



# Solution Photovoltaïque et autoconsommation en résidentiel : cas de l'immeuble collectif



**Adrien HUMBERT**

Chef de projet

Direction Recherche & Technologies

CRIGEN

# Quelques rappels sur l'autoconsommation

## Autoconsommation et tarif de rachat



Suite à la baisse du niveau du tarif de rachat photovoltaïque, de nombreux utilisateurs se tournent vers l'alternative consistant à autoconsommer au maximum l'électricité produite, généralement sans revente du surplus. Le but est de **rentabiliser l'installation en diminuant la facture énergétique du client.**

Cette tendance vers l'autoconsommation est déjà très marquée chez nos voisins (Allemagne, Italie) sur les applications photovoltaïques pour lesquelles la **maturité technique de la filière et les prix de l'électricité permettent à une installation d'être rentable sans tarif de rachat (parité réseau).** Près de 70% des installations photovoltaïques allemandes fonctionneraient déjà sur ce principe d'autoconsommation (2014).

La question, jusqu'ici axée sur le résidentiel individuel, se pose sur les autres segments de marché. **Quel est l'intérêt de fonctionner en logique d'autoconsommation dans un bâtiment dédié au résidentiel collectif ?**

# Quelques rappels sur l'autoconsommation

## Définitions



**Taux d'autoconsommation = Production électrique consommée sur le site / Production électrique totale**

**Analyse** : La maximisation de ce taux diminue la quantité d'électricité en surplus injectée sur le réseau public d'électricité. **Un taux d'autoconsommation de 100% signifie que toute la production photovoltaïque est consommée sur place.**

NB : un taux d'auto-consommation de 100% permet de s'affranchir des conditions administratives de revente (établissement du contrat) et de l'abonnement nécessaire

**Taux d'autoproduction = Production consommée sur le site / Consommation totale**

**Analyse** : Un taux d'auto-production de 100% signifie que toute la consommation d'électricité du site est couverte par la production photovoltaïque.

**Taux de puissance injectée : puissance maximale injectée sur le réseau / puissance nominale de l'installation**

**Analyse** : La minimisation de ce taux diminue les perturbations engendrées par la centrale photovoltaïque sur le réseau public d'électricité.

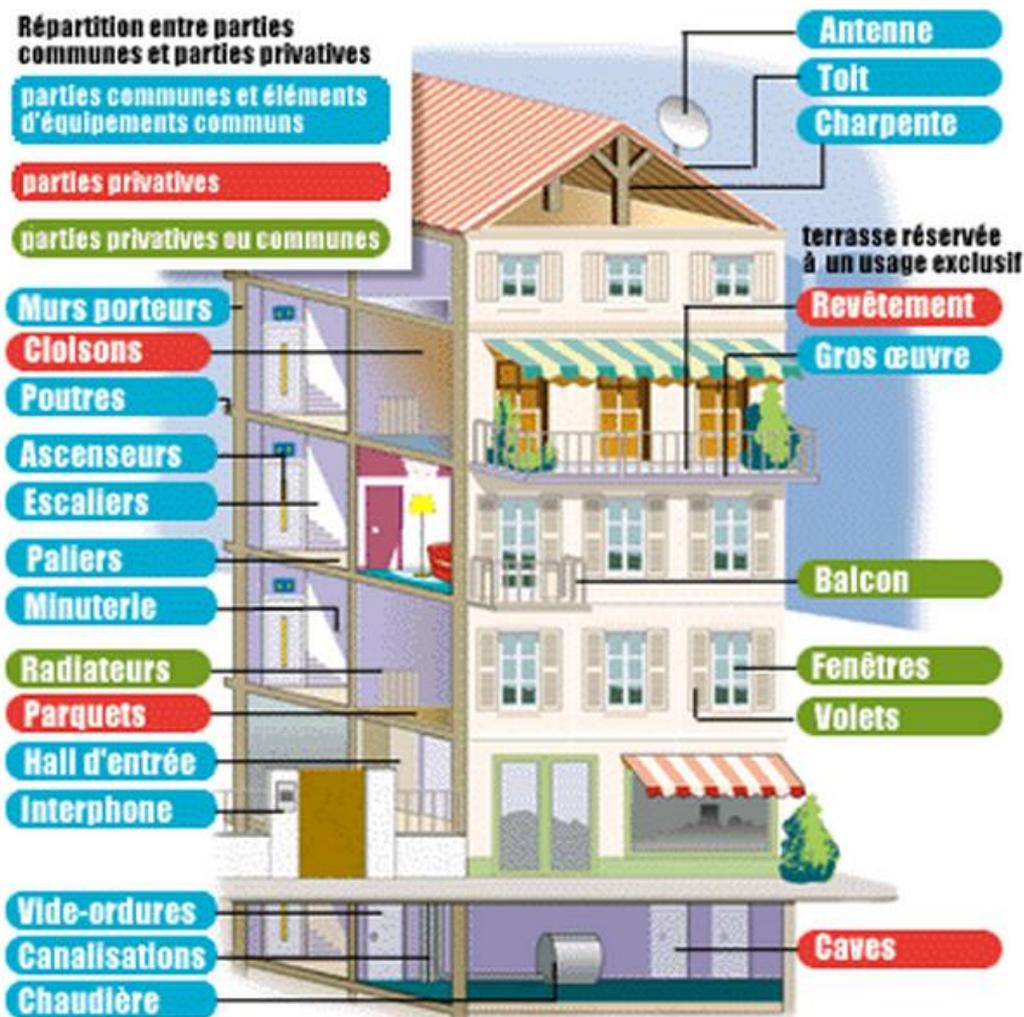
# Quelques rappels sur l'autoconsommation

## Cadre



Aujourd'hui, la production d'électricité dédiée à l'autoconsommation ne peut être utilisée que :

- dans les **parties communes du bâtiment** ;
- En configuration « **lotissement vertical** »



# Sommaire



## 1. Dans le cadre réglementaire existant

**Installation photovoltaïque collective raccordée sur les services généraux**

**Installation photovoltaïque individuelle raccordée sur les appartements**

## 2. Dans le cadre de l'ordonnance autoconsommation

**Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements**

# Sommaire



## 1. Dans le cadre réglementaire existant

### **Installation photovoltaïque collective raccordée sur les services généraux**

Installation photovoltaïque individuelle raccordée sur les appartements

## 2. Dans le cadre de l'ordonnance autoconsommation

Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

# Quelques rappels sur l'autoconsommation

## Types de bâtiments retenus pour l'étude



L'étude s'est focalisée sur 3 types de bâtiments, en essayant de couvrir le panel du parc existant et de rester pertinence dans une approche de rénovation.

	Bâtiments existants			Bâtiments neufs	
	10	30	80	10	30
<b>Nombre de logements</b>					
<b>Décomposition (Nb de tours x Nb d'étages x Nb logements)</b>	<b>1x5x2</b>	<b>1x5x6</b>	<b>2x5x8</b>	<b>1x5x2</b>	<b>1x5x6</b>
Appel de puissance de la chaufferie (kVA)	<b>1,20</b>	<b>2,50</b>	<b>4,00</b>	<b>1,08</b>	<b>2,13</b>
Appel de puissance des ascenseurs (kVA)	1 x 5	1 x 10	2 x 10	1 x 5	1 x 10
Appel de puissance des services généraux (kVA)	2	4	10	1	1,5
<b>Dimensionnement (Abonnement en kVA)</b>	<b>9 kVA</b>	<b>18 kVA</b>	<b>36 kVA</b>	<b>9 kVA</b>	<b>15 kVA</b>

La courbe de charge de la consommation électrique pour les bâtiments neufs prend en compte des économies d'énergie (utilisation d'éclairage économe, optimisation de la VMC...) par rapport à la situation dans un bâtiment existant.

