

Etude préalable au montage d'une centrale d'autoproduction et d'autoconsommation d'électricité sur le site de Frais Vallon

Rapport final

Table des matières

1. Introduction.....	6
2. Investissement photovoltaïque.....	7
Dimensionnement.....	7
Coût de production.....	11
3. Principes et définitions de l'autoconsommation.....	13
Définitions.....	13
Autoconsommation.....	15
Comptage virtuel et autoconsommation collective.....	16
4. Montage juridique.....	18
Schéma contractuel.....	18
Impact du schéma de raccordement sur les relations contractuelles entre HMP et les locataires.....	22
5. Schémas de raccordement, cas et scénarios d'étude économique.....	24
Présentation du réseau électrique de Frais Vallon.....	25
Le réseau de Frais Vallon est caractéristique de milieux urbains denses (cf Figure 10):.....	25
Description des cas étudiés.....	29
Répartition de la production dans le cadre de l'autoconsommation collective.....	34
6. Scénarios économiques.....	36
Conception des simulations.....	36
Taux d'autoconsommations/autoproduction obtenus.....	36
Hypothèses économiques.....	39
Modélisation économique.....	43
7. Résultats des scénarios économiques.....	45
Résultats.....	45
Principales conclusions : impact de différentes hypothèses sur les économies réalisées pour les logements.....	47
8. Recommandations sur l'évolution du cadre réglementaire.....	49
Echelle de l'opération d'autoconsommation collective.....	49
Principe de répartition et de décompte dans une autoconsommation collective.....	50
Clarifier le statut du producteur.....	50
Clarifier le rôle de la personne morale de l'article L. 315-2.....	51
Seuil de puissance pour l'application de tarifs adaptés d'utilisation des réseaux publics.....	51
Révision du décret sur les charges.....	52
Clarification des articles L.315-1 et 2.....	52
Exonération des prélèvements sur l'électricité autoconsommée collectivement.....	52
9. Conclusions.....	52
10. Annexe.....	53

Marine Joos - Hespul

Nicolas Andreau, Olivier Girodet – Enertech

Cécile Cessac – Cabinet Brun Cessac & associés

28 novembre 2016



Résumé

La présente étude vise à décliner un modèle technique, économique, juridique et organisationnel permettant la mise en œuvre d'une centrale d'autoconsommation photovoltaïque à l'échelle des logements sociaux du quartier de Frais Vallon. Cette étude visant à fournir un montage pouvant être répliqué au-delà de l'expérimentation et au-delà de cas bien particuliers, la mission se limite à l'exploration de schémas d'autoconsommation collective où le réseau alimentant les différents consommateurs est public, possibilité ouverte par la publication récente de l'ordonnance n°2016-1019 de 27 juillet 2016 relative à l'autoconsommation d'électricité. Les principaux résultats sont livrés ici.

L'investissement initial revient à 1.31€Htva/Wc (1.25 millions d'€ hors TVA). En prenant en compte les frais annualisés sur la durée de vie de l'installation (30 ans), le coût global du kWh produit est estimé à 8.0c€/kWh, hors prélèvements (TURPE variable consommateurs, CSPE, TCFE, TVA).

Une lecture attentive de ces dispositions et qu'il convient d'interpréter strictement dans l'attente de la publication du décret d'application, impose que pour être qualifiée d'opération d'autoconsommation collective les quatre conditions suivantes doivent être cumulativement réunies :

- Le producteur consomme pour lui-même une partie de l'électricité produite par son installation (article L. 315-1 du Code de l'Energie)
- Les producteurs et consommateurs doivent être raccordés sur un même départ basse tension (article L. 315-2 du Code de l'Energie)
- Le producteur est autorisé à fournir de l'électricité à plusieurs consommateurs dès lors qu'ils sont liés entre eux par l'intermédiaire d'une personne morale (article L. 315-2 du Code de l'Energie)
- Cette personne morale a vocation à être « organisatrice » de l'opération d'autoconsommation collective en assurant le rôle de coordination entre producteur/consommateurs/gestionnaire de réseau public de distribution (article L. 315-4 du Code de l'Energie)

Pour être conforme avec notre lecture de l'ordonnance, nous proposons à ce stade que le propriétaire de l'installation doit être HMP et qu'il doit consommer pour ses propres besoins à savoir pour ses services généraux (SG). Par ailleurs, nous proposons de retenir le modèle contractuel le plus souple et le moins générateur de frais pour la personne morale « organisatrice », tel qu'une association loi 1901.

Une seule et unique opération d'autoconsommation collective à l'échelle des 14 bâtiments d'HMP ne paraît pas envisageable compte-tenu :

- de l'exigence consistant à raccorder les points de soutirage des consommateurs et d'injection du producteur sur une même antenne basse tension (article L.315-2 du code de l'énergie),
- du schéma de raccordement des bâtiments constitué de 16 départs (antennes) basse-tension répartis sur 9 postes de distribution.

Les possibilités de regroupement des bâtiments sont limitées dans la mesure où le réseau de Frais Vallon est très dense et qu'il y a rarement plus d'un bâtiment par départ. Seuls 6 bâtiments sur 14 peuvent être regroupés par 2.

Par ailleurs, deux cas de raccordement possibles se dégagent pour l'autoconsommation collective : le raccordement de la centrale de production sur les services généraux ou directement sur la colonne montante. Le choix entre ces 2 schémas n'est pas neutre parce qu'il a des implications sur les prélèvements qui s'appliqueront à l'électricité produite et donc *in fine* sur le tarif de cette électricité photovoltaïque locale venant concurrencer le tarif réglementé de vente (TRV).

Résultats

Dans le cas de 14 bâtiments indépendants, le taux d'autoconsommation atteint 70 % et



l'autoproduction 27% au global (*pour comparaison, le taux d'autoconsommation maximal théorique du quartier est de 81% (autoproduction de 31%) si l'on considère tous les bâtiments interconnectés*). Nous concluons que les regroupements de bâtiments interviennent pour, non pas augmenter le taux d'autoproduction à l'échelle du quartier, mais contribuer significativement à rétablir l'équité financière entre les locataires, en réduisant l'écart des taux d'autoproduction et donc d'économies sur la facture.

L'impact du montant des prélèvements est décisif en année 1 : un montant faible de prélèvements permet à l'électricité PV d'atteindre la parité réseau avec un prix de vente TTC de 11,5c€/kWh aux locataires comparé à tarif réglementé de vente à 14,5c€/kWh. Un prélèvement fort crée une électricité plus chère que le TRV. Par contre, sur 30 ans, l'électricité photovoltaïque est moins chère que le TRV, même en prenant une hypothèse haute sur les prélèvements.

Les résultats permettent de confirmer l'impact très important du montant des prélèvements, puisque les économies générées diffèrent d'un facteur 2 entre une hypothèse favorable (exonération TCFE, CSPE, et application d'un TURPE réduit de 75% par rapport au taux actuel) et défavorable (correspondant à ce qui s'applique pour le TRV) sur ces prélèvements. Des variantes sur le prix de l'électricité montre que l'augmentation du TRV a un impact du même ordre de grandeur.

A l'inverse, le taux de participation des locataires au dispositif a un impact relativement limité sur les économies générées : un taux de participation de 25 % suffit à atteindre des économies comparables à celles réalisées avec un taux de participation de 100 %. De même, le tarif de vente du surplus a un faible impact, ce qui s'explique par le faible taux de surplus par rapport à l'électricité produite.

En résumé, on peut décrire deux situations encadrantes :

- dans un scénario favorable de prélèvements faible et augmentation forte du prix de l'énergie, le dispositif d'autoconsommation collective est bénéficiaire dès la première année avec 27€/an d'économie moyenne par logement. Le bénéfice moyen sur 30 ans est de 96€/an.
- dans un scénario défavorable de prélèvements forts (identiques à ceux qui s'appliquent sur n'importe quel kWh transitant via le réseau public) mais augmentation importante du prix de l'électricité, un surcoût négligeable est observé les 5 premières années et le bénéfice moyen sur 30 ans est de 44€/an.

Dans le contexte des réflexions actuelles au niveau national, le contexte réaliste de mise en œuvre de la centrale correspond au scénario défavorable, avec une opération d'autoconsommation collective par bâtiment, dans lequel les économies citées seraient majorées de l'économie nette des locataires sur les charges résultant de la non-refacturation de l'électricité PV autoconsommée par les services généraux (économie dont l'ordre de grandeur est de 20 euros en année 1). En effet, cette non-refacturation résulte d'un point de vigilance actuel sur le caractère refacturable de cette électricité consommée au regard du décret n° 87-713 du 26 août 1987 fixant la liste des charges récupérables. Par ailleurs, notons qu'un point important n'est pas résolu avec cette variante : un écart important d'économies de factures entre locataires qui peut être rattrapé à la marge seulement en modulant le prix de vente de la production PV aux locataires.

L'économie de facture des locataires est donc limitée, ce qui nous amène à formuler des recommandations réglementaires pour faire évoluer le dispositif, les principales étant l'élargissement du périmètre d'application pour passer du départ basse tension au poste de distribution, et l'exonération d'une partie des prélèvements, en particulier de la CSPE (contribution au service public d'électricité) et d'une partie du TURPE (tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité).

Nous concluons également, qu'en l'état actuel, une subvention à l'investissement de l'ordre de 300 à 350 000€ (montant égal à 24 à 28% de l'investissement initial) serait nécessaire pour diminuer le coût de production PV et permettre des économies de facture dès les premières années dans le scénario défavorable.

Cette étude devra être revue au regard de deux éléments d'actualité à venir : la publication du décret d'application de l'ordonnance n°2016-1019 et la consultation (puis publication) de la CRÉ sur le micro-TURPE s'appliquant sur la part autoconsommée par les locataires via la colonne montante.



HESPUL



Acronymes

CSPE : Contribution au Service Public de l'Électricité

Htva : hors TVA

PV : photovoltaïque

SG : services généraux

TCFE : Taxe communale (TCCFE) et départementale (TDCFE) sur la Consommation Finale d'Électricité

TRV : tarif réglementé de vente

TURPE : Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Électricité

1. Introduction

Cette étude s'inscrit dans le programme innovation énergétique FLEXGRID porté par la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur lauréat de l'appel à projets « *Réseaux Electriques Intelligents* » lancé par le Ministère de l'Environnement et le Ministère de l'Economie, ainsi que dans le projet Sirius lauréat de l'AMI « Ville durable et solidaire, excellence environnementale du renouvellement urbain » piloté par l'ANRU.

Flexgrid vise une expérimentation relative à la mise en place d'un système d'autoconsommation-autoproduction d'énergie solaire sur Frais Vallon, cité-quartier de 1 350 logements sociaux. A terme, il devra également desservir un certain nombre de services publics : écoles, collège, métro, piscine, foyer pour personnes âgées du Centre communal d'action sociale, etc.

Les équipements à installer représentent 6 000 m² environ de panneaux photovoltaïques en façade et sur les toits des bâtiments. Ces équipements doivent : desservir les parties communes des immeubles, fournir en partie l'électricité des locataires des immeubles d'habitation, alimenter des équipements publics situés à proximité des immeubles.

La volonté d'Habitat Marseille Provence consiste à favoriser la mise en place d'une « *centrale de production et de consommation accessible aux structures présentes sur la cité et aux habitants* » qui puisse avoir une synergie avec l'ensemble de ses partenaires (Etat, Métropole, Ville de Marseille...) impliqués dans ce projet.

Ces modes de fourniture de l'électricité à des tiers à partir des équipements implantés en toiture des immeubles d'Habitat Marseille Provence pose la question de leur positionnement dans l'architecture réglementaire actuelle et celle attendue/à venir.

Dans un contexte de diminution et disparition des mécanismes de soutien en « guichet ouvert », c'est-à-dire sans quotas et processus de sélection via des appels d'offres, l'autoconsommation apparaît comme un schéma de valorisation tourné vers l'avenir puisque ce modèle économique est basé sur la compétition avec le prix de détail de l'électricité qui lui augmente chaque année. Dans les régions de France à plus fort ensoleillement, la parité réseau est déjà atteinte¹ dans certains secteurs, en particulier dans le tertiaire où la suppression au 1^{er} janvier 2016 des tarifs réglementés de vente a laissé place à des offres de marché plus coûteuses.

Les objectifs de l'étude sont de :

- proposer un montage juridique et contractuel pour la réalisation de centrales photovoltaïques en autoconsommation qui soit robuste en tenant compte des risques liés à l'évolution du quartier lui-même et à l'évolution de la réglementation sur l'autoconsommation et la production.
- identifier les barrières réglementaires et contractuelles devant être levées pour rendre ce montage réalisable au-delà d'un projet d'expérimentation.

L'étude se place dans le contexte de la récente publication de l'ordonnance n°2016-1019 de 27 juillet 2016 relative à l'autoconsommation d'électricité. La présente étude vise à décrire notre compréhension actuelle du contexte, les possibilités qu'il ouvre pour Habitat Marseille Provence et d'évaluer ces possibilités grâce à des hypothèses encadrantes permettant de traduire plusieurs évolutions possibles du contexte réglementaire au vue des incertitudes actuelles.

S'agissant tout de même de proposer un montage cohérent et réalisable dans un horizon de temps

1 De nombreuses publications sur la parité réseau sont disponibles :
<http://www.photovoltaique.info/Parite-avec-le-reseau.203.html>

réduit, il a été décidé avec Habitat Marseille Provence de limiter les cas étudiés à ce que nous percevons comme étant des évolutions « à la marge » du contexte, c'est-à-dire le remettant pas profondément en cause le contexte réglementaire et son jeu d'acteurs.

Le sujet évoluant rapidement au niveau national, nous avons tenté ici de fournir les informations les plus récentes dont nous disposons, notamment sur les différentes taxes et tarifs d'utilisation des réseaux publics qui s'appliqueront au kWh produit et distribué localement.

Pour précision, l'étude s'attache dans un premier temps à décrire un modèle économique viable pour l'autoconsommation collective sur Frais Vallon sans recourir à des subventions ni tarif d'achat sur l'électricité injectée et sur l'électricité autoconsommée par les logements (via les appels d'offres CRÉ par exemple). Dans un second temps, nous avons évalué une fourchette de subvention nécessaire à lancer le dispositif, notamment dans le cas où le contexte réglementaire serait défavorable.

Le rapport présente d'abord le dimensionnement et investissement photovoltaïque (chapitre 2), puis apporte des explications sur l'autoconsommation et autoproduction à travers des définitions (chapitre 3), et s'attache ensuite à décrire le montage juridique envisagé au regard du contexte réglementaire (chapitre 4). Nous décrivons ensuite les cas étudiés de schémas de raccordement (chapitre 5) ainsi que la construction des scénarios économiques (chapitre 6), pour enfin fournir les résultats des économies pouvant être réalisées par les locataires sur 30 ans (chapitre 7). Le rapport se termine sur des recommandations réglementaires (chapitre 8) et les conclusions et perspectives.

*Note de rédaction : pour faciliter la lecture, les observations, conclusions et recommandations principales sont **surlignées en bleu** dans le texte.*

2. Investissement photovoltaïque

Dimensionnement

La première étape consiste à analyser les surfaces disponibles en toiture, pour permettre de dimensionner la puissance photovoltaïque atteignable par bâtiment. Ce dimensionnement s'appuie :

- Sur des photos de toitures prises depuis le bâtiment G.
- Sur des vues aériennes Googlemaps.
- Sur une prise en compte des masques solaires proches, en anticipant les modifications de liées à la future rénovation énergétique (élévation des acrotères des bâtiments pour la réfection de l'étanchéité, mise en place de réseaux VMC sur les toitures de tous les bâtiments).
- Sur des dimensions réelles de module : ici une solution Sillia 285Wc (17% de rendement) + bac de toiture solaire 2.1m² d'inclinaison 5° (Figure 1)
- Sur une disposition des modules, parallèle aux toitures (orientation 15° de l'azimut Sud, en direction de l'Est).



Figure 1: Solution solaire pour toiture terrasse

Le dimensionnement retenu est illustré en Figure 3. A noter qu'il n'est pas possible d'exploiter les

toitures des tours C,F,H car elles sont en cours de déclassement IGH. En accord avec la maîtrise d'œuvre de réhabilitation de ces bâtiments, les panneaux ont été disposés verticalement en façade sud.

Les détails du dimensionnement sont présentés dans le Tableau 1.

Bâtiment	% de toiture mobilisée	Puissance crête	Nb bacs	Nb panneaux Sillia 285Wc	Nb logts	Puissance crête / logt	Production annuelle	Production ramenée au nb de logt
C		23 kWc	0	81	102	0,23 kWc/logt	26 MWh/an	254 kWh/logt/an
F		23 kWc	0	81	102	0,23 kWc/logt	26 MWh/an	254 kWh/logt/an
H		23 kWc	0	81	102	0,23 kWc/logt	26 MWh/an	254 kWh/logt/an
B	52%	92 kWc	322	322	150	0,61 kWc/logt	136 MWh/an	905 kWh/logt/an
G	53%	115 kWc	405	405	168	0,69 kWc/logt	176 MWh/an	1 046 kWh/logt/an
J	64%	77 kWc	270	270	32	2,40 kWc/logt	111 MWh/an	3 478 kWh/logt/an
M	64%	77 kWc	270	270	40	1,92 kWc/logt	116 MWh/an	2 896 kWh/logt/an
O	53%	72 kWc	251	251	50	1,43 kWc/logt	107 MWh/an	2 138 kWh/logt/an
A	61%	68 kWc	240	240	73	0,94 kWc/logt	103 MWh/an	1 405 kWh/logt/an
E	61%	68 kWc	240	240	92	0,74 kWc/logt	101 MWh/an	1 101 kWh/logt/an
I	60%	80 kWc	280	280	93	0,86 kWc/logt	122 MWh/an	1 307 kWh/logt/an
K	60%	80 kWc	280	280	91	0,88 kWc/logt	122 MWh/an	1 336 kWh/logt/an
L	60%	80 kWc	280	280	92	0,87 kWc/logt	122 MWh/an	1 321 kWh/logt/an
N	60%	80 kWc	280	280	92	0,87 kWc/logt	122 MWh/an	1 321 kWh/logt/an
Total	58%	958 kWc	3 118 bacs	3 361 modules	1 279 logt	0,75 kWc/logt	1 413 MWh/an	1 105 kWh/logt/an

Tableau 1. Dimensionnement photovoltaïque retenu par bâtiment. Source: Enertech

La puissance crête totale installée est de 958kWc, soit une moyenne de 750Wc par logement. La production totale annuelle de 1413MWh.

On observe immédiatement la très forte **disparité de la puissance crête en toiture ramenée au nombre de logement** : elle varie de 1 à 10 (si l'on compare les tours au bâtiment M), et encore de 1 à 4 en si l'on exclut les tours (bâtiment B/bâtiment M). Cette variabilité est illustrée en Figure 2. Elle aura pour conséquence des taux d'autoproduction et donc des économies de facture très disparates entre des locataires de différents bâtiments. Pour compenser cet écart, il existe **deux leviers d'action complémentaires** : un levier sur le regroupement (virtuel) de bâtiments, et un levier sur la variation du prix du kWh vendu, selon le regroupement. Ces deux pistes sont décrites dans les résultats au chapitre 7, p.46.

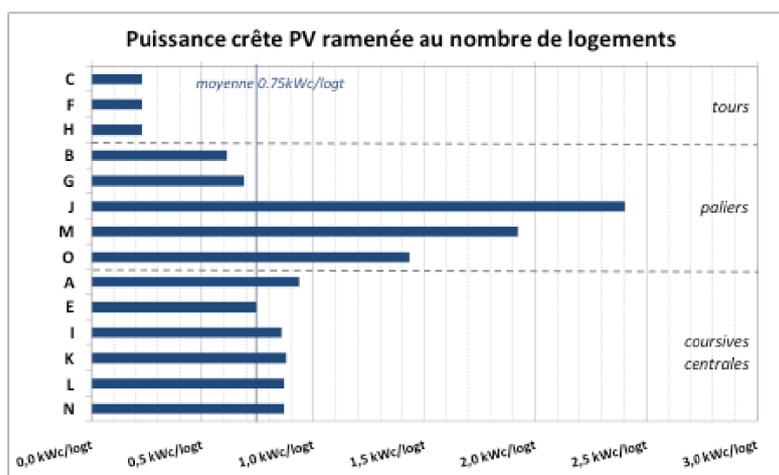
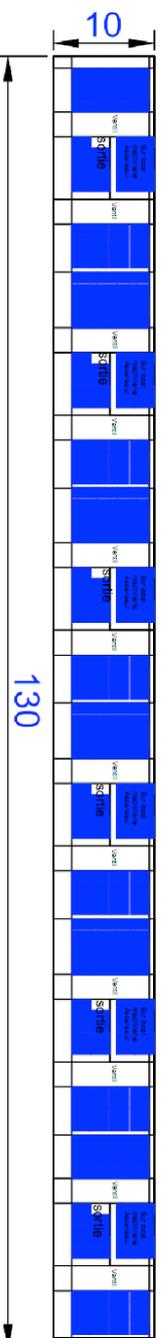


Figure 2: Puissance crête installée par bâtiment, ramenée au nombre de logements. Source: Enertech

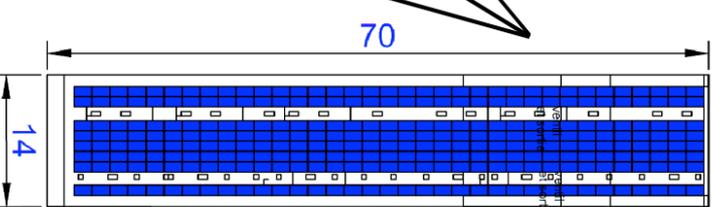
Bâtiment B

322 bacs lestés de 2,1m² pour module silia 295 Wc



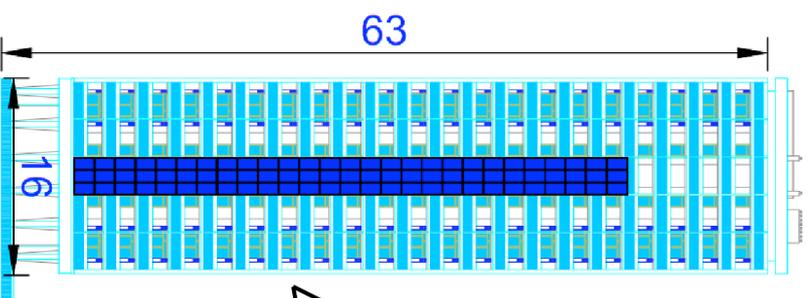
Bâtiment I, K, L et N

280 bacs lestés de 2,1m² pour module silia 295 Wc



Bâtiment C F H

81 panneaux de 1,64 m² type silia 60P+
289 Wc/module



Bâtiment G

405 bacs lestés de 2,1m² pour module silia 295 Wc



Figure 3: Dimensionnement de la puissance photovoltaïque atteignable à Frais Vallon à partir de l'analyse des toitures, avec anticipation de la rénovation. Source: Enertech

Coût de production

Le calcul du coût global du kWh photovoltaïque à Frais Vallon est présenté en détail dans le Tableau 2. Ce calcul est effectué en deux temps :

- Dans un premier temps, calcul du coût d'investissement des travaux. Ce calcul s'appuie sur des devis d'installations récentes, et sur des estimations de maîtrise d'œuvre. La prestation de raccordement inclut la réfection des colonnes (éventualité liée à l'incertitude des sections de câble actuellement en place). Les frais de maîtrise d'œuvre et d'ouvrage ont été pris à 10% du montant des travaux. Ce calcul conduit à un coût d'installation de 1.31€Htva/Wc.
- Dans un second temps, calcul de l'ensemble des frais annualisés sur la durée de vie de l'installation (considérée de 30 ans). Ces frais couvrent le remboursement de l'emprunt, la maintenance de l'installation, les frais de gestion HMP, les frais de décompte Enedis, ainsi que les différents prélèvements fixes (quote-part S3RENr, TURPE producteur, IFER). Le coût de l'emprunt a été calculé en considérant un apport sur fond propres de 20%, et un taux de 3% sur 30 ans.

Avec ces hypothèses, et une dépréciation de production des panneaux de 0.25%/an, le coût global du kWh produit par HMP est estimé à 8.0 ct€/kWh hors prélèvements²(TURPE variable consommateurs, CSPE, TCFE, TVA) pour un montant d'investissement travaux de 1.25M€Htva.

Investissement initial			
	PU (HT)	Qté	PTOT (HT)
Bac lestés en toiture	30 €/u	3 119 u	93 570 €
système de fixation pour façade	12 €/m2	400 m2	4 800 €
Panneaux PV sillage de 285Wc	160 €/u	3 361 u	537 760 €
onduleur et armoire élec	180 €/kWc	958 kWc	172 419 €
Pose des capteurs toiture	300 €/kWc	889 kWc	266 589 €
Pose des capteurs façade tours	450 €/kWc	69 kWc	31 165 €
			1 106 303 €
			1,15 €htva/Wc
Coûts de raccordements PV [réfection colonnes]	3 000 €/u	14 u	42 000 €
			42 000 €
Frais MOE+MOA (10% des travaux)			110 630 €
TOTAL			1 258 933 €htva
			1,31 €htva/Wc
Coût global sur la durée de vie de l'installation			
Durée de vie installation	30	ans	
Production annuelle	1 413	MWh/an	
Dépréciation annuelle de production	0,25	%/an	
Prod sur durée de vie	40 890	MWh	
Coût annuel (ramené à durée de vie PV)			
Investissement initial	1 258 933	euros HTVA	41 964 €/an
Maintenance, onduleurs, etc.	2,50	%/an	27 658 €/an
Annuel frais financier, assurance, gestion	1,00	%/an	12 589 €/an
Annuel frais décompte Enedis	40,00	€/bat/an	560 €/an
Taxe S3RENr PACA (>100kW)	18,31	€/kW	283 €/an
Taxe IFER (>100kW)	7,34	€/kW	113 €/an
Turpe fixe producteur install. < 36kVA	57,24	€/installation	172 €/an
Turpe fixe producteur install. > 36kVA	744,84	€/installation	8 193 €/an
Coût emprunt (3% sur 30 ans 20% fond propre)			17 383 €/an
			108 915 €htva/an
Coût total sur durée de vie PV			
Total sur durée de vie			3 267 453 €htva
Ramené à prod totale sur durée de vie			7,991 ct€htva/kWh

Tableau 2: Calcul du coût global du kWh PV produit, avec annualisation de l'ensemble des frais sur 30ans

Quelques points de vigilance sont à signaler ici :

- Le coût lié aux travaux sur les colonnes montantes et le raccordement PV (1% du coût global) sera amené à varier en fonction du diagnostic précis des colonnes électriques, et des

² Le terme « prélèvements » est défini dans le chapitre 3, p.12.



modalités techniques de raccordement (raccordement simple sur la colonne, ou raccordement sur les SG – cf Chapitre 5, p.23).

