

Mercredi 8 août 2018

Distribution d'électricité et la spirale de la mort

QUELS TARIFS POUR ÉVITER LA FAILLITE?

Chaire de gestion
du secteur de l'énergie
HEC MONTRÉAL



CIRANO
Allier savoir et décision


CentraleSupélec

Introduction: Un secteur en pleine mutation

Trois défis majeurs:

- Electrification
- Décentralisation
- Digitalisation

Emergence des « consommacteurs » (*prosumers*)

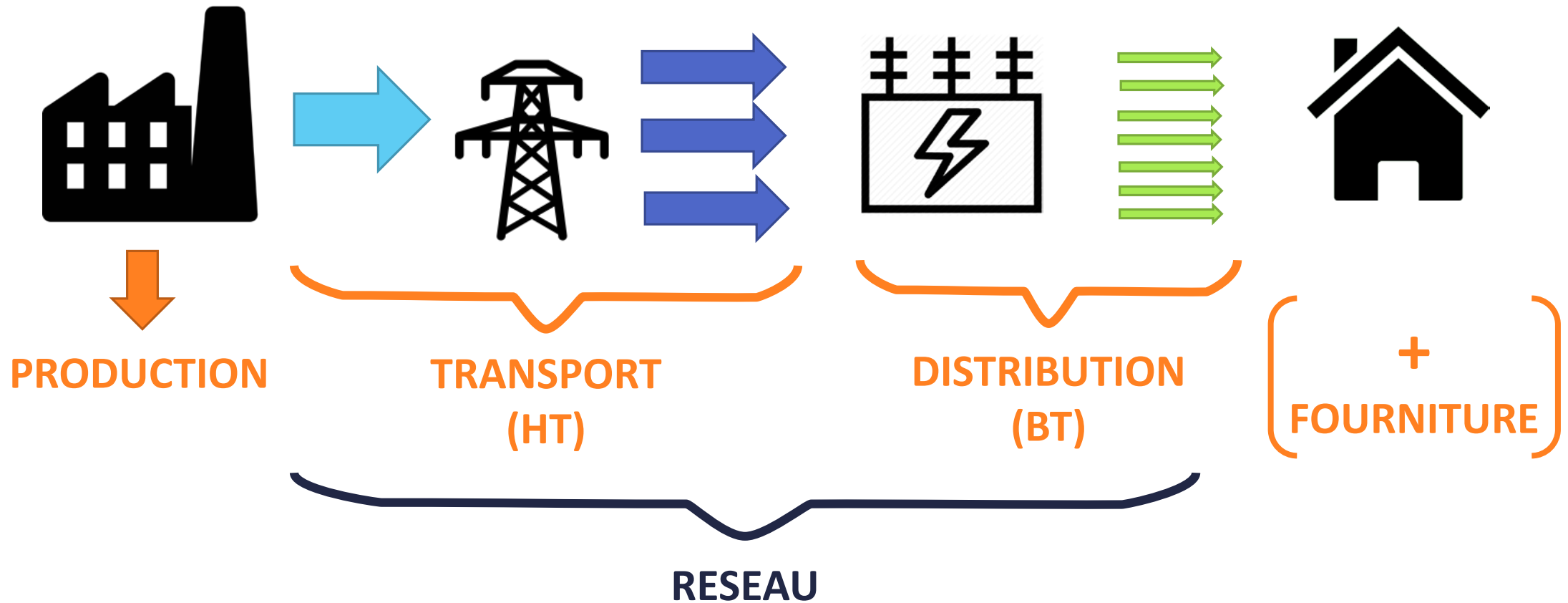
Remise en question de la place des entreprises

Sommaire

- I. Structures tarifaires et spirale de la mort
- II. Présentation du modèle
- III. Résultats
- IV. Discussion

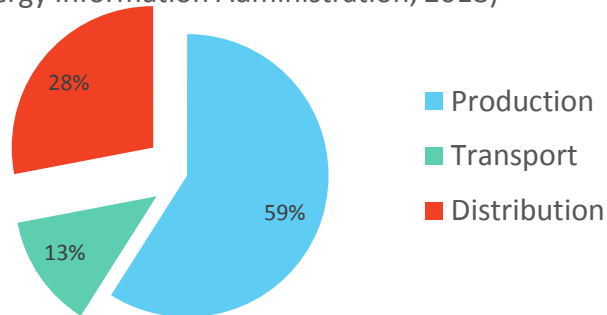
Structures tarifaires et spirale de la mort

Organisation de la filière électricité



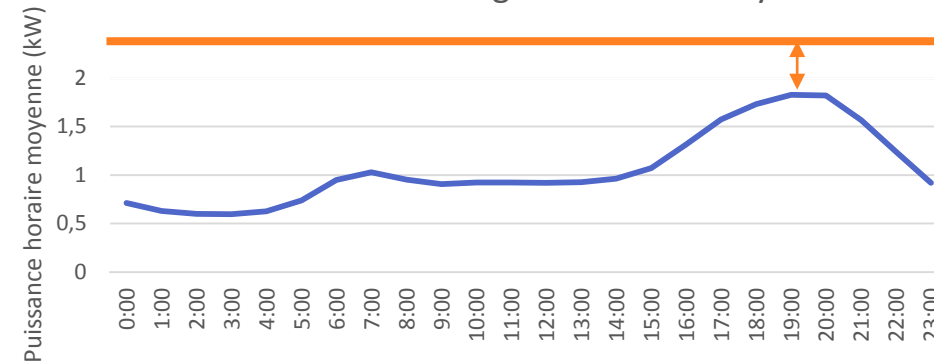
Coûts de distribution

Composition du coût de l'électricité
(U.S. Energy Information Administration, 2018)



- Coûts de réseau: 40% du coût total

Profil de charge résidentiel moyen



- Dimensionnement selon la puissance maximale à transporter
 - Dépend des pointes individuelles
 - Dépend de la coïncidence

