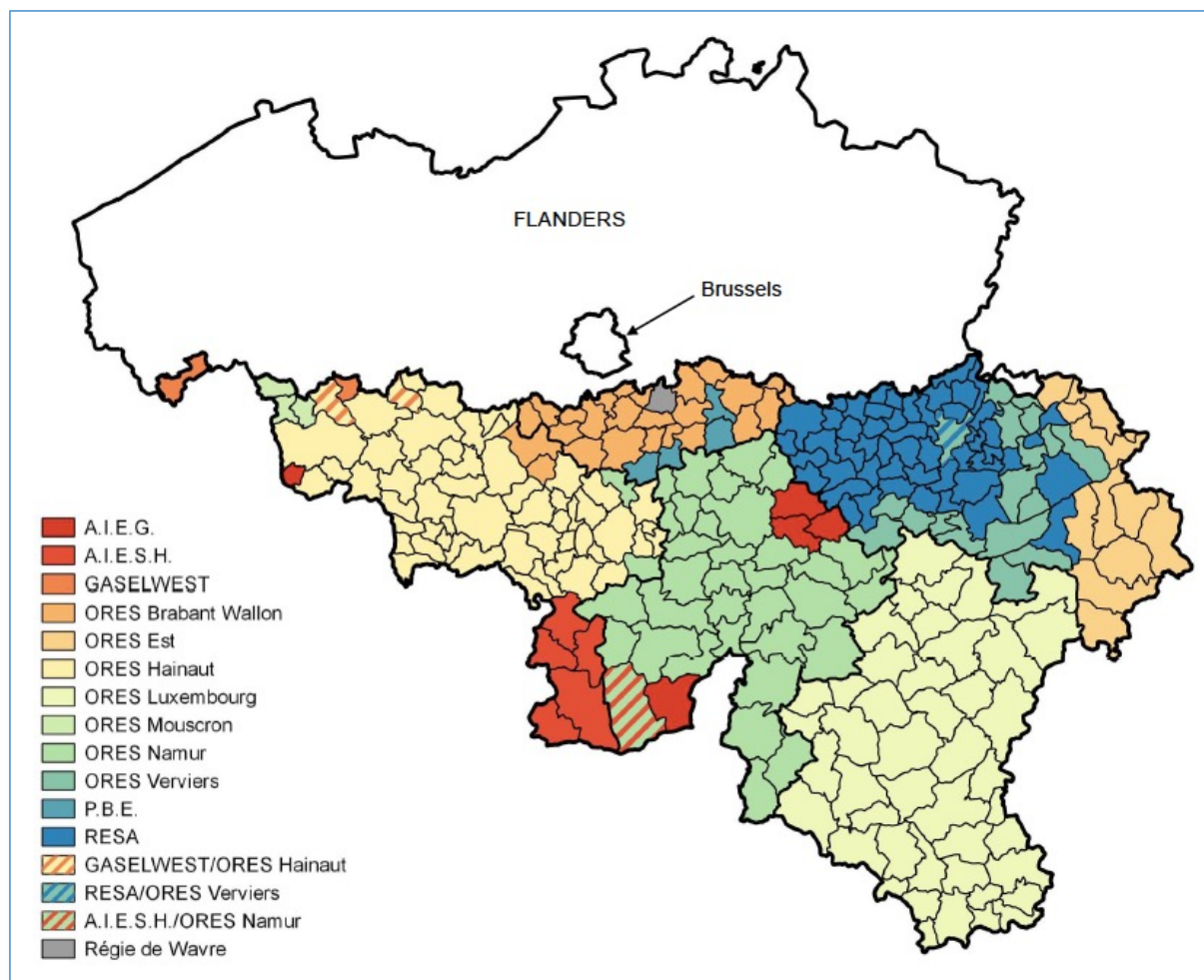
- Subsidés importants
 1. A l'investissement: primes et déductions fiscales
 2. A la production
 - CV (588 €/MWh)
 - Net metering

- La valeur des CV couvrait le coûts des modules
 - Ce qui a généré un effet rebond substantiel

- Estimation du subside par tonne de CO2 économisée de 1290 € à 2332 €
- Un changement dans le tarif change la décision d'investir
 - Estimation en utilisant les différents tarifs de distribution en Wallonie