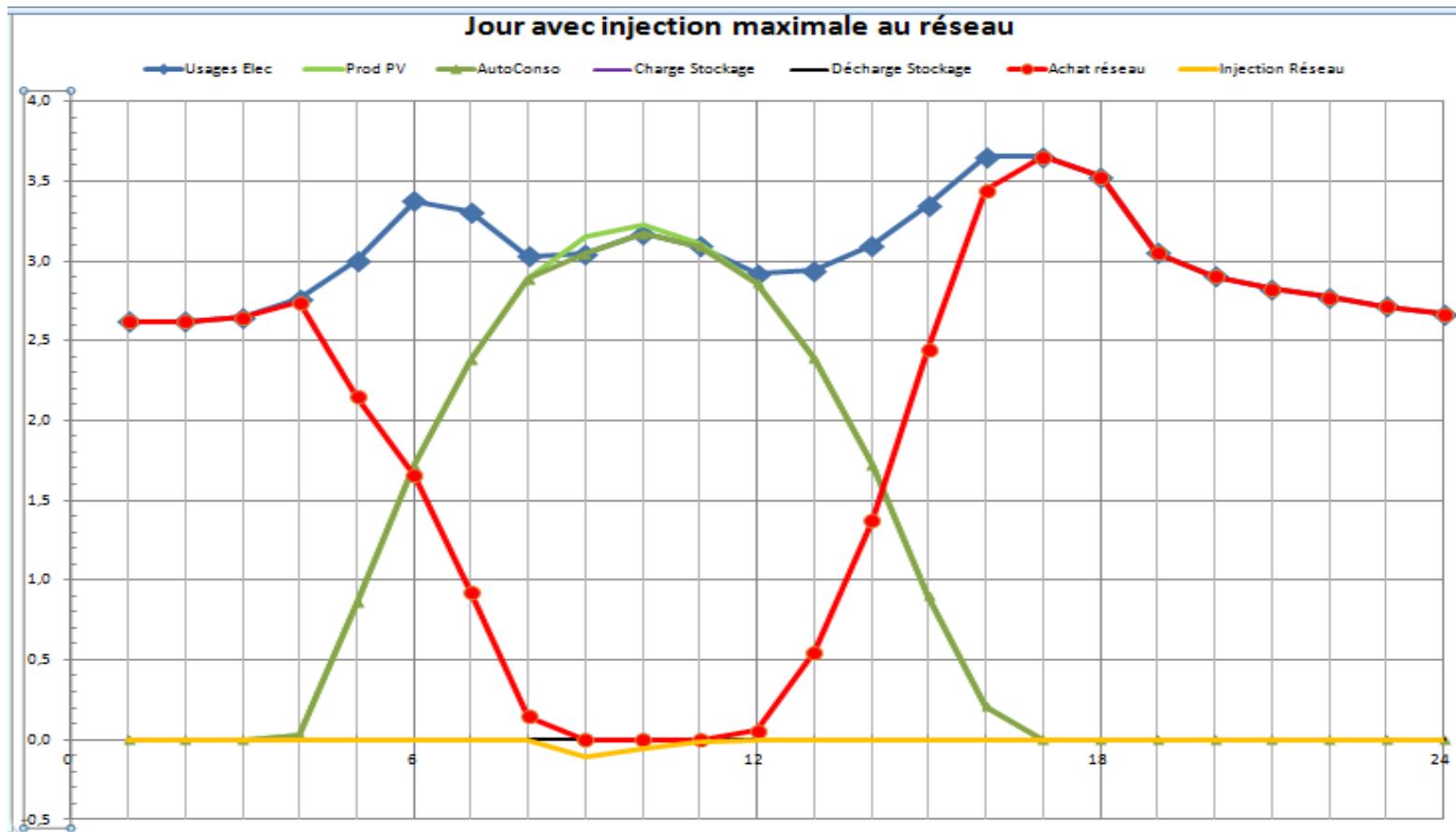
# Installation photovoltaïque collective raccordée les services généraux

Cas de référence : Résidence de 30 logements, R+4



## Point de fonctionnement nominal :

Autoconsommation 100 % /  $P_c = 4,5 \text{ kWc}$  - Surface = 16 panneaux



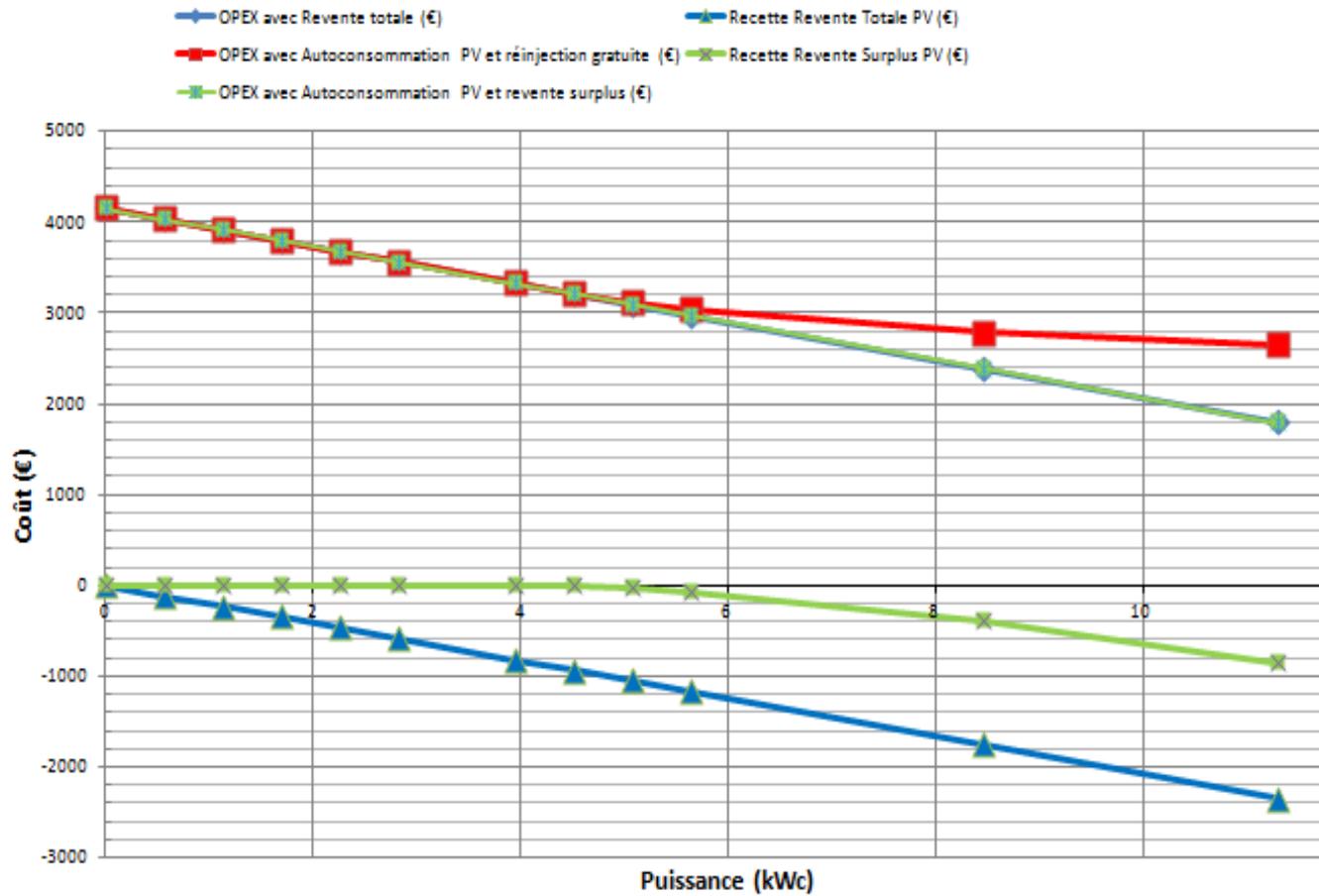
# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les services généraux