Modes de facturation de l'électricité

Charge fixe

- Indépendante de la consommation

HQ (tarif D): 40,64 ¢/jour

Charge en demande

- Fonction de la puissance appelée
 - (kilowatt)
- Mesurée ou souscrite

*HQ (tarif DP, hiver): 6,21 \$/kW
au-delà de 50 kW*

Charge volumétrique

- Fonction de l'énergie consommée (kilowattheure)
- Statique ou dynamique

*HQ (tarif D): 5,91 ¢/kWh
jusqu'à 36 kWh/jour
9,12 ¢/kWh au-delà*

Pratiques internationales

AMERIQUE DU NORD

Hétérogénéité du statut des distributeurs

Tarifs volumétriques statiques majoritaires

Tarifs volumétriques marginales

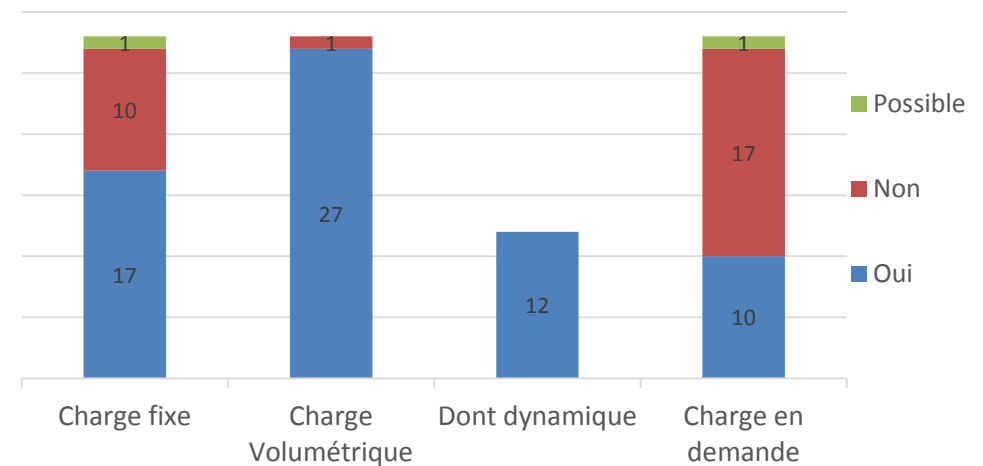
Tarifs en demande quasi inexistant

EUROPE

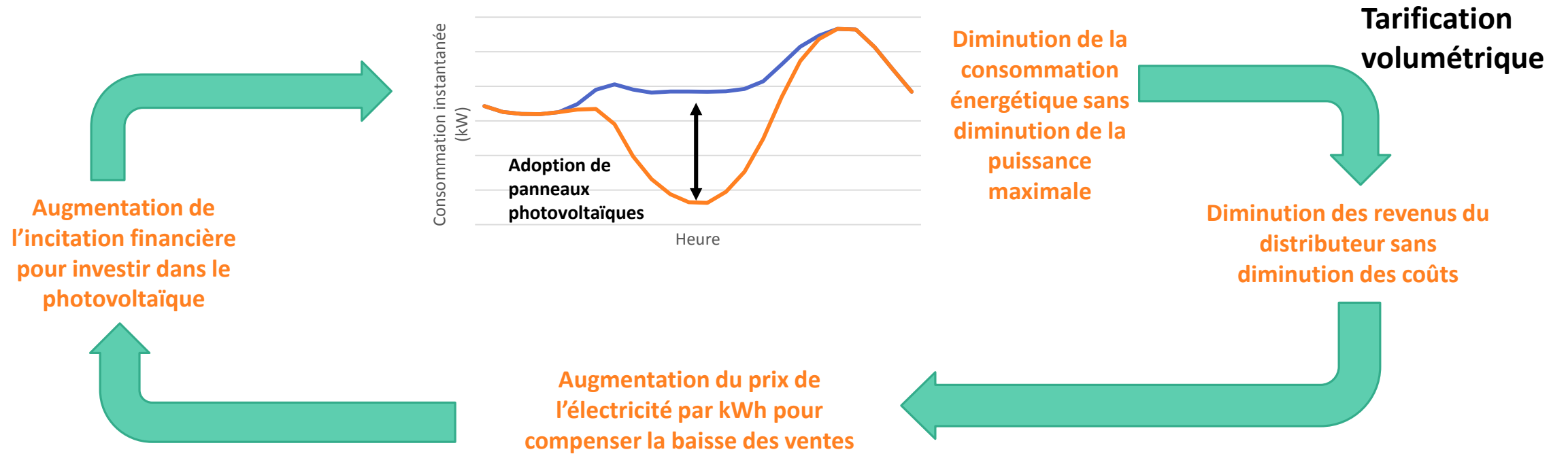
Marché unique → Séparation des entités de distribution

Nombre de pays ayant ces composantes dans leur tarif de distribution (28 pays de l'UE)

Source: (AF-Mercados, REF-E, Indra, 2015), Agences de Régulation Nationales



Spirale de la mort



Présentation du modèle

Objectifs

Comprendre les interactions entre nouvelles technologies, profil de charge et revenus pour les distributeurs

Technologies étudiées:

- Panneaux photovoltaïques (PV)
- Recharge d'un véhicule électrique (EV)

Explorer les impacts possibles des phénomènes de type « spirale de la mort » sur les revenus, selon la structure tarifaire du distributeur

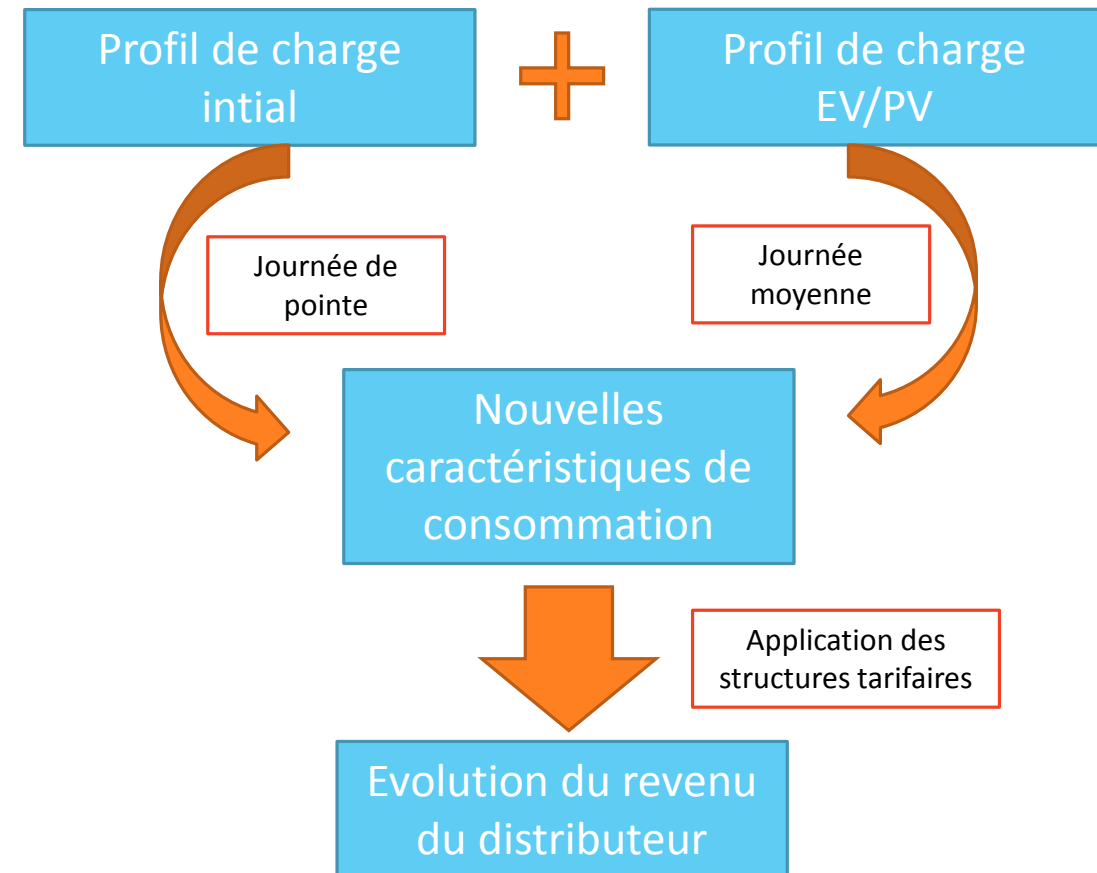
Modèle

Trois paramètres de consommation

- E: Consommation énergétique annuelle
- P: Appel en puissance maximal annuel
- G: Proportion d'électricité consommée en heure de pointe

Cinq scénarios:

- PV
- Recharge EV standard
- Recharge EV optimisée
- PV+EV standard
- PV+EV optimisée