- Les frais de gestion spécifiques (11.5% du coût global) seront à préciser en fonction de la structure choisie, du mode de facturation, de la gestion des adhésions au dispositif, etc.
- Le montant des prestations de décompte Enedis (0.5%³ du coût global) sera lui aussi amené à varier une fois que les modalités de l'autoconsommation seront juridiquement fixées par décret.
- Enfin, le coût de l'emprunt (16% du coût global) sera bien entendu à revoir en fonction du montant de subvention alloué à l'opération.

Pour toutes ces raisons, et afin d'encadrer l'ensemble de ces incertitudes, une variante de sensibilité du résultat au coût du kWh PV sera réalisée, avec une variation du coût de production de +20%.

³ L'hypothèse prise ici est de 40€ par bâtiment par an, correspondant à ce que paie un utilisateur pour un seul point de livraison aujourd'hui, en considérant le fait que ce service a un coût marginal faible (il est supposé que le coût d'investissement dans les systèmes d'informations pourrait être pris en charge par le TURPE parce que mutualisé avec d'autres services).

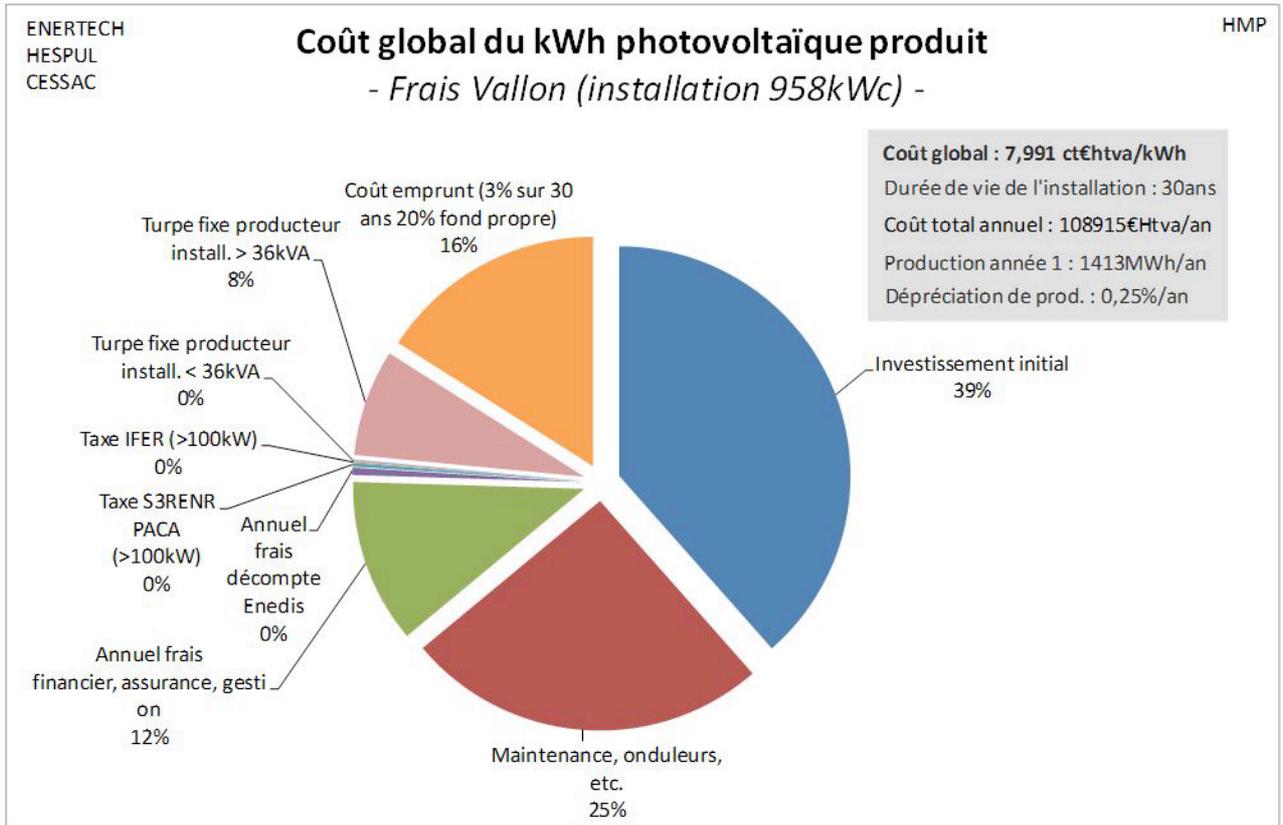
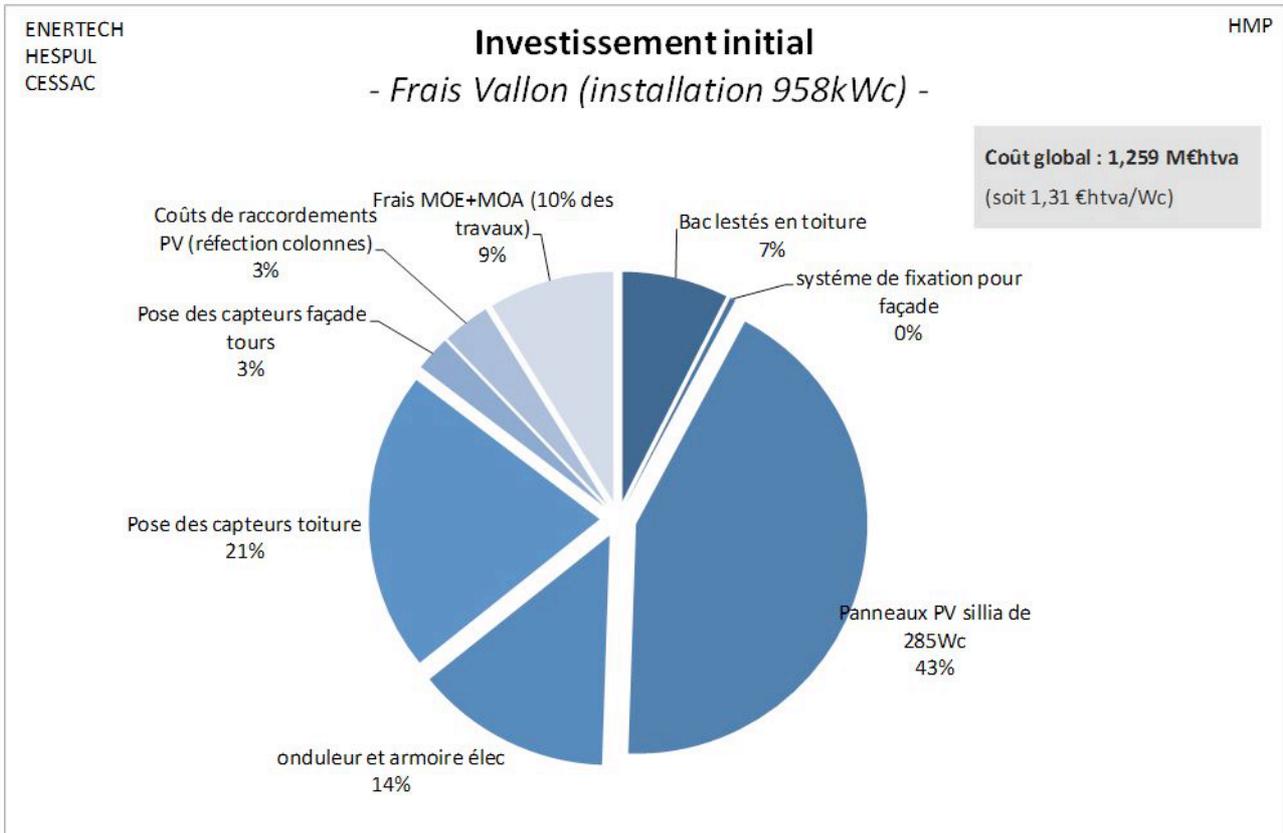


Figure 4 Estimation des coûts de travaux et du coût global du kWh produit

3. Principes et définitions de l'autoconsommation

Définitions

Pour bien comprendre la suite, il est important de définir les termes utilisés. Les définitions présentées ci-dessous ont été développées par Hespul. Elles ne sont en aucun cas les seules définitions possibles. Cependant, elles permettent d'établir un langage commun.

Le taux d'autoconsommation : Le taux d'autoconsommation correspond à la part de production d'électricité photovoltaïque qui est consommée sur place instantanément. **Ce taux sert à représenter la part non-injectée sur le réseau public.**

$$\text{Autoconsommation (\%)} = \text{Production consommée sur place} / \text{production totale}$$

Le taux d'autoproduction : Le taux d'autoproduction correspond à la part de consommation d'électricité qui est produite instantanément sur place par l'installation photovoltaïque. **Ce taux sert à évaluer la réduction de la quantité d'énergie soutirée grâce à l'approvisionnement sur site.**

$$\text{Autoproduction(\%)} = \text{Production consommée sur place} / \text{consommation totale}$$

La consommation produite sur place est égale à la production consommée sur place (partie hachurée en rouge dans le graphique ci-dessous).

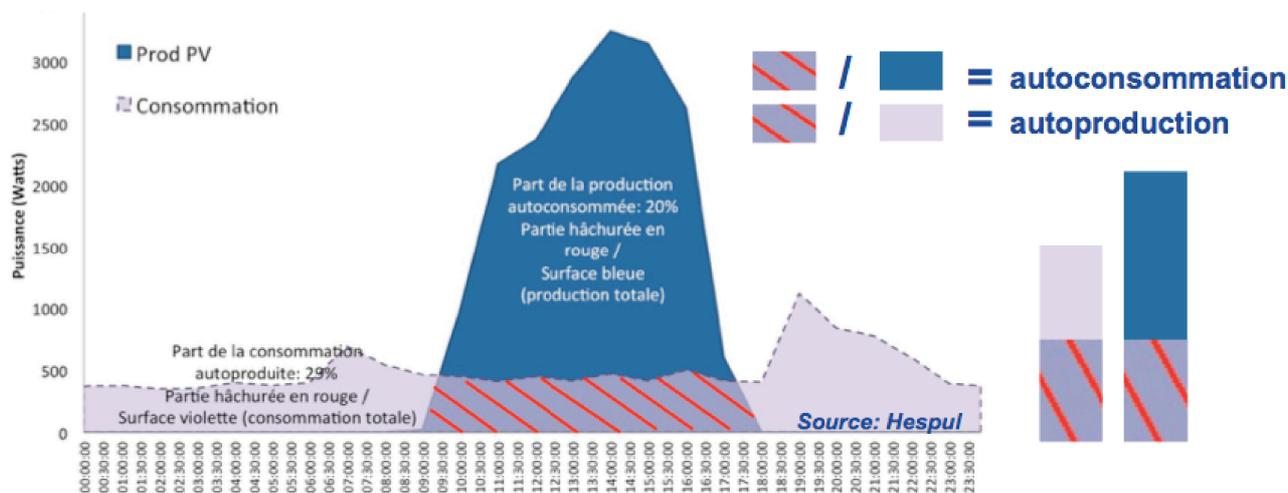


Figure 5 : Exemple de taux d'autoconsommation et d'autoproduction - Source : HESPUL

Le taux de couverture : Le taux de couverture correspond au rapport entre la production annuelle et la consommation annuelle. Ce taux permet notamment de rendre compte de l'atteinte des objectifs d'un bâtiment à énergie positive. Ce taux ne reflète donc pas l'autoconsommation physique : il est l'objet uniquement d'un [bilan énergétique](#).

$$\text{Couverture (\%)} = \text{Production annuelle} / \text{consommation annuelle}$$

Injection : part physique de la production injectée au réseau public de distribution, au point de connexion. L'injection est égale à la production uniquement dans le cas de la vente en totalité avec compteur au point de livraison. Ainsi, dans les autres configurations que nous pouvons nommer d'une



manière générale « raccordement indirect »⁴ (l'installation de production est raccordée indirectement au réseau public de distribution), l'injection est égale à la production totale à laquelle est soustraite la part consommée sur place (part d'autoconsommation) :

$$\text{Injection} = \text{production totale} - \text{production consommée sur place}$$

Soutirage : part physique de la consommation soutirée du réseau public de distribution, au point de connexion. De même, le soutirage, dans une configuration de raccordement indirect, est égal à la consommation totale du site à laquelle est soustraite la part produite sur place (part d'autoproduction) :

$$\text{Soutirage} = \text{consommation totale} - \text{consommation produite sur place}$$

Vente du surplus : vente de la part de la production qui n'est pas valorisée en autoconsommation ou en vente directe au(x) consommateur(s) du site via le dispositif d'autoconsommation collective, à un acheteur extérieur.

Prélèvements : ce terme générique sera utilisé dans ce rapport pour désigner l'ensemble des charges variables (c'est-à-dire dépendant de la quantité d'électricité) venant s'ajouter au coût de production photovoltaïque : taxes (TVA), CSPE (contribution au service public d'électricité), TICFE (taxe intérieure sur la consommation d'électricité) et part variable du TURPE (tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité).

TURPE : tarifs d'utilisation des réseaux publics d'électricité. Le TURPE se compose d'une partie fixe (payée par les producteurs et les consommateurs, en fonction de leur puissance souscrite) et d'une part variable (payée uniquement par les consommateurs, en fonction de leur puissance souscrite). Le TURPE est la principale source de revenu des gestionnaires de réseaux de distribution : il permet de couvrir le coût des pertes et le financement pour le renforcement et le renouvellement des équipements du réseau (câbles, transformateurs, etc.). On distingue le TURPE pour les abonnements puissance inférieure à 36kVA, le TURPE pour les abonnements basse tension de puissance supérieure à 36kVA, et le TURPE pour la moyenne tension (HTA).

Autoconsommation : dispositif dans lequel l'installation de production est raccordée sur l'installation intérieure (réseau privé) d'un consommateur, et réduit la quantité soutirée au réseau par celui-ci d'une quantité correspondante à ce qui est produit instantanément sur le site.

Autoconsommation collective : dispositif dans lequel la production d'une installation injectée sur le réseau public est répartie entre plusieurs consommateurs au moyen d'une clé de répartition préalablement définie par les parties prenantes. Le code de l'énergie définit les modalités d'application de ce dispositif. La définition donnée ici se veut générale et dépassant les cas particuliers décrits dans l'ordonnance.

Autoconsommation

L'autoconsommation consiste à remplacer une électricité conventionnelle achetée à un fournisseur par une électricité produite localement. L'autoconsommation à l'échelle d'un seul consommateur est la plus fréquente : elle consiste simplement à raccorder l'installation photovoltaïque sur l'installation intérieure du consommateur. L'intérêt principal de ce schéma est de réduire la facture d'électricité du

⁴ La CRE, dans ses recommandations pour le développement des réseaux intelligents, désigne le raccordement indirect au sens large. Cependant, ERDF définit le raccordement indirect de manière plus restreinte puisque cela concerne uniquement la configuration dans laquelle une installation de production est raccordée indirectement au réseau via un réseau privé appartenant à une entité juridique différente du producteur. Nous précisons dans la suite du document si il s'agit d'un raccordement indirect au sens large ou un raccordement indirect avec entité juridique différente.

consommateur puisque l'électricité conventionnelle du fournisseur est en partie remplacée par celle produite par le système photovoltaïque, qui s'avère être moins chère. Par ailleurs, l'autoconsommation à l'échelle individuelle permet parfois de réduire de manière significative les coûts de raccordements de l'installation photovoltaïque, en particulier lorsque la puissance du système photovoltaïque est largement inférieure à la puissance souscrite en consommation.

Dans le cadre d'un bâtiment collectif d'habitation, il n'est a priori pas possible de réaliser une seule installation en autoconsommation pour la totalité de la consommation du bâtiment puisque les consommateurs sont des entités juridiques différentes, chacune disposant de son point de raccordement au réseau public (cf Figure 6). La réalisation d'une installation PV en autoconsommation sur les communs est possible mais le taux d'autoconsommation sera limité par la faible consommation des équipements pendant les heures de production. Dès lors, deux possibilités seraient envisageables :

1) **réaliser une installation en autoconsommation totale** avec les risques de :

- limiter fortement la puissance crête de l'installation PV de manière à atteindre 100 % d'autoconsommation, ce qui revient à tuer le gisement de la toiture.
- augmenter la consommation des communs pour augmenter la part d'électricité consommée
- installer des systèmes de stockage coûteux et donc renchérir le coût de production.

2) **réaliser une installation en vente du surplus** en exploitant toute la toiture. Le fort surplus généré devra alors être valorisé⁵.

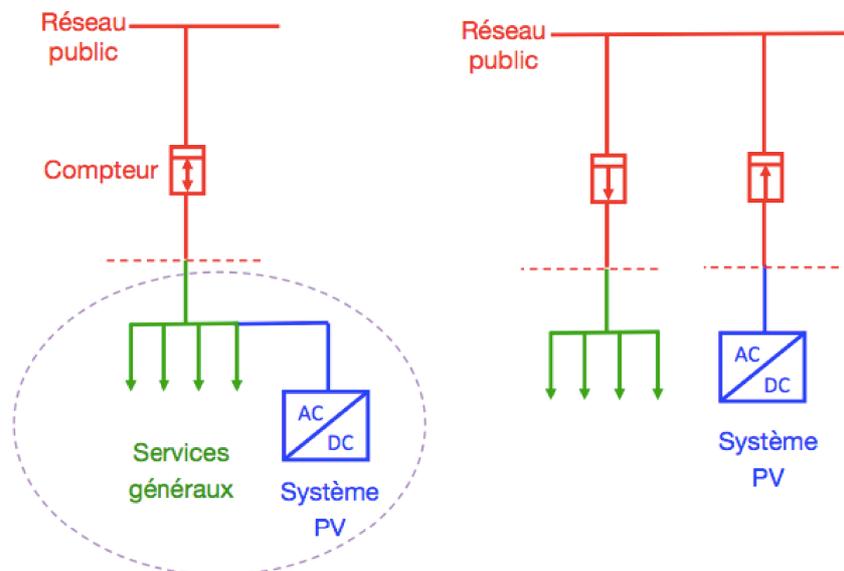


Figure 6: Autoconsommation individuelle (à gauche) et Injection de la totalité (à droite). Source: Hespul

Une alternative à un raccordement sur le compteur des communs est de réaliser plusieurs installations de petites tailles, chacune raccordée physiquement par un câble dédié à un logement du bâtiment, avec la nécessité dans certains cas (très grande nombre d'utilisateurs) de recourir à des produits non standards, comme des micro-onduleurs. Cependant cette solution génère d'importants surcoûts dus à la complexité de câblage dans des bâtiments avec un nombre important de consommateurs,

5 Or, la disparition des tarifs d'achat au-dessus de 100kWc implique soit la réponse aux appels d'offres de la CRÉ (avec le risque encouru par les porteurs de projets de ne pas être sélectionnés) ou la vente sur le marché ou à un fournisseur à un tarif très bas, de l'ordre de 4-6c€/kWh. Pour les installations de puissance inférieure à 100kWc, le tarif T5 existe encore à 5,51c€/kWh, et la publication de l'arrêté tarifaire qui supprimera l'intégration au bâti est attendu pour permettre de réaliser des installations bac lestées dans l'existant à un tarif restant à déterminer, étant au mieux équivalent au T4 à 11,8c€/kWh.

complexifie la maintenance à cause de la multiplicité des équipements et présente un risque que les solutions ne soient plus disponibles lors du remplacement des onduleurs. Par ailleurs, cette solution revient à de l'autoconsommation (un seul consommateur) et en a donc les défauts : marge de manœuvre limitée pour le déplacement de usages en période de production dans les logements, risque de surconsommation du fait d'une impression d' « électricité gratuite », etc⁶.

Comptage virtuel et autoconsommation collective

L'autoconsommation collective, par le biais du comptage virtuel, consiste à remplacer une solution matérielle complexe de câblage dans des bâtiments hébergeant plusieurs consommateurs qui aurait été nécessaire pour l'autoconsommation par une solution logicielle qui attribue la production aux consommateurs du bâtiment selon une clé de répartition pré-définie (cf Figure 7). Ce type de schéma ne requiert aucune infrastructure particulière puisqu'il s'agit de développer une seule installation en toiture permettant ainsi de baisser le coût de production comparé à de petits systèmes.

La répartition de la production est appelée « comptage virtuel », signifiant littéralement que, dans ce cas, les infrastructures physiques comme les câbles et les compteurs sont remplacés par les données.

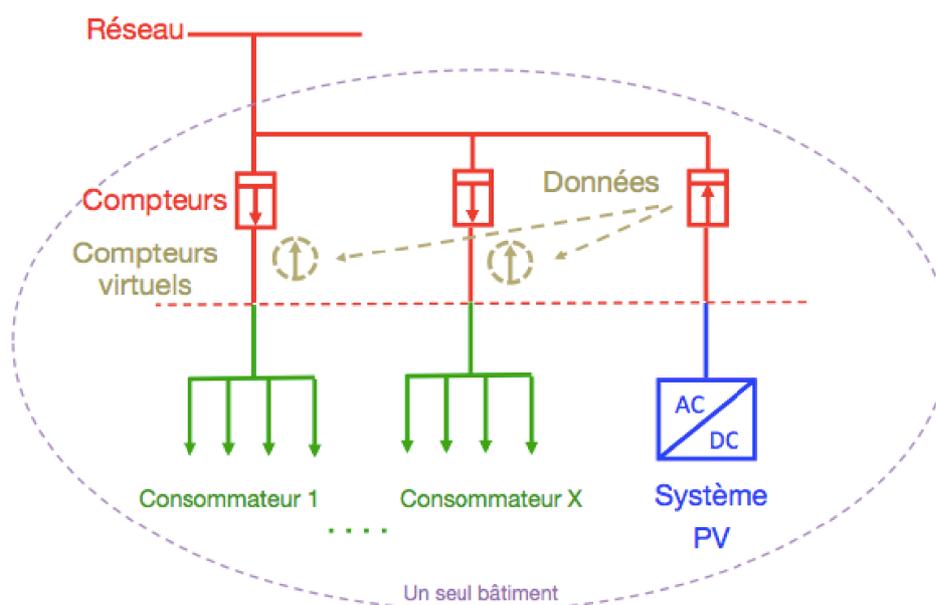


Figure 7: Autoconsommation à l'échelle du bâtiment, avec plusieurs consommateurs et une installation PV. Exemple avec une colonne montante publique. Source: Hespul

Ce schéma peut aussi s'appliquer à l'échelle d'un îlot de bâtiments, à la différence que dans ce cas, les bâtiments pouvant être séparés par des voiries, le coût évité du remplacement de câbles et de compteurs qui serait nécessaire à la mise en œuvre d'une solution d'autoconsommation grâce au comptage virtuel est encore plus important qu'à l'échelle du bâtiment.

Périmètre de la mission

Les schémas d'autoconsommation collective décrits ci-dessus sont applicables sur réseau public ou

⁶ Sur ce sujet d'autoconsommation individuelle, lire la note d'Hespul publiée en Janvier 2014 mais toujours d'actualité : <http://www.hespul.org/autoconsommation-opportunit-e-ou-vraie-fausse-piste/>



privé. La différence tient aux responsabilités afférentes aux différentes parties prenantes (producteur, gestionnaire de réseau privé, gestionnaire de réseau public, fournisseur) sur le comptage, l'achat d'électricité complémentaire et la facturation.

A l'heure actuelle, en France, la réalisation d'un schéma en autoconsommation collective sur réseau privé (colonne montante privé lorsque l'opération est à l'échelle d'un bâtiment, réseau privé liant les bâtiments concernés dans le cas d'un îlot) n'est pas autorisée dans le secteur résidentiel. Dans le secteur tertiaire, la conclusion de l'affaire opposant Valsophia à ENEDIS⁷ est attendue pour savoir si un tel schéma serait autorisé. Par ailleurs, l'ordonnance sur les réseaux fermés, transposition en droit français de l'article 28 de la directive européenne 2009/72/EC, dont la publication est attendue début 2017, permettrait *a priori* la réalisation d'un réseau privé dans des opérations neuves «à l'intérieur d'un site industriel, commercial ou de partage de services géographiquement limité et qui, ..., n'approvisionne pas de clients résidentiels »⁸. Enfin, il n'existe pas de cadre législatif à ce jour qui permettrait de sortir des parties de réseau public de la concession, en somme de privatiser des bouts de réseau.

Au vu de ce contexte, cette étude visant à fournir un montage pouvant être répliqué au-delà de l'expérimentation et au-delà de cas bien particuliers, la mission se limite à l'exploration de schémas d'autoconsommation où le réseau alimentant les différents consommateurs est public.

4. Montage juridique

Le cadre légal de l'autoconsommation collective étant adopté par le biais de l'ordonnance n° 2016-1019 du 27 juillet 2016 prise en exécution du 3^{ième} de l'article 119 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, il s'agit de le transcrire juridiquement dans le contexte applicable à Habitat Marseille Provence (ci-après dénommé « HMP »).

Sous réserve de satisfaire aux conditions techniques décrites ci-dessus, le choix d'un mode contractuel doit respecter les dispositions des articles L. 315-1 et L. 315-2 du Code de l'Energie.

Une lecture attentive de ces dispositions et qu'il convient d'interpréter strictement dans l'attente de la publication du décret d'application annoncé ci-dessus, impose que pour être qualifiée d'opération d'autoconsommation collective les quatre conditions suivantes doivent être cumulativement réunies :

- Le producteur consomme pour lui-même une partie de l'électricité produite par son installation (article L. 315-1 du Code de l'Energie)
- Les producteurs et consommateurs doivent être raccordés sur un même départ basse tension (article L. 315-2 du Code de l'Energie⁹)
- Le producteur est autorisé à fournir de l'électricité à plusieurs consommateurs dès lors qu'ils sont liés entre eux par l'intermédiaire d'une personne morale (article L. 315-2 du Code de l'Energie)

⁷ Voir : décision du CoRDIS du 6/05/2015 (Valsophia c/ ERDF)

⁸ Directive 2009/72/CE du Parlement européen et du conseil du 13 juillet 2009 concernant les règles communes pour le marché intérieur de l'électricité et abrogeant la directive 2003/54/CE.

⁹ L'article L. 315-2 du Code de l'Energie dispose de son côté que « l'opération d'autoconsommation est 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 sur une même antenne basse tension du réseau public de distribution ».

- Cette personne morale a vocation à être « organisatrice » de l'opération d'autoconsommation collective en assurant le rôle de coordination entre producteur/consommateurs/gestionnaire de réseau public de distribution (article L. 315-4 du Code de l'Energie)

Une lecture extensive de l'ordonnance est fournie en Annexe page 57.