Cas de référence : Résidence de 30 logements, R+4



## Sensibilité à la surface de PV installé

### Critères économiques (L30)



En montage surimposé, la revente est au prix de l'achat de l'électricité

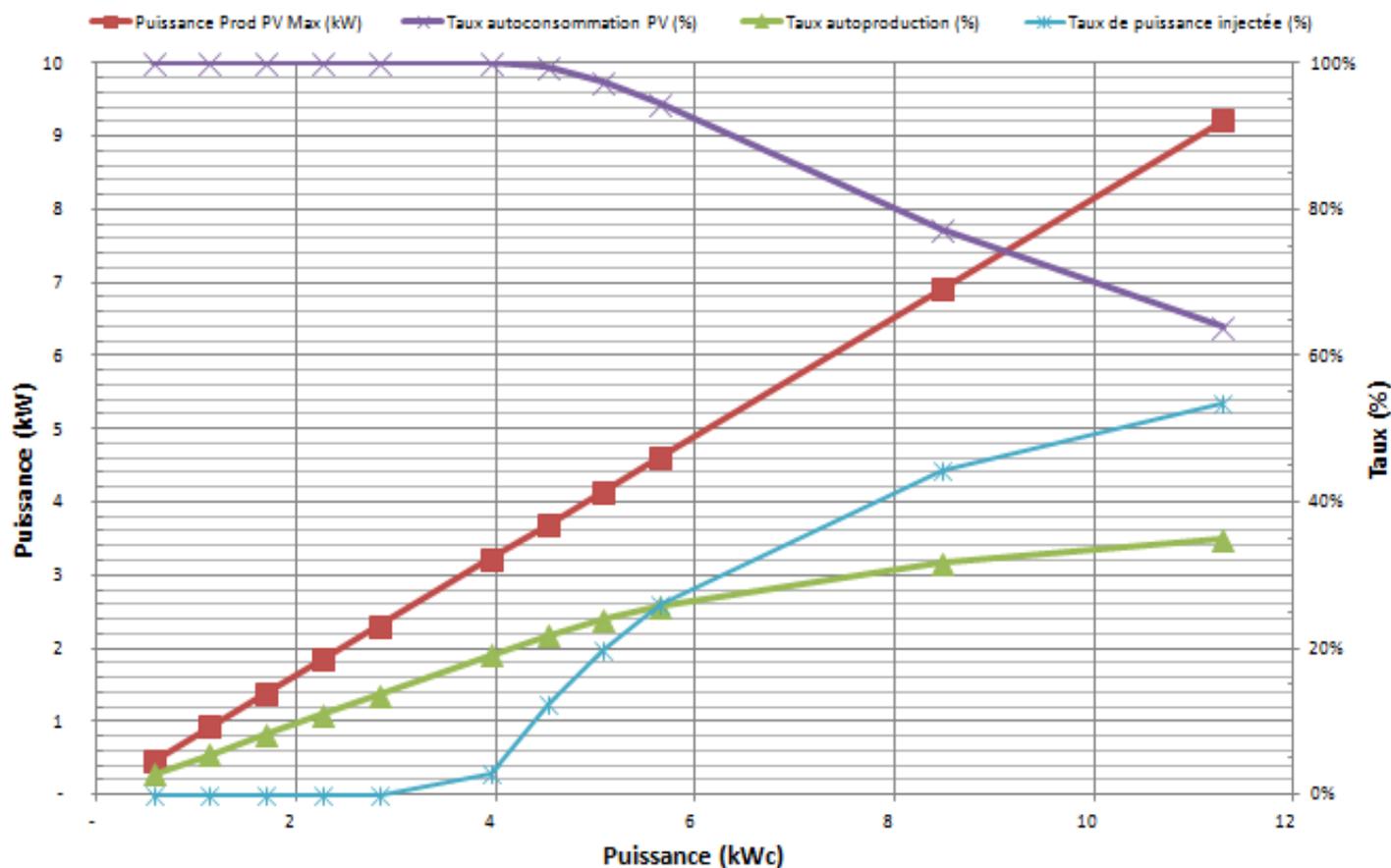
# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les services généraux

Cas de référence : Résidence de 30 logements, R+4



## Sensibilité à la surface de PV installé

Critères techniques (L30)



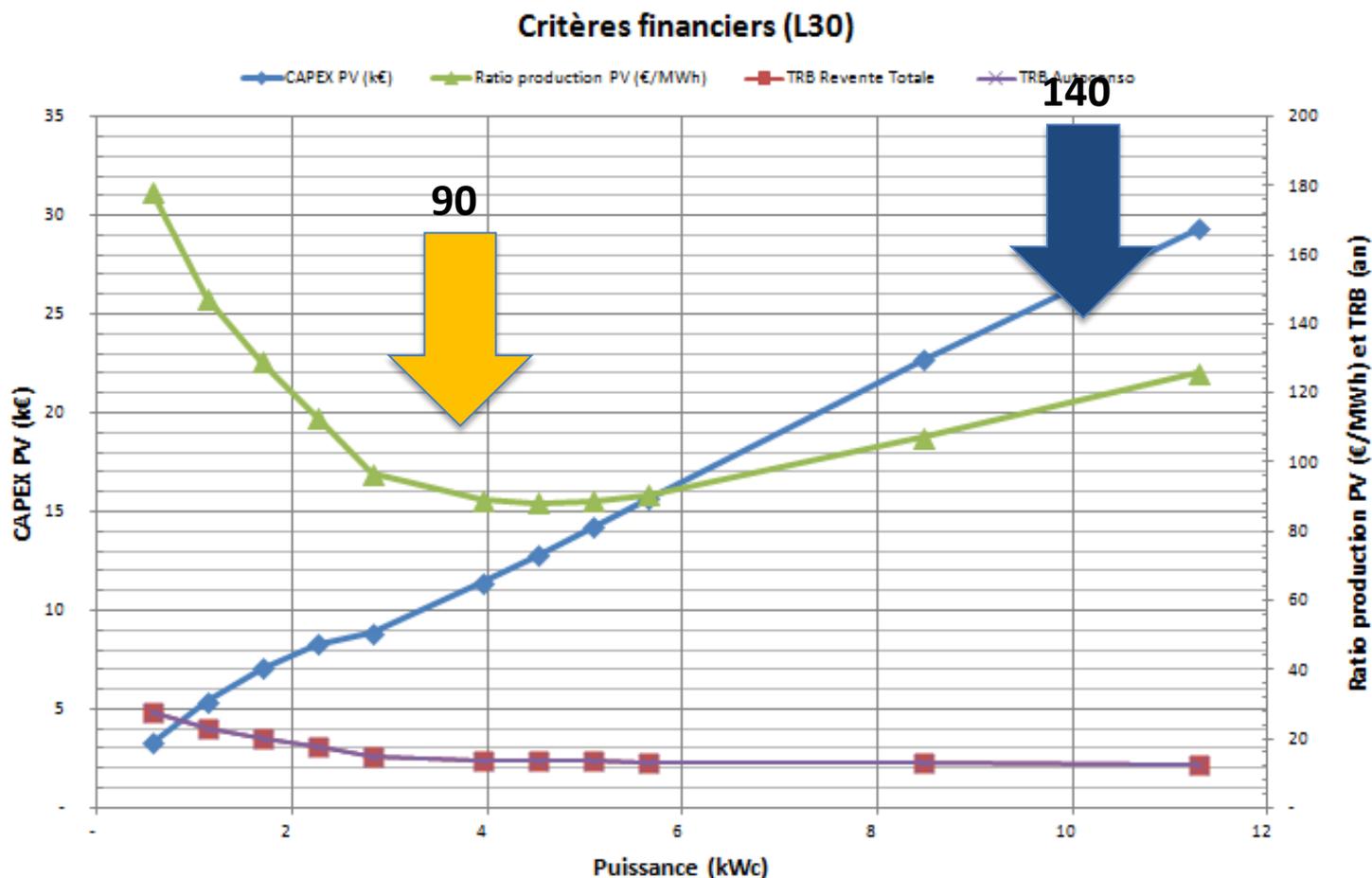
# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les services généraux

Cas de référence : Résidence de 30 logements, R+4



## Sensibilité à la surface de PV installé

On produit moins cher que le tarif Bleu !



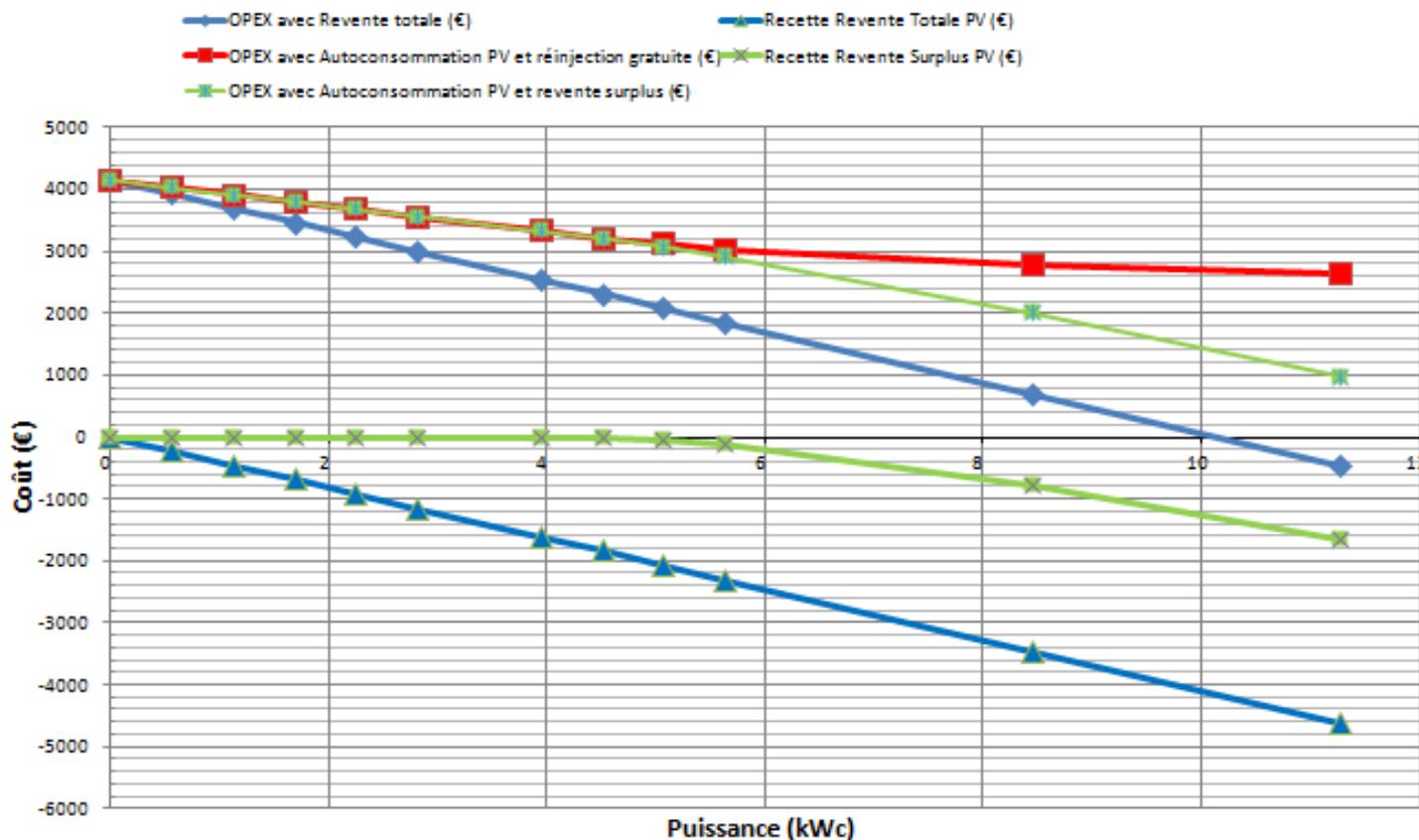
# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les services généraux