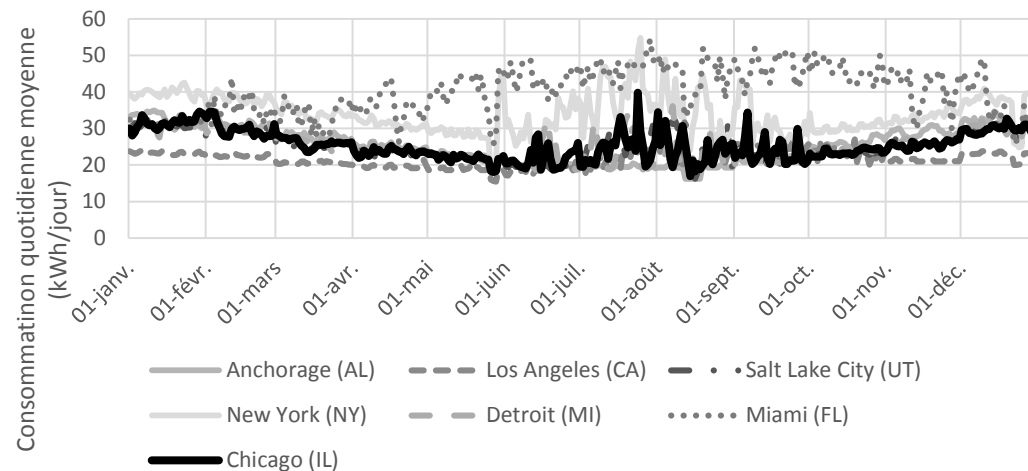


Données

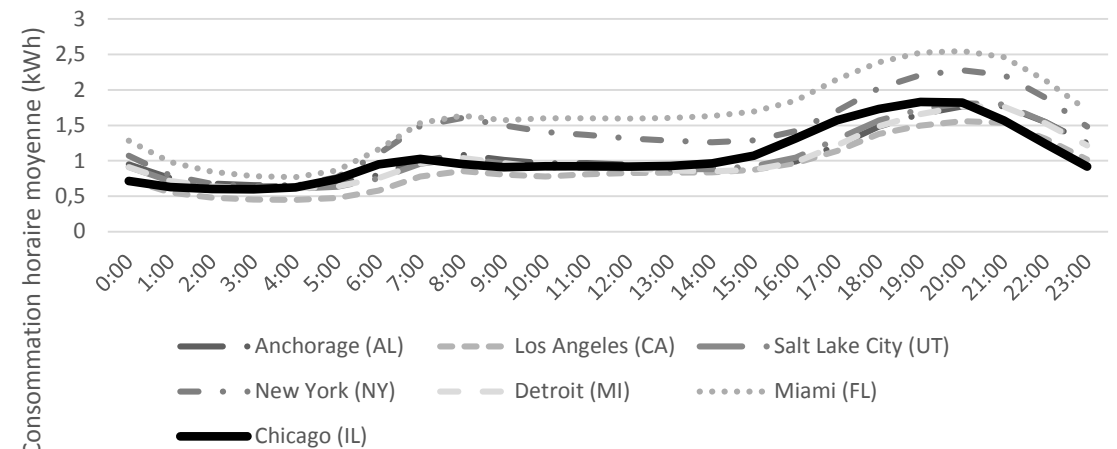
Jeu de données de l'EERE: profil de charge horaire résidentiel moyen, pour une année type

Cas d'étude: Chicago

Profil de consommation résidentiel annuel moyen dans 7 villes américaines



Profil de consommation résidentiel quotidien moyen dans 7 villes américaines

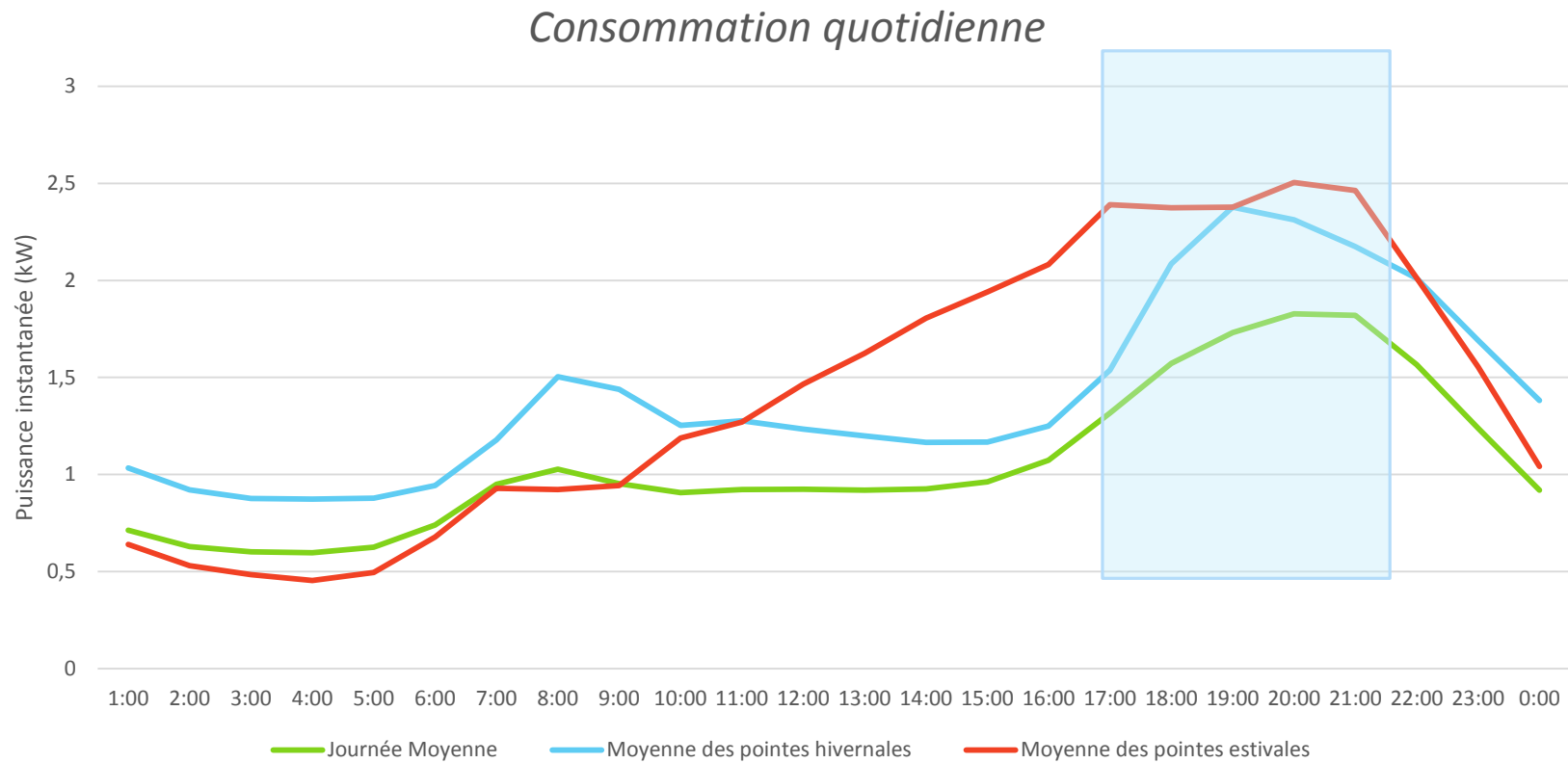


Structures tarifaires retenues

Tarif	Sigle	Paramètres utilisés pour la facturation			Part du revenu liée au volume d'énergie (kWh) consommé
		Puissance max	Energie totale	Sensibilité horaire	
En demande	P	X			0%
Volumétrique statique	V		X		100%
Volumétrique dynamique	ToU			X	100%
Mixte statique	P+V I	X	X		20%
Mixte dynamique	P+ToU	X		X	20%
Mixte statique renforcé	P+V II	X	X		40%