Schéma contractuel

La transposition de ces dispositions implique le schéma contractuel est ainsi représenté comme suit :

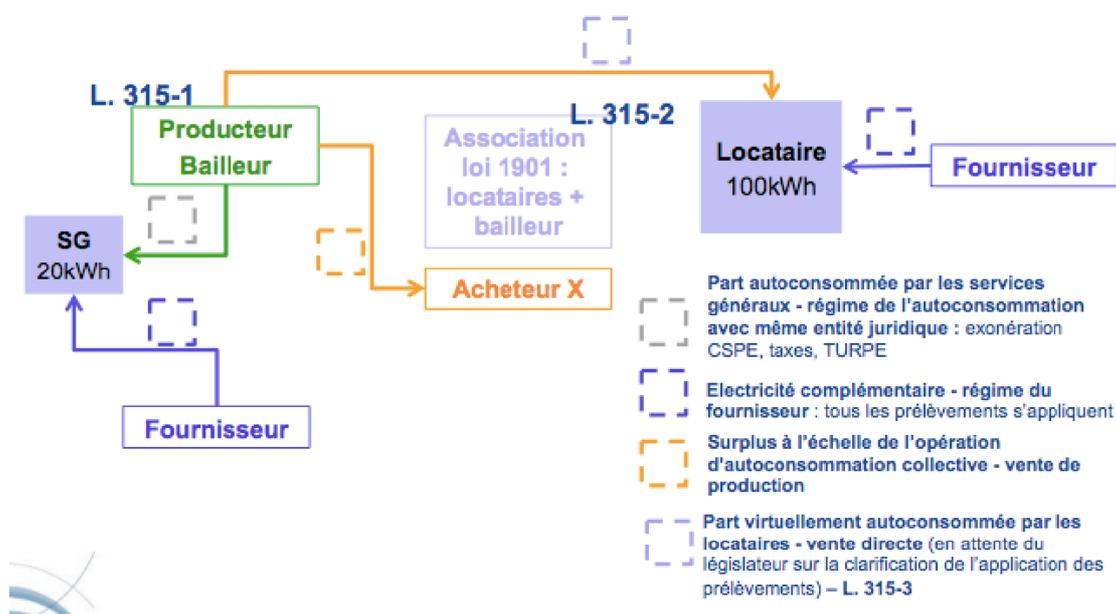


Figure 8. Schéma contractuel de l'opération d'autoconsommation collective proposée.

▪ Propriétaire de l'installation (Producteur) : HMP

En l'état de la définition du cadre légal de l'autoconsommation, et pour qu'il y ait autoconsommation, il est en effet nécessaire que le propriétaire de l'installation consomme pour lui-même une partie de l'électricité produite (cf Figure 9), ce qui ne serait pas possible si un tiers devait être propriétaire de l'installation (comme c'est le cas dans les schémas classiques de location de toiture à un producteur qui vend par exemple).

L'ordonnance a souhaité inscrire un lien entre le producteur qui doit être consommateur d'une partie de l'électricité produite comme socle du dispositif. Si tel ne devait pas être le cas, il existe un risque non négligeable de requalification du projet.

Le cadre réglementaire se trouve être ici très restrictif et devrait faire l'objet d'une adaptation pour permettre la mise en place d'une structure dédiée à l'autoconsommation sous forme d'une société dans laquelle les consommateurs pourraient adhérer mais encore des tiers investisseurs ou d'autres intervenants (comme des collectivités également) pour faciliter le montage contractuel de l'opération ainsi que son financement. Cette contrainte contractuelle fait l'objet d'une recommandation au chapitre 8.



Pour compléter le propos, on précise en tant que de besoin que, l'idée de mutualiser la propriété de la centrale photovoltaïque avec les locataires pour en partager la propriété (sous couvert par exemple d'un financement participatif) pose la question de la solvabilité de la société à créer et de sa réelle capacité à assurer le financement dans le temps du projet (et à souscrire à un emprunt pour le complément).

Par ailleurs, en termes de coûts de fonctionnement, une telle structure risquerait d'être très lourde à gérer et nécessiterait un formalisme pas ou peu adapté à la situation. Ce modèle ne peut néanmoins pas totalement être écarté et, le cas échéant, pourrait faire l'objet d'une étude complémentaire.

A ce stade de l'étude, nous retiendrons que le propriétaire de l'installation doit être HMP et qu'il doit consommer pour ses propres besoins à savoir pour ses services généraux (SG) en complément de l'électricité consommée via le réseau public.

L'étude a montré qu'HMP a la capacité juridique d'être qualifié de producteur d'électricité quand bien même cette activité n'entrerait pas celle l'objet social de l'office en application des dispositions de l'article 88 de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010¹⁰.

10 Cet article dispose en effet que :

« II. - Toute personne morale peut, quelle que soit la mission pour laquelle elle a été constituée, exploiter une installation de production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil dont les générateurs sont fixés ou intégrés aux bâtiments dont elle est propriétaire ».



Degrés d'implication d'HMP dans le projet de développement d'un modèle d'autoconsommation collectif

Le préalable de l'étude :
 - la définition du producteur (Art. 315-1 Code Energie)
 - le périmètre de la notion de collective

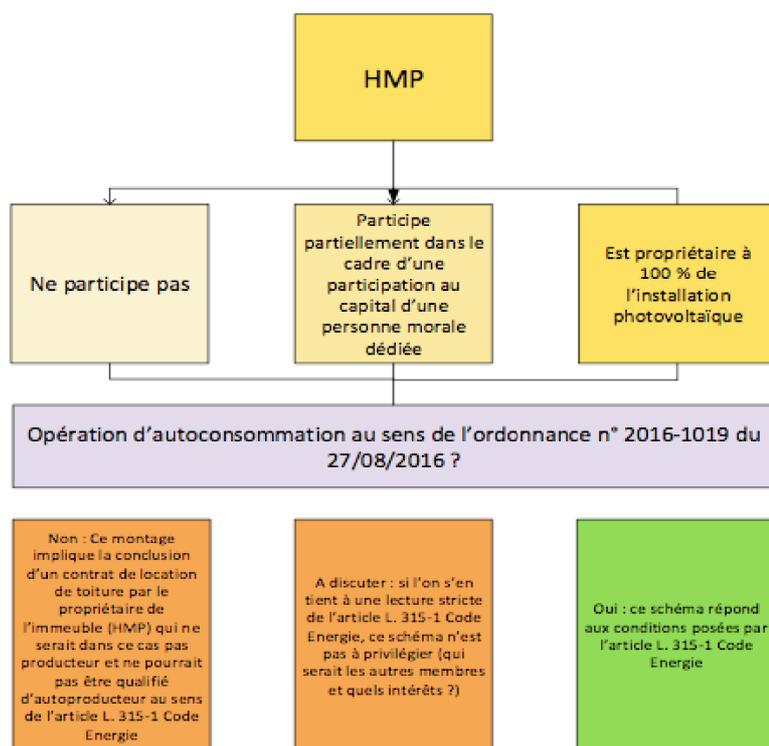


Figure 9: Degrés d'implication possibles d'HMP dans le développement de l'installation de production. Source: Cabinet Brun Cessac.

- **Consommateurs : locataires d'HMP et les autres consommateurs dans le périmètre géographique** (en l'état des possibilités techniques rappelées en introduction de ce chapitre p.16)

Les consommateurs concernés par l'opération seront constitués en majorité de locataires d'HMP qui trouveront par ce biais la possibilité de diversifier leur source d'approvisionnement d'énergie électrique. Ce dispositif devra faire l'objet d'une contractualisation avec HMP sous forme d'un contrat de vente de la production issue de l'installation et contenant l'ensemble des dispositions nécessaires à protéger les droits des consommateurs tels que celui du libre choix du fournisseur.

Ces liens contractuels seront de même nature en cas de contractualisation avec des services publics ou d'autres entités présente dans le périmètre du projet (et/ou à l'avenir).

- **Personne morale organisatrice de l'opération d'autoconsommation : Association des consommateurs de la Centrale PV de Frais Vallon**

La question s'est posée de savoir quelles sont les limites de compétence à attribuer à cette personne morale organisatrice de l'opération d'autoconsommation collective.

Les exemples de structure mis en avant par les autorités consultées à l'occasion de la

publication de l'ordonnance telle que la Commission de régulation de l'Energie par exemple mettent en avant des dispositifs contractuels comme la coopérative.

Or, l'ordonnance n'impose néanmoins aucun dispositif de manière obligatoire. Elle n'impose pas non plus au sens strict que cette personne morale achète le volume d'électricité produite en vue de sa revente au consommateur ce qui l'exposerait de façon non négligeable à une requalification en qualité de fournisseur d'électricité (avec les conséquences applicables qui imposent un lourd dispositif administratif et financier inadapté aux projets d'autoconsommation).

Nous proposons de retenir le modèle contractuel le plus souple et le moins générateur de frais tel qu'une association de type loi 1901.

En l'état de notre compréhension de ce dispositif, celle-ci en tant que personne morale est susceptible d'intervenir comme structure faisant office de facilitatrice entre le producteur et les consommateurs.

Elle repose sur un principe de liberté d'adhésion (toute adhésion forcée étant prohibée puisque contraire au principe fondamental de la Liberté d'Association).

L'avantage de cette forme juridique est d'être très simple.

L'adhésion peut se faire au moyen d'un formulaire d'adhésion qui peut être joint au contrat de vente de l'électricité produite par HMP.

Ses statuts devront répondre aux conditions posées par l'ordonnance (ie. « *Indiquer au gestionnaire de réseau public de distribution compétent la répartition de la production autoconsommée entre les consommateurs finals concernés* »).

L'adhésion à l'Association est ouverte y compris aux personnes publiques qui souhaitent être partie prenantes de l'opération.

Vraisemblablement plusieurs opérations d'autoconsommation collective devront être créées à l'échelle du quartier au vu des critères définis par l'ordonnance (cf chapitre 5). Le décret d'application de l'ordonnance devrait venir préciser si une personne morale peut porter plusieurs opérations d'autoconsommation collective.

Profil de l'autorité organisatrice de l'autoconsommation : l'Association des consommateurs de l'électricité produite par la centrale PV de Frais Vallon	
Type loi du 1 ^{er} juillet 1901) – caractéristiques générales	<p>Intérêt collectif = production d'énergie renouvelable</p> <p>Objet social : organisatrice de l'opération d'autoconsommation (cf article L315-2 Code énergie) et but non lucratif</p> <p><i>Nota : l'association va devoir fixer les modalités de répartition de la production sans que cela puisse être considéré comme de la gestion d'affaire pour le compte du producteur ni comme une activité lucrative.</i></p>
Forme l'association	<p>Elaboration de statuts emportant adhésion au projet avec le mode de fonctionnement du projet</p> <p>Elaboration d'un règlement intérieur pour décrire les modalités d'adhésion</p>

Quels sont les associés ? Deux associés minimum (pas de maximum)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ adhérents de l'association ▪ producteur du service (HMP) ▪ collectivités territoriales (sous conditions délibération etc...)
Quelle est la part de collectivités territoriales, leurs groupements ?	Il n'y a pas de limite sous réserve de la requalification et nécessite une délibération motivée en cas d'adhésion d'une collectivité
Quel capital social minimum ?	Sans objet
Quels droits de vote	Fixés dans les statuts
L'association est-elle éligible pour les subventions ?	Oui / sous condition
L'association peut-elle distribuer les dividendes à ses associés ?	Non – en cas de partage de bénéfice, l'association s'expose à faire l'objet d'une requalification devant les tribunaux en société créée de fait

- **Vente du Surplus de l'électricité produite : Fournisseur d'électricité**
HMP a enfin la possibilité de vendre le surplus de la production électrique non consommée à un fournisseur selon un contrat de gré-à-gré au tarif du marché.

Impact du schéma de raccordement sur les relations contractuelles entre HMP et les locataires

Le schéma contractuel pour être viable et duplicable à d'autres actifs doit présenter les caractéristiques d'un modèle économique stable et pérenne.

Le chapitre 5 ci-dessous a vocation à présenter les différents scénarios d'étude économique possibles en fonction des choix techniques présentés ainsi que des optimisations financières liées aux régimes des participations financières exigibles ou non.

Indépendamment de l'arbitrage financier qui sera ainsi fait, ce schéma aura des conséquences contractuelles pour HMP et pour ses locataires

Avant le branchement de chacun des locataires/consommateurs à l'installation de production, HMP devra contractualiser avec un ensemble d'interlocuteurs et notamment :

- Désignation bureau d'études / conception / validation des solutions techniques
- Obtention du financement / subventions / aides publiques disponibles
- Elaboration des statuts de l'association et du règlement intérieur contenant le principe grille de répartition entre les consommateurs
- Appel d'offre pour la désignation de l'entreprise chargée de la réalisation des travaux et conclusion des contrats correspondants
- Appel d'offre pour la désignation de l'entreprise chargée de la maintenance de l'équipement de production photovoltaïque des contrats correspondant (choix du mode de maintenance de l'équipement en interne/externe)
- Souscription des assurances correspondantes
- Obtention d'une autorisation d'urbanisme (déclaration préalable / modification aspect extérieur d'un bâtiment) et purge des délais de recours



- Accomplissement des formalités administratives classiques auprès du gestionnaire du réseau (demande de raccordement, contrat d'accès au réseau, convention d'exploitation)
- Réalisation des travaux et mise en service de l'installation
- Conclusion des contrats
 - De vente de l'électricité produite avec les consommateurs adhérant au dispositif
 - De vente du surplus de l'électricité produite

Du point de flux financier lié à la production d'électricité elle-même, deux impacts contractuels ont retenu notre attention, étant précisé que le contrat de vente du surplus ne fait pas l'objet de spécificité particulière.

Le premier porte sur la gestion de la « facturation » de l'électricité produite par l'installation photovoltaïque et consommée par les services communs (1).

Le second concernant les modes de contractualisation entre HMP et les consommateurs qui décident d'adhérer au dispositif d'autoconsommation (2).

Mode de valorisation de l'électricité consommée par les services généraux des bâtiments propriété d'HMP

Concernant la consommation effectuée par les parties communes (notamment l'éclairage des parties communes, etc ...), HMP devra décider :

- soit de valoriser cette production sous forme « d'économie » sur la facture globale d'électricité acquittée par ailleurs au fournisseur d'électricité,
- soit de valoriser cette production sous forme de charges refacturables à ses locataires ;

Cette dernière hypothèse pose la question du montant de cette facturation mais encore de son caractère réellement « récupérable » au sens du décret n° 87-713 du 26 août 1987 fixant la liste des charges récupérables.

En l'état de la rédaction de ce décret qui n'avait clairement pas visé une telle situation, il existe un doute sur le caractère refacturable de cette électricité consommée dans la mesure où l'électricité qui sera « facturée » n'est pas une « dépense » au sens du décret initial mais encore pose la question de la légalité d'une telle facturation dès lors que le prix aura été fixé unilatéralement par le bailleur étant donné que cette facturation affectera tous les locataires, y compris ceux n'ayant pas adhéré au dispositif d'autoconsommation collective .

En l'état, il pourrait donc être recommandé au bailleur de conserver cette optimisation théorique à sa charge sous forme d'une optimisation de ses coûts de fonctionnement (ratio montant de la charge financière liée au financement de l'installation/réduction de la facture d'électricité des services généraux).

La question qui se pose alors est la quantité d'électricité produite qui peut être attribuée aux services généraux étant donnée qu'elle ne sera pas refacturée aux utilisateurs. Dans un schéma de raccordement où l'installation de production est raccordée sur l'installation électrique intérieure des communs (cf Schéma 2 décrit p. 30), cette quantité peut être importante et est non maîtrisable. Dans un schéma de raccordement en injection de la totalité sur la colonne montante (cf Schéma 3 décrit p.31), cette quantité peut être maîtrisée via la définition de la clé de répartition qui peut attribuer une quantité symbolique aux services généraux. Le chapitre 7 présente les résultats de l'analyse technico-économique pour différents schémas de raccordement.

La mise à jour de la rédaction du décret du 26 août 1987 applicable au secteur résidentiel serait utile



pour clarifier la situation et éviter toute situation de blocage d'autant que l'on sait que les charges refacturables et refacturées est une source abondante de contentieux (cf recommandations p. 52).

Mode de valorisation de l'électricité consommée par les consommateurs (locataires principalement d'HMP)

Les spécificités de ce contrat tiennent au fait qu'ils doivent respecter un certain formalisme inhérent à la conclusion de tout contrat et comporter un exposé clair et précis permettant aux consommateurs de donner pleinement leur accord. On retiendra sans rentrer dans le détail de la rédaction de ce contrat qui devra faire l'objet d'un complément d'étude qu'il devra tenir compte spécificité suivante :

- Droit de rétractation : si le contrat devait être souscrit à distance pour être conforme aux dispositions du code de la consommation ;
- Prix des prestations : devra être conforme à la règle de répartition convenu dans le cadre de l'élaboration des statuts et du règlement intérieur de l'association ;
- Impôts et taxes : la rédaction devra être souple pour permettre l'évolutivité du dispositif ;
- Modalités de facturations : à mutualiser si possible avec la facture des charges ;
- Cas de difficulté de paiement : le contrat ne doit pas méconnaître les dispositions relatives à la tarification spéciale « produit de première nécessité » TPN mais encore fonds de solidarité pour le logement. HMP devra à ce titre tenir compte des difficultés inhérentes à toute facturation aux locataires (en prenant comme principe conservateur, le taux moyen d'impayé sur le parc de logement).
- Respect des données à caractère personnel
- Durée et modalités de résiliation : à caler également en fonction des contrats de locations convenus
- Maintien de la clause de libre choix du fournisseur : bien qu'en l'espèce une telle clause a peu de sens

Concernant la gestion de ce contrat, il devra être tenu compte par HMP des frais de gestion et intégrant une quote-part relative à la maintenance (grille de réparation).

5. Schémas de raccordement, cas et scénarios d'étude économique

Présentation du réseau électrique de Frais Vallon

Le réseau de Frais Vallon est caractéristique de milieux urbains denses (cf Figure 10):

- il est composé de 9 postes de distribution (basse / moyenne tension)
- il est fortement maillé : les bâtiments sont raccordés à au moins deux départs pour permettre une ré-alimentation rapide en cas de panne sur le réseau
- il est très dense : les bâtiments disposent de plusieurs colonnes montantes qui sont parfois alimentées par des départs différents.

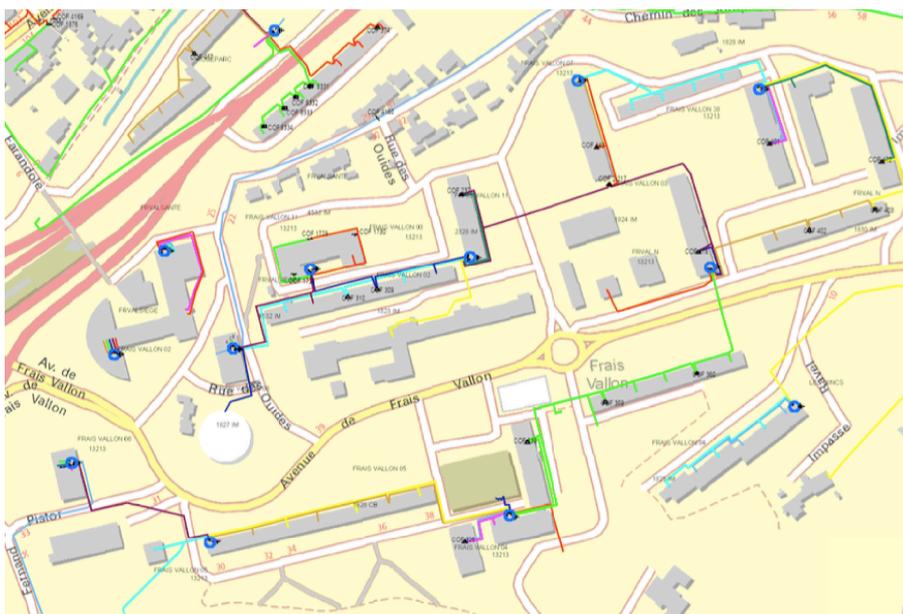


Figure 10: Réseau électrique basse tension de Frais Vallon. Les couleurs représentent les différents départs. Source : ENEDIS.

Possibilités d'opération d'autoconsommation collective

Une seule et unique opération d'autoconsommation collective à l'échelle des 14 bâtiments d'HMP ne paraît pas envisageable compte-tenu :

- de l'exigence consistant à raccorder les points de soutirage des consommateurs et d'injection du producteur sur une même antenne basse tension (article L.315-2 du code de l'énergie),
- du schéma de raccordement des bâtiments constitué de 16 départs (antennes) basse-tension répartis sur 9 postes de distribution.

Par ailleurs, une telle opération ne serait pas éligible aux tarifs d'utilisation du réseau adaptés qui sont mentionnés à l'article L. 315-3 du code de l'énergie puisque le critère est que l'installation de production ait une **puissance maximale de 100kW**.

En revanche, des opérations plus petites et par départ BT peuvent être envisagées, en sachant que pour satisfaire le critère strict d'un raccordement sur un **même départ basse tension** les possibilités sont limitées (cf Figure 11). Le tableau A résume les cas possibles au regard de la configuration actuelle du réseau et des critères de l'ordonnance : il en résulte 11 opérations d'autoconsommation collective.

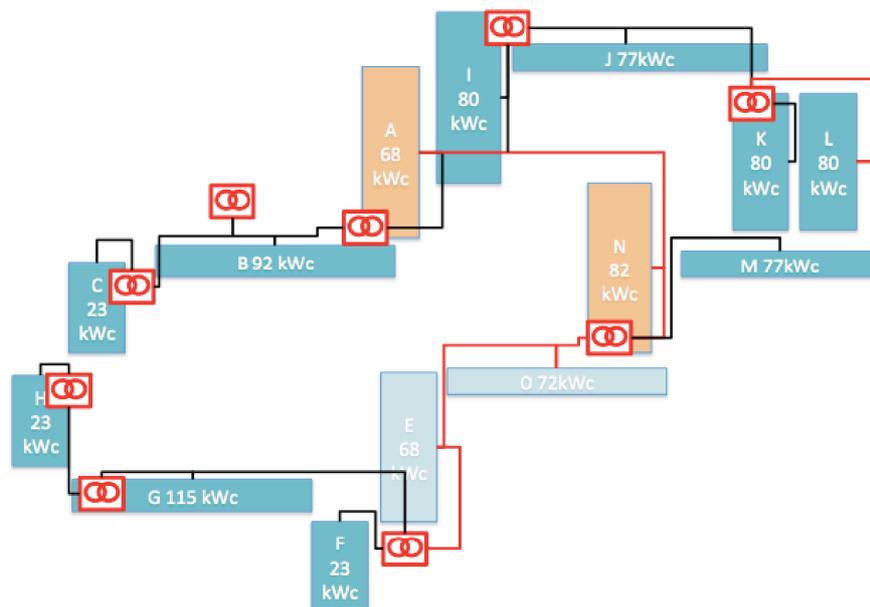


Figure 11: Schéma de raccordement des bâtiments d'HMP au réseau basse tension montrant les départs basse tension qui alimentent plusieurs bâtiments (rouge). Source: Hespul

La plupart des bâtiments sont seuls sur leur départ. Lorsque les bâtiments sont sur un même départ, le potentiel photovoltaïque cumulé excède 100kW rendant l'opération non éligible en l'état aux tarifs adaptés d'utilisation du réseau public.

Dans une perspective d'évolution réglementaire, d'autres configurations (tableaux B et C) peuvent être envisagées si le critère de même départ basse tension est remplacé par celui de **même poste de distribution**, qui permettrait :

1) d'augmenter le taux d'autoconsommation (et donc de minimiser le surplus qui est valorisé à un prix inférieur que le prix de détail des locataires) en associant des bâtiments avec et sans chauffage collectif. L'augmentation de la part autoconsommée est cependant limitée par le fait qu'il n'y a pas de mixité d'usages dans les bâtiments étudiés (pas de bureaux, commerces, etc.).

2) de mieux répartir la production entre des bâtiments plus ou moins producteurs et plus ou moins consommateurs pour favoriser l'équité du dispositif entre locataires.

Tous les bâtiments peuvent être regroupés avec d'autres sauf la tour H, mais qu'il est envisagé de démolir. A nouveau, tous les regroupements proposés engendrent un dépassement du seuil de 100kW.

Deux pistes de travail concrètes peuvent être engagées à la suite de cette étude:

1) reconfiguration du réseau : lorsque l'opération de rénovation urbaine sera mieux connue, la configuration actuelle du réseau devra être discutée avec ENEDIS en vue d'optimiser la conception des opérations d'autoconsommation collective.

2) adaptation de la puissance des systèmes : si le critère des 100kW est maintenu dans l'ordonnance qui est, à l'heure de l'écriture de ce rapport, en processus de ratification, une solution devra être trouvée pour les opérations d'autoconsommation collective dont la puissance est supérieure à 100kW. Plusieurs options sont envisageables :

- si la puissance est supérieure à 140kWc, réorganiser les associations de bâtiments ou de colonnes montantes.
- si la puissance est supérieure à 140kWc, équiper l'installation photovoltaïque avec des onduleurs bridés à 70 % de la puissance crête pour ne pas dépenser une puissance maximale de 100kW. Les pertes générées par ce sous-dimensionnement sont estimées à 0,5 % de la production annuelle de l'installation, c'est-à-dire négligeable

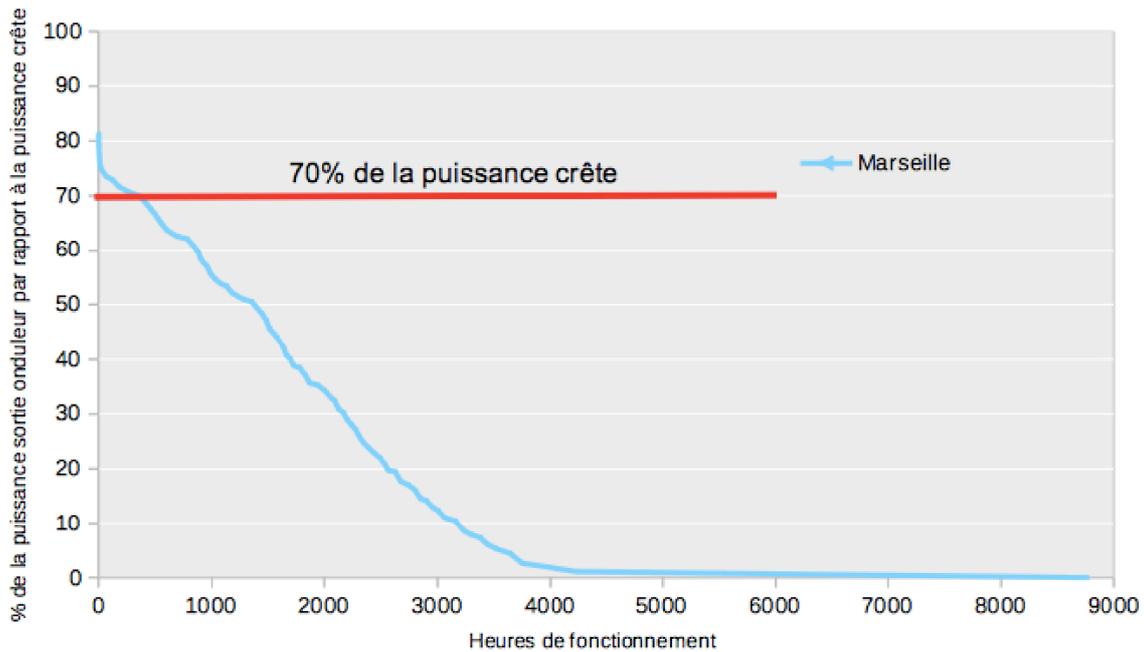


Figure 12: Monotone de puissance d'une installation de production PV à Marseille. Une monotone est le classement des puissances atteintes au pas horaire par l'installation par ordre décroissant. La production annuelle obtenue avec un onduleur bridé à 70% de la puissance crête est inférieure de 0,5% à celle obtenue avec un onduleur dimensionné de manière classique, c'est-à-dire à 90-100 % de la puissance crête. Source : Hespul

Tableau A. Opérations d'autoconsommation collective possibles au regard du critère de même départ basse tension de l'ordonnance.