Cas de référence : Résidence de 30 logements, R+4



## Intérêt de la revente avec tarif intégration 0,28 €/kWh

Critères économiques (L30 - Intégré)



Plus avantageux que l'autoconsommation : TRB de 7 ans

# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les services généraux

## Intérêt



## Y a-t-il un intérêt à « valoriser » une production photovoltaïque sur les services généraux d'une résidence ?

Etude sur Marseille ; champ 30° sud (cas le plus favorable)

Nb Logements	Nb panneaux PV	Nb Panneaux/logement	Surface PV (m2)	Surface terrasse (%)	Puissance installée (kWc)	Taux autoconsommation PV (%)	Taux autoproduction (%)	Taux de puissance injectée (%)
10	6	0,6	10	28%	1,7	100%	20%	10%
30	14	0,5	24	28%	4,0	100%	19%	3%
80	31	0,4	53	28%	8,8	100%	20%	1%

-> On couvre 20% de la consommation des services généraux (éclairage, VMC, chaufferie) avec un kit PV standard en toiture.

# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les services généraux

*Intérêt*



Nb Logements	Ratio production PV - 25 ans (€/MWh)	CAPEX PV (k€)	TRB Revente Totale	TRB Autoconso	Réduction émissions de CO2 (t)	Gain par logement (€)	Ratio production EnR/logement (kWhEP/m2)
10	130	7	20	19	0,6	36	5,2
30	89	11	14	14	3,2	28	8,1
80	82	24	13	13	15,9	22	5,9

- On produit moins cher que le kWh de réseau avec un TRB acceptable
- On a un gain de 22 à 36 sur les charges.

# Sommaire



## 1. Dans le cadre réglementaire existant

**Installation photovoltaïque collective raccordée sur les services généraux**

**Installation photovoltaïque individuelle raccordée sur les appartements**

## 2. Dans le cadre de l'ordonnance autoconsommation

**Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements**

# Installation photovoltaïque individuelle raccordée sur les appartements

## *Approche*



Idée : raccorder un ou deux panneaux photovoltaïques sur chaque tableau électrique en logement individuel

Intérêt : profiter des développements en maison individuelle (kits, micro-onduleurs, communication sur l'autoconsommation)

Approche proposée : première estimation quantitative

Difficulté de l'analyse → forte variabilité des besoins en individuel : niveau d'équipement (impact annuel), utilisation (impact infra-horaire)

# Installation photovoltaïque individuelle raccordée sur les appartements

*Mise en oeuvre*



Panneaux photovoltaïques : posés en toiture terrasse

Micro-onduleurs sous les panneaux

Alimentations des logements : liaisons en AC, via gaine technique

Raccordement dans le tableau de chaque logement

Applications :

- Dans le Neuf : faisable
- Dans l'Existant : à étudier → nécessité d'une mise en conformité de l'installation électrique privative

# Installation photovoltaïque individuelle raccordée sur les appartements

## *Estimation quantitative*



### Calcul du productible annuel :

- Fonction du nombre de panneaux (1 ou 2 de 250 Wc)
- Orientation à 30°
- Fonction de la station météo

### Besoins annuels :

- Faibles : 2000 kWh
- Moyens : 3000 kWh
- Elevés : 4000 kWh

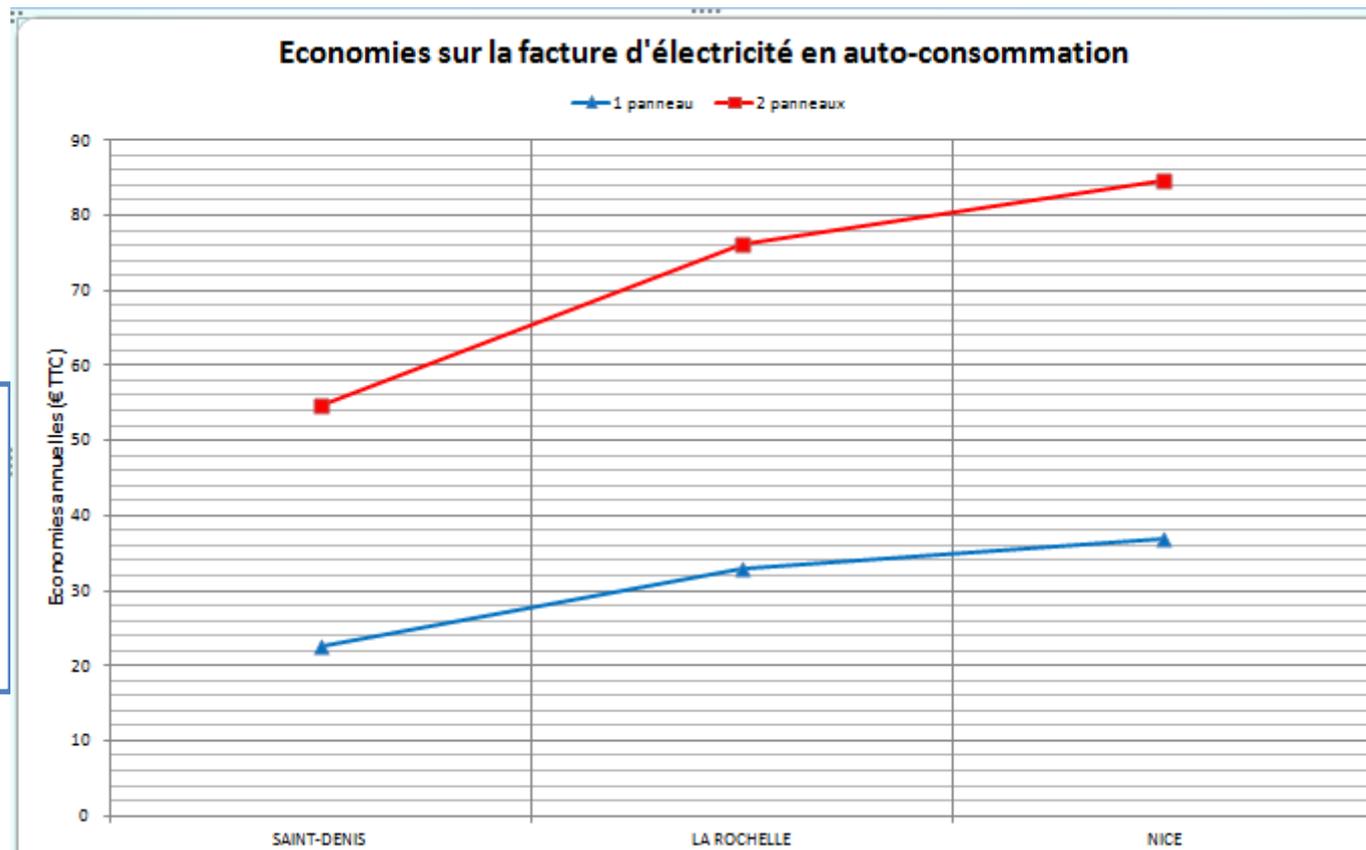
### Tarif de l'électricité : Bleu 6 kVA

Hypothèse : la puissance consommée est toujours supérieure à la production : il n'y a pas de réinjection

- Plus de 200 W en période de production maxi avec 1 panneau
- Plus de 400 W en période de production maxi avec 2 panneaux