- Avec net metering

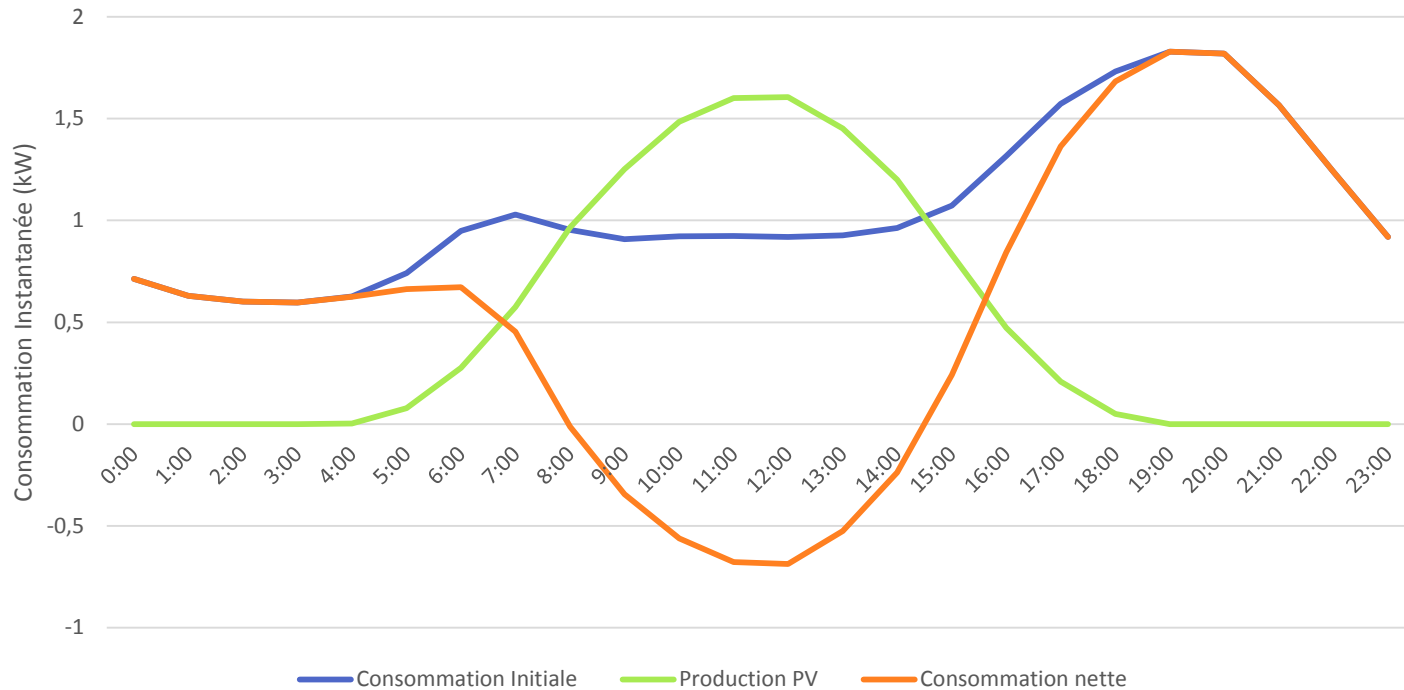
Profil de charge initial



Consommation quotidienne moyenne	25,4 kWh
Consommation annuelle	9 300 kWh
Pic de puissance maximal	2,4 kW
Part d'énergie consommée en pointe	33%

Scenario PV

Journée Moyenne



- Installation de 3 kW_{DC}
- Données d'ensoleillement locales

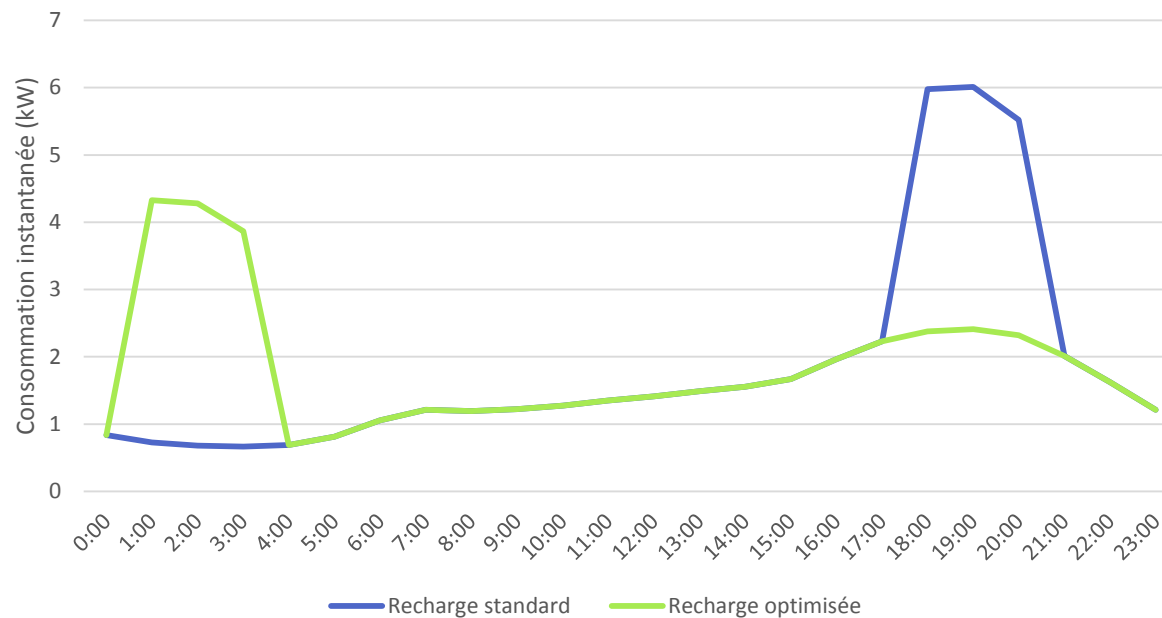
Achats d'électricité au distributeur	-47%
Pic de consommation	0%
Part de la consommation effectuée en heure de pointe	+28 pp

Scenarios EV

Charge de niveau 2
240 V – 12 A

Utilisation quotidienne
50 km/jour – 18 000 km/an

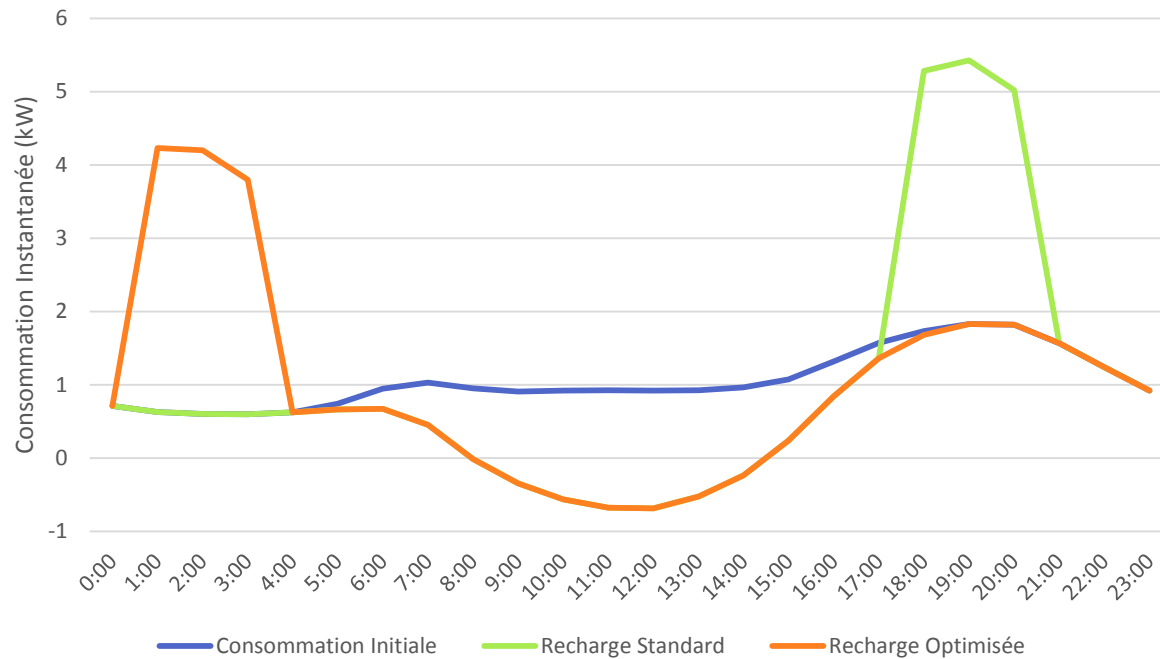
Journée de pointe



	Cas Standard	Cas Optimisé
Achats d'électricité au distributeur	+41%	
Pic de consommation	+149%	+80%
Part de la consommation effectuée en heure de pointe	+19 pp	-10 pp