	Subside filière solaire €/MWh
Wallonie	588
Belgique	414
France	487
Allemagne	371
Pays-Bas	388
Royaume Uni	245
Source: Boccard et Gautier (2015)	

13 tarifs de distribution en Wallonie



13 tarifs de distribution en Wallonie

PV adoption: the role of distribution tariffs under net metering

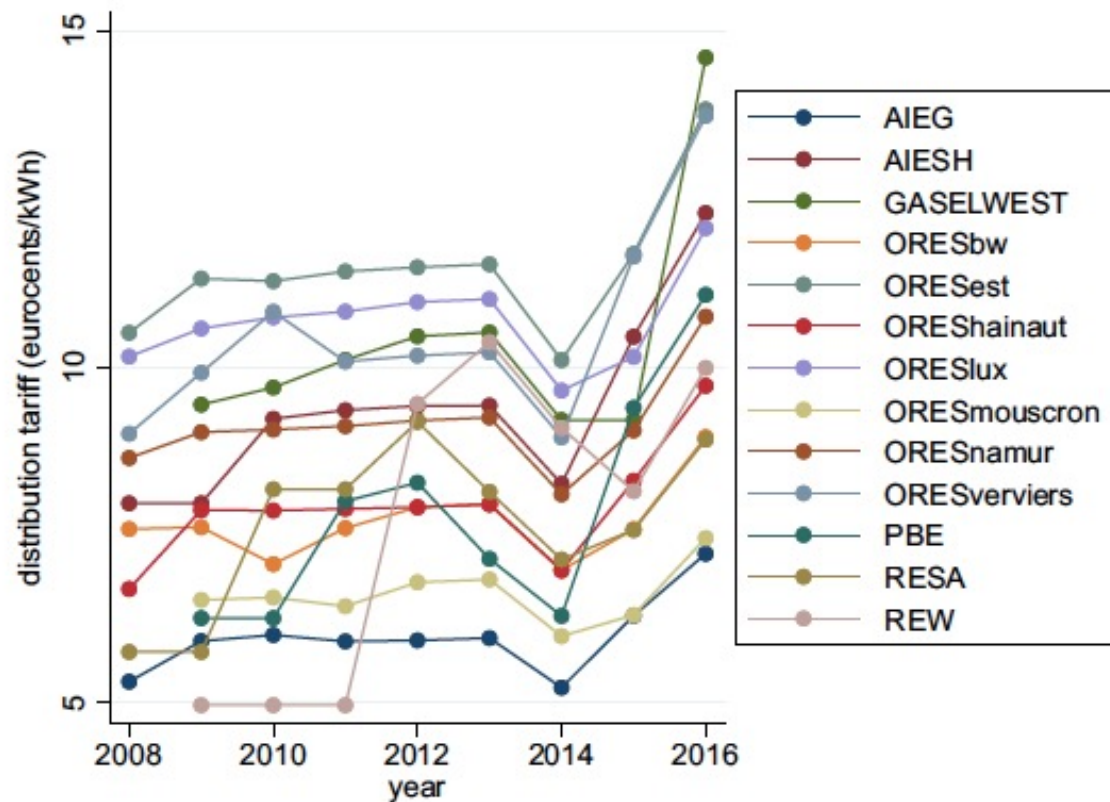


Fig. 3 Distribution tariffs in the 13 tariff zones in Wallonia (2008–2017)

Décision d'investir

- Le compteur tourne à l'envers
 - Une hausse du tarif de distribution de 0.01€ augmente le bénéfice d'une installation solaire de 10€ par MWh produit
 - Production moyenne de 6 MWh
 - Différence supérieure à 0.05€ entre les zones
 - Le bénéfice est plus grand dans les zones où le tarif de distribution est plus élevé
- Sensibilité de la décision d'investir par rapport au tarif
 - Données en panel, observation = commune, période 2007-2015

$$Y_{i,t} = \alpha + \beta \text{tarif}_{i,t-1} + \gamma X_{i,t} + \mu_i + \phi_t + \epsilon_{i,t}$$