Opérations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bâtiment(s)	E + O	A + N	M + L	B	C	F	G	H	I	J	K
Puissance PV (kWc)	140	148	157	92	23	23	115	23	80	77	80
Autoconsommation collective envisageable	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Eligibilité aux tarifs spécifiques d'utilisation du réseau	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
Puissance crête par logement (kWc/logement)	0,98	0,90	1,19	0,61	0,23	0,23	0,68	0,23	0,86	2,40	0,88

Tableau B. Opérations d'autoconsommation collective possibles au regard du critère de même poste de distribution dans le but d'augmenter le taux d'autoconsommation (sous réserve de la confirmation par ENEDIS de l'architecture du réseau électrique).

Opérations	1	2	3	4	5	6	7
Bâtiment(s)	E + O	F + G	M + L	B + C	I + J	H	K
Puissance PV (kWc)	140	138	157	115	157	23	80
Autoconsommation collective envisageable	Oui	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui
Eligibilité aux tarifs spécifiques d'utilisation du réseau	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
Puissance crête par logement (kWc/logement)	0,98	0,51	1,19	0,46	1,26	0,23	0,88

Tableau C. Opérations d'autoconsommation collective possibles au regard du critère de même poste de distribution dans le but de mieux répartir la production (sous réserve de la confirmation par ENEDIS de l'architecture du réseau électrique).

Bâtiment(s)	G + F + E + O	N + M + L	J + K + L + M	I + J	B + C	H
Puissance PV (kWc)	278	239	314	157	115	23
Autoconsommation collective envisageable	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Eligibilité aux tarifs spécifiques d'utilisation du réseau	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Puissance crête par logement (kWc/logement)	0,67	1,07	1,23	1,26	0,46	0,23

Description des cas étudiés

Plusieurs cas ont été étudiés pour orienter le choix de la configuration optimale et également pour couvrir différents cas dont on ne sait pas lesquels seront rendus possibles ou au contraire non conforme à la définition de l'autoconsommation collective. Chaque schéma de raccordement a des implications différentes en termes de travaux nécessaires pour le raccordement, de pourcentage d'autoconsommation et autoproduction, et donc de modèle économique.

Autoconsommation sur les communs - Schéma 1

C'est la forme d'autoconsommation classique dans les bâtiments collectifs d'habitation à l'heure actuelle. Ce schéma est en effet réalisable en l'état de la réglementation. Dans ce schéma, le raccordement et le comptage se font comme suit (cf Figure 13):

- l'installation PV est raccordée sur l'installation intérieure des communs, donc en injection du surplus,
- un compteur bidirectionnel (du gestionnaire de réseau public) mesure l'injection et le soutirage des services généraux,
- le surplus (électricité produite mais non autoconsommée par les services généraux) est injecté sur la colonne montante (publique),
- il n'y a pas de compteur de production (cf Figure 14).

Comme précisé précédemment, ce schéma comporte une limite importante : le taux annuel d'autoconsommation de la production et pose un problème de valorisation (cf section Autoconsommation au chapitre 3).

Dans ce schéma, la valorisation de l'électricité produite se fait comme suit :

- le consommateur (HMP) voit son index de compteur de consommation diminuer d'autant qu'il autoconsomme la production de la centrale PV en temps réel,
- le consommateur (HMP) achète l'électricité complémentaire (mesurée par le compteur de soutirage) à son fournisseur historique,
- le producteur vend le surplus à un acheteur.

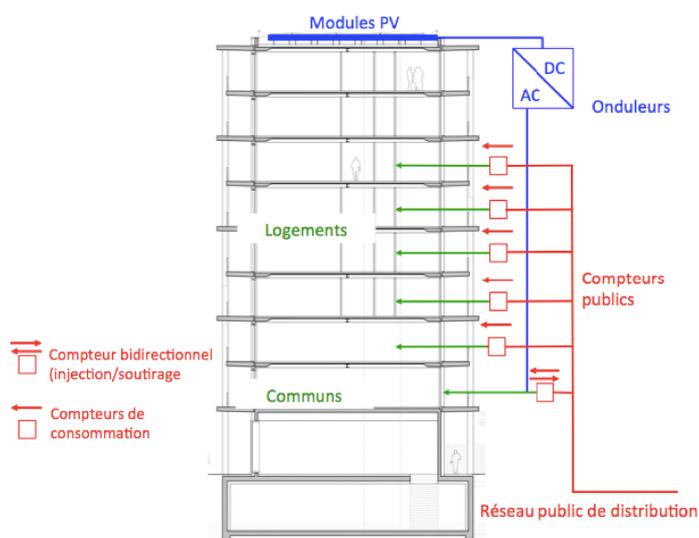


Figure 13. Schéma d'autoconsommation classique des communes (raccordement en injection du surplus). Source : Hespul

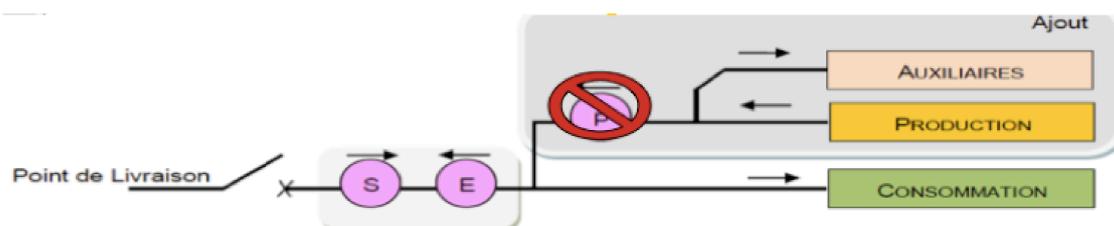


Figure 14: Schéma de comptage en injection du surplus. L'installation de production ne dispose pas d'un compteur public propre, seuls le soutirage et l'injection sont mesurés au point de livraison. Source: ENEDIS, Hespul

Autoconsommation et autoconsommation collective par bâtiment – Schémas 2 et 3

L'autoconsommation à l'échelle du bâtiment est possible à travers deux schémas de raccordement différents.

Schéma 1 : Autoconsommation par les services généraux et autoconsommation collective pour les logements

Ce schéma est rendu possible par la publication de l'ordonnance relative à l'autoconsommation d'électricité. Dans ce schéma, le raccordement et le comptage se font de manière identique au schéma 1 (cf Figure 15).

La différence réside dans la valorisation de l'électricité produite puisqu'une partie du surplus est directement vendue aux locataires :

- le consommateur (HMP) voit son index de compteur de consommation diminuer d'autant qu'il autoconsomme la production de la centrale PV en temps réel et achète l'électricité complémentaire (mesurée par le compteur de soutirage) à son fournisseur historique,
- le producteur vend la partie du surplus collectivement consommée par le bâtiment aux locataires,
- le producteur vend le surplus réalisé au niveau du bâtiment au global à un acheteur.

La réalisation d'un tel schéma doit être confirmée par une étude technique du schéma d'alimentation électrique actuel. En effet, pour le réaliser, la faisabilité technique de deux options sont à vérifier et à comparer le cas échéant :

- de raccorder entre eux les services généraux dans le cas de bâtiments disposant de plusieurs abonnements pour ne disposer que d'un seul point de livraison (ceci aura des répercussions sur les contrats d'achat d'électricité et les tarifs d'utilisation des réseaux)
- ou de diviser l'installation PV en autant de colonnes montantes, chaque partie étant raccordé sur l'installation intérieur d'un abonnement des services généraux, en vérifiant que ces abonnements soient bien alimentés par le même départ basse tension.

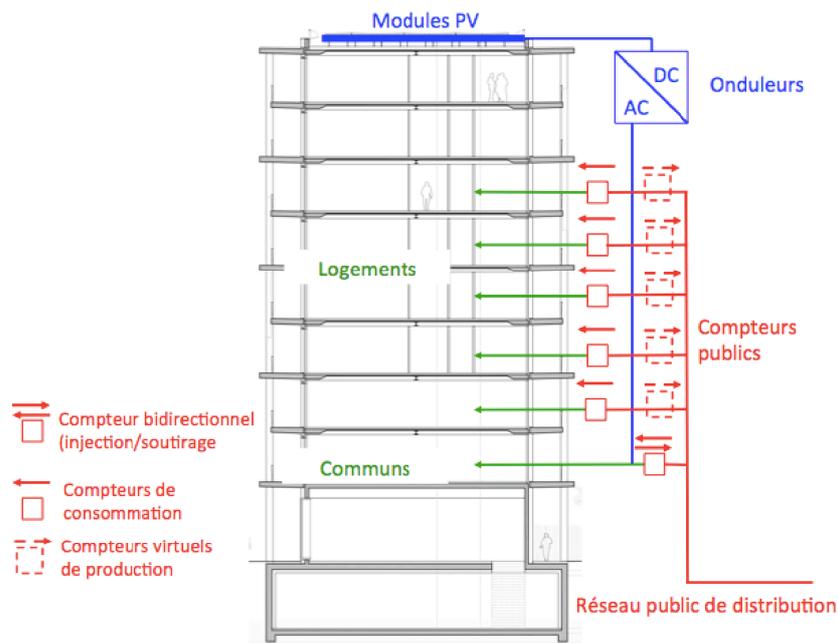


Figure 15. Schéma d'autoconsommation sur les services généraux (raccordement en injection du surplus) et valorisation du surplus auprès des logements (autoconsommation collective). Source : Hespul

Schéma 3 : Autoconsommation collective pour les logements et les services généraux

Ce schéma est rendu possible par la publication de l'ordonnance relative à l'autoconsommation d'électricité. Dans ce schéma, le raccordement et le comptage sont différents des schémas 1 et 2 (cf Figure 13):

- l'installation PV est raccordée sur la colonne montante publique, donc en injection de la totalité,
- un compteur de consommation mesure la consommation totale de chaque logement (ici, la consommation est égale au soutirage),
- l'installation de production dispose d'un compteur de production de manière à reconstituer les flux (cf Figure 17).

La différence avec le schéma 2 réside dans le fait que l'intégralité de la production transite par la colonne montante et que le surplus au niveau du bâtiment est attribué aux locataires mais également aux services généraux (selon une clé de répartition à définir):

- le producteur vend une partie de l'électricité produite qui est collectivement consommée au niveau du bâtiment aux locataires,

- le consommateur HMP se voit attribuer le reste du surplus pour ses services généraux,
- le producteur vend le surplus réalisé au niveau du bâtiment au global à un acheteur.

Pour réaliser un tel schéma, il est nécessaire de **vérifier si les installations PV peuvent raccorder en haut de la colonne montante ou si une réfection des colonnes montantes est nécessaire pour raccorder les installations au pied des colonnes**. Par ailleurs, la même question se pose que dans le schéma 2 de savoir si les colonnes montantes d'un même bâtiment sont bien alimentées par un même départ.

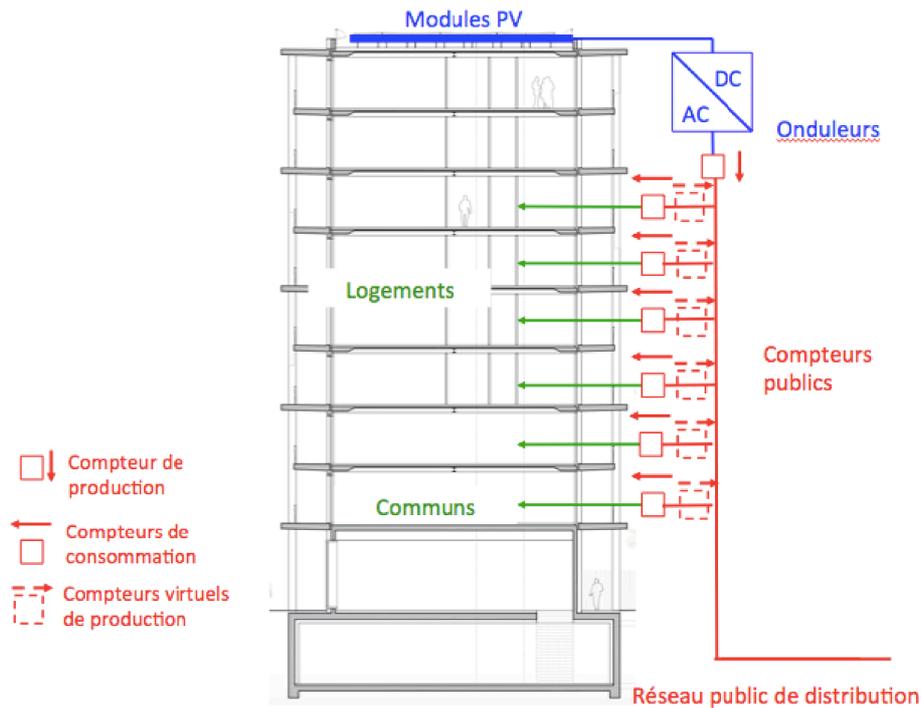


Figure 16. Schéma d'autoconsommation collective sur les logements et services généraux (raccordement en injection de la totalité). Source : Hespul

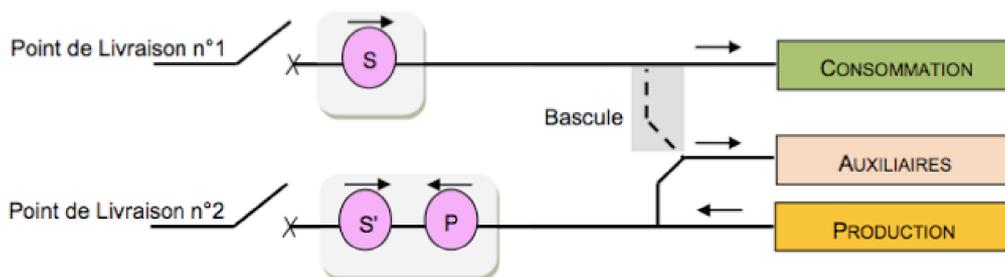


Figure 17. Schéma de comptage en injection de la totalité. L'installation de production dispose de son propre point de raccordement au réseau (non mutualisé avec celui de la consommation) et d'un compteur public propre. Source: ENEDIS

Autoconsommation collective par groupes de bâtiments – schémas 2 et 3

Les schémas 2 et 3 décrits ci-dessus sont également applicables à l'échelle de plusieurs bâtiments. Dans ce cas, l'assiette de répartition est élargie par un plus grand nombre de locataires. La Figure 18 illustre le schéma 3 à l'échelle d'un îlot.

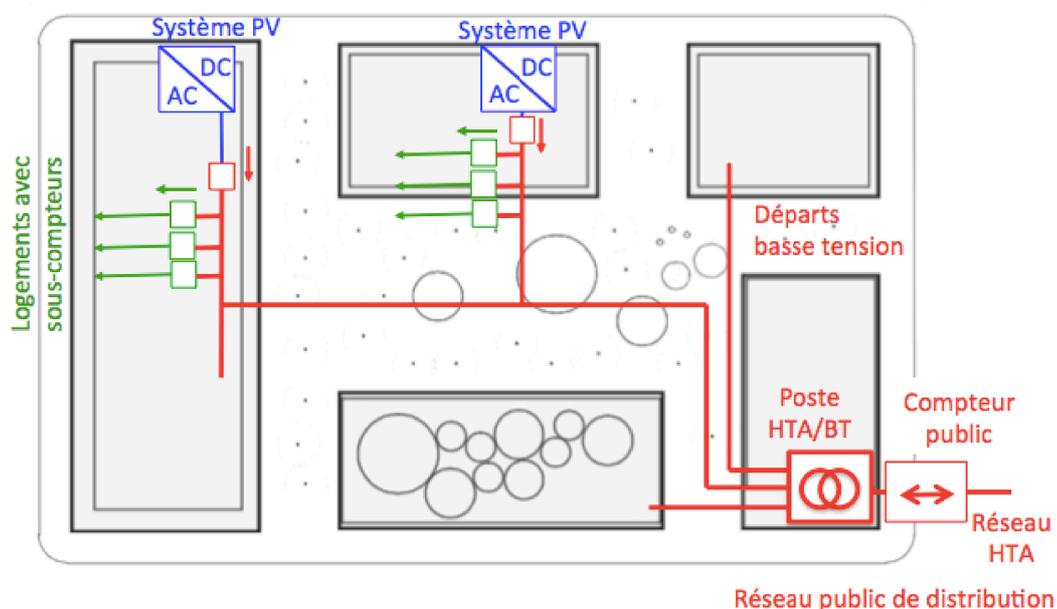


Figure 18 Schéma d'autoconsommation collective sur les logements et services généraux (raccordement en injection de la totalité) à l'échelle de plusieurs bâtiments. Source : Hespul

Différents régimes de prélèvements

Les différents schémas décrits ci-dessus ne sont pas équivalents en termes économiques puisque les prélèvements vont s'appliquer de manière différente selon les quantités (cf Figure 8):

			
	Part autoconsommée par les services généraux	Electricité complémentaire fournie par le fournisseur historique	Part virtuellement autoconsommée (passage par la colonne montante)
Schéma 1	X	X	
Schéma 2	X	X	X
Schéma 3		X	X
Prélèvements applicables sur les différents quantités			
TURPE	0	100 %	micro-TURPE (en attente d'une consultation de la CRÉ)
CSPE	0	100 %	100 % dans l'état actuel de la réglementation
TCFE	0	100 %	100 % dans l'état actuel de la réglementation
TVA	0	100 %	dans l'état actuel de la réglementation

Dans les schémas 1 et 2, l'installation de production étant raccordée sur l'installation intérieure des

services généraux, elle génère une diminution nette des kWh mesurés au point de livraison, diminuant de fait la quantité sur laquelle s'applique les différents prélèvements. L'enjeu est donc le régime qui va être applicable à la part virtuellement autoconsommée par les locataires (et les services généraux dans le schéma 3), c'est-à-dire l'électricité transitant par la colonne montante publique. **Le choix entre ces différents configurations, et surtout entre les schémas 2 et 3, n'est donc pas anodin.**

Répartition de la production dans le cadre de l'autoconsommation collective

Il s'agit ici de décrire le principe de la clé de répartition de l'électricité produite et donc le principe de comptage virtuel qui permet la mise en œuvre d'une seule installation PV dont la production est mutualisée pour un certain nombre de consommateurs (ici les locataires et les services généraux).

L'article L. 315-4 du code de l'énergie, introduit par l'ordonnance relative à l'autoconsommation d'électricité, en établit les grands principes:

1) **l'établissement d'une clé de répartition** : « La personne morale mentionnée à l'article L. 315-2 organisatrice d'une opération d'autoconsommation collective indique au gestionnaire de réseau public de distribution compétent la répartition de la production autoconsommée entre les consommateurs finals concernés. »

2) **la modification des index des compteurs de consommation des usagers concernés par le gestionnaire de réseau** : « Lorsqu'un consommateur participant à une opération d'autoconsommation collective fait appel à un fournisseur pour compléter son alimentation en électricité, le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité concerné établit les index de consommation de l'électricité relevant de ce fournisseur en prenant en compte la répartition mentionnée à l'alinéa précédent. »

Le décret d'application viendra préciser les modalités de comptage afférentes et les conditions de répartition. En l'attente de ces éléments, nous proposons ici un principe de répartition dans le but de matérialiser les enjeux de mise en œuvre. La Figure 19 permet d'illustrer ce principe sur une journée type comme suit :

- Le gestionnaire de réseau (GRD) relève les compteurs de production et consommation.
- Le GRD reconstitue les flux physiques (injection / soutirage) au niveau de l'opération (ici au niveau du bâtiment) **au pas 10 min**
 - 80 kWh sont autoconsommés cette journée-là par le bâtiment dans sa globalité
 - 216 kWh sont injectés et consommés par d'autres utilisateurs sur le réseau.
- La personne morale a préalablement transmis au gestionnaire de réseau sa clé de répartition :
 - priorité aux services généraux
 - la production autoconsommée restante est répartie également entre les 50 logements
- Le GRD attribue la production aux consommateurs suivant cette clé de répartition
 - 16 kWh sont attribués aux services généraux
 - 64 kWh sont répartis entre les 50 logements, résultant en l'attribution de 1,3 kWh au compteur virtuel de production de chaque logement.
- Le GRD transmet les **index journaliers** aux parties prenantes :
 - aux fournisseurs historiques : le nouvel index de consommation dont doivent s'acquitter les locataires auprès de leurs fournisseurs historiques de ceux-ci. Cet index est égal à la



- consommation totale moins la quantité affichée par le compteur virtuel de production.
- au producteur (HMP) : l'index du compteur virtuel de production.

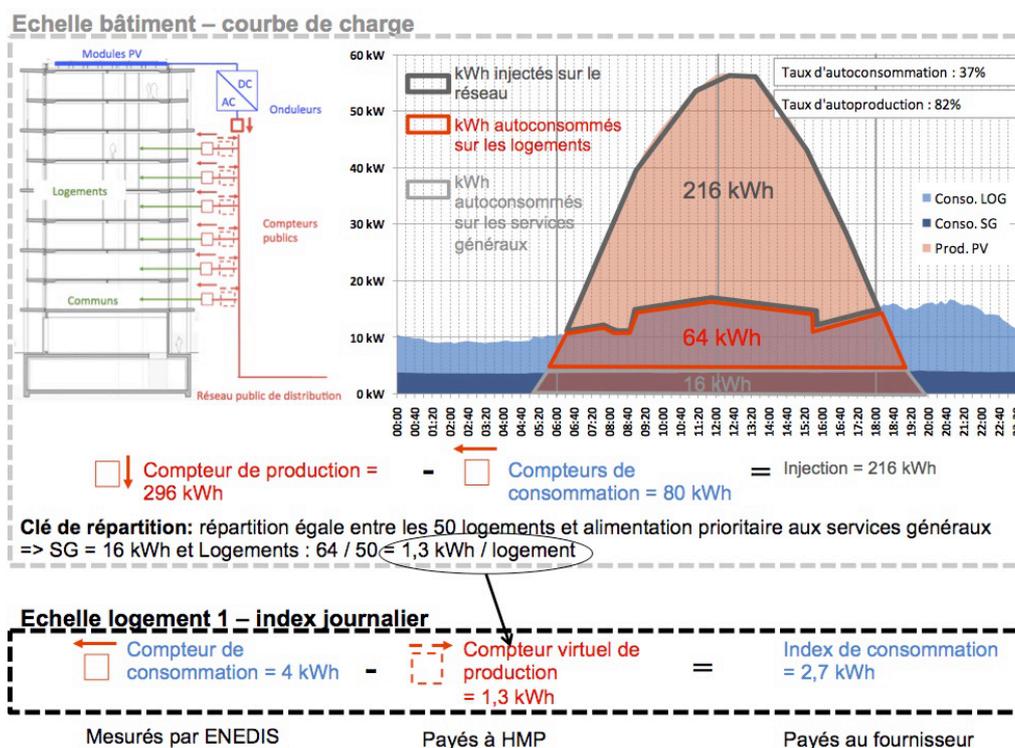


Figure 19: Exemple de la répartition de la production PV sur les logements pour une journée type

Dans la description ci-dessus, les éléments sujets à débat et qui devront être définis par le décret sont les suivants :

- l'utilisation d'une courbe de charge pour la reconstitution des flux au niveau du bâtiment :**
 il nous semble logique de procéder ainsi pour établir la quantité d'électricité produite qui transite effectivement uniquement sur la colonne montante et pourrait faire l'objet d'un tarif d'utilisation adapté. Deux possibilités sont envisageables pour la mise en œuvre de ce choix :
 - obtenir le consentement des locataires pour l'enregistrement de la courbe de charge du compteur Linky (en l'absence de ce compteur, cette option est impossible) et procéder à l'agrégation des courbes de charges des locataires souhaitant participer au dispositif
 - installer un compteur en pied de colonne montante (en amont des points de raccordement des consommateurs et producteurs). Ceci suppose que tous les locataires participent au dispositif ou d'adapter la clé de répartition en conséquence. Cette option est difficilement réalisable si plusieurs bâtiments sont rassemblés dans une même opération d'autoconsommation collective, sauf s'ils ont un départ basse tension dédié (pas d'autres bâtiments sur le départ).
- la soustraction de la quantité virtuellement produite par les logements à leur index journalier de consommation :** il est proposé que, s'agissant de la valorisation de l'électricité produite, et étant donné les précautions prises ci-dessus (bilan physique au niveau du



bâtiment), le bilan d'auto-consommation à l'échelle de chaque logement soit fait sur la journée (et non pas au pas de temps 10 min). En effet, le risque d'une approche à un pas de temps plus fin est que certains logements se voient attribuer un index 10 min qui dépasse leur consommation individuelle totale, et que l'excédent soit donc perdu (il ne sera pas payé et sera une perte sèche pour HMP). Une approche consistant à attribuer une quote-part de la production autoconsommée en fonction du profil de consommation effectif des logements n'est pas recommandé parce que :

1. elle introduit une inéquité entre les locataires où sont favorisés les logements les plus consommateurs en journée sans aucune garantie que cette consommation soit vertueuse (elle peut simplement être due à l'occupation différente des logements par leurs utilisateurs, ou pire à une surconsommation parce que l'électricité PV est moins chère que celle du réseau).
2. elle serait très complexe à traduire dans la clé de répartition.