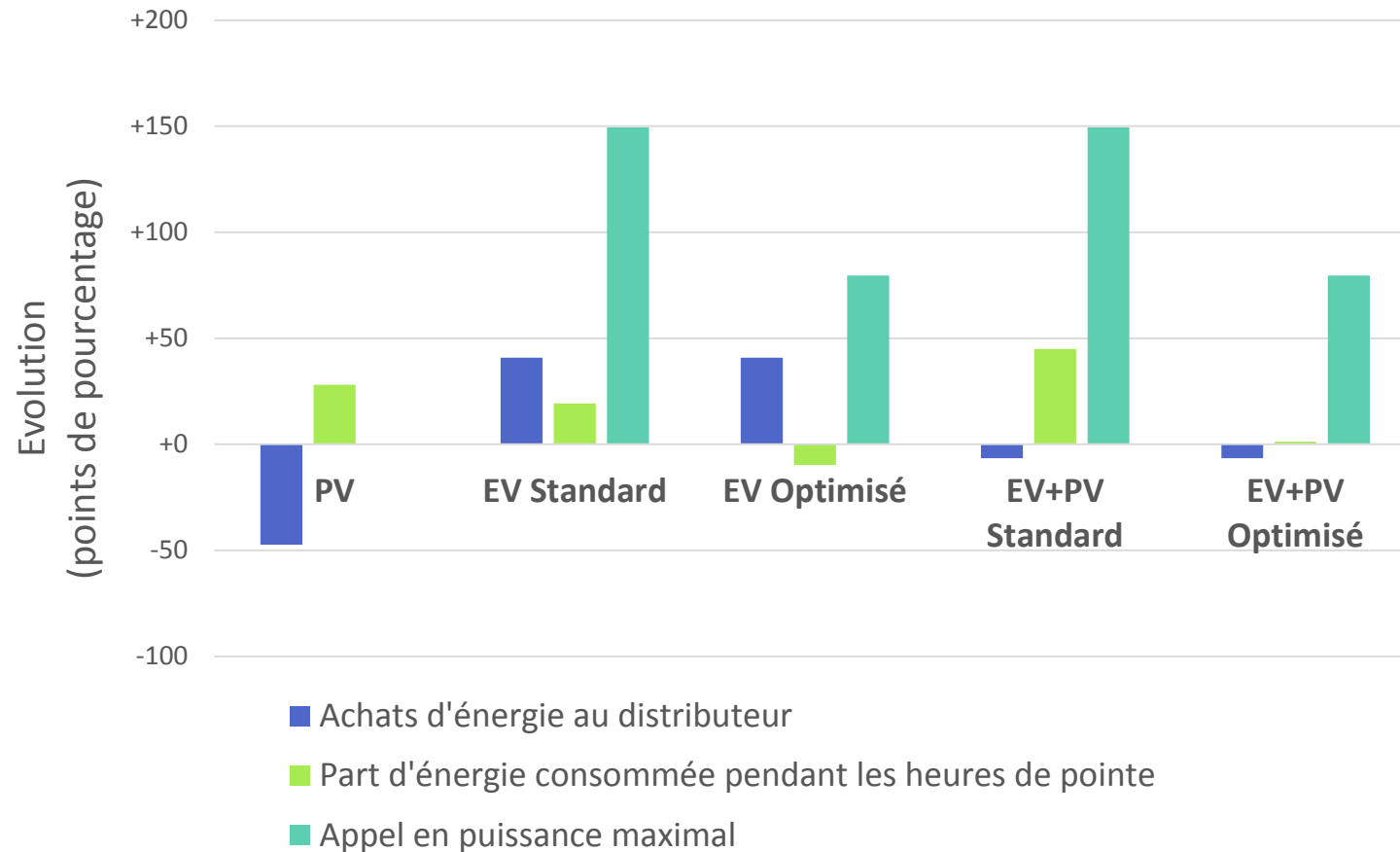
Scenarios PV+EV

Journée Moyenne



	Cas Standard	Cas Optimisé
Achats d'électricité au distributeur	-6%	
Pic de consommation	+149%	+80%
Part de la consommation effectuée en heure de pointe	+44 pp	+1 pp