Décision d'investir

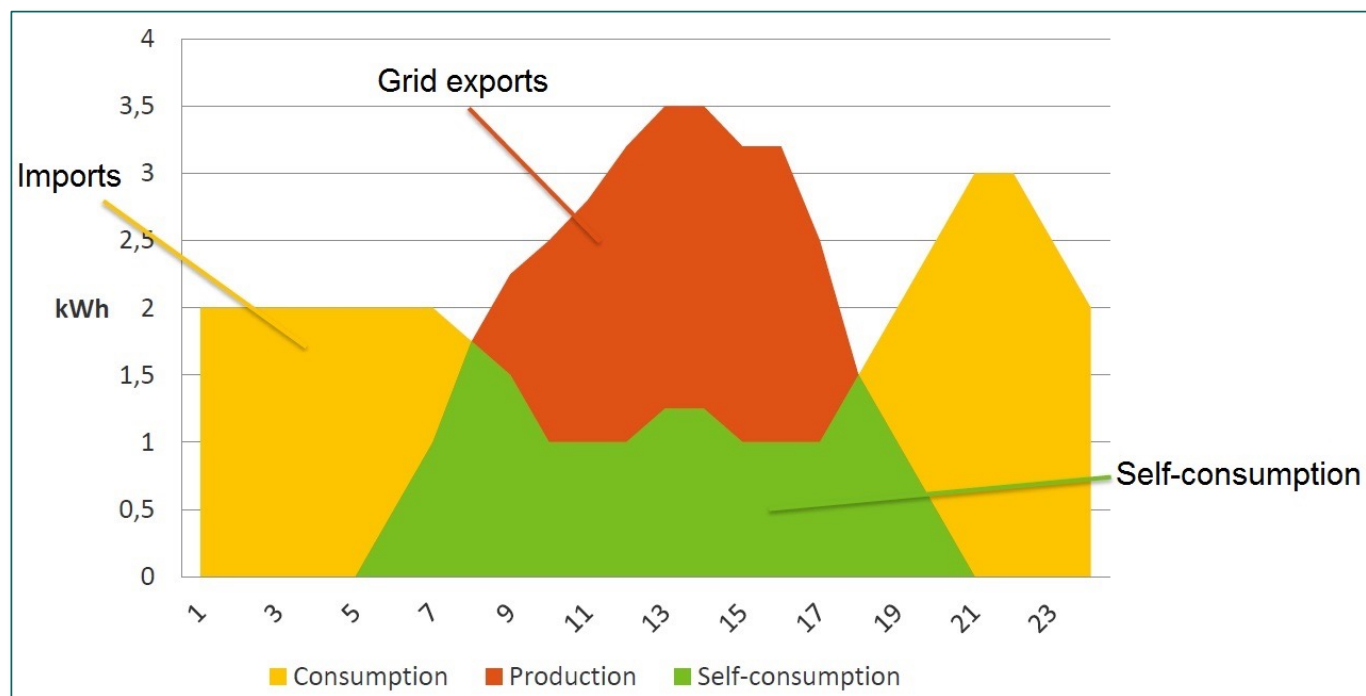
Une augmentation du tarif de 0.01€ augmente le nombre d'installations PV de **8%**

	Investissement PV
Tarif (t-1)	0.087***
Effets fixe année	Oui
Effets fixe commune	Oui
N	1776
Log likelihood	-7776.31

Gautier & Jacqmin (2019) PV adoption: the role of distribution tariffs under net Metering, **Journal of Regulatory Economics**

II) Autoconsommation et stockage

- Autoproduction: production locale sur le lieu de consommation
- Autoconsommation: consommation de l'électricité produite localement
Autoconsommation des ménages $\approx 30\%$