Des recommandations allant dans ce sens sont élaborées dans le chapitre p. 52.

6. Scénarios économiques

Conception des simulations

Sur chaque bâtiment, un calcul est mené au pas de temps de 10min sur une année, et compare la production photovoltaïque en toiture, aux consommations d'électricité du bâtiment (SG, logements).

Ce calcul s'appuie sur un ensemble d'hypothèses, de modélisations et de consommations réelles tirées de campagnes de mesures. Pour fluidifier la lecture, les composantes principales de ce calcul ont été placées en Annexe.

La simulation de consommation est un point clé dans les études d'autoconsommation puisque la valorisation de l'électricité produite dépendra fortement de la proportion vendue aux locataires et consommée par les services généraux.

Taux d'autoconsommations/autoproduction obtenus

Une fois les hypothèses de production et de consommation fixées, il est possible de comparer, sur une année au pas de temps de 10min, La quantité d'énergie photovoltaïque autoconsommée par bâtiment ou groupe de bâtiment. Les résultats sont présentés par entité dans le Tableau 4, et à l'échelle du quartier dans le Tableau 3. On illustre par ailleurs en Figure 20, les courbes moyennes de consommation et production, en hiver et en été, sur les 3 configurations principales rencontrées: B,G,A,E,I,K,L,N (chaudières individuelles gaz), tours C,F,H (PAC sur air avec une faible production PV), et J,M,O (PAC avec forte production PV).

Res unitaires	Nb logs	Puiss PV	conso LOG	conso SG	conso TOT	Prod PV	Auto conso	Autoprod SG	Autoprod Logt	Autoprod Globale	Pmax tirée réseau						
C	102	23 kWc	0,23 kWc/logt	214 MWh	115 MWh	329 MWh	26 MWh	100%	26 MWh	19%	21 MWh	2%	4 MWh	8%	26 MWh	254 kWh/logt	194 kW
F	102	23 kWc	0,23 kWc/logt	214 MWh	114 MWh	328 MWh	26 MWh	100%	26 MWh	19%	21 MWh	2%	5 MWh	8%	26 MWh	254 kWh/logt	192 kW
H	102	23 kWc	0,23 kWc/logt	214 MWh	114 MWh	328 MWh	26 MWh	100%	26 MWh	19%	21 MWh	2%	5 MWh	8%	26 MWh	254 kWh/logt	192 kW
B	150	92 kWc	0,61 kWc/logt	368 MWh	47 MWh	415 MWh	136 MWh	88%	120 MWh	47%	22 MWh	27%	98 MWh	29%	120 MWh	800 kWh/logt	125 kW
G	168	115 kWc	0,69 kWc/logt	414 MWh	53 MWh	467 MWh	176 MWh	84%	147 MWh	48%	25 MWh	29%	122 MWh	31%	147 MWh	876 kWh/logt	141 kW
J	32	77 kWc	2,40 kWc/logt	66 MWh	36 MWh	102 MWh	111 MWh	37%	41 MWh	45%	16 MWh	37%	25 MWh	40%	41 MWh	1 282 kWh/logt	44 kW
M	40	77 kWc	1,92 kWc/logt	86 MWh	51 MWh	137 MWh	116 MWh	46%	53 MWh	43%	22 MWh	37%	31 MWh	39%	53 MWh	1 329 kWh/logt	60 kW
O	50	72 kWc	1,43 kWc/logt	107 MWh	64 MWh	171 MWh	107 MWh	57%	61 MWh	40%	25 MWh	33%	35 MWh	35%	61 MWh	1 213 kWh/logt	76 kW
A	73	68 kWc	0,94 kWc/logt	175 MWh	21 MWh	195 MWh	103 MWh	68%	70 MWh	48%	10 MWh	35%	60 MWh	36%	70 MWh	962 kWh/logt	59 kW
E	92	68 kWc	0,74 kWc/logt	220 MWh	26 MWh	246 MWh	101 MWh	79%	80 MWh	48%	12 MWh	34%	67 MWh	32%	80 MWh	865 kWh/logt	74 kW
I	93	80 kWc	0,66 kWc/logt	222 MWh	26 MWh	248 MWh	122 MWh	72%	87 MWh	48%	13 MWh	34%	75 MWh	35%	87 MWh	940 kWh/logt	75 kW
K	91	80 kWc	0,68 kWc/logt	216 MWh	25 MWh	241 MWh	122 MWh	71%	86 MWh	48%	12 MWh	34%	74 MWh	36%	86 MWh	944 kWh/logt	73 kW
L	92	80 kWc	0,67 kWc/logt	218 MWh	25 MWh	243 MWh	122 MWh	71%	86 MWh	48%	12 MWh	34%	74 MWh	36%	86 MWh	937 kWh/logt	73 kW
N	92	80 kWc	0,67 kWc/logt	218 MWh	25 MWh	243 MWh	122 MWh	71%	86 MWh	48%	12 MWh	34%	74 MWh	36%	86 MWh	937 kWh/logt	73 kW
E+O	142	140 kWc	0,99 kWc/logt	328 MWh	89 MWh	417 MWh	208 MWh	69%	143 MWh	45%	40 MWh	31%	103 MWh	34%	143 MWh	1 005 kWh/logt	131 kW
A+N	165	148 kWc	0,90 kWc/logt	392 MWh	46 MWh	438 MWh	224 MWh	70%	156 MWh	48%	22 MWh	34%	134 MWh	36%	156 MWh	948 kWh/logt	132 kW
C+B	252	115 kWc	0,46 kWc/logt	583 MWh	162 MWh	744 MWh	162 MWh	99%	159 MWh	36%	59 MWh	17%	101 MWh	21%	159 MWh	632 kWh/logt	261 kW
F+G	270	139 kWc	0,51 kWc/logt	628 MWh	168 MWh	796 MWh	202 MWh	96%	194 MWh	39%	65 MWh	21%	129 MWh	24%	194 MWh	718 kWh/logt	268 kW
J+K	123	157 kWc	1,27 kWc/logt	282 MWh	61 MWh	344 MWh	233 MWh	56%	130 MWh	49%	30 MWh	36%	101 MWh	38%	130 MWh	1 060 kWh/logt	103 kW
J+I	125	157 kWc	1,25 kWc/logt	288 MWh	62 MWh	350 MWh	233 MWh	57%	132 MWh	49%	30 MWh	35%	102 MWh	38%	132 MWh	1 058 kWh/logt	105 kW
M+L	132	157 kWc	1,19 kWc/logt	303 MWh	76 MWh	379 MWh	237 MWh	60%	142 MWh	48%	36 MWh	31%	106 MWh	37%	142 MWh	1 076 kWh/logt	117 kW
O+E	142	140 kWc	0,99 kWc/logt	328 MWh	89 MWh	417 MWh	208 MWh	69%	143 MWh	45%	40 MWh	31%	103 MWh	34%	143 MWh	1 005 kWh/logt	131 kW
G+E+O	412	278 kWc	0,68 kWc/logt	956 MWh	257 MWh	1 213 MWh	410 MWh	86%	352 MWh	41%	106 MWh	26%	245 MWh	29%	352 MWh	854 kWh/logt	391 kW
N+M+L	224	237 kWc	1,06 kWc/logt	521 MWh	101 MWh	622 MWh	359 MWh	64%	229 MWh	49%	49 MWh	35%	180 MWh	37%	229 MWh	1 023 kWh/logt	183 kW
14 ensembles	1279	958 kWc	0,75 kWc/logt	2 953 MWh	742 MWh	3 694 MWh	1 413 MWh	81%	1 142 MWh	43%	320 MWh	28%	822 MWh	31%	1 142 MWh	893 kWh/logt	1 179 kW

Tableau 4 : Autoconsommation photovoltaïque par entité (bâtiment ou groupe de bâtiments). Les colonnes « autoproduction » sont calculées en valorisant prioritairement l'énergie photovoltaïque sur les SG, par rapport aux logements

Résultats globaux d'autoconsommation	conso LOG		conso SG		conso TOT		Prod PV		Auto conso		Autoprod SG		Autoprod Logt		Autoprod Globale		Pmax tirée réseau
Bâtiments indépendants	2 953 MWh	742 MWh	3 694 MWh	1 413 MWh	70%	995 MWh	33%	246 MWh	25%	749 MWh	27%	995 MWh	1 452 kW				
Bâtiments indépendants + décalage LL+LV	2 953 MWh	742 MWh	3 694 MWh	1 413 MWh	74%	1 048 MWh	33%	246 MWh	27%	802 MWh	28%	1 048 MWh	1 465 kW				
Bât + Groupement V17 (E+O / A+N)	2 953 MWh	742 MWh	3 694 MWh	1 413 MWh	71%	998 MWh	34%	249 MWh	25%	749 MWh	27%	998 MWh	1 433 kW				
Bât + Groupement V18 (E+O / B+C / M+L / F+G / J+K)	2 953 MWh	742 MWh	3 694 MWh	1 413 MWh	73%	1 038 MWh	38%	255 MWh	25%	753 MWh	28%	1 038 MWh	1 279 kW				
Bât + Groupement V19 (G+E+O / C+B / N+M+L / H)	3 241 MWh	803 MWh	4 044 MWh	1 646 MWh	72%	1 183 MWh	39%	316 MWh	27%	866 MWh	29%	1 183 MWh	1 383 kW				
Tous les bâtiments regroupés (cas idéal non réaliste)	2 953 MWh	742 MWh	3 694 MWh	1 413 MWh	81%	1 142 MWh	43%	320 MWh	28%	822 MWh	31%	1 142 MWh	1 179 kW				

Tableau 3 Autoconsommation photovoltaïque à l'échelle du quartier dans différents cas de regroupements des bâtiments





Type de regroupement	Priorité SG dans comptage	Priorité Logements dans comptage
Bâtiments indépendants	1 à 17	1 à 3.6
Regroupement V17 (E+O / A+N)	1 à 17	1 à 3.6
Regroupement V18 (E+O / B+C / M+L / F+G / J+K)	1 à 2	1 à 1.5
Regroupement V19 (G+F+E+O / C+B / N+M+L / I+J)	1 à 2	1 à 1.5

Tableau 5. Ecart maximum de taux d'autoproduction sur la consommation individuelle des logements, selon les regroupements de bâtiments et la priorité donnée soit aux locataires soit aux services généraux dans l'utilisation de la production.

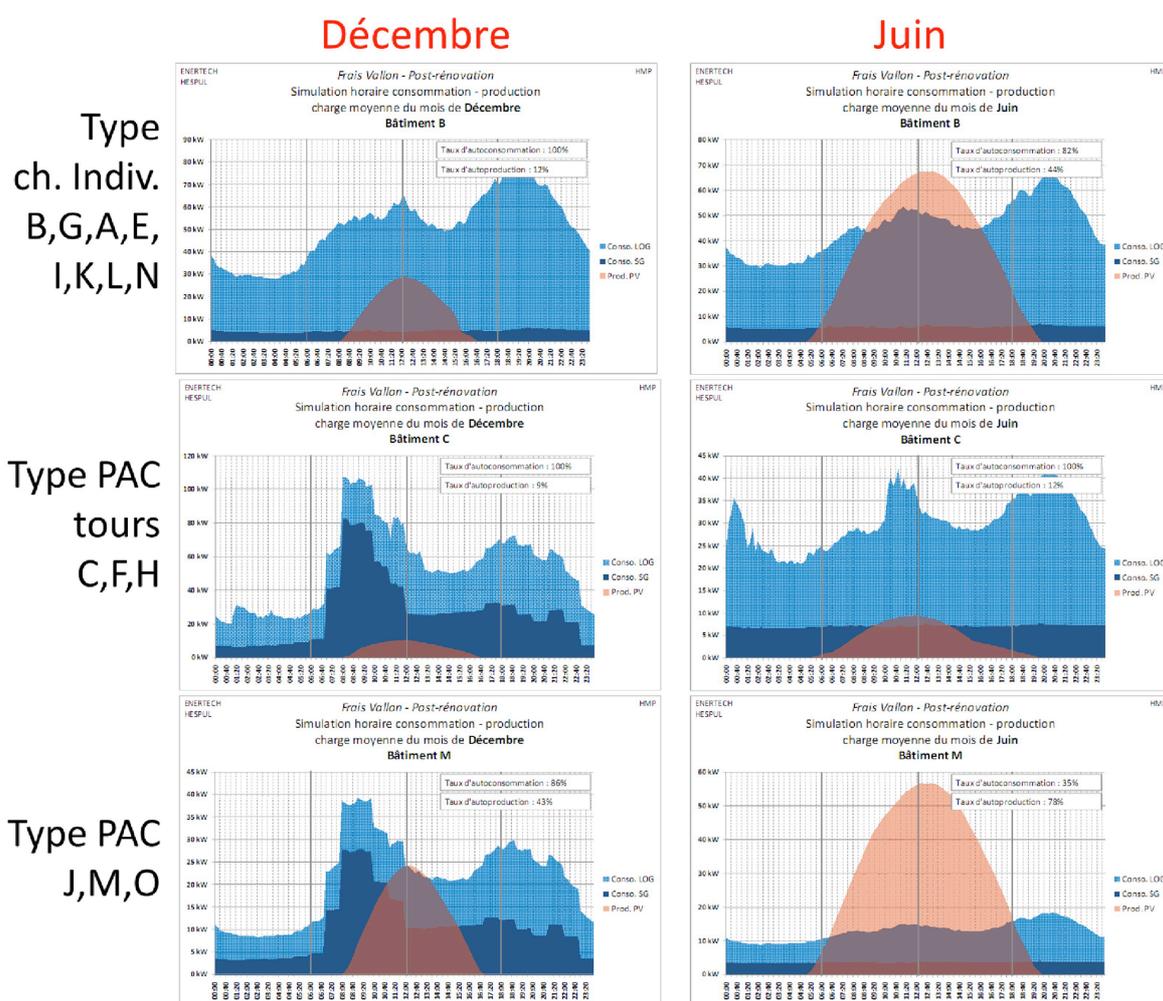


Figure 20: Moyenne mensuelle hiver/été de consommation et production, pour chaque type de bâtiment. Source: Enertech

A l'échelle du quartier

Le Tableau 3 (cf-dessus) nous montre que le taux d'autoconsommation maximal théorique du quartier est de 81% (avec une autoproduction de 31%) si l'on considère tous les bâtiments interconnectés en une seule et même installation. Ce cas n'est pas réaliste au regard des critères qualifiant une opération



d'autoconsommation collective dans le code de l'énergie (cf explications p. 23), mais donne la limite de ce qui est atteignable en termes de valorisation locale de l'électricité.

A l'échelle du bâtiment

Dans le cas de 14 indépendants, on arrive à 70% d'autoconsommation et 27% d'autoproduction globale. Ces taux deviennent 74% et 28%, dans le cas (théorique) où tous les lave-linge et lave vaisselles sont utilisés entre 9h et 16h (heure solaire). L'impact du décalage de ces équipements est donc faible, d'une part parce qu'ils représentent une faible part de la consommation annuelle des logements (8% de la facture, dont 3% sont déjà consommés aux heures de production PV), d'autre part parce que l'excédent de production photovoltaïque ne concerne, pour l'essentiel, que les bâtiments J,M,O.

A l'échelle de plusieurs bâtiments

Les regroupements ont été expliqués dans la section intitulée Possibilités d'opération d'autoconsommation collective, p.24). Les différents regroupements de bâtiments, ne modifient le taux global d'autoconsommation que de 1 à 3%, et le taux global d'autoproduction que de 1 à 2%. La raison est double :

- Excepté pour les bâtiments J,M,O (qui ne représentent que 10% des logements et 16% de l'électricité produite), il y a très peu d'électricité PV injectée sur le réseau par les bâtiments.
- Excepté pour les tours C et F (16% des logements, H n'étant pas « groupable » du fait de son isolement électrique), il y a peu de marge d'autoproduction supplémentaire sur les bâtiments du fait de la non-mixité d'usage.

Ce résultat montre que les regroupements de bâtiment ne sont pas utiles pour l'augmentation des taux d'autoconsommation/autoproduction moyens du quartier.

Néanmoins, lorsqu'on rentre dans le détail des bâtiments (Tableau 4), on se rend compte de la **grande variabilité du taux d'autoproduction** (SG+logements) d'un bâtiment à l'autre : 1 à 5 (tours vs bâtiment J). La variabilité est similaire voire plus grande si l'on regarde le taux d'autoproduction des logements uniquement : 1 à 3,6 si on priorise l'autoconsommation des logements, et 1 à 17 si on priorise l'autoconsommation des SG.

Il semble difficilement acceptable que dans un bâtiment la facture individuelle d'électricité des locataires diminue de 74€, alors que dans un autre elle ne diminue que de 10€. L'autoconsommation sur SG rétablit un peu la balance (elle est importante sur les tours), mais ne constitue pas un levier suffisant, surtout dans le cas du schéma 3 où on priorise l'autoconsommation sur les logements. Par ailleurs, nous avons évoqué le risque d'une impossibilité de refacturer les kWh autoconsommés par les services généraux aux locataires et donc, si ce risque est confirmé, la nécessité de minimiser cette quantité (schéma 3).

Pour compenser cette inégalité du bénéfice, il nous semble que la solution la plus transparente pour les locataires consisterait à ce qu'HMP applique un prix de vente de l'électricité variable d'un bâtiment à l'autre (tout en conservant le prix moyen qui permet d'équilibrer pour lui le coût global de production)¹¹. Mais, comme expliqué plus haut, cette variabilité a des limites : HMP ne peut vendre l'électricité à ses locataires qu'entre 0ct€TTC/kWh et 14.6ct€TTC/kWh (niveau du TRV). Or cette marge est insuffisante pour assurer l'équité entre les locataires.

C'est ici que les regroupements de bâtiments interviennent pour, non pas augmenter le taux d'autoproduction à l'échelle du quartier, mais contribuer significativement à rétablir l'équité

¹¹ Une solution alternative consiste à rétablir l'équilibre en affectant aux logements une quantité autoconsommée différente de celle attribuée par ENEDIS au compteur virtuel de production. Cette solution a été écartée parce que jugée plus complexe à mettre en œuvre et potentiellement source d'incompréhension de la part des locataires et de signaux contradictoires sur la quantité d'électricité effectivement consommée par les locataires.



financière entre les locataires. C'est ce que montre le Tableau 5. Hors considération de la tour H (qui ne peut être regroupée avec aucun bâtiment d'après le plan du quartier, et qui sera vraisemblablement détruite), les regroupements de bâtiment proposés (notamment V18 et V19) permettent de diminuer l'iniquité d'autoproduction entre logements : 1 à 2 voire 1 à 1.5 si on donne priorité à l'autoconsommation sur les logements par rapport aux SG. Ce taux de déséquilibre peut alors être compensé via des tarifs de vente de l'électricité différenciés, pour arriver à l'équité parfaite.

Extrapolation à 30 ans

La simulation détermine l'autoconsommation/autoproduction physique de l'année 1. La dépréciation de production photovoltaïque est ensuite considérée pour extrapoler le résultat aux 29 années qui suivent. Cette extrapolation est utilisée pour le calcul économique (chapitre suivant), qui est mené sur la durée de vie complète de l'installation.

Hypothèses économiques

Une fois le calcul « physique » d'autoconsommation effectué, il faut le traduire en termes de financier :

- quel gain sur la facture du locataire ?
- quel gain sur la facture des SG, et donc sur les charges du locataire ?

Il faut pour cela partir de la situation de base, c'est à dire la situation actuelle: en l'absence de production photovoltaïque, que paye-t-on exactement ? Comment s'articule la facture ?

Dans la conception des simulations, nous nous plaçons ici dans le cadre où le bailleur valorise la production autoconsommée par les services généraux sous forme de charges refacturables à ses locataires (en référence à la discussion p. 22). Si tel ne devait pas être le cas (charges non refacturées), les économies seraient d'autant plus élevée pour les locataires.

Il faut ensuite définir, dans le cadre de l'autoconsommation photovoltaïque, le coût du kWh PV autoconsommé :

- coût du kWh dans le cas d'une autoconsommation par les logements (=coût de production neutre HMP + prélèvements)
- coût du kWh dans le cas d'une autoconsommation par les SG (=coût de production neutre HMP avec ou sans application des prélèvements).

Les prélèvements sur le kWh photovoltaïque (Turpe variable, CSPE, TCFE, TVA) dépendent du schéma de branchement utilisé : ils sont nuls dans le cas d'une autoconsommation classique (branchement en aval du compteur, cas des l'autoconsommation SG dans le schéma n°2), mais non nuls dans le cas d'une autoconsommation collective c'est à dire utilisant la colonne publique et un comptage « virtuel » (cas de l'autoconsommation logements dans les schémas 2 et 3, et SG dans le schéma 3).

Ces prélèvements ne sont pas fixés juridiquement à l'heure actuelle, et constituent pourtant un enjeu fondamental du dispositif. Aussi il a été nécessaire de les encadrer par deux jeux d'hypothèses haute et basse.

Il est enfin nécessaire de faire une hypothèse sur **l'augmentation à 30 ans du prix de l'électricité**, pour quantifier l'intérêt financier de l'autoconsommation. Un jeu d'hypothèse haute/basse sera proposé sur l'augmentation de la part production, et des différents prélèvements.

Tarif bleu de base du locataire

Pour le tarif bleu de base, l'hypothèse d'un kWh à 14.5ct€TTC, équivalent du TRV (tarif réglementé de vente) est faite pour l'année 1. Le détail est présenté en Erreur : source de la référence non trouvée. La part producteur ne constitue en fait que le tiers du prix du kWh. Les prélèvements constituent les deux

tiers du prix et ont donc un aspect structurant dans le prix du kWh, d'où la question cruciale de leur application au kWh PV.

Pour se fixer les idées, la Figure 22 décompose une facture TTC complète de tarif bleu 6kVA pour une consommation annuelle de 2200kWh (proche de la consommation moyenne d'un logement à Frais Vallon). La facture totale est de 415€TTC/an. L'abonnement (que le locataire paiera quoi qu'il arrive) représente moins du quart de la facture, et la part variable les trois quart restant (318€).

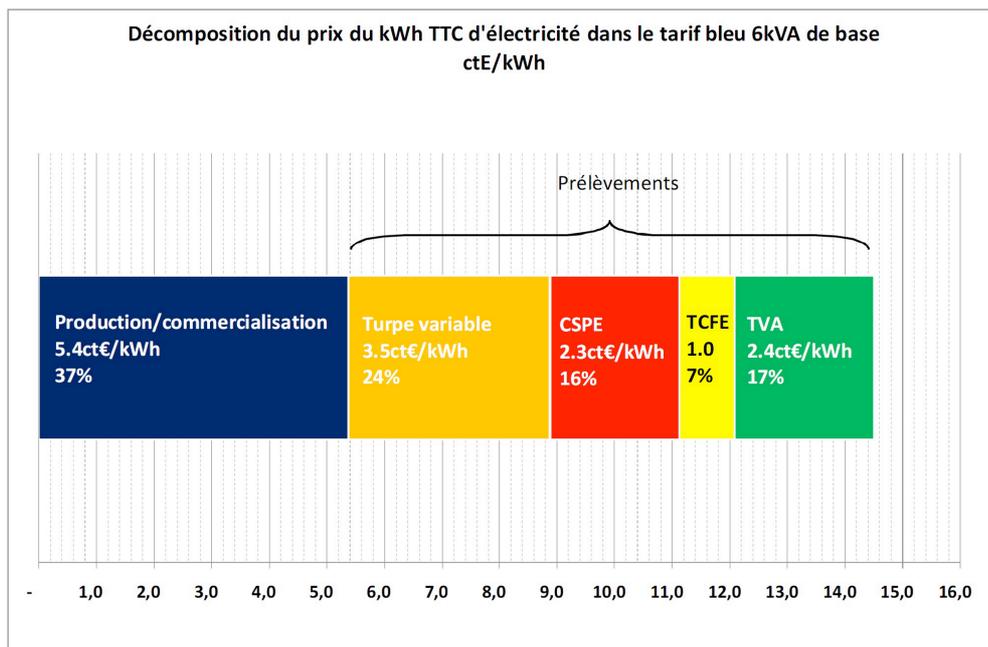


Figure 21: Hypothèse prise sur le coût du kWh TTC du tarif 6kVA de base. Source: Enertech

Prélèvements appliqués au kWh autoconsommé

Dans les schémas 2 et 3 de raccordement, une partie de l'électricité est autoconsommée de manière collective, c'est à dire en transitant par les colonnes montantes publiques. Un certain montant de prélèvements sera donc appliqué à ces kWh (cf section intitulée « Prélèvements appliqués au kWh autoconsommé », p.41). En attente de précisions réglementaires, **nous avons pris deux jeux d'hypothèses sur les prélèvements : haute (équivalent à n'important quel kWh transitant sur le réseau public) et basse (tenant compte des spécificités de l'autoconsommation collective).**

Le Tableau 6 donne les valeurs des prélèvements associés à ces hypothèses en année 1 (les augmentations annuelles définies au paragraphe suivant, sont ensuite appliquées à chaque prélèvement pendant 30 ans).