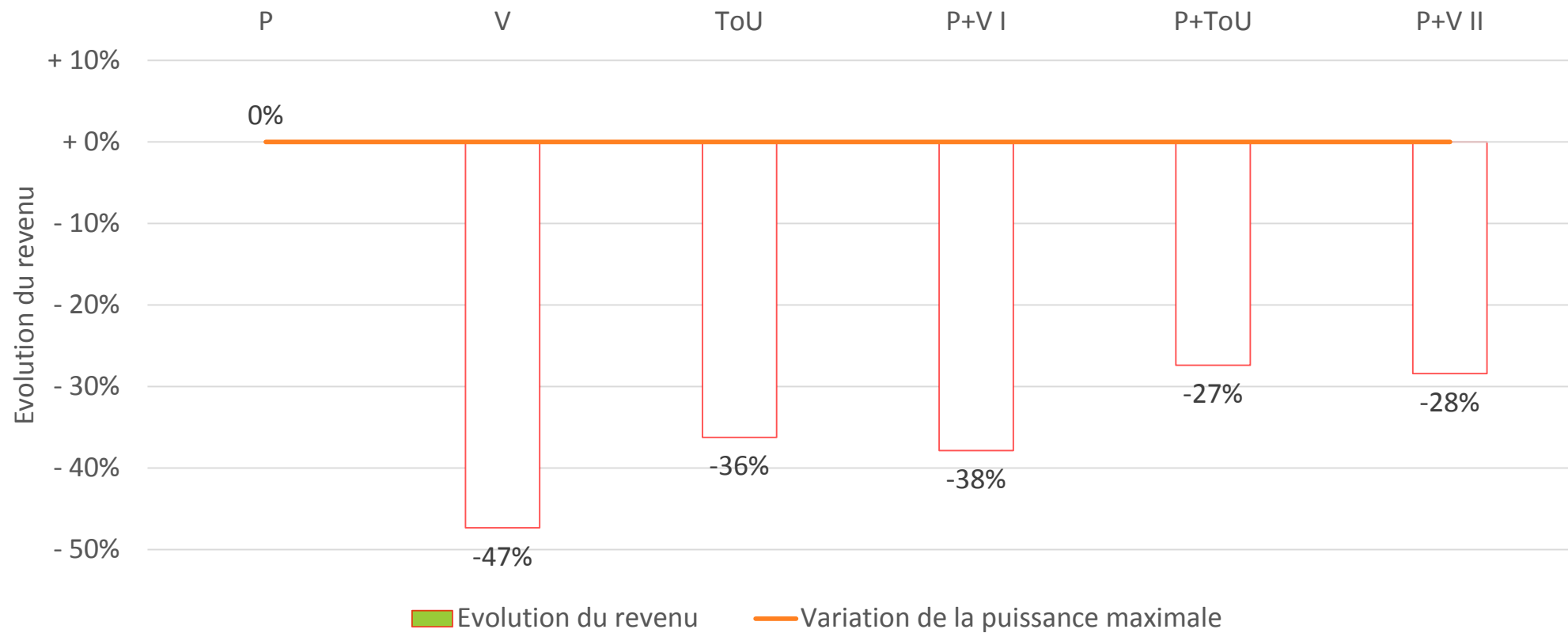
Synthèse



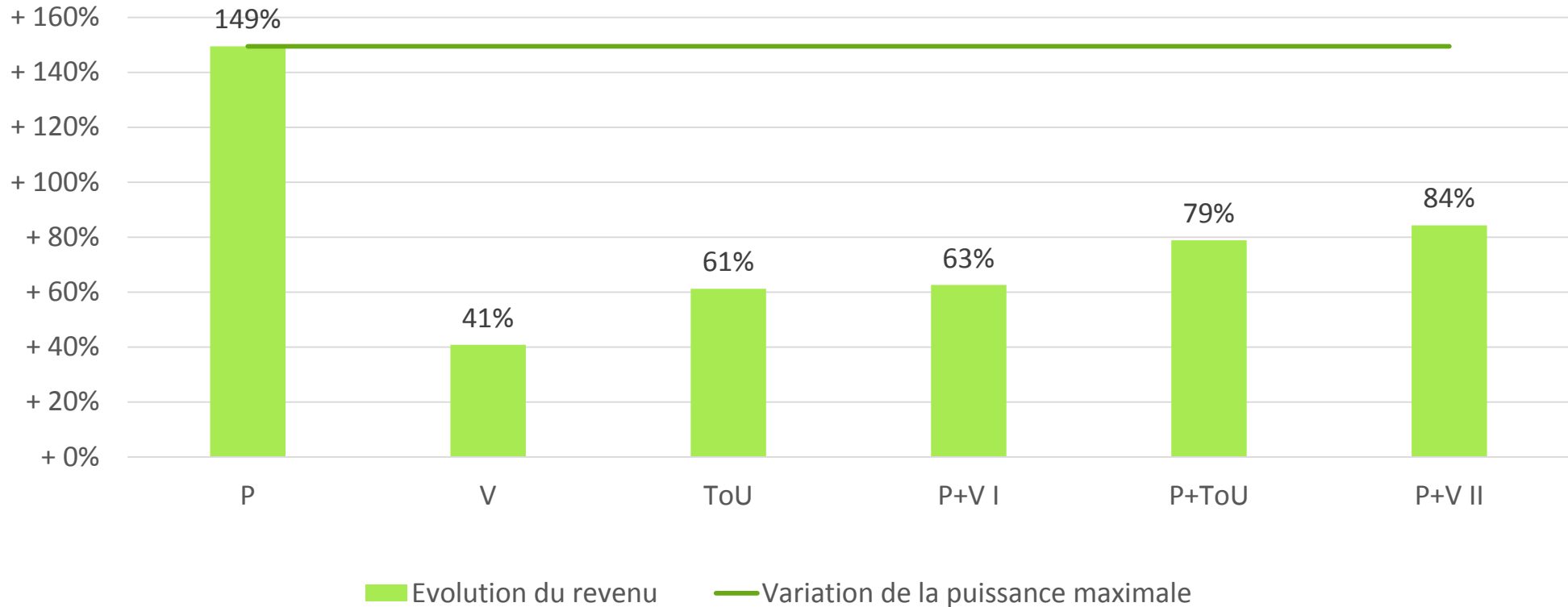
Phénomène	Cas
Décorrélacion entre E et P	Tous
Report massif de la consommation vers les heures creuses	EV Optimisé