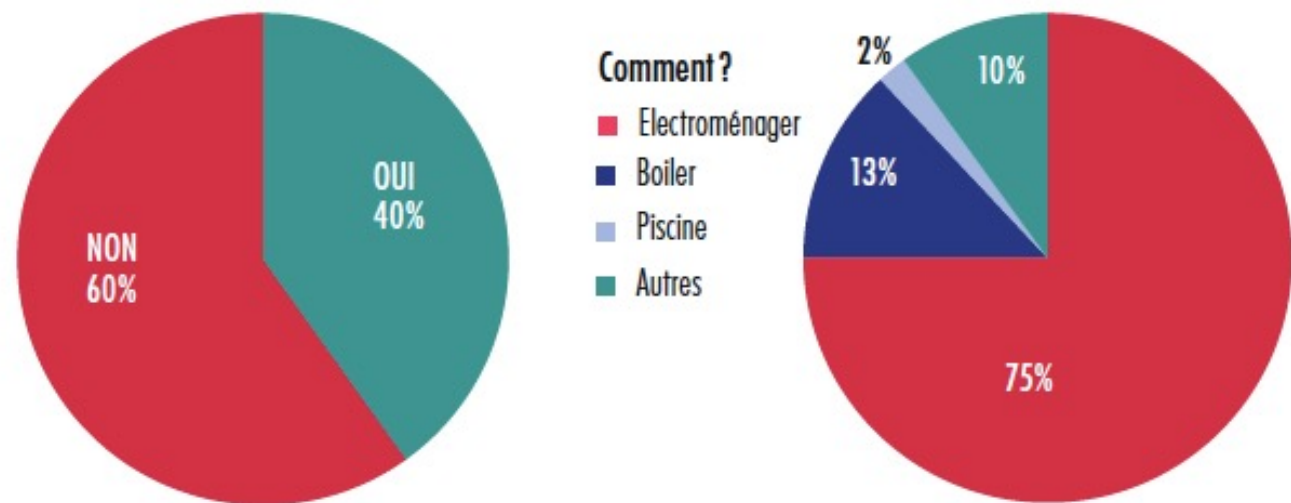
Autoconsommation

Données issues d'un sondage réalisé par l'ULiège en 2017

- 40% des ménages déclarent faire des efforts pour augmenter leur autoconsommation

Figure 4. Depuis l'installation de vos panneaux photovoltaïques, essayez-vous de synchroniser votre production et consommation d'électricité ? Si oui, comment?

Source : Sondage – Répondants=755



- Principal vecteur d'autoconsommation: le déplacement de charge des appareils électroménagers

Autoconsommation

- Analyse économétrique (multivariée)
- L'autoconsommation est principalement le fait des femmes et des personnes plus âgées
 - Correlation forte avec la présence au domicile durant la journée
- La motivation environnementale joue un rôle important

	Autoconsommation (Probit)
Homme	-0.120***
Age	0.004**
Education	ns
Taille/age de l'installation	ns
Motivation environnementale	0.089***
Motivation financière	ns
N	585
Pseudo R ²	0.0702
Source: Gautier et al. (2019) Energy Policy	

III) Effet rebond

- Effet rebond: une partie des bénéfices d'une nouvelle technologie est anihilée par une utilisation plus intensive de cette technologie
- Hypothèse à tester
 1. Du fait du soutien généreux (Solwatt), certains ménages ont surdimensionné leur installation PV (Production > consommation)
 2. L'électricité en surplus (« gratuite ») est consommée = effet rebond
- Données utilisées: relevés des compteurs de prosumers en Wallonie et données issues du sondage
- Les données montrent un effet rebond substantiel