# Installation photovoltaïque individuelle raccordée sur les appartements

*Economie annuelle*



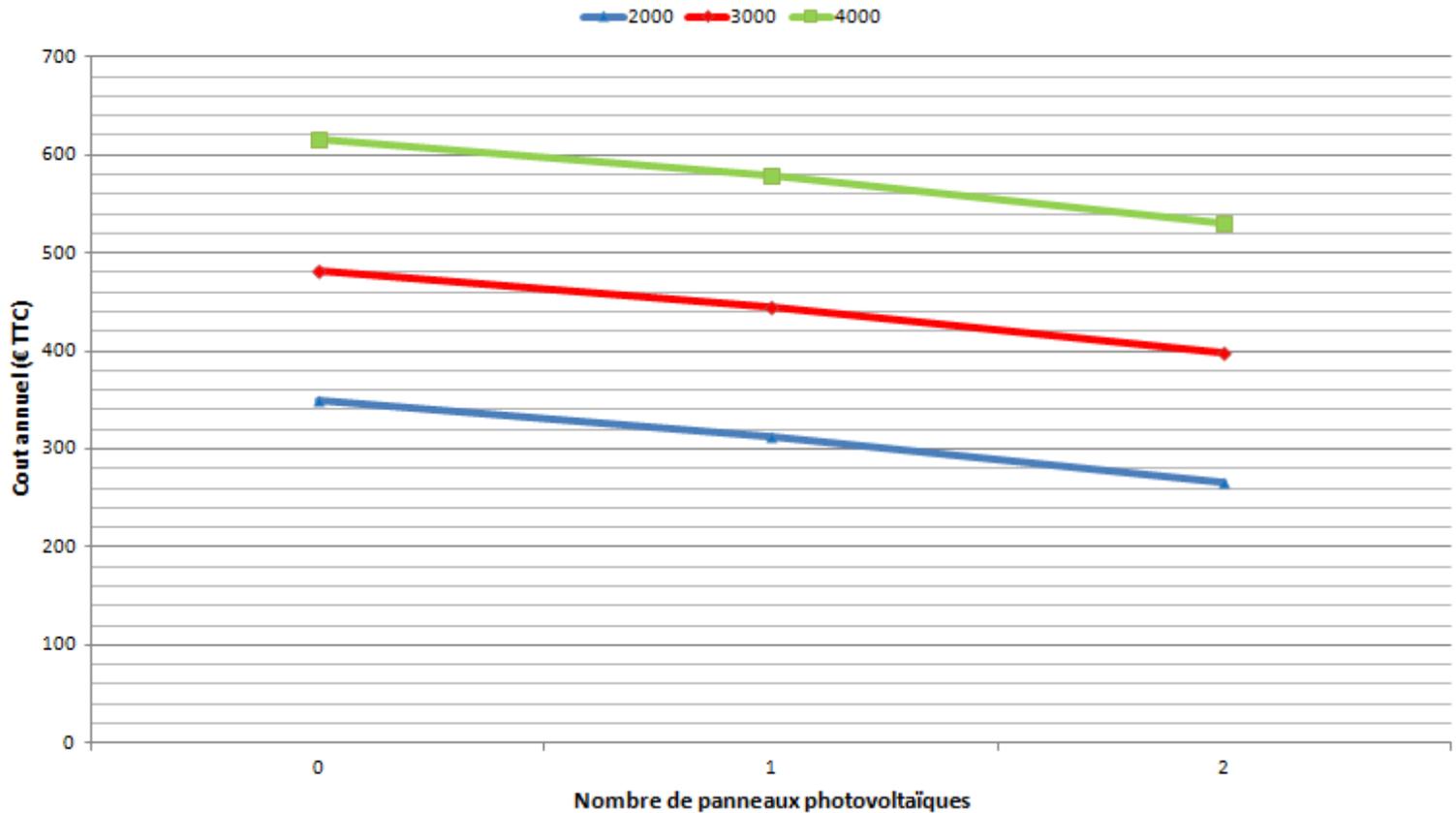
**Un intérêt pour les occupants : de 50 à 90 €/an avec deux panneaux**

# Installation photovoltaïque individuelle raccordée sur les appartements

## Facture annuelle



### Facture annuelle en fonction de la consommation électrique en auto-consommation totale (cas de Nice)



Un impact plus fort pour les faibles consommations

# Sommaire



## 1. Dans le cadre réglementaire existant

Installation photovoltaïque collective raccordée sur les services généraux

Installation photovoltaïque individuelle raccordée sur les appartements

## 2. Dans le cadre de l'ordonnance autoconsommation

Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements



## Y a-t-il un intérêt à valoriser une production photovoltaïque collective dans des logements individuels ?

### Phase 1 : volet énergétique et économique

La production photovoltaïque collective est supposée « injectable » dans chaque logement, de façon à venir en déduction de la consommation électrique individuelle.

Du point de vue de l'étude, la production photovoltaïque collective est comparée à la consommation électrique « agrégée » de la résidence composée de différents types de logements.

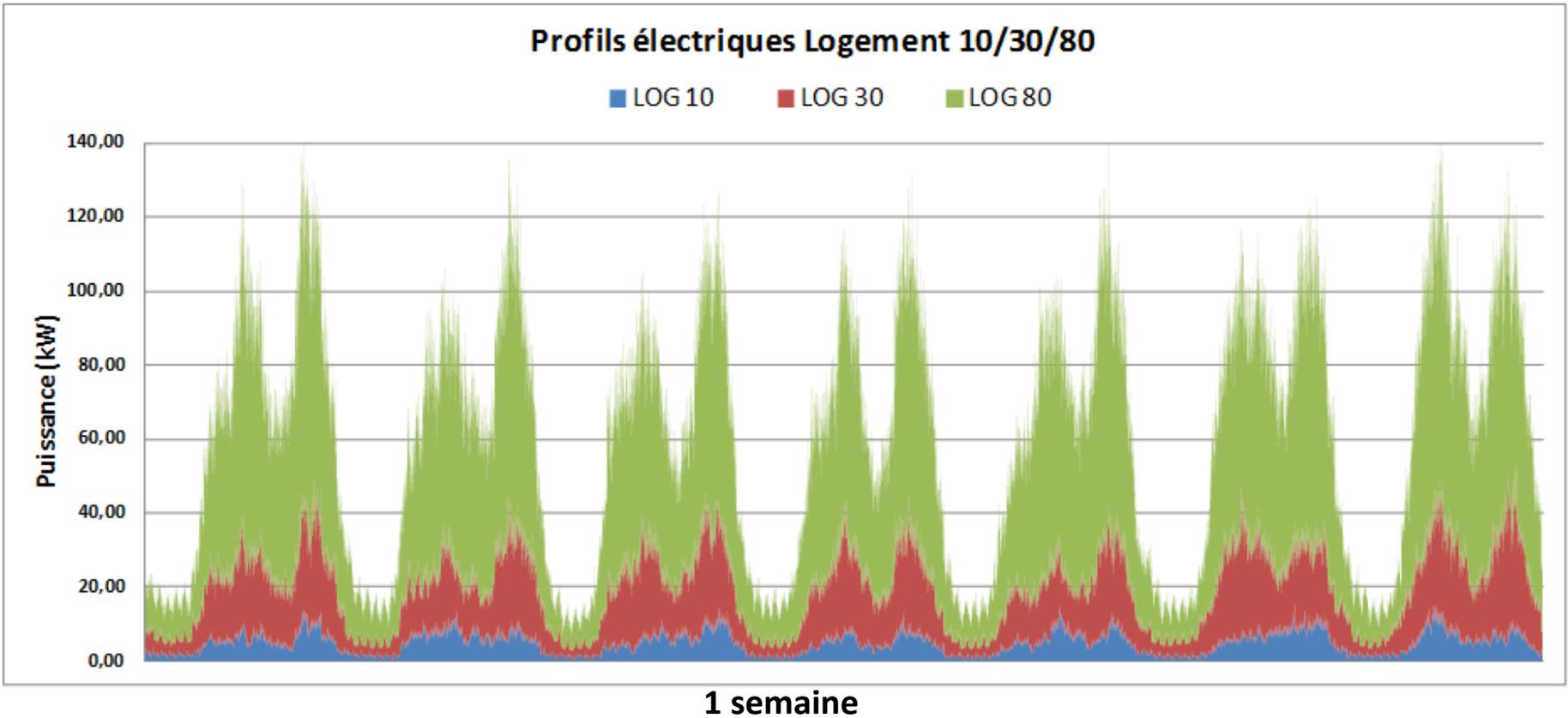
### Phase 2 : faisabilité réglementaire et technique de la répartition

→ Identifier le seuil de surface de panneaux pour lequel toute la production photovoltaïque est « auto-consommée »



# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

*Les profils électriques*



Consommations annuelles :