Résultats de l'étude

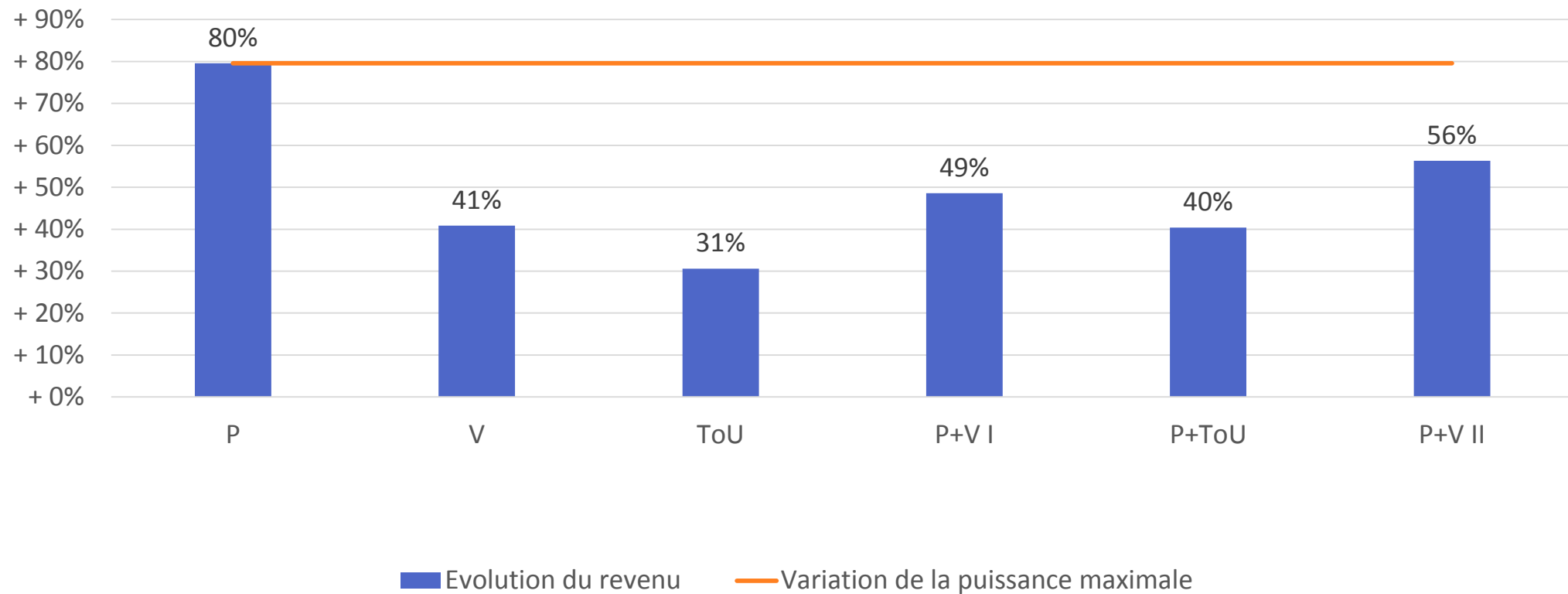
Scénario PV



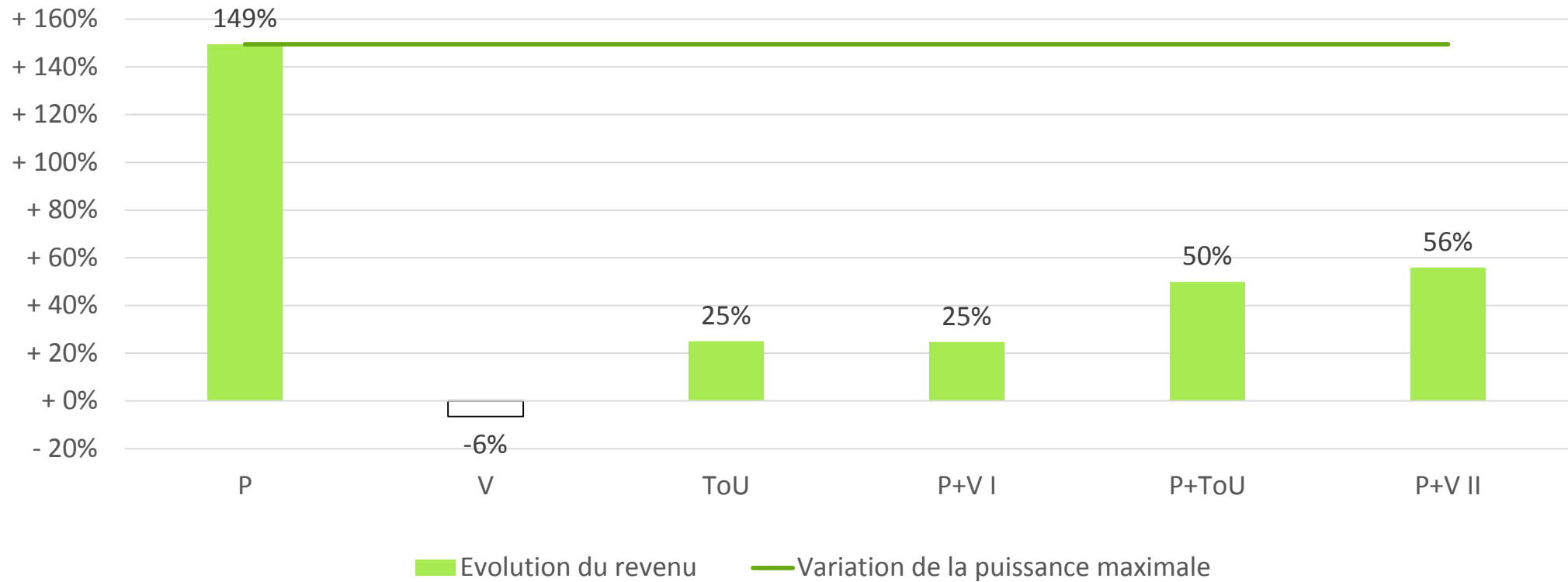
Scénario EV Standard



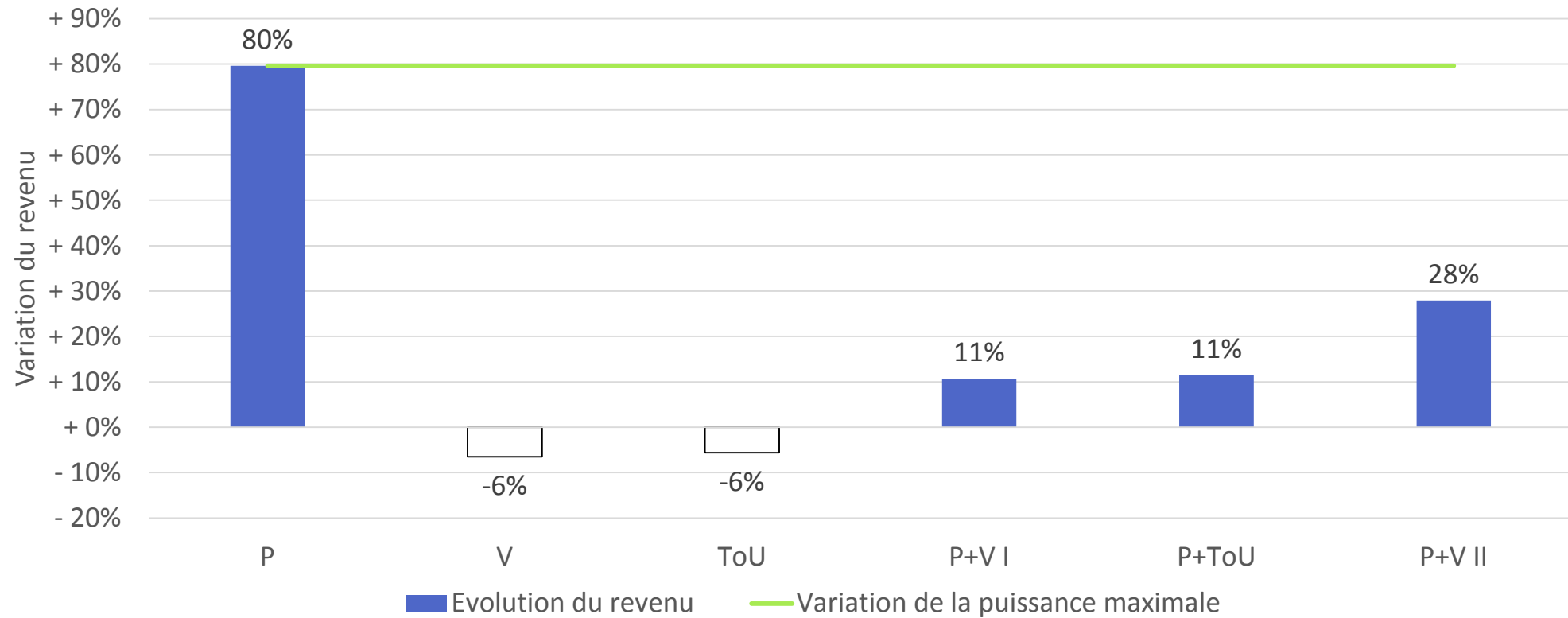
Scénario EV Optimisé



Scénario EV+PV Standard



Scénario EV+PV Optimisé



Synthèse

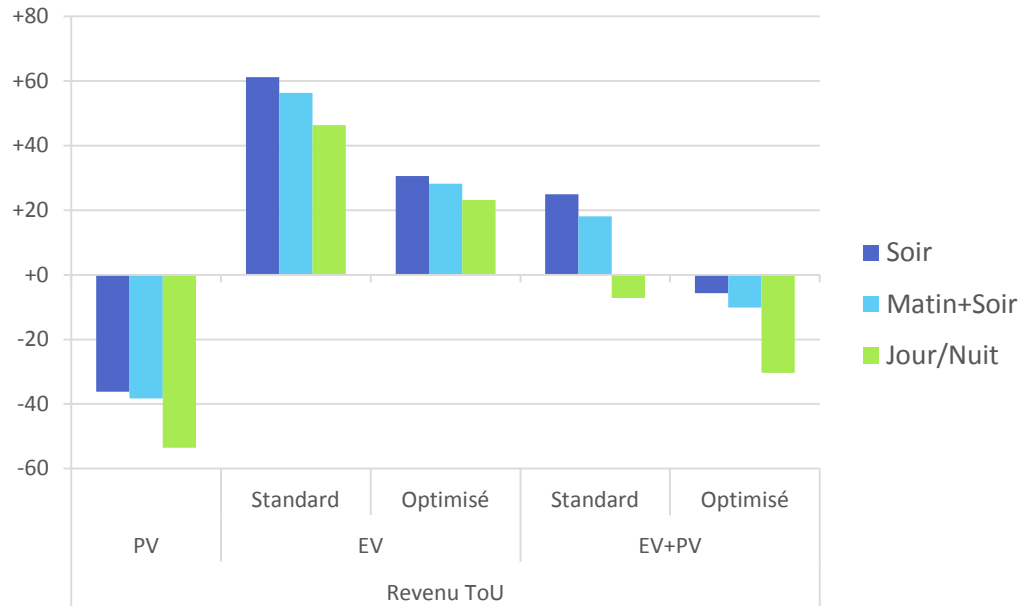
- Risque de sous-rémunération du réseau avec les tarifs volumétriques
- ToU à double tranchant