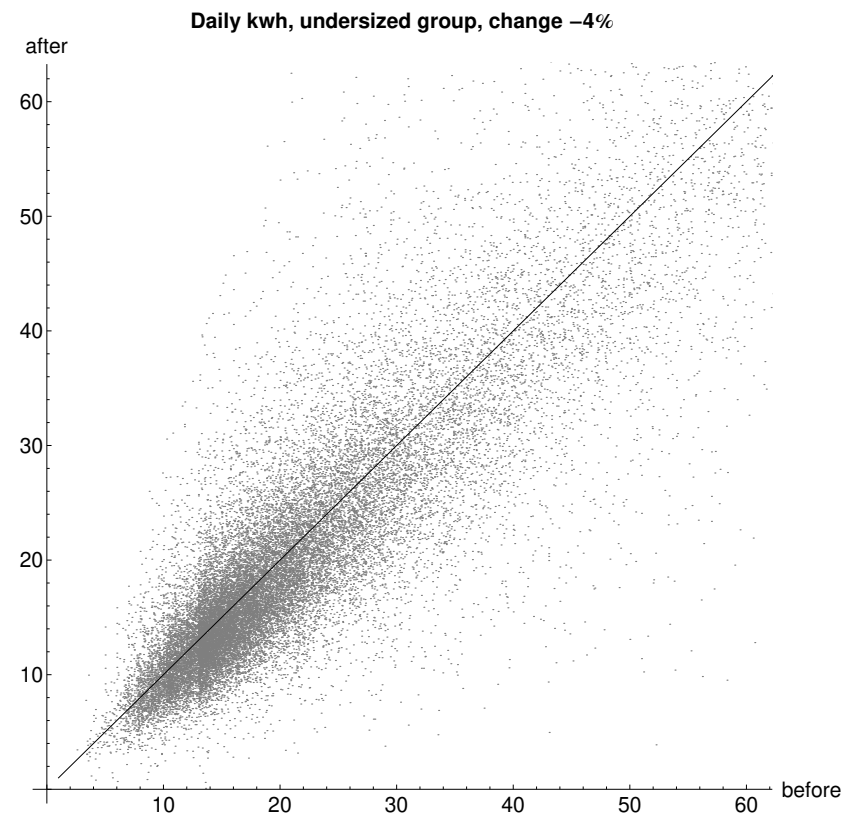
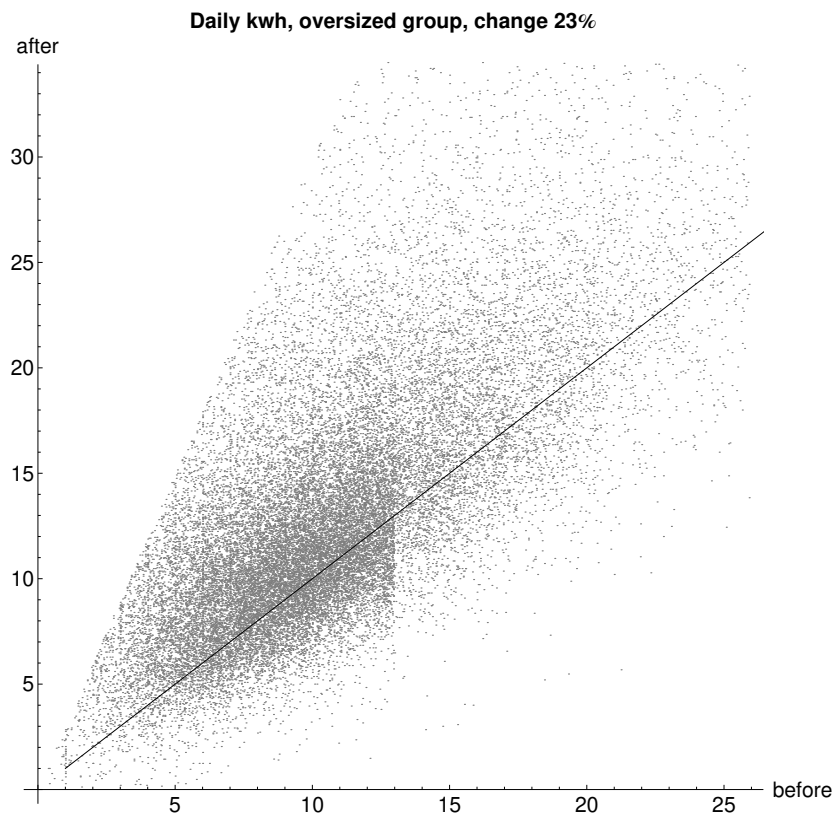
Analyse empirique

- Stratégie
 - Estimer la consommation des prosumers avant/après l'installation de PV
 - Sur base des relevés de compteurs et d'une estimation de la production
 - Classification en deux groupes
 - Installation « sous-dimensionnée »: la production ne couvre pas la consommation passée
 - Installation « sur-dimensionnée »: la production couvre plus que la consommation passée
- Analyse statistique et économétrique
- Données: consommation de 100 000+ prosumers (lecture de compteurs) sur une période de 8 ans