Hypothèses de prélèvement sur l'autoconsommation collective			
Scénario	Prélèvement	Valeur	Commentaire
Hypothèse haute	Turpe	3.0 ct/kWh	Niveau TRV
	CSPE	2.25 ct/kWh	Niveau TRV
	TCFE	0.96 ct/kWh	Niveau TRV
	TVA	20%	Niveau TRV
Hypothèse basse	Turpe	0.88ct/kWh	Turpe réduit de 75%
	CSPE	0	Prélèvement nul
	TCFE	0	Prélèvement nul
	TVA	20%	Niveau TRV

Tableau 6: Hypothèses hautes et basses faites sur les prélèvements applicables au kWh autoconsommé collectivement. Source: Enertech

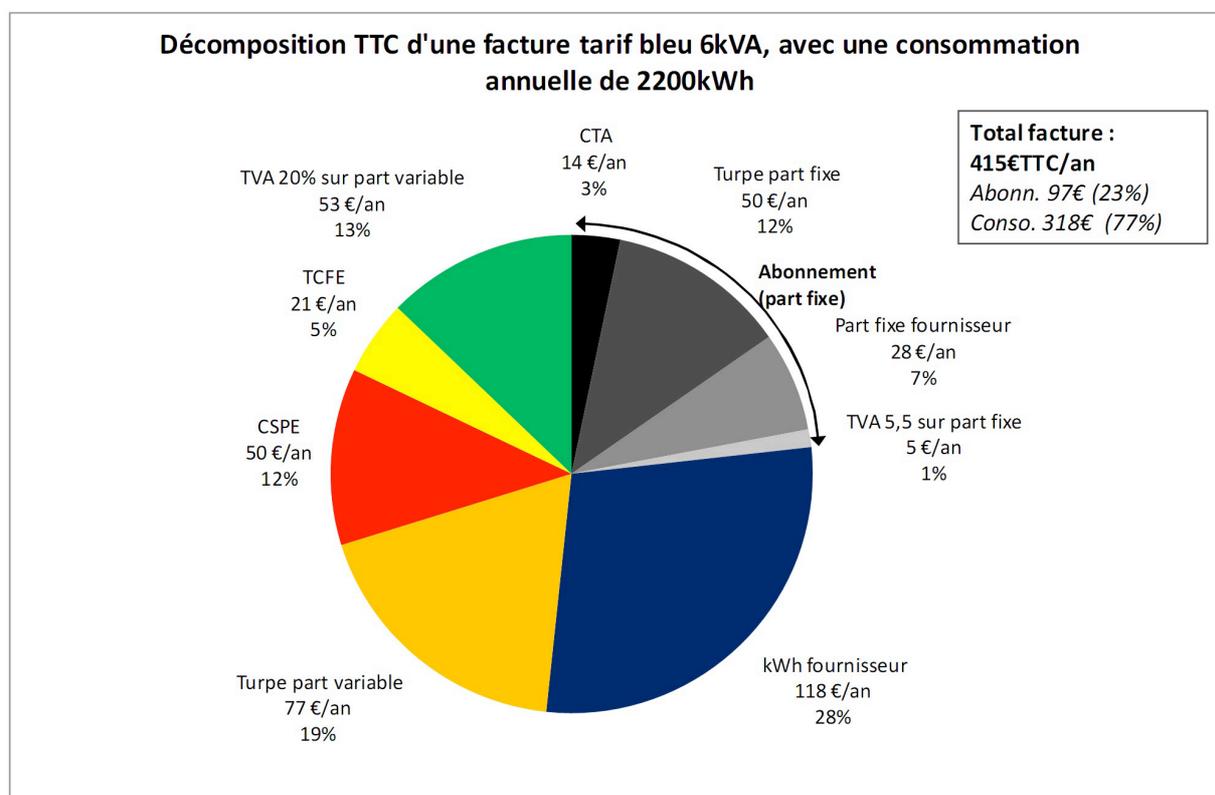


Figure 22: Décomposition TTC d'une facture 6kVA de base (consommation annuelle 2200kWh). Part fixe et variables confondus on trouve : 31% de Turpe, 35% de production, et 34% de taxes et prélèvements divers. Source: Enertech

Concernant le TURPE, l'article L. 315-3 du code de l'énergie indique : « La Commission de régulation de l'énergie établit des **tarifs d'utilisation des réseaux publics de distribution d'électricité spécifiques** pour les consommateurs participants à des opérations d'autoconsommation, lorsque la puissance installée de l'installation de production qui les alimente est inférieure à 100 kilowatts. »

A l'heure de l'écriture de ce rapport, le TURPE 5 vient d'être publié et s'appliquera à partir du 1^{er} août 2017. Or, ce TURPE n'introduit pas de cas spécifiques pour les consommateurs participant à des opérations d'autoconsommation collective au sens de l'ordonnance. Il est donc peu probable que ce TURPE spécifique entre en vigueur avant la révision du TURPE dans environ 4 ans.

Concernant la CSPE, celle-ci n'est pas due sur l'électricité autoconsommée dans les schémas d'autoconsommation classique (raccordement sur l'installation intérieure). Il est argumenté ici les

consommateurs participant à des opérations d'autoconsommation collective devrait également en être exonéré sur la quantité attribuée aux compteurs virtuels de production, dans la mesure où cette électricité est 100 % renouvelable, non-subsventionnée via les tarifs d'achat nationaux, et n'eut égard au passage sur une toute petite partie du réseau public, s'apparente à de l'autoconsommation au sens classique.

Nous verrons que cette hypothèse sur les prélèvements est déterminante dans le résultat (Tableau 8).

Hypothèses d'augmentation du prix de l'énergie sur 30 ans

Pour faire une simulation économique sur 30 ans, il faut se donner :

- Une hypothèse d'augmentation, inflation incluse, des différentes composantes du TRV
- Une hypothèse d'inflation pour raisonner en euros constant

Devant l'incertitude qui pèse aujourd'hui sur les augmentations du prix de l'électricité, nous avons jugé préférable, là encore, de proposer deux jeux d'hypothèse : une augmentation faible et une augmentation forte. Ces hypothèses sont présentées dans le Tableau 7.

L'augmentation réelle du coût de l'électricité n'est pas un élément maîtrisable, et aura malheureusement un impact fort sur l'économie tirée de l'autoconsommation et l'autoconsommation collective. Les coûts comparés avec le kWh photovoltaïque sont présentés dans le paragraphe suivant.

Hypothèses sur l'augmentation du prix de l'énergie Inflation supposée constante : +1.5% sur 30 ans			
Scénario	Prélèvement	Augmentation	Commentaire
Faible Augmentation	Part fixe	+1.5%/an	Augmentation nulle en euro constant
	Part variable fournisseur	+2.5%/an	Prolongation tendance 2006-2016 sur MOYENNE des prix du kWh des ab. 3 à 18kVA
	Turpe variable	+1.5%/an	Augmentation nulle en euro constant
	CSPE	+1.5%/an	stabilisation à partir de 2017 lue sur http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-charges-de-service-public-de-l.html
	TCFE	+1.5%/an	Augmentation nulle en euro constant
Forte Augmentation	Part fixe	+2.5%/an	Prolongation tendance 2006-2016 sur moyenne des coûts des ab. Bleus 3 à 18kVA
	Part variable fournisseur	+4.5%/an	Prolongation tendance 2006-2016 sur prix kWh abonnement bleu base 6kVA
	Turpe variable	+2.5%/an	Cohérence avec part fixe
	CSPE	+6.0%/an	3eur/an (tendance des dernières années) sur 22eur initiaux, moyenné sur 30 ans
	TCFE	+2.5%/an	Cohérence avec part fixe

Tableau 7: Hypothèses sur l'augmentation du prix de l'électricité

Prix comparé kWh photovoltaïque/réseau

Des éléments qui précèdent, on peut dresser une comparaison du prix de l'électricité du réseau, avec le prix de l'électricité photovoltaïque facturée TTC au locataire. C'est ce qui est fait dans le Tableau 8, en supposant la neutralité financière sur 30 ans pour HMP, et 30% de vente de au réseau à 6ct€. L'inflation constante de 1.5% sur 30 ans est corrigée dans les estimatifs à 30 ans.

L'impact du montant du prélèvement est décisif en année 1 : un montant faible de prélèvements permet à l'électricité PV d'atteindre la parité réseau avec un prix de vente TTC de 11,5c€/kWh aux locataires comparé à tarif réglementé de vente à 14,5c€/kWh. Un prélèvement fort crée une électricité plus chère que le réseau. Par contre, sur 30 ans, l'électricité photovoltaïque est moins chère que la tarif de l'électricité conventionnelle même en prenant une hypothèse haute sur les prélèvements.

Coût TTC du kWh Bleu = réseau Rouge = photovoltaïque		Année 1 14.5 ct€	Augmentation du prix de l'électricité	
			Forte	Faible
			Année 30 31.6 ct€	Année 30 16.6 ct€
Prélèvements sur kWh autoconsommé	Forts	17.2 ct€	21.3 ct€	13.3 ct€
	Faibles	11.5 ct€	8.1 ct€	7.7 ct€

Tableau 8: Prix comparés, en euro constant, des kWh réseau tarif bleu 6kVA et photovoltaïque (coût de production+prélèvements), compte tenu des hypothèses présentées dans les paragraphes précédents. Pour l'électricité photovoltaïque on considère 30% d'injection réseau à 6ct€/kWh, et neutralité financière pour HMP sur 30 ans. Source: Enertech

Remarque : la baisse de tarif observée dans certains cas entre année 1 et 30, pour le kWh PV, s'explique par le fait qu'une partie du prix du kWh PV ne subit pas l'inflation. En euro constant, le prix total peut donc diminuer.

Hypothèses sur le tarif de vente au réseau

Le tarif de vente de l'électricité au réseau est supposé fixe pendant 30 ans, à 6ct€/kWh. Il fera l'objet de deux variantes : 4 et 8ct€/kWh.

Ce tarif est important car il influence le tarif de vente de l'électricité photovoltaïque aux locataires. En effet, il entre en jeu dans le calcul de la neutralité financière sur 30 ans, pour HMP. Plus le tarif de vente est bas, plus il augmente le prix de l'électricité PV vendue par HMP à ses locataires (30% environ de l'électricité produite étant injectée sur le réseau).

Modélisation économique

Compte tenu de tous les éléments qui précèdent, il est possible de mener une simulation financière complète sur 30 ans, avec et sans autoconsommation photovoltaïque, du point de vue du locataire. La Figure 23 résume l'ensemble du calcul déroulé dans les simulations.

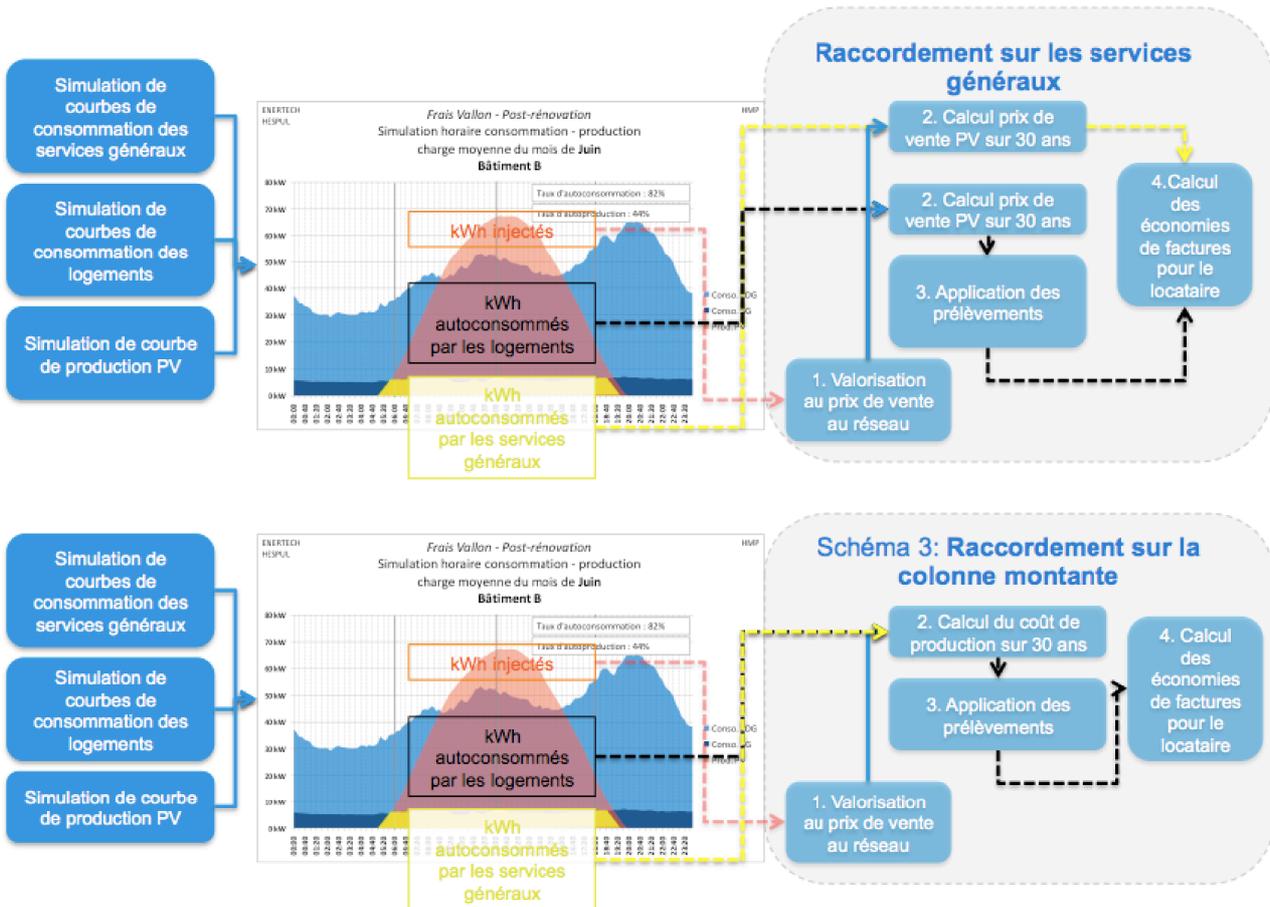


Figure 23: Description du calcul complet mené sur chaque scénario économique, en haut dans le schéma 2 avec raccordement sur l'installation intérieure des services généraux et en bas dans le schéma 3 avec raccordement sur la colonne montante. Source : Hespul, Enertech.

Plusieurs remarques sont à faire ici :

- Dans les deux schémas de raccordement, la même quantité d'énergie photovoltaïque est autoconsommée, et donc injectée sur le réseau. La différence porte sur la répartition SG/logements (priorité aux SG dans le schéma 2, priorité libre – définie par la clé de répartition - dans le schéma 3), et sur la quantité de kWh autoconsommés sur laquelle on applique les prélèvements (Schéma 2 : autoconsommation logement uniquement, schéma 3 : toute l'autoconsommation).
- Dans le cas du schéma 3, nous avons considéré une priorité aux logements sur les SG, et respecté, dans le comptage collectif « virtuel », les quantités réellement autoconsommées au pas 10min.
- Le tarif de vente TTC de l'électricité photovoltaïque au locataire ne peut pas être constant au fil des années, pour 2 raisons : 1/ il est soumis à l'augmentation des prélèvements sur 30 ans (voir hypothèses précédentes) et 2/ il est soumis, selon le principe de neutralité financière pour HMP, à la quantité d'électricité injecté sur le réseau mais aussi au fil des années du fait de la dépréciation légère de production des modules.
- Chaque scénario indiquera néanmoins un tarif de vente unique à l'échelle du quartier, calculé sur le principe de neutralité financière pour HMP, sans distinction faite sur l'utilisation de l'électricité autoconsommée (SG ou logement). Dans les faits, ce tarif pourra être réajusté chaque année en fonction de la quantité réellement injectée sur le réseau.

- Le calcul des économies de facture pour le locataire adhérant au dispositif, est effectué en considérant **sa facture individuelle d'une part** (différence sur les kWh autoconsommés, entre le prix du kWh réseau TTC, et le prix facturé par HMP), et la **baisse de charge** qu'il voit du fait de l'autoconsommation faite sur les SG de son bâtiment (baisse répartie non pas uniquement sur les logements adhérant au dispositif, mais sur tous les logements du bâtiment concerné).
- Concernant le nombre d'adhérents au dispositif : il est toujours considéré à 100%, sauf mention contraire (variantes V13 à V16).
- Enfin dans les regroupements de bâtiments qui comportent des SG tarif bleu et des SG tarif jaune, il a été donné priorité à l'autoconsommation sur les SG tarif bleu (plus intéressant financièrement).

7. Résultats des scénarios économiques

Ce chapitre synthétise les résultats de la simulation économique et tire les principales conclusions de l'analyse de sensibilité réalisée.

Résultats

Ce chapitre décrit les résultats obtenus sur l'ensemble des variantes simulées. Le Tableau 9 liste l'ensemble des variantes simulées, et fournit les économies faites par le locataire (année 1, année 30, et moyenne sur 30 ans en euro constant). Le détail par bâtiment, ou groupe de bâtiments, est donné en annexe.

Il est clair que parler d'une « économie moyenne du locataire » ne va pas de soi. Il semble néanmoins indispensable, pour se fixer les idées et sentir les sensibilités du problème, de mettre ici le problème d'homogénéisation de côté et de parler en économie moyenne à l'échelle du quartier.

Une illustration graphique de l'économie moyenne sur 30 ans sur l'ensemble des variantes, est proposée en Figure 25. Sur cette figure, **nous portons l'attention du lecteur sur le fait que seule une partie des variantes est réalisable en l'état actuel de la réglementation**. Celles marquées d'un point rouge ne sont pas réalisables pour une des raisons suivantes :

- **V2, V3, V5, V6** : ces variantes prennent l'hypothèse de prélèvements faibles (exonération de la CSPE, et TURPE minimum)
- **V18, V19** : ces variantes se basent sur des regroupements de bâtiments non réalisables selon les critères de l'ordonnance (pas sur le même départ basse tension).
- **V20** : cette variante prend l'hypothèse d'un tarif de vente du surplus à 8ct€/kWh, bien au-delà du prix de marché et au-delà également du tarif que consentirait à payer un fournisseur d'électricité 100 % renouvelable. Ce tarif est réalisable uniquement si l'acheteur est par exemple un consommateur à proximité qui valorise qualitativement la fait que cette électricité est verte et locale.

Les variantes V1, V4, V7 et V10 s'appuient sur un schéma d'autoconsommation classique sur SG. **Elles sont données à titre purement indicatif car l'équilibre financier d'HMP est tout simplement impossible sur ces variantes**, les trois quarts de l'électricité produite étant vendue à perte au réseau, entraînant un prix de vente prohibitif de 14ct€/kWh hors prélèvements. **Elles soulignent simplement l'importance de mettre en place un dispositif d'autoconsommation qui implique les logements, pour élever le taux d'autoconsommation de l'électricité produite.**

Jusqu'à la variante V12 sont joués les différents scénarii qui concernent l'augmentation du prix de l'énergie, et le montant des prélèvements appliqués au kWh autoconsommé en collectif. Il est clair que le bénéfice du locataire dépend en premier lieu de ces deux paramètres. On peut raisonnablement

parier sur une augmentation forte du prix de l'électricité en France à long terme. S'agissant des prélèvements, l'incertitude est forte, même si l'on peut souhaiter évidemment que nous nous rapprochions de l'hypothèse basse. Dans ce cas, les schémas 2 et 3 de raccordement fourniraient une économie similaire, avec un avantage léger pour le schéma 2.

C'est pourquoi le scénario V2 est pris en base dans toutes les variantes V13 à V23. Ce scénario s'appuie sur le schéma de raccordement n°2 (autoconsommation sur les SG, puis autoconsommation collective du surplus sur les logements), qui permet un accroissement du bénéfice du fait de l'absence de prélèvement sur le kWh autoconsommé par les SG. Ce scénario est bénéficiaire dès la première année (du fait des prélèvements faibles) avec 27€/an d'économie moyenne par logement. Le bénéfice se renforce d'année en année (du fait de l'augmentation forte du prix de l'électricité du réseau) et atteint 180€/an en année 30. Le bénéfice moyen sur 30 ans est de 96€/an.

Les variantes V13 à V16 explorent l'influence du taux de participation des locataires au dispositif. Ces variantes montrent qu'**un faible taux de participation (25%) suffit à assurer un bénéfice proche du bénéfice obtenu à 100% d'adhésion.** Ceci s'explique par le fait que lorsque peu de logements participent, la part autoproduite de leur facture augmente, ce qui compense l'augmentation du prix du kWh facturé par HMP (conséquence d'une plus grande quantité injectée sur le réseau à 6ct€). Ce phénomène permet de se rassurer sur l'éventualité d'une participation faible en début de dispositif.

Les variantes V17 à V19 montrent l'impact du regroupement de bâtiments. Le bénéfice par locataire ne s'accroît que très peu sensiblement (quelques euros par an). Comme expliqué plus haut, **l'intérêt du regroupement de bâtiments est surtout de faciliter le mécanisme d'égalisation du bénéfice entre locataires, car il diminue les écarts de bénéfice entre les différents groupements.**

Les variantes V20 et V20b permettent de dégager la sensibilité du bénéfice à une variation du tarif de vente du surplus d'électricité PV à un acheteur. On constate que **le tarif de vente du surplus est assez peu influent sur le résultat, du fait de la faible quantité d'électricité injectée (30%).** A 4ct€/kWh, le bénéfice du locataire ne diminue que de 5%, limitant le risque lié à ce paramètre.

La variante V21 montre qu'**une augmentation de 20% du coût de production photovoltaïque diminue significativement le bénéfice la première année (7€ contre 27€ en V2), mais beaucoup moins l'année 30 (170€ contre 180€ en V2).** En moyenne sur 30 ans, l'impact est de -8% soit -16€. Cette variante permettra par extrapolation d'étudier la sensibilité du bénéfice à tout élément qui modifierait le coût de production calculé dans cette étude (au coût des travaux, de la gestion administrative, à l'apport éventuel de subventions, etc.).

Enfin la variante V22 présente le potentiel d'amélioration du bénéfice, en cas décalage des utilisations de lave-linges et lave-vaisselles aux heures de production solaires. **L'amélioration du bénéfice est faible (+6 à 7%),** du fait de la faible part que représentent ces équipements dans la facture d'un logement (moins de 10% de la consommation), mais constitue néanmoins un levier de communication qui permettrait d'impliquer les gens dans la réussite du dispositif, en leur montrant que le bénéfice dépendra aussi de leur usage de l'énergie.



LISTE DES VARIANTES AVEC LES HYPOTHESES									ECONOMIES LOGEMENTS			
Num Variante	Description	Regroupements de bâtiments	Schéma d'autoconsommation			Taux de participation des locataires	Prix de vente du surplus PV	Taxes autoconso	Augment. Prix énergie	eco année 1	eco année 30	eco moyenne sur 30 ans
			Schéma 1	Schéma 2	Schéma 3							
V1			x									
V2	Influence du schéma de branchement taxes mini pris énergie maxi	NON		x		100%	6ct/kWh	Basse	Haute	-7 €/logt/an	36 €/logt/an	13 €/logt/an
V3					x					27 €/logt/an	180 €/logt/an	96 €/logt/an
V4			x							23 €/logt/an	180 €/logt/an	93 €/logt/an
V5	Influence du schéma de branchement taxes mini pris énergie mini	NON		x		100%	6ct/kWh	Basse	Basse	-7 €/logt/an	9 €/logt/an	1 €/logt/an
V6					x					27 €/logt/an	70 €/logt/an	49 €/logt/an
V7			x							23 €/logt/an	67 €/logt/an	46 €/logt/an
V8	Influence du schéma de branchement taxes maxi pris énergie maxi	NON		x		100%	6ct/kWh	Haute	Haute	-7 €/logt/an	36 €/logt/an	13 €/logt/an
V9					x					-6 €/logt/an	105 €/logt/an	44 €/logt/an
V10			x							-21 €/logt/an	77 €/logt/an	24 €/logt/an
V11	Influence du schéma de branchement taxes maxi pris énergie mini	NON		x		100%	6ct/kWh	Haute	Basse	-7 €/logt/an	9 €/logt/an	2 €/logt/an
V12					x					-6 €/logt/an	37 €/logt/an	18 €/logt/an
V13						10%				-21 €/logt/an	24 €/logt/an	5 €/logt/an
V14	Influence du taux de participation des locataires au dispositif	NON		x		25%	6ct/kWh	Basse	Haute	-35 €/logt/an	201 €/logt/an	72 €/logt/an
V15						50%				0 €/logt/an	209 €/logt/an	94 €/logt/an
V16						75%				18 €/logt/an	204 €/logt/an	101 €/logt/an
V17		E+O / A+N								24 €/logt/an	194 €/logt/an	100 €/logt/an
V18	Influence des regroupements de bâtiments	E+O / B+C / M+L / F+G / J+K		x		100%	6ct/kWh	Basse	Haute	27 €/logt/an	183 €/logt/an	96 €/logt/an
V19		G+F+E+O / C+B / N+M+L / I+J								-6 €/logt/an	191 €/logt/an	101 €/logt/an
V20		NON		x		100%	8ct/kWh	Basse	Haute	30 €/logt/an	195 €/logt/an	103 €/logt/an
V20b	Influence du prix de vente de l'électricité injectée sur le réseau	NON		x		100%	4ct/kWh	Basse	Haute	33 €/logt/an	187 €/logt/an	101 €/logt/an
V21	Influence du coût de production PV (2,991 ctHT/kWh +20% soit 9,589 ctHT/kWh)	NON		x		100%	6ct/kWh	Basse	Haute	20 €/logt/an	178 €/logt/an	91 €/logt/an
V22	V2 avec décalage de TOUS les lavage et lave-vaisselle aux heures de prod PV (soit décalage de 60% des fonctionnements, les autres étant déjà dans la bonne plage horaire)	NON		x		100%	6ct/kWh	Basse	Haute	7 €/logt/an	170 €/logt/an	80 €/logt/an
V22										29 €/logt/an	193 €/logt/an	102 €/logt/an

Tableau 9: Liste des variantes simulées, et résultats moyens à l'échelle du quartier. Les variantes V1 à V12 jouent sur l'augmentation du prix de l'énergie, et le montant des prélèvements sur le kWh autoconsommé. Les variantes suivantes sont ensuite toutes effectuées sur base de la V2

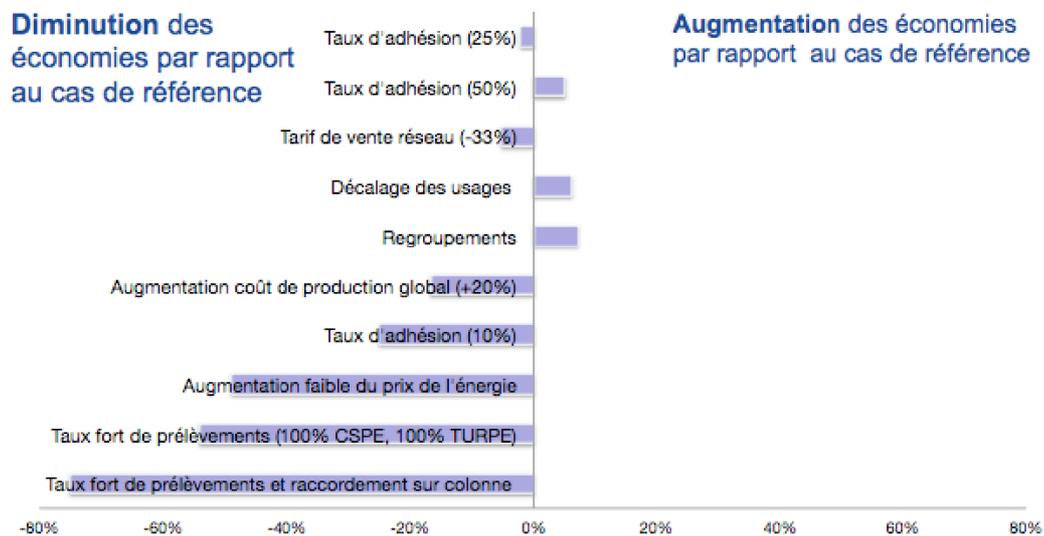


Figure 24: Impact relatif des différents paramètres : pourcentage d'économies réalisées en moins (à gauche) ou en plus (à droite) par rapport au cas de références (V2).