Scénario	P	V	ToU	P+V I	P+ToU	P+V II
<i>PV</i>	Green	Red	Orange	Orange	Light Green	Light Green
<i>EV Standard</i>	Green	Red	Orange	Orange	Light Green	Light Green
<i>EV Optimisé</i>	Green	Orange	Red	Light Green	Orange	Light Green
<i>EV + PV Standard</i>	Green	Red	Orange	Orange	Light Green	Light Green
<i>EV + PV Optimisé</i>	Green	Red	Red	Light Green	Light Green	Light Green

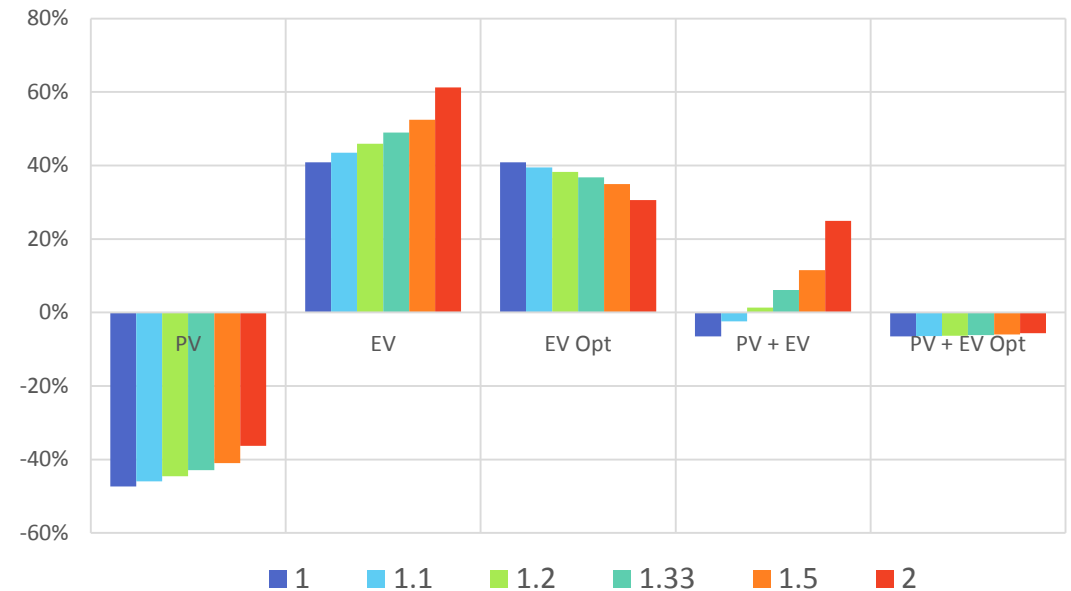
Discussion

Paramètres du ToU

Périodes de pointe



Différence de prix entre heure creuse et pleine

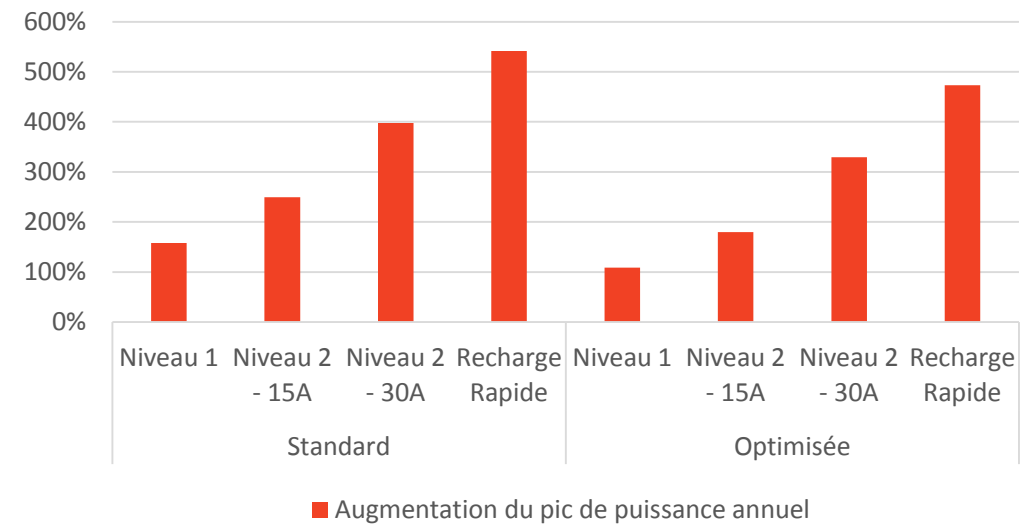
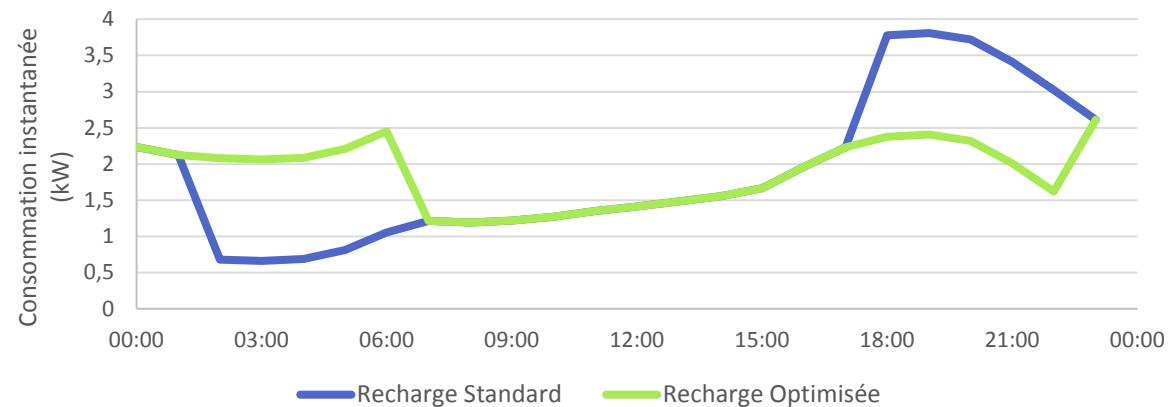


Net metering négligeable

Niveau de recharge EV

Niveau de recharge	Caractéristique de la prise	Puissance de la borne (kW)	Temps de recharge approximatif
Niveau 1	120 V – 12 A (Prise standard)	1.4	8 heures
Niveau 2	240 V – 15 A	3.6	3 heures
	240 V - 30 A	7.2	1 heure 30
Recharge rapide	Variable	40	16 minutes

Borne de niveau 1



Paramètres non étudiés

LIENS ENTRE PICS DE CONSOMMATION ET COÛTS DE DISTRIBUTION

Conditionne la généralité du phénomène observé

Dépend de

- La structure locale des coûts
- La coïncidence des pics à l'échelle locale

AUTRES TECHNOLOGIES

Batteries de stockage, réponses aux signaux de prix, air climatisé, chauffage électrique...

→ Amplification ou réduction des effets observés?

Pistes d'approfondissement:

- **Prise en compte de la variété des consommateurs et des usages**
- **Extension à des technologies supplémentaires**

Conclusion

- Rémunération des distributeurs d'électricité à repenser
- Impact considérable des technologies EV et PV sur les profils de charge
 - *Décorrélation entre pics de consommation et consommation globale*
 - *Possibilité de report de charge massif*
- Structures tarifaires volumétriques peu satisfaisantes
- ToU a double-tranchant
- Tarification en demande sans effets secondaires

Merci pour votre attention!