Effet rebond

Groupe sous dimensionné -> baisse de la consommation de **-4%**

Groupe sur dimensionné -> hausse de la consommation de **35%**

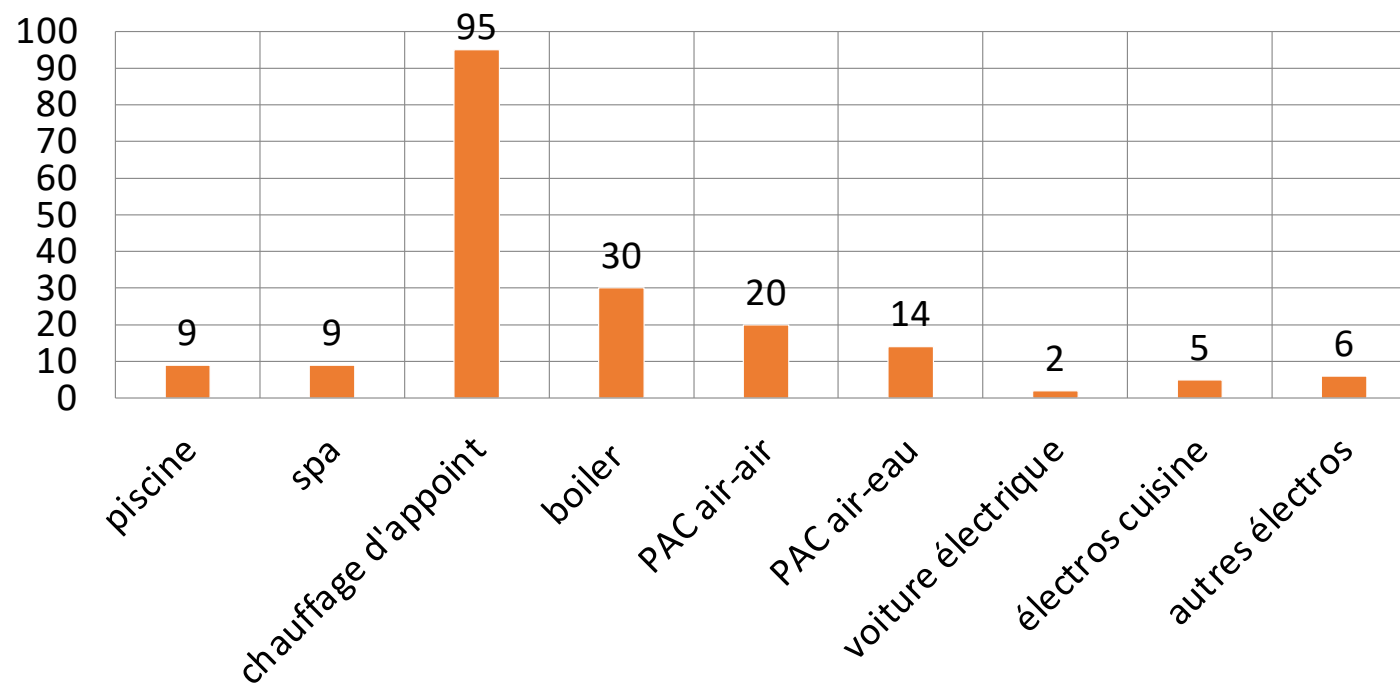
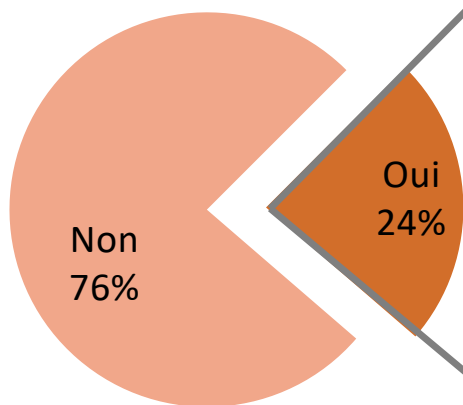


Effet rebond

- L'analyse économétrique montre que 87% de l'électricité gratuite en surplus de la consommation (passée) est consommée
- L'électricité gratuite est presque intégralement consommée
- L'électricité se substitue à d'autres vecteurs énergétiques
 - Le chauffage électrique semble être le moyen privilégié pour consommer les surplus 🤖
- La tarification induit des comportements nuisibles au système dans sa globalité
 - Incitant pervers
- Bocard and Gautier, Solar Rebound: The Unintended Consequences of Subsidies, **Energy economics** 2021

Q2: Depuis l'installation de vos panneaux photovoltaïques, avez-vous fait l'acquisition de **nouveaux équipements électriques** destinés à utiliser votre éventuel surplus de production ?