Autoconsommation PV à Frais Vallon

Economie annuelle moyenne sur 30 ans selon les variantes

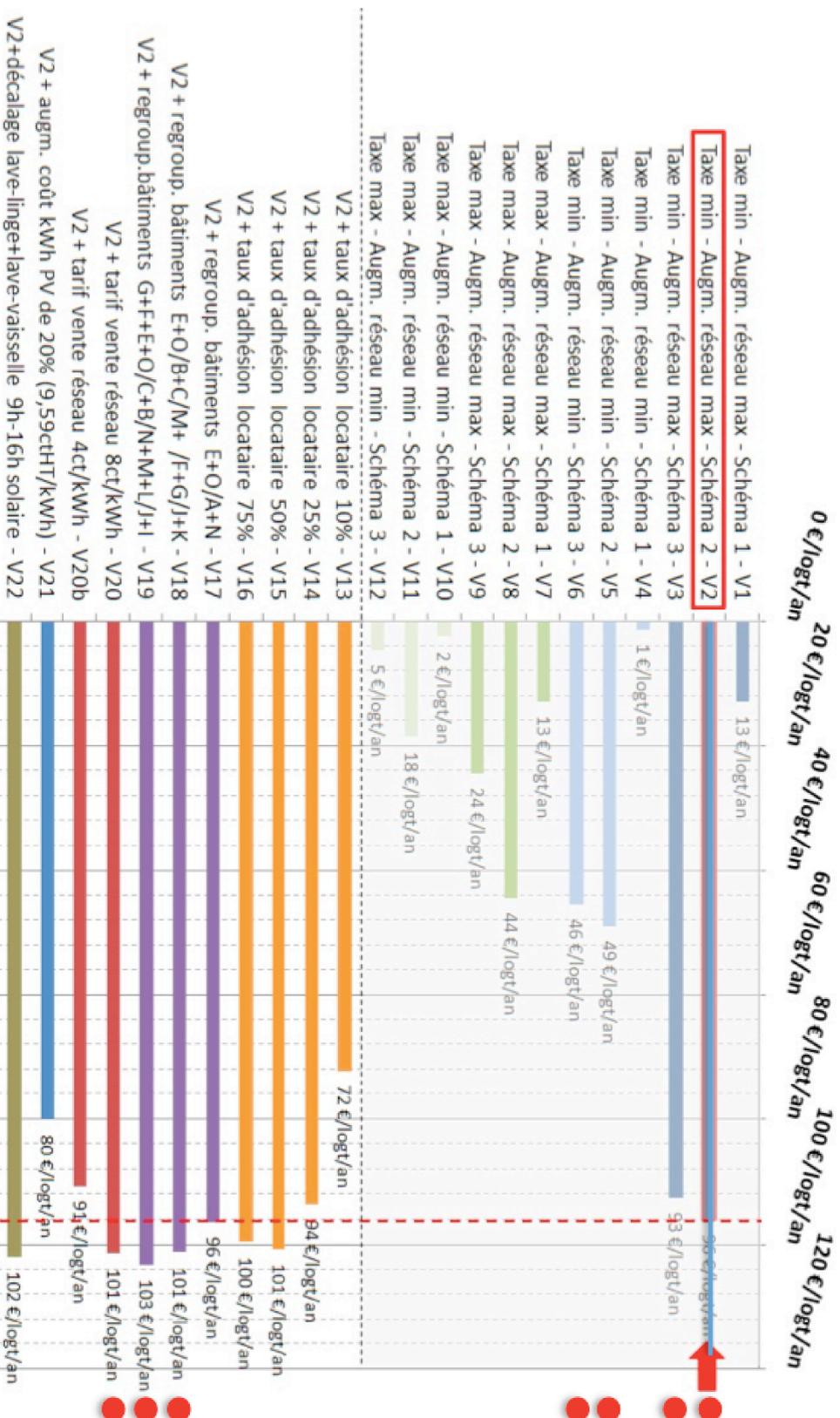


Figure 25: Economie moyenne réalisée par le locataire sur 30 ans, dans les différentes variantes. Dans cette figure, pour simplifier nous avons indiqué « taxe min/max » pour désigner respectivement l'hypothèse basse ou haute des prélèvements, et « augm. réseau max/min » pour désigner respectivement une augmentation haute ou basse du prix de l'électricité conventionnelle. La flèche rouge indique la variante prise comme référence. Les points rouge indiquent les variantes qui sont pas réalisables en l'état de la réglementation actuelle. Source : Enertech, Hespul.

Impact de l'ajout de bâtiments au dispositif

L'étude a permis d'estimer de manière macro les potentiels d'équipement PV sur les toitures des bâtiments publics non résidentiels de la zone. Si d'autres bâtiments de la zone venant à être équipés d'installations photovoltaïques, une analyse devra être menée pour évaluer si ces bâtiments atteignent 100 % d'autoconsommation et si une partie de leurs consommations en période de production PV reste à couvrir, auquel cas le surplus des bâtiments collectifs d'habitation pourrait leur être vendu.

La force de la présente étude sur ce point est d'avoir estimé en hypothèse de base que le surplus n'est pas vendu à des consommateurs à proximité mais est valorisé à un acheteur tiers à un tarif à peine supérieur à celui du marché (6c€/kWh). Par ailleurs, on observe qu'une augmentation de 33 % de ce tarif (de 6 à 8c€/kWh), image de ce qui pourra être obtenu en vendant à des consommateurs à proximité, n'engendre que 5 % d'augmentation d'économie pour le locataire, et ce parce que le surplus constitue une part réduite de l'électricité produite.

Impact de différentes hypothèses sur les économies réalisées pour les logements

Les simulations ont permis de dégager, avec un degré de réalisme important, les grandes tendances quantitatives de l'autoconsommation photovoltaïque à Frais Vallon :

- Une installation PV de 750Wc/logt en moyenne (environ 1MW), dont la production est valorisée à 70% localement, et qui permet d'autoproduire 27% de la consommation électrique SG+logements.
- A l'échelle du quartier : une autoproduction de 25% de la facture logement et 33% de la facture SG dans le schéma de raccordement 2, et 30% de la facture logement et 13% de la facture SG dans le schéma de raccordement 3.
- Un impact fondamental du **taux de prélèvement** appliqué au kWh autoconsommé en collectif : l'économie moyenne du locataire sur 30 ans varie du simple au double. Avec des prélèvements forts, les premières années sont à perte car l'électricité du réseau est moins chère. Une subvention est nécessaire dans ce cas.
- Avec un taux de prélèvement faible, les schémas de raccordement 2 et 3 sont à peu près équivalents et occasionnent une économie de 20 à 30 euros dès les premières années.
- Avec un taux de prélèvement élevé, les schémas de raccordement 2 et 3 sont très différents, distincts d'un facteur 2 ou 3 selon l'hypothèse d'augmentation du prix de l'électricité réseau.
- Un impact également fort de l'augmentation du prix de l'énergie: l'économie moyenne sur 30 ans varie de 1 à 2 (sans impact notable sur les premières années).
- Dans un cas favorable de prélèvement faible sur l'autoconsommation, et d'augmentation forte du prix de l'électricité, un bénéfice qui atteint une centaine d'euros par an en moyenne sur 30 ans, avec un bénéfice année 1 de 27euros, et année 30 de 180euros. Ce scénario constituerait une valorisation spectaculaire de l'investissement initial (1.25Meuros).
- Dans un cas défavorable de prélèvement élevé sur l'autoconsommation, et d'augmentation forte du prix de l'électricité, un bénéfice qui atteint une cinquantaine d'euros par an en moyenne sur 30 ans, avec un surcoût en année 1 de 6euros, et un gain en année 30 de 105euros.
- Une faible influence du taux de participation au bénéfice réalisé par locataire, au delà de 25% de participation, permettant de limiter le risque pour l'investisseur.



- Un intérêt d'effectuer des regroupements de bâtiment, non pour augmenter le taux d'autoconsommation/autoproduction du site, mais pour lisser les écarts entre bâtiments et ainsi faciliter le processus financier d'égalisation du bénéfice entre locataires.
- Une influence faible du tarif de vente du surplus au réseau, conséquence du taux faible d'injection.
- Une influence (logiquement) forte du coût de production photovoltaïque.
- Enfin un impact assez faible du décalage des usages lave-linge+lave vaisselle, au taux d'autoconsommation des logements, mais qui peut tout de même constituer un levier d'implication des locataires dans le dispositif.

La Figure 24 (ci-dessus) résume l'impact des paramètres sur les économies réalisées par les locataires.

Ce qui est réalisable en l'état des connaissances actuelles

Dans un futur immédiat, au vu des discussions au niveau national et du contexte, il est à prévoir que :

1. **les prélèvements seront hauts :**
 - le micro-TURPE sera mis en consultation prochainement mais avec un calendrier d'application inconnu,
 - la CSPE et la TCFE sont actuellement dues sur toute consommation mesurée par les compteurs publics.
2. le coût de production va diminuer avec la baisse du coûts des panneaux, bien que l'on ait vu que l'investissement initial ne joue que pour environ 30 % du coût global de production.
3. le prix de l'électricité réseau va augmenter, bien que manière limitée sur les 2-3 prochaines années.
4. le décret n° 87-713 du 26 août 1987 fixant la liste des charges récupérables ne sera pas immédiatement modifié pour permettre à HMP de facturer l'électricité PV autoconsommée par les services généraux aux logements.
5. **le critère de « même antenne basse tension » risque d'être maintenu**, rendant impossible les regroupements de bâtiments au-delà de 3 cas de regroupements de 2 bâtiments (en conséquence les variantes V18 et V19 ne peuvent être réalisées).

Dans ce contexte, le contexte réaliste de mise en œuvre de la centrale correspond à celui de la variante V8 (générant une moyenne de 44 euros/an d'économies sur la facture sur 30 ans) dont l'économie pour les locataires sera majorée de l'économie nette des locataires sur les charges résultant de la non-refacturation de l'électricité PV autoconsommée par les services généraux (économie dont l'ordre de grandeur est de 20 euros en année 1). L'économie de facture des locataires est donc limitée, ce qui nous amène, d'une part, à formuler des recommandations réglementaires pour faire évoluer le dispositif (cf p.52), et, d'autre part, à encourager la subvention à l'investissement pour diminuer le coût de production PV (on a vu que l'augmentation du tarif de vente du surplus a un impact limité). Par ailleurs, notons qu'un point important n'est pas résolu avec cette variante : un écart important d'économies de factures entre locataires qui peut être rattrapé à la marge seulement en modulant le prix de vente de la production PV aux locataires.

Sur ce dernier point, **il apparaît qu'un montant de subvention de l'ordre de 300 à 350 000€ (montant égal à 24 à 28% de l'investissement initial) permettrait de compenser un scénario défavorable sur le couple prélèvements hauts sur autoconsommation/prix du réseau faible.** Dans un cas intermédiaire, il serait également un moyen d'enclencher le processus d'adhésion en proposant un gain minimum de 20 à 30 euros/an les premières années. Dans un cas favorable (faibles

prélèvements et forte adhésion), ce montant de subvention permettrait de dégager au minimum 70€/logt/an dès les premières années. Pour plus de détails sur le calcul de cette subvention dans différents cas et pour différents objectifs, se référer à la note produite sur ce sujet en annexe.

8. Recommandations sur l'évolution du cadre réglementaire

La présente étude a permis de délimiter les possibilités de réalisation d'installations photovoltaïques en autoconsommation collective en l'état de nos connaissances sur la réglementation actuelle. **Nous avons vu que ce cadre est très contraignant**: impossibilité de réaliser une seule opération d'autoconsommation collective, peu de possibilités de regroupements de bâtiments, économies de facture très variables d'un bâtiment à l'autre, ... Ce chapitre s'attache donc à élaborer des recommandations réglementaires basées sur les apprentissages de l'étude.

Echelle de l'opération d'autoconsommation collective

Nous proposons de remplacer « antenne basse tension » par « poste de distribution public ou privé ».

Motifs :

1. En milieu urbain dense, un même bâtiment peut être alimenté par plusieurs antennes, ce qui a pour conséquence que la mise en œuvre d'une opération d'autoconsommation collective imposerait de découper artificiellement l'installation photovoltaïque en plusieurs parties et limiterait les possibilités de mutualisation des excédents, fragilisant ou rendant impossible l'équilibre économique des opérations.
2. En milieu urbain dense, un même départ basse tension alimente rarement plus d'un bâtiment (pour rappel, au-delà de 120kVA un bâtiment est raccordé sur son propre départ). Or, c'est bien dans cet environnement que ce dispositif va être le plus utilisé. Le regroupement de plusieurs bâtiments permettrait de combiner dans un « ensemble collectif » des bâtiments ayant différents usages (tertiaire, résidentiel, commerces, etc.), des bâtiments plus ou moins consommateurs, et des bâtiments pouvant accueillir du photovoltaïque en toiture et d'autres non (impossibilités technique, compétition avec d'autres usages de toiture, etc.).
3. L'augmentation d'échelle permettrait d'éviter que les clés de répartition soient trop complexes. En effet, moins le nombre de consommateurs participant au dispositif est élevé, plus il y a de probabilité que les index, après soustraction de la production, soient négatifs pour certains consommateurs (absence en été, très faible consommation en base, etc.).
4. Ceci permettrait d'élargir le dispositif aux sites de consommation raccordés en HTA et donc disposant de leur propre poste de distribution. En cela il convient de ne pas restreindre le dispositif aux postes de distribution publics et d'autoriser la participation de postes privés à ce type d'opération.

En conclusion, l'échelle du poste de distribution permettrait d'élargir le périmètre d'application des opérations d'autoconsommation collective et d'éviter de retomber dans les pièges et les travers de l'autoconsommation individuelle.

Principe de répartition et de décompte dans une autoconsommation collective

Nous ne sommes pas favorables à cette proposition. L'établissement par le GRD d'« index journaliers de consommation de l'électricité », qui est l'option par défaut des compteurs Linky, ou d'index bi-annuels dans le cas où le compteur n'a pas la capacité technique d'enregistrer des index journaliers (c'est-à-dire en l'absence de Linky) nous semble suffisant.

Motifs :

- Obliger les consommateurs voulant participer au dispositif à activer l'enregistrement de leur courbe de charge comporte un risque de plainte auprès de la CNIL. En effet, cet enregistrement est facultatif et ne peut se faire qu'avec le consentement explicite du consommateur. En ce sens, soumettre l'accès au dispositif d'autoconsommation collective au consentement à l'enregistrement de la courbe de charge pourrait être considéré comme une discrimination entre utilisateurs du réseau. Par ailleurs, les utilisateurs de moins de 36 kVA ne seront pas tous équipés avant 2020 de compteurs à courbe de charge (Linky) : il convient donc de concevoir un dispositif auxquels tous puissent avoir accès.
- Se baser sur la courbe de charge pour déterminer la courbe de soutirage résultante après soustraction de la courbe de production répartie fait retomber dans les pièges de l'autoconsommation individuelle puisque les consommateurs absents de leur logement en journée se verront pénalisés par rapport à des consommateurs présents. Il ne doit pas être perdu de vue que les consommateurs résidentiels ont très peu de marge de manœuvre pour déplacer des usages vers les heures de production photovoltaïque maximale.
- A l'échelle d'une opération d'autoconsommation collective, un bilan consommation-production pourra se faire sur la base de **courbes de charges agrégées**, moyennant un comptage en aval du point de raccordement des installations photovoltaïques et l'installation de compteurs à courbe de charge (PME-PMI) en bas des colonnes montantes concernées.

En conclusion, il est possible et souhaitable :

1. d'établir une courbe de production « autoconsommée collectivement » sur la base d'un croisement de **courbes de consommation et production au pas horaire** à l'échelle du/des bâtiments concernés
2. d'établir **des index journaliers de production** pour les consommateurs concernés sur la base de l'intégration de la courbe de production « autoconsommée collectivement » sur une journée et de la clé de répartition déterminée par la personne morale.

Clarifier le statut du producteur

Nous proposons de remplacer « fourniture » par « approvisionnement » dans l'article L. 315-2 de manière à éviter toute ambiguïté quant au statut du producteur. Celui-ci ne doit pas être considéré comme un fournisseur puisque l'activité de fourniture sous-entend l'achat pour revente dans le code de l'énergie. En ce sens, le producteur qui produit pour vendre n'est pas un fournisseur.

La CRÉ va dans ce sens dans sa délibération portant avis sur le projet d'ordonnance relative à l'autoconsommation d'électricité. Après avoir listé les obligations portant sur les fournisseurs, elle conclut : « *la CRE considère que ces obligations ne sont pas adaptées à l'autoconsommation collective et qu'il ne serait dès lors pas souhaitable de soumettre les parties concernées à l'ensemble des dispositions susmentionnées relatives à la fourniture d'électricité.* »¹²

¹² Délibération de la Commission de régulation de l'énergie du 13 juillet 2016 portant avis sur le projet d'ordonnance relative à l'autoconsommation d'électricité, p2-3.

Clarifier le rôle de la personne morale de l'article L. 315-2

L'obligation de créer une personne morale *ad hoc* n'est pas nécessairement un problème dès lors que :

1. elle peut avoir une forme légère, par exemple une association loi 1901 sans salariés
2. le périmètre de son action défini par son objet social est clarifié : elle ne doit notamment pas avoir vocation à acheter / vendre de l'énergie, mais seulement à transmettre la clé de répartition au GRD. Les autres démarches pour la mise en œuvre de l'opération d'autoconsommation collective peuvent être intégralement gérées soit par les consommateurs (prestation de décompte, achat du complément d'électricité) soit par le(s) producteur(s) (contrat d'accès au réseau, etc.)
3. le mot "**organisatrice**" est remplacé par un terme neutre, par exemple "**facilitatrice**"

Motifs :

- La personne morale devra informer le gestionnaire du réseau public de la clef de répartition entre les consommateurs : les modalités de cette information et surtout de la légitimité de cette structure devra être clarifiée (y compris en termes de responsabilité) puisque la facturation sera faite directement par le producteur et non par la personne morale.
- La référence à une « autorité organisatrice » pour la personne morale est ambiguë car elle fait référence en droit de l'énergie à une activité très spécifique et très encadrée. On trouve notamment cette appellation dans la loi NOME qui la définit ainsi : « *L'autorité organisatrice d'un réseau public de distribution, exploité en régie ou concédé, est la commune ou l'établissement public de coopération auquel elle a transféré sa compétence, ou le département (Article L. 2234-31 du code général des collectivités territoriales)* ». On ne peut à cet égard que regretter l'utilisation intempestive de ce terme et proposer de le remplacer par un terme neutre.

Seuil de puissance pour l'application de tarifs adaptés d'utilisation des réseaux publics

Dans l'article L315-3, augmenter le seuil de 100 kW à 250 kW.

Motifs :

- sur des bâtiments collectifs d'habitation, les installations de production photovoltaïque peuvent rapidement atteindre plus de 100 kW (environ 80 m² de panneaux)
- si le périmètre est élargi au poste de distribution, la somme des puissances des installations sera rapidement supérieure à 100kW
- la première version de l'art L315-3 était plus souple puisqu'il stipulait que ces tarifs adaptés seraient conçus « *en tenant compte du niveau de tension auquel sont effectués les injections et les soutirages d'électricité* » sans préciser la limite de la taille du système : nous sommes donc devant un durcissement.
- enfin, la puissance de 250 kW correspond à la limite supérieure de la basse tension telle qu'elle est actuellement définie en France, limiter le nombre de seuils va dans le sens de la simplification souhaitée par ailleurs.

Révision du décret sur les charges

La mise à jour de la rédaction du décret du 26 août 1987 applicable au secteur résidentiel serait utile pour clarifier la situation et éviter toute situation de blocage d'autant que l'on sait que les charges refacturables et refacturées est une source abondante de contentieux.

Clarification des articles L.315-1 et 2

Si l'on combine la lecture des articles L. 315-1 du code de l'énergie (« une opération d'autoconsommation est le fait pour un producteur, dit autoproducteur, de consommer pour lui-même tout ou partie de l'électricité produite ») et L. 315-2 (« l'opération d'autoconsommation est collective ... ») du code de l'énergie, pour qu'il y ait autoconsommation, il est nécessaire que le propriétaire de l'installation consomme pour lui-même une partie de l'électricité produite, ce qui ne serait pas possible si un tiers devait être propriétaire de l'installation (comme c'est le cas dans les schémas classiques de location de toiture à un producteur qui vend par exemple).

Le cadre réglementaire se trouve être ici très restrictif et devrait faire l'objet d'une adaptation pour permettre la mise en place d'une structure dédiée à l'autoconsommation sous forme d'une société dans laquelle les consommateurs pourraient adhérer mais encore des tiers investisseurs ou d'autres intervenants (comme des collectivités également) pour faciliter le montage contractuel de l'opération ainsi que son financement).

Exonération des prélèvements sur l'électricité autoconsommée collectivement

Les prélèvements ont un très fort impact sur l'atteinte de la parité réseau entre l'électricité PV transitant via les colonnes montantes publiques et l'électricité conventionnelle. **Il est proposé d'adapter le cadre réglementaire pour exonérer la part autoconsommée collectivement de la CSPE et de la TCFE.** Cette mesure a un coût mais celui-ci sera certainement moindre que celui pour la mise en place d'un dispositif de soutien ad hoc (de type prime à l'autoconsommation en guichet ouvert ou appel d'offres).

9. Conclusions

Cette étude devra être revue pour intégrer les changements introduits par les nouveaux tarifs d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE 5)¹³ en basse tension qui seront appliqués à compter du 1^{er} août 2017. Plus important encore, les résultats présentés ici devront être mis en regard de deux éléments d'actualité à venir :

- la publication du décret d'application de l'ordonnance n°2016-1019, attendue début 2017, suite à la ratification de l'ordonnance le 9 novembre 2016¹⁴.
- la consultation (puis publication) de la CRÉ sur le micro-TURPE s'appliquant sur la part autoconsommée par les locataires via la colonne montante.

L'autoconsommation collective est identifiée comme un dispositif pouvant valoriser une production

¹³ Voir : Délibération de la Commission de régulation de l'énergie du 17 novembre 2016 portant décision sur les tarifs d'utilisation des réseaux publics d'électricité dans les domaines de tension HTA et BT.

¹⁴ Voir : <http://www.assemblee-nationale.fr/14/rapports/r4192.asp>



HESPUL



locale tout en évitant le sous-dimensionnement des installations PV en toiture. Ce dispositif peut être vertueux à conditions que :

- la clé de répartition soit simple et lisible pour les consommateurs y participant
- la prestation de décompte permettant sa mise en œuvre par ENEDIS ait un prix raisonnable. La prestation de décompte, permettant de reconstituer les flux au niveau de l'opération sur la base de la consommation des locataires participant et de la production des centrales des bâtiment(s) concerné(s), sera publiée au catalogue d'ENEDIS, sous regard de la CRÉ.

Le modèle proposé ici a un fort potentiel en milieu urbain dense sous réserve qu'il soit simple et transparent pour les consommateurs au niveau organisationnel (liens entre les différentes parties prenantes, constitution du prix de vente, gestion des entrées/sorties dans le dispositif, etc.).

La massification de ce modèle dépendra fortement de son attractivité auprès des consommateurs, ce qui suppose un lien de confiance avec le producteur et un niveau de prix rapidement compétitif avec le tarif réglementé de vente.

10. Annexe

Analyse du cadre de l'autoconsommation

Une synthèse de notre compréhension à ce stade de l'ordonnance relative à l'autoconsommation collective est proposée dans le tableau ci-dessous. Une analyse exhaustive des risques juridiques induits par chacun des articles du code de l'énergie ajoutés a été réalisée et sera mise à jour pour présentation dans le rapport final de l'étude. Ces éléments d'analyse nous ont permis de concevoir les deux schémas contractuels présentés plus bas.

Article L. 315-1 Définition l'autoconsommation	« Une opération d'autoconsommation est le fait pour un producteur , dit autoproducteur, de consommer lui-même tout ou partie de l'électricité produite par son installation »
	<p><u>Portée de l'article :</u> Cet article impose que le producteur soit le propriétaire de l'installation (« son installation ») en vue d'une consommation en tout ou partie de l'électricité produite.</p>
Article L. 315-2 Opération d'autoconsommation collective	« l'opération d'autoconsommation est 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 sur une même antenne basse tension du réseau public de distribution ».
	<p><u>Portée de l'article :</u> Cet article autorise un ou plusieurs producteurs (entendus au sens de l'article précédent) à fournir à plusieurs consommateurs finals une partie de l'électricité produite par l'installation sous réserve de la création entre eux d'une personne morale et d'être situés sur une même antenne basse tension.</p>
Article L. 315-3 Tarifs d'utilisation des consommateurs participants à des opérations d'autoconsommation lorsque la puissance installée de réseaux spécifiques inférieures à 100 kWc	« la CRE établit des tarifs d'utilisation des réseaux public de distribution d'électricité spécifiques pour les consommateurs participants à des opérations d'autoconsommation lorsque la puissance installée de réseaux spécifiques inférieures à 100 kWc »
	<p><u>Portée de l'article :</u> L'article ouvre la possibilité de définir un micro tarif d'utilisation du réseau public d'électricité sur la part de la production consommée par les consommateurs ayant adhéré à l'opération d'autoconsommation collective , en autant que les installations de production ont une puissance inférieure à 100kW. Régime spécifique pour les installations de moins de 100 kWc</p>
Article L. 315-4 Rôle de la personne morale et liberté de choix du fournisseur	La personne morale mentionnée à l'article L. 315-2 organisatrice d'une opération d'autoconsommation collective indique au gestionnaire de réseau public de distribution compétent la répartition de la production et liberté de autoconsommée entre les consommateurs finals concernés.
	<p>Lorsqu'un consommateur participant à une opération d'autoconsommation collective fait appel à un fournisseur pour compléter son alimentation en électricité, le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité concerné établit les index de consommation de l'électricité relevant de ce fournisseur en prenant en compte la répartition mentionnée à l'alinéa précédent.</p> <p><u>Portée de l'article :</u> Cet article complète la mission de la personne morale en la qualifiant « d'organisatrice » de l'opération d'autoconsommation tout en garantissant ce que ce dispositif ne fait pas échec à la liberté du choix d'un fournisseur.</p>
Article L. 315-5 Vente du surplus de la production	Les injections d'électricité sur le réseau public de distribution effectuées dans le cadre d'une opération d'autoconsommation à partir d'une installation de production d'électricité, dont la puissance installée maximale est fixée par décret, et qui excèdent la consommation associée à cette opération d'autoconsommation sont, à défaut d'être vendues à un tiers, cédées à titre gratuit au gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité auquel cette installation de production est raccordée.
	<p>Ces injections sont alors affectées aux pertes techniques de ce réseau.</p> <p><u>Portée de l'article :</u> Cet article précise la possibilité de céder le surplus de la production au gestionnaire de réseau (dans les conditions à déterminer par le décret – il est pressenti que cette disposition ne s'appliquera qu'aux très petites installations).</p>

Article L. 315-6 *Les gestionnaires de réseaux publics de distribution d'électricité mettent en œuvre les dispositifs techniques et Conditions d'accèscontractuels nécessaires, notamment en ce qui concerne le comptage de l'électricité, pour permettre la non discriminantes auréalisation dans des conditions transparentes et non discriminatoires des opérations d'autoconsommation.*
réseau

Portée de l'article :

Cet article garantit l'accès au réseau (ou indirectement en cas de discrimination, la faculté de saisir la CRE pour trancher le litige).

Article L. 315-7 « *Les exploitants d'installations de production d'électricité participant à une opération d'autoconsommation Déclaration opération déclarent ces installations au gestionnaire du réseau public d'électricité compétent, préalablement à leur mise en service »*

Portée de l'article :

Cet article ajoute l'intervention d'un nouvel interlocuteur : l'exploitant de la centrale qui doit la déclarer au gestionnaire du réseau préalablement à la mise en service.

Production photovoltaïque

Les profils de production ont été générés sous TRNsys16. Les simulations utilisent une météo Marseille Méténorm, et prennent en compte les caractéristiques réelles du module Sillia 60P+ 285Wc (fiche technique fournie ci-dessous).

Les ombrages mutuels des bâtiments sont simulés, notamment C sur B, B sur A, I sur J, N sur M, E sur O et F sur E. Ces ombrages se sont avérés peu influents sur la quantité annuelle de production, puisqu'ils entraînent une perte de production maximale de 5%, sur le bâtiment J.

La production d'une configuration horizontale (5°) sans masque est de 1523h à puissance crête, soit 434kWh/an/module (Figure 26). La configuration verticale sur les tours occasionne une perte de production annuelle de 25% soit 325kWh/module, avec une variabilité saisonnière nettement diminuée (22kWh/module en décembre et 28kWh/module en juillet).

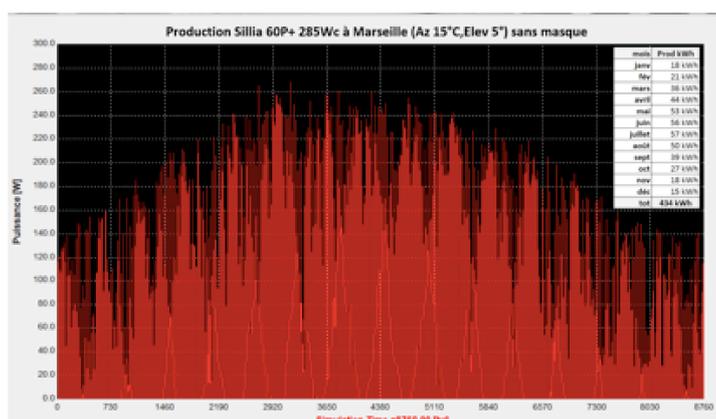


Figure 26: Production d'un module 285W sans masque sur une toiture de Frais Vallon, du 1er janvier au 31 décembre



Caractéristiques techniques du module Sillia VL 60P+ 285Wc

Série 60P: modules silicium polycristallin 60 cellules "Plus"

Performance électrique STC ⁽¹⁾	60P265	60P270	60P275	60P280	60P285
P_{MPP} [W]	265	270	275	280	285
Rendement [%]	16,13	16,43	16,73	17,04	17,34
V_{MPP} [V]	30,52	30,87	31,22	31,57	31,92
I_{MPP} [A]	8,69	8,75	8,81	8,87	8,93
V_{OC} [V]	38,10	38,46	38,81	39,17	39,52
I_{SC} [A]	9,24	9,29	9,35	9,40	9,46

Performance électrique NMOT ⁽²⁾	60P265	60P270	60P275	60P280	60P285
P_{MPP} [W]	194,3	198,0	201,6	205,3	208,9
V_{MPP} [V]	27,84	28,16	28,48	28,80	29,12
I_{MPP} [A]	6,98	7,03	7,08	7,13	7,18
V_{OC} [V]	35,14	35,47	35,80	36,13	36,45
I_{SC} [A]	7,51	7,55	7,60	7,64	7,69

Performance électrique LIC ⁽³⁾	60P265	60P270	60P275	60P280	60P285
P_{MPP} [W]	50,8	51,7	52,7	53,6	54,6

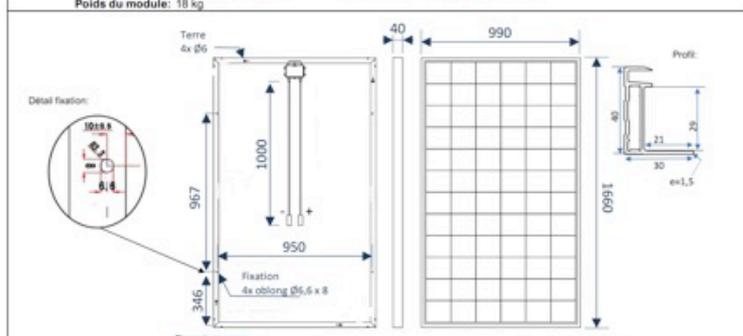
Tolérance de production sur la puissance: ± 3% Classification de type: 0-1W/c ou personnalisée
⁽¹⁾ Valeurs corrigées suivant conditions de test standard STC - ensoleillement de 1000 W/m², AM 1,5, température des cellules 25°C)
⁽²⁾ Valeurs corrigées suivant conditions de test NMOT - ensoleillement de 800 W/m², AM 1,5, température des cellules NMOT
⁽³⁾ Valeurs corrigées suivant conditions de test LIC - ensoleillement de 200 W/m², AM 1,5, température des cellules 25°C
 Compte tenu de l'évolution permanente de nos produits, ces valeurs sont indicatives et sujettes à modifications sans information préalable.

Coefficients thermiques	Conditions de raccordement
Coeff. / I_{SC} + 0,041 %/K	Protection classe II, IP 65 Tension maximale 1000 V
Coeff. / V_{OC} - 0,299 %/K	Température d'utilisation: -40°C / +85 °C
Coeff. / P_{MPP} - 0,404 %/K	Courant inverse max: 15 A
NMOT : 47°C	Fusible série: 15 A

*se reporter également à la notice d'installation

Descriptif technique et dimensionnel

Cadre: Aluminium anodisé Boîtier de jonction: IP65, 3 diodes bypass
 Face avant: Verre trempé (EN12150) Cellules: Silicium polycristallin 156mm x 156 mm
 Backsheet: Film synthétique PPE Connecteurs: Multibrins cuivre 4mm²
 Poids du module: 18 kg



Dimensions en mm
 Format de pose: portrait ou paysage* tolérance dimensionnelle: +1 -1 mm

Choix d'options à préciser à la commande

Couleur Backsheet / Cadre:	<input type="checkbox"/> Blanc / Aluminium	<input type="checkbox"/> Noir / noir
Connecteurs:	<input type="checkbox"/> Compatible MC4 (standard)	<input type="checkbox"/> Multicontact MC4
Type de verre:	<input type="checkbox"/> Antireflet, ép. 3,2mm	<input type="checkbox"/> Spécial zone antireflet, ép. 4mm ⁽¹⁾

(1) Mode du module + 20g

SILLIA VL S.A.S 89, Boulevard Irène Joliot-Curie 69200 Vénissieux Cedex - Tel: +33 (0)2 96 05 80 50 - www.sillia.com - contact@sillia.com

Consommations d'électricité des bâtiments

Les consommations d'électricité spécifiques à Frais Vallon n'ont pas été mesurées. La simulation s'est appuyée sur des consommations réelles en logement social, puisées dans la base de données de mesures Enertech. Un profil normalisé d'appel de puissance a été construit à partir de la somme des consommations électriques de 45 logements sociaux similaires à ceux de Frais Vallon (pas de chauffage électrique, pas de cumulus électrique, foisonnement aléatoire sur le nombre de cuisinières électriques) : opération Fernanda, à Grenoble. La campagne de mesure date de moins de 5 ans. Ce profil annuel est présenté en Figure 6. Il est normalisé de la somme des consommations annuelles des logements.

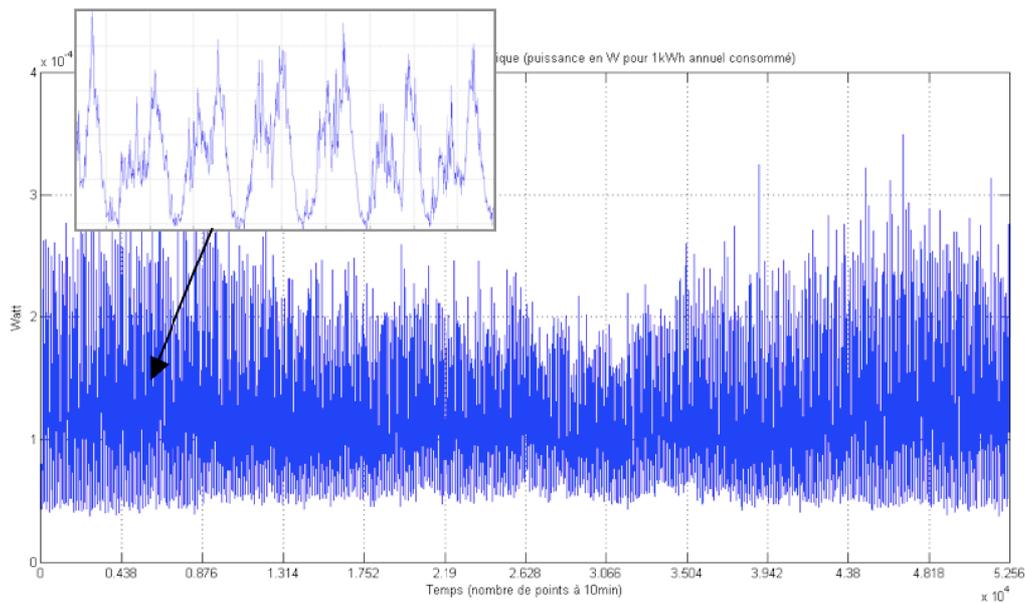


Figure 27: Appel de puissance normalisé en watt/(kWhannuel consommé), de 45 logements sociaux à Grenoble (Fernanda), du 1er janvier au 31 décembre (le zoom est fait sur une semaine début février). Source : Enertech.

Une comparaison avec une autre opération de 42 logements sociaux mesurés récemment à Lyon (La Mulâtère, 42 logements), montre une excellente corrélation de la puissance appelée à 10min avec l'opération de Fernanda (Cf. graphique page suivante).



Afin de tirer un profil d'appel de puissance pour la somme des logements d'un bâtiment, on fait une hypothèse sur la consommation annuelle à l'échelle du bâtiment, qui viendra multiplier le profil normalisé. Une corrélation, constatée sur la campagne de mesure récente de la Mulâtère (qui offre un panel varié de typologies de logements), a été établie entre la surface des logements et leur consommation d'électricité annuelle. Cette corrélation a été utilisée dans les simulations, et est présentée dans le Tableau 3.

T1	1 679 kWhél/an
T2	1 822 kWhél/an
T3	1 965 kWhél/an
T4	2 108 kWhél/an
T5	2 251 kWhél/an
T6	2 394 kWhél/an

Tableau 10. Hypothèse faite sur la consommation annuelle des logements, par typologie de logement (consommation hors auxiliaire de ventilation, chauffage ou ECS).

A cette consommation spécifique s'ajoute la consommation électrique des chauffe-bains gaz, des chaudières individuelles gaz, et des cumulus électriques (des cumulus de 15L sont prévus dans les T3 nord des tours). Pour chacun de ces équipements, un profil foisonné tiré de campagnes de mesures a été utilisé. La consommation électrique annuelle de ces auxiliaires est de :

- 350kWhél/an par chaudière gaz individuelle, avec prise en compte de la résistance de 25W pour le maintien en chauffe du mini ballon interne de 3L (sans cette résistance, 131kWh/an, mais l'hypothèse d'un modèle avec résistance a été faite).
- 69kWhél/an par chauffe-bain gaz.
- 642kWhél/an par cumulus électrique de 15L.

Compte tenu des données qui précèdent, et de la description des typologies de logement et des équipements associés (détail en annexe), la consommation d'électricité totale des logements à Frais Vallon est estimée à 2766MWh/an pour 1279 logements soit 2163kWh/logt/an en moyenne. La dispersion par bâtiment est assez faible (min bâtiment J avec 2074kWh/logt/an, maximum bâtiment G avec 2465kWh/logt/an).

Remarque : un profil lave-linge+lave-vaisselle a été extrait d'une campagne de mesure réalisée en 2015 (47 lave-linge et 28 lave-vaisselles), afin de répondre à la question de l'influence du décalage journalier de leur utilisation, sur le taux d'autoproduction PV par logement. Ces équipements représentent en moyenne d'après nos mesures, une consommation annuelle de 170kWh (LL+LV), dont 100kWh sont appelés en dehors des heures de production PV. Une variante de profil d'appel de puissance logement a donc été construite, en extrayant du profil logement décrit ci-dessus, le profil foisonné et normalisé des lave-linges+lave-vaisselles mesurés, puis en rajoutant après l'avoir compacté entre 9h et 16h solaire). Cette variante est présentée dans les résultats de l'étude.

Consommations d'électricité des SG

De même la consommation des SG par bâtiment est extraite de campagnes de mesure. On distingue :

- La consommation des SG hors chaufferie, c'est à dire : éclairage des communs, ventilation



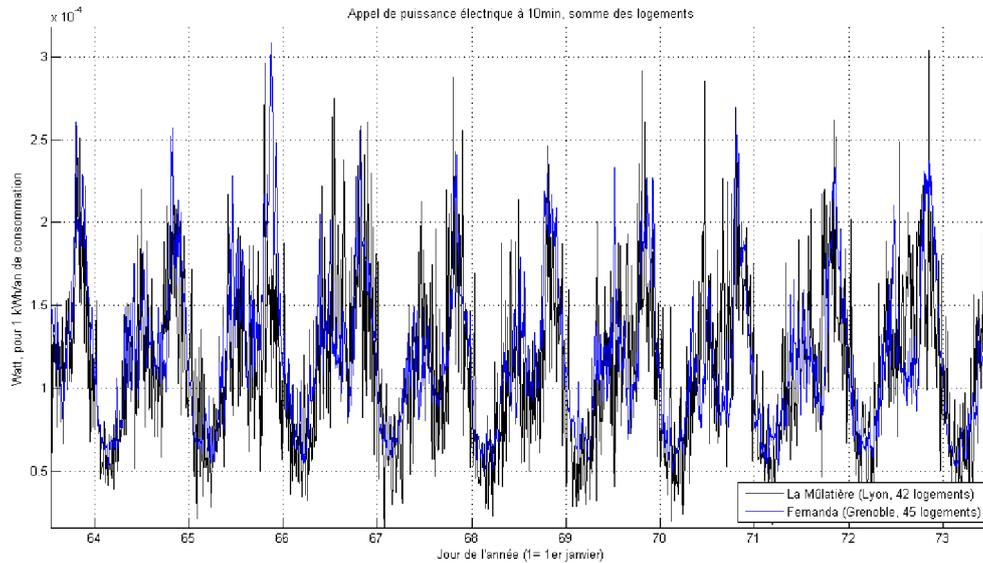
collective, ascenseurs. Consommation prévue après rénovation : $4\text{kWh}/\text{m}^2\text{Shab}/\text{an}$. Cette consommation de SG concerne l'ensemble des bâtiments, et vient multiplier un profil de mesure normalisé.

- La consommation des auxiliaires en chaufferie (hors ECS qui est produite individuellement), c'est à dire consommation électrique des pompes, régulations, etc. Consommation prévue après rénovation : $3\text{kWh}/\text{m}^2\text{Shab}/\text{an}$. Cette consommation concerne les bâtiments prévus en chauffage collectif par pompe à chaleur (C,F,H,J,M,O).
- Enfin la consommation des pompes à chaleur pour les bâtiments C,F,H (pompes à chaleur sur air extérieur) et J,M,O (pompes à chaleur sur sondes enterrées). Les besoins de chauffage au pas de temps de 10min ont été tirées des simulations thermiques dynamiques « post-rénovation » effectuées dans le cadre d'une autre mission effectuée par Enertech pour HMP. La météo horaire est la même que celle utilisée pour la génération des profils de production photovoltaïque, ce qui rend le calcul d'autoconsommation des SG d'autant plus réaliste. Sur la base des informations constructeur des PAC (présentées en annexe), et sur une loi d'eau radiateur de $50-40^\circ\text{C}$ à température de base, on arrive à un COP moyen annuel de 3.4 pour les tours, et 5.2 pour les bâtiments J,M,O. Les consommations annuelles respectives sont de $10\text{kWhél}/\text{m}^2_{\text{shab}}/\text{an}$ pour les tours et $6\text{kWhél}/\text{m}^2_{\text{shab}}/\text{an}$ pour les bâtiments J,M,O.

Compte tenu des données qui précèdent, la consommation totale des SG post-rénovation à Frais Vallon, est estimée à $742\text{MWhél}/\text{an}$, soit une moyenne de $580\text{kWhél}/\text{logt}/\text{an}$. La disparité entre bâtiments est néanmoins très forte, avec un minimum à $272\text{kWhél}/\text{logt}/\text{an}$ pour le bâtiment L, et un maximum à $1276\text{kWhél}/\text{logt}/\text{an}$ pour le bâtiment O.

Appel de puissance électrique des logements

Appel de puissance électrique normalisé (somme des puissances électriques appelées par les logements, normalisé de la consommation annuelle) pour sur deux opérations de logements sociaux mesurées il y a moins de 5 ans : La Mulâtère, 42 logements à Lyon, et Fernanda, 45 logements à Grenoble.



Typologies de logements et surfaces, Frais Vallon

Bâtiment	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Nb logts	Surface
C	-	51	50	-	1	-	102	5 596 m2
F	-	51	51	-	-	-	102	5 551 m2
H	-	51	51	-	-	-	102	5 551 m2
B	-	-	2	148	-	-	150	11 657 m2
G	-	15	-	134	-	19	168	13 342 m2
J	-	-	23	9	-	-	32	2 108 m2
M	-	-	9	31	-	-	40	2 967 m2
O	-	-	10	40	-	-	50	3 729 m2
A	-	17	27	2	26	1	73	5 158 m2
E	2	18	35	1	36	-	92	6 410 m2
I	1	24	31	1	36	-	93	6 484 m2
K	-	24	35	2	30	-	91	6 268 m2
L	-	26	35	3	28	-	92	6 273 m2
N	-	26	35	3	28	-	92	6 273 m2
							1 279	87 367 m2
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Surf logts B,G,J,M,O		53 m2	61 m2	78 m2	90 m2	110 m2		
Surf logts A,E,I,K,L,N		53 m2	61 m2	78 m2	90 m2	110 m2		
Surf logts C,F,H		64 m2	45 m2		90 m2			

Hypothèses sur les équipements par bâtiment et les SG par bâtiment

Bâtiment	ECS et Chauffage indiv. équipements individuels			Abonnement		SG				PV
	Nb cumulus 15L	Nb chauffe-bain	Nb chaud. Indiv.	HP/HC	Abonnement	Chauff. Coll.	type chauff	Tarif SG	Psouscrite	P installée
C	24	78	-	non	6 kVA	1	pac air	jaune	104 kVA	23,09 kWc
F	24	78	-	non	6 kVA	1	pac air	jaune	103 kVA	23,09 kWc
H	24	78	-	non	6 kVA	1	pac air	jaune	103 kVA	23,09 kWc
B	-	-	150	non	6 kVA	-	-	bleu	18 kVA	91,77 kWc
G	-	-	168	non	6 kVA	-	-	bleu	18 kVA	115,43 kWc
J	-	32	-	non	6 kVA	1	pac sonde	bleu	36 kVA	76,95 kWc
M	-	40	-	non	6 kVA	1	pac sonde	jaune	42 kVA	76,95 kWc
O	-	50	-	non	6 kVA	1	pac sonde	jaune	53 kVA	71,54 kWc
A	-	-	73	non	6 kVA	-	-	bleu	9 kVA	68,40 kWc
E	-	-	92	non	6 kVA	-	-	bleu	9 kVA	68,40 kWc
I	-	-	93	non	6 kVA	-	-	bleu	9 kVA	79,80 kWc
K	-	-	91	non	6 kVA	-	-	bleu	9 kVA	79,80 kWc
L	-	-	92	non	6 kVA	-	-	bleu	9 kVA	79,80 kWc
N	-	-	92	non	6 kVA	-	-	bleu	9 kVA	79,80 kWc

Données sur le chauffage des bâtiments post-rénovation

loi d'eau bâtiments	
Text	Tdépart
-5°C	50°C
20°C	20°C
Marge sur besoin chauffage	1,50
rendement distrib	1,00

Description PAC AIR EAU		Description PAC SUR SONDE	
tempé air (condition réf)	19°C	tempé eau (condition réf)	50°C
tempé eau (condition réf)	50°C	COP aux conditions de réf gain cop quand T°C eau dim	5,00
COP aux conditions de réf	3,75	Dépréciation info constructeur	0,067 COP/K
gain cop quand T°C air augm	0,055 COP/K		0,9
gain cop quand T°C eau dim	0,067 COP/K		
Dépréciation info constructeur	0,9		

Prix de l'électricité : définition des différents prélèvements

Turpe : Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Electricité, qui assure aujourd'hui 90 % des recettes d'Enedis.

CSPE : contribution aux charges de service public de l'électricité. Elle permet le financement :

- des surcoûts résultant des politiques de soutien à la cogénération et aux énergies renouvelables (contrats d'achat antérieurs à la loi du 10 février 2000 et obligations d'achat¹) ;
- des surcoûts de production d'électricité dans les zones non interconnectées (ZNI) au système électrique européen (Corse, départements d'outre-mer, Saint-Pierre-et-Miquelon, Mayotte et trois îles bretonnes : Molène, Ouessant et Sein) ;
- des charges supportées par les fournisseurs, liées à la mise en œuvre du tarif « produit de première nécessité » et du dispositif institué en faveur des personnes en situation de précarité².

TCFE : taxes sur la consommation finale d'électricité mises en place en 2010 en remplacement des anciennes taxes locales sur l'électricité (TLE). Elles sont fixées chaque année par les communes et départements. Elles dépendent de la puissance souscrite et d'un coefficient multiplicateur voté par les Conseils municipaux et généraux. Elles permettent d'entretenir et d'améliorer les réseaux locaux de distribution. Elles financent les communes, les établissements publics de coopérations et les départements.

CTA : Contribution Tarifaire d'Acheminement. Elle correspond à un prélèvement représentant un pourcentage de la part fixe (abonnement) du tarif d'acheminement de l'énergie et s'applique aux seules prestations d'acheminement pour les consommateurs du territoire métropolitain. Cette taxe permet de financer le régime de retraite des salariés de l'entreprise EDF et GDF.

Hypothèse tarif marché, tarif jaune

Tarif EDF marché - tarif jaune				
Tarif jaune HMP tour H				
abonnement dont TURPE et CTA fixe	Variable HPH	Variable HCH	Variable HPE	Variable HCE
€TTC/kVA.an sur la base de 42kVA	(Marché+Turpe variable + CSPE+TCFE+TV A)	(Marché+Turpe variable + CSPE+TCFE+TVA)	€TTC/kWh (Marché+Turpe variable + CSPE+TCFE+TVA)	(Marché+Turpe variable + CSPE+TCFE+TVA)
22,467	0,147	0,122	0,107	0,085

Pages suivantes : détails financiers des variantes, par bâtiment ou groupe de bâtiments

V1-V2-V3

		Schéma 1	Schéma 2	Schéma 3
C	éco année 1	8 €/logt/an (2% fact.)	11 €/logt/an (2% fact.)	10 €/logt/an (2% fact.)
	éco année 30	47 €/logt/an (5% fact.)	58 €/logt/an (5% fact.)	61 €/logt/an (5% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	25 €/logt/an (4% fact.)	32 €/logt/an (4% fact.)	32 €/logt/an (4% fact.)
	dont eco sur SG	25 €/logt/an	26 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	8,3 ctEHT/kWh	7,92 ctEHT/kWh	7,9 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	1e année	1e année	1e année	
F	éco année 1	8 €/logt/an (2% fact.)	11 €/logt/an (2% fact.)	10 €/logt/an (2% fact.)
	éco année 30	47 €/logt/an (5% fact.)	58 €/logt/an (5% fact.)	61 €/logt/an (5% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	25 €/logt/an (4% fact.)	32 €/logt/an (4% fact.)	32 €/logt/an (4% fact.)
	dont eco sur SG	25 €/logt/an	26 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	8,3 ctEHT/kWh	7,92 ctEHT/kWh	7,9 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	1e année	1e année	1e année	
H	éco année 1	8 €/logt/an (2% fact.)	11 €/logt/an (2% fact.)	10 €/logt/an (2% fact.)
	éco année 30	47 €/logt/an (5% fact.)	58 €/logt/an (5% fact.)	61 €/logt/an (5% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	25 €/logt/an (4% fact.)	32 €/logt/an (4% fact.)	32 €/logt/an (4% fact.)
	dont eco sur SG	25 €/logt/an	26 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	8,3 ctEHT/kWh	7,92 ctEHT/kWh	7,9 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	1e année	1e année	1e année	
B	éco année 1	-5 €/logt/an (-1% fact.)	33 €/logt/an (7% fact.)	29 €/logt/an (6% fact.)
	éco année 30	29 €/logt/an (3% fact.)	193 €/logt/an (19% fact.)	189 €/logt/an (19% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	10 €/logt/an (2% fact.)	104 €/logt/an (15% fact.)	100 €/logt/an (14% fact.)
	dont eco sur SG	10 €/logt/an	22 €/logt/an	6 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	17,9 ctEHT/kWh	8,2 ctEHT/kWh	8,2 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	7e année	1e année	1e année	
G	éco année 1	-7 €/logt/an (-2% fact.)	35 €/logt/an (7% fact.)	31 €/logt/an (6% fact.)
	éco année 30	28 €/logt/an (3% fact.)	210 €/logt/an (21% fact.)	206 €/logt/an (21% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	9 €/logt/an (1% fact.)	112 €/logt/an (16% fact.)	109 €/logt/an (15% fact.)
	dont eco sur SG	9 €/logt/an	23 €/logt/an	7 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	19,3 ctEHT/kWh	8,3 ctEHT/kWh	8,3 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	9e année	1e année	1e année	
J	éco année 1	-23 €/logt/an (-5% fact.)	17 €/logt/an (3% fact.)	0 €/logt/an (0% fact.)
	éco année 30	97 €/logt/an (9% fact.