Log 10 : 42 092 kWh

Log 30 : 128 356 kWh

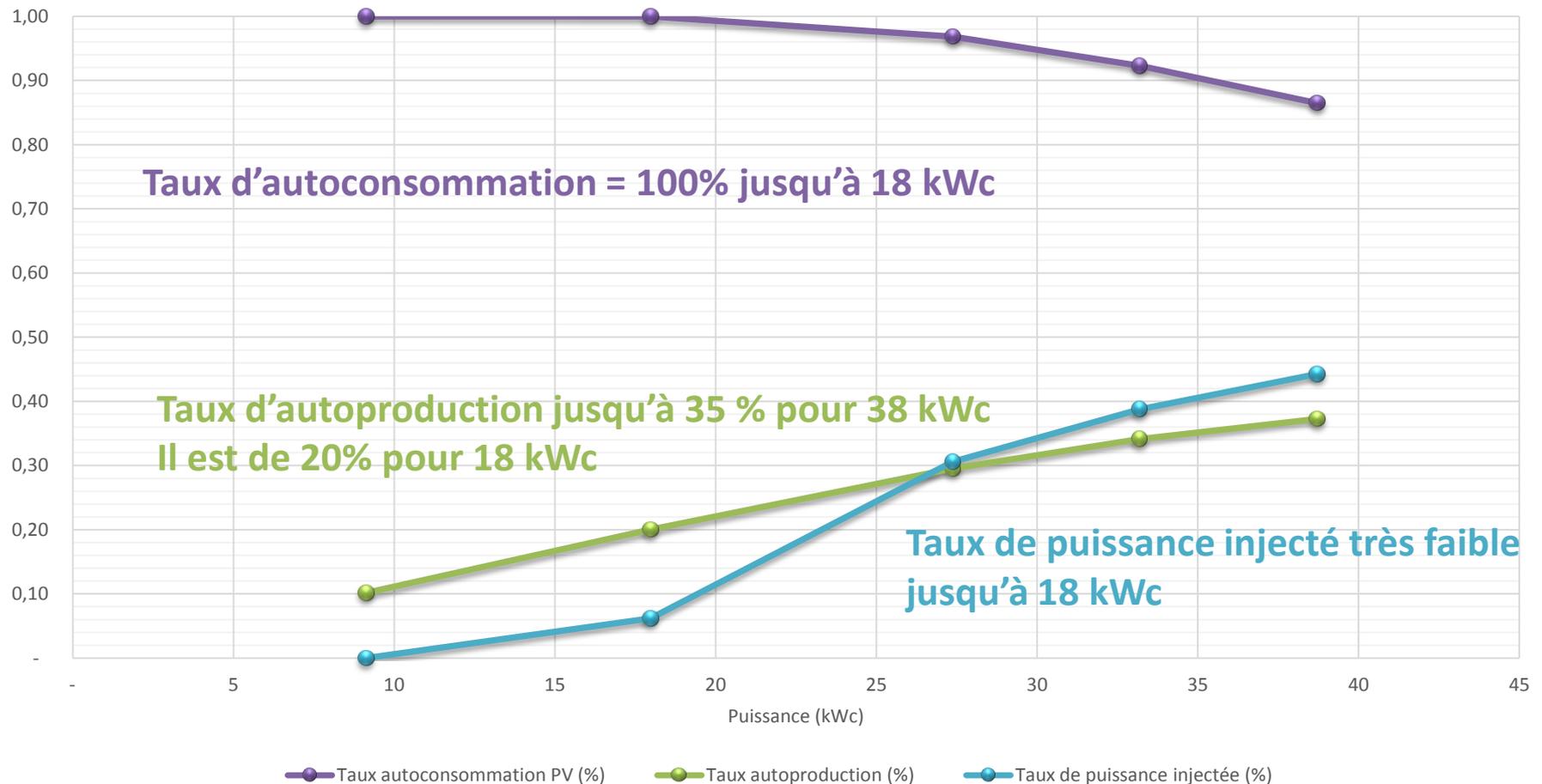
Log 80 : 344 860 kWh

# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

Dimensionnement : impact de la surface

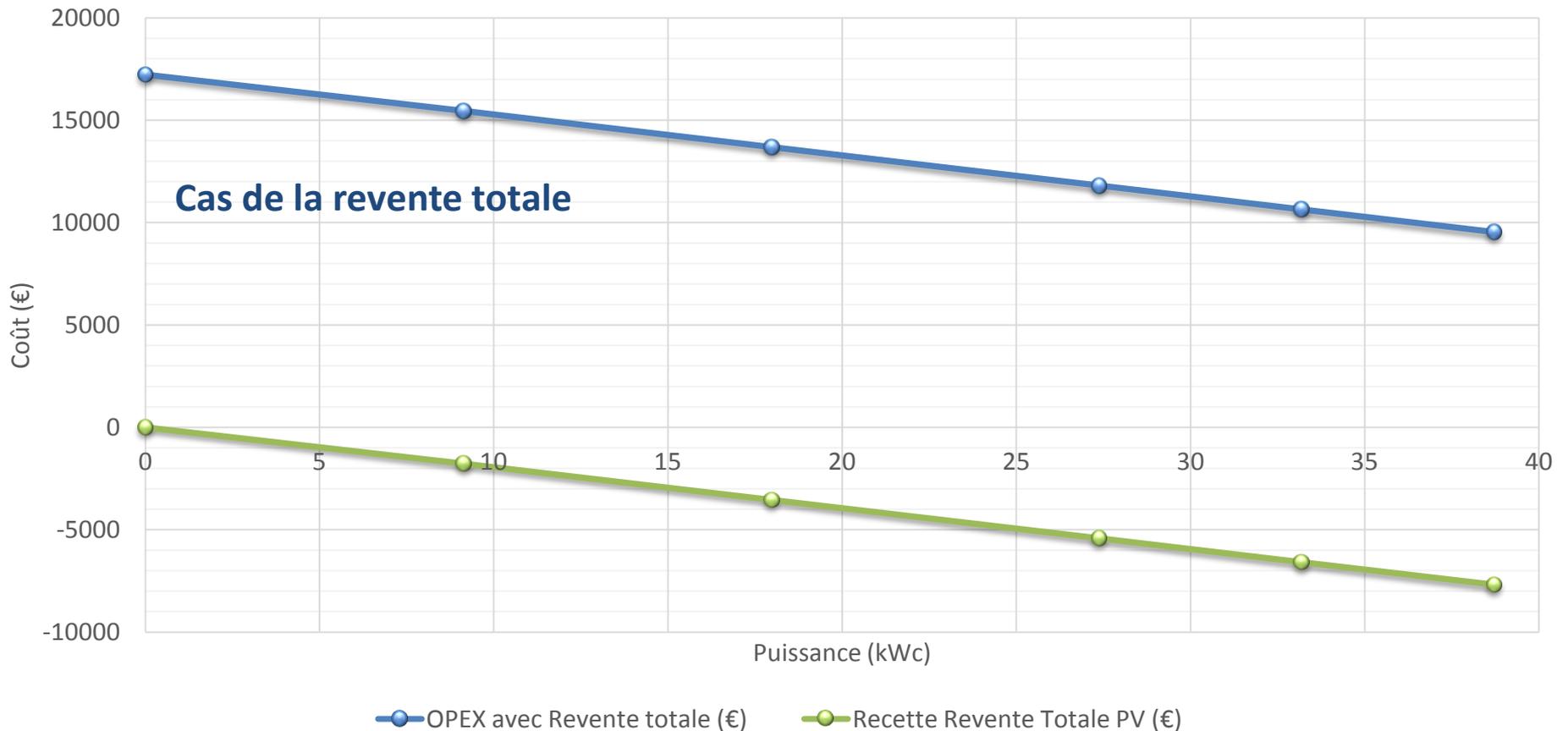


Sensibilité sur la surface : de 20 à 230 m<sup>2</sup>, soit 5 à 38 kWc



# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

Critères économiques

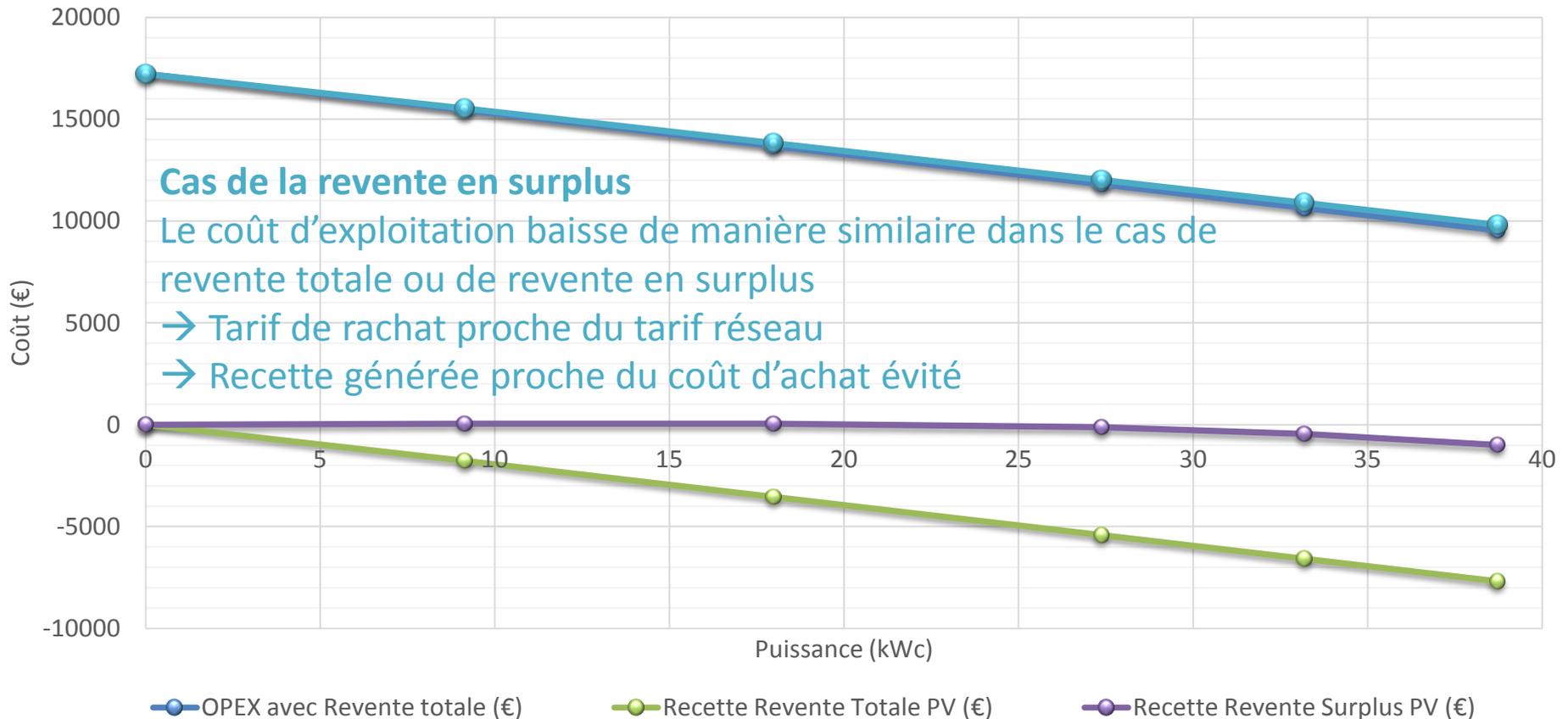


# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

Critères économiques



L'autoconsommation est valorisée au tarif bleu applicable aux logements

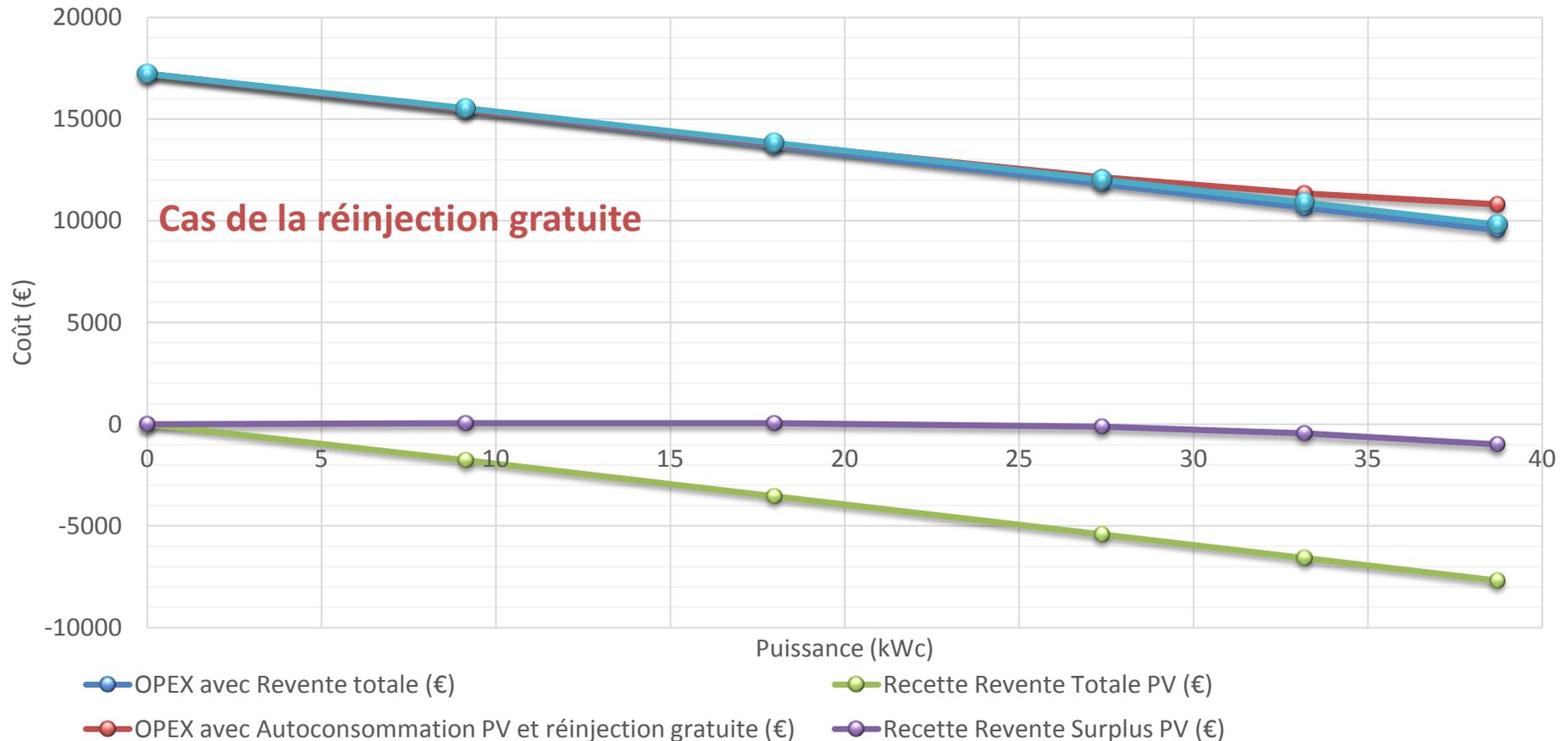


# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

Critères économiques

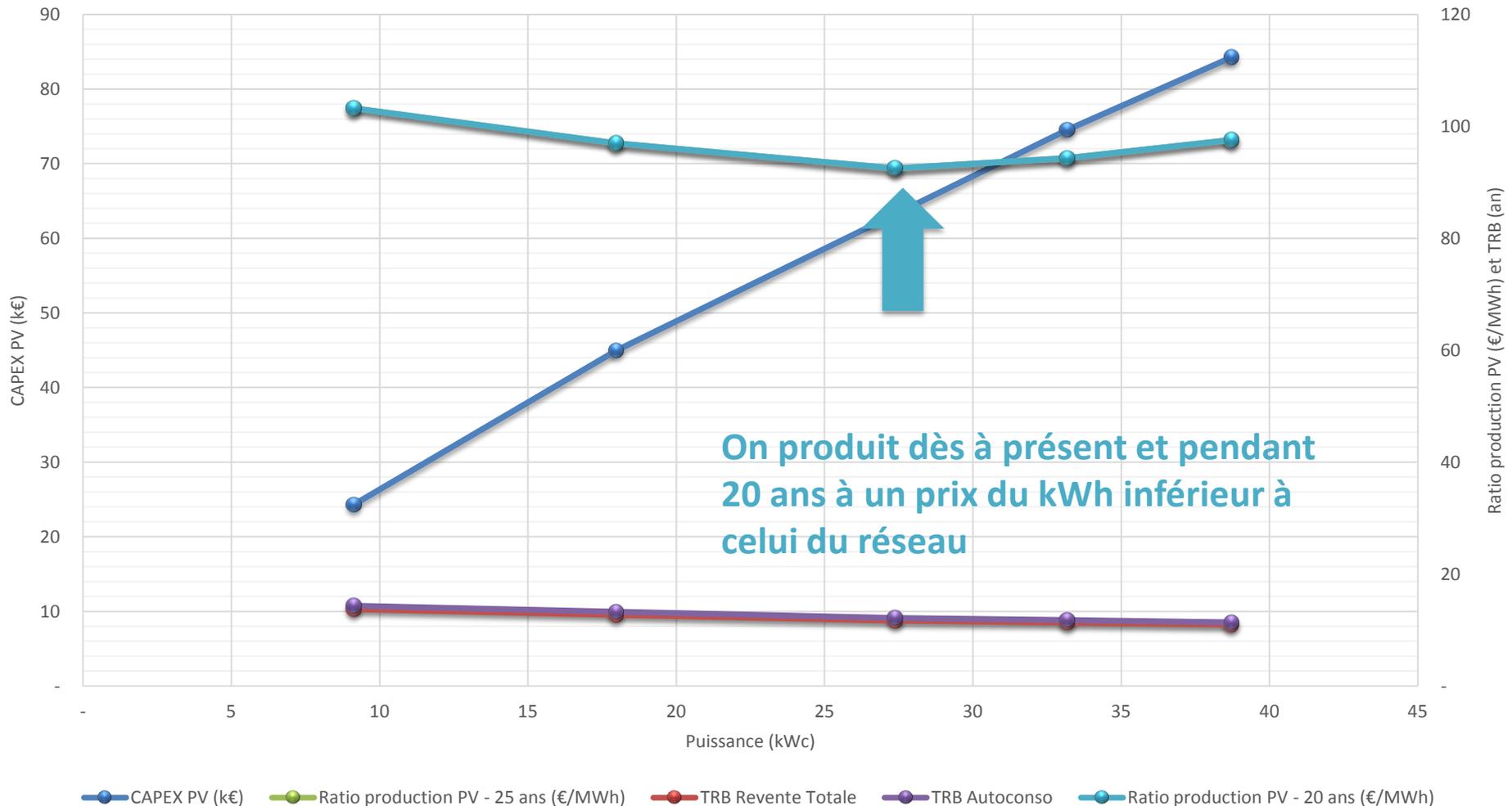


L'autoconsommation est valorisée au tarif bleu applicable aux logements



# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

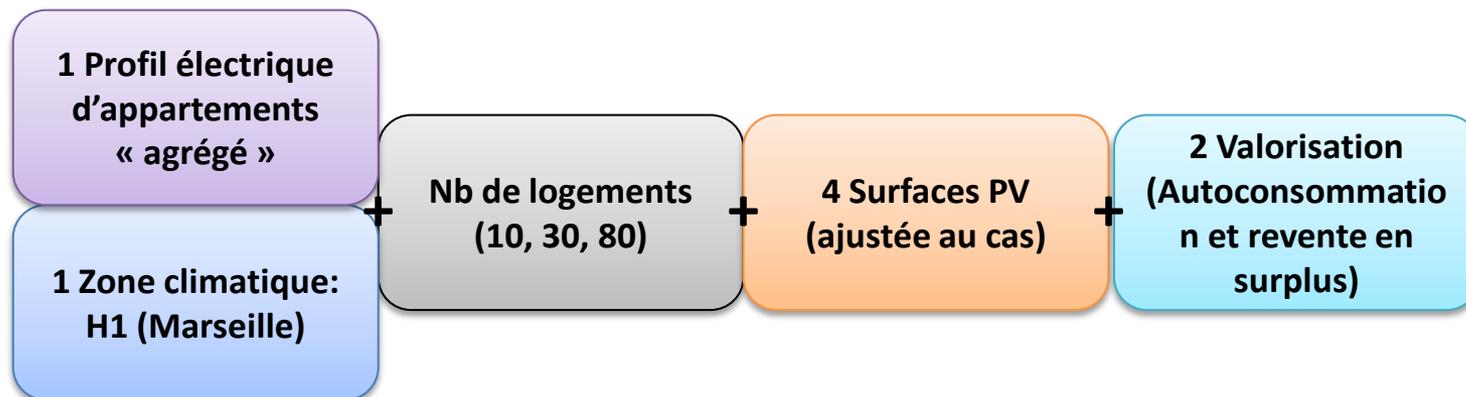
Critères financiers



● CAPEX PV (k€) ● Ratio production PV - 25 ans (€/MWh) ● TRB Revente Totale ● TRB Autoconso ● Ratio production PV - 20 ans (€/MWh)

# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

*Sensibilités*



Logement 10	Surface PV	25	50	75	100
	Nb panneaux/logements	1,5	2,9	4,4	5,9
Logement 30	Surface PV	50	100	150	200
	Nb panneaux/logements	1,0	2,0	2,9	3,9
Logement 80	Surface PV	100	300	500	700
	Nb panneaux/logements	0,7	2,2	3,7	5,1

# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

*Les profils électriques*



	TAUX AUTOPRODUCTION			
Nb panneaux/logements	1,5	2,9	4,4	5,9
Logement 10	12%	24%	32%	37%
Nb panneaux/logements	1,0	2,0	2,9	3,9
Logement 30	8%	16%	24%	30%
Nb panneaux/logements	0,7	2,2	3,7	5,1
Logement 80	6%	18%	29%	36%

*Suivi CRIGEN en MI : 2 panneaux/16% autoproduction*

*-> consommation similaire*

	TAUX AUTOCONSOMMATION			
Nb panneaux/logements	1,5	2,9	4,4	5,9
Logement 10	99,8%	96,8%	86,9%	75,0%
Nb panneaux/logements	1,0	2,0	2,9	3,9
Logement 30	99,9%	99,8%	97,5%	91,3%
Nb panneaux/logements	0,7	2,2	3,7	5,1
Logement 80	99,9%	99,9%	96,4%	84,6%

Le taux d'autoconsommation est plus élevé que sur le suivi en MI : l'agrégation de la charge permet de « mieux utiliser » le champ de production.

# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

*Gain par logement*



		GAIN MOYEN SUR LA FACTURE ÉLECTRIQUE PAR LOGEMENT (€/an)			
<b>Logement 10</b>		1,5	2,9	4,4	5,9
Autoconsommation (Sans revente)	Sans Batterie	-77	-149	-201	-232
	en surplus (T5)	-77	-151	-213	-263
Revente	totale (ISB)	-68	-136	-204	-273
	totale (IAB)	-136	-273		
<b>Logement 30</b>		1,0	2,0	2,9	3,9
Autoconsommation (Sans revente)	Sans Batterie	-51	-103	-150	-188
	en surplus (T5)	-51	-103	-152	-195
Revente	totale (ISB)	-45	-91	-136	-182
	totale (IAB)	-91			
<b>Logement 80</b>		0,7	2,2	3,7	5,1
Autoconsommation (Sans revente)	Sans Batterie	-39	-116	-186	-228
	en surplus (T5)	-39	-116	-189	-245
Revente	totale (ISB)	-34	-102	-170	-238
	totale (IAB)				

La revente totale (en intégrée lorsqu'elle est possible) a le plus d'impact.

L'autoconsommation n'est pas défavorisée par rapport à la revente du surplus.

# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

*Gain en énergie primaire*



	GAIN EN CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE (kWhEP/m2)			
Nb panneaux/logements	1,5	2,9	4,4	5,9
Logement 10	3,4	6,6	8,8	10,2
Nb panneaux/logements	1,0	2,0	2,9	3,9
Logement 30	2,3	4,5	6,6	8,2
Nb panneaux/logements	0,7	2,2	3,7	5,1
Logement 80	1,7	5,1	8,2	10,0

La surface « optimisée » permet de dépasser le seuil de 5 kWh/m<sup>2</sup>

# Installation photovoltaïque collective raccordée sur les appartements

Temps de retour



		TEMPS DE RETOUR BRUT SUR INVESTISSEMENTS (ANNEES)			
<b>Logement 10</b>		1,5	2,9	4,4	5,9
Autoconsommation (Sans revente)	Sans Batterie	16	15	16	18
	en surplus (T5)	16	15	15	22
	totale (ISB)	18	16	16	21
Revente	totale (IAB)	9	8		
<b>Logement 30</b>		1,0	2,0	2,9	3,9
Autoconsommation (Sans revente)	Sans Batterie	14	14	13	13
	en surplus (T5)	14	14	13	13
	totale (ISB)	16	15	14	14
Revente	totale (IAB)	8			
<b>Logement 80</b>		0,7	2,2	3,7	5,1
Autoconsommation (Sans revente)	Sans Batterie	14	11	11	11
	en surplus (T5)	14	11	11	11
	totale (ISB)	15	13	12	11
Revente	totale (IAB)				



0%



Électricité

# CONCLUSIONS

*Les réponses sur un cas collectif « favorable »*



## La production est-elle suffisante ?

La production est entièrement autoconsommée jusqu'à 120 m<sup>2</sup> (18 kWc) → toiture couverte à 50%  
Cette production « optimisée » permet de couvrir 20% d'un profil résidentiel agrégé

## Quel intérêt économique pour le PV?

Coût du kWh rendu (moins de 100€/MWh) < coût du kWh réseau (~150€/MWh)

TRB acceptable ~ 13 ans

À surface disponible équivalente, il vaut mieux revendre en totalité lorsque l'intégration est possible (-> neuf)

En pose sur l'existant, l'autoconsommation sans contrat de revente est souhaitable.

Par rapport à un suivi instrumenté sur MI, avec la même surface installée moyenne (2 panneaux par logements), le taux d'autoconsommation est meilleur en collectif : l'agrégation de la charge permet de mieux valoriser la production du champ PV

## Perspectives