Si oui, lesquels ?



Répondants 667

IV) Communautés d'énergie

- CER= communauté d'énergie renouvelable
- Investissement collectif dans des moyens de production, dispositifs de stockage, gestion de la charge
- Utilisation du réseau public pour les échange entre les membres
- Exemples
 - Immeuble à appartements
 - Zoning industriel
 - Eco-quartier
- Autoconsommation collective : consommation locale de l'énergie produite localement
 - Calcul de la valeur de l'autoconsommation collective
 - Partage de la valeur entre membres de la CER

V) Substitution entre vecteurs énergétiques

- L'autoproduction d'électricité change le prix de l'électricité
 - Prix moyen et marginal
- Modification des habitudes de consommation et changements de vecteurs énergétiques
 - Substitution Gaz/Elec, Mazout/Elec
 - Chauffage, cuisine, mobilité, etc.
- Calcul des elasticités de substitution
- Données relevés de compteurs Gaz et Elec
 - Prosumers et non-prosumers

Conclusion

- Pour les consommateurs, de nouvelles possibilités de produire, consommer, stocker, échanger
- Les prix doivent guider les comportements en donnant des signaux corrects
- Ce n'est pas le cas actuellement
 - Net metering
 - prix d'injection = prix du prélèvement
 - Pas d'incitant à l'autoconsommation ni au stockage
 - Tarif volumétrique (au €/kWh) ne reflète pas complètement les coûts ni les services rendus
- La tarification doit évoluer
 - Important de tenir compte des comportements induits

Projets de recherche

1. « Transition énergétique consommateurs et réseaux », financé par la région Wallonne (2016-2020), en collaboration avec D. Ernst et son équipe
2. « AMORCE » : projet financé par la Région Wallonne sur les communautés d'énergie, en charge des aspects tarifaires 'micro' (au sein de la CER) et 'macro' (échanges avec l'extérieur), durée 4 ans (2021-25)
3. « Chaire RESA » mise en place à HEC, début janvier 2022. Recrutement d'un doctorant

Publications (see Orbi for full text)

- Boccard, N., & Gautier, A. (2021). Solar rebound, the unintended consequences of subsidies, *Energy economics*.
- Gautier, A., Jacqmin, J., & Poudou, J.-C. (2021) Optimal grid tariffs with heterogeneous prosumers, *Utilities policy*
- Manuel de Villena Millan, M., Jacqmin, J., Fonteneau, R., Gautier, A., & Ernst, D (2021) Network tariffs and the integration of prosumers: The case of Wallonia, *Energy Policy*
- Manuel de Villena Millan, M., Gautier, A., D. Ernst, M. Glavic & Fonteneau, R. (2021) Modelling and assessing the impact of the DSO remuneration strategy on its interaction with electricity users, *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*
- Gautier, A., & Jacqmin, J. (2020). *PV adoption in Wallonia: The role of distribution tariffs under net metering*. *Journal of Regulatory Economics* <http://hdl.handle.net/2268/225412>
- Manuel de Villena Millan, M., Fonteneau, R., Gautier, A., & Ernst, D. (2020) Evaluating the Evolution of Distribution Networks under Different Regulatory Frameworks with Multi-Agent Modelling. *Energies*
- Gautier, A., Hoet, B., Jacqmin, J., & Van Driessche, S. (2019). Self-consumption choice of residential PV owners under net-metering. *Energy Policy*, 128, 648-653. <http://hdl.handle.net/2268/233036>
- Gautier, A., & Jacqmin, J. (2019). Une nouvelle tarification des réseaux pour favoriser la transition énergétique, *Regards économiques* 145.
- Gautier, A., Jacqmin, J., & Poudou, J.-C. (2018). The prosumers and the grid. *Journal of Regulatory Economics*, 53, 100-126. <http://hdl.handle.net/2268/208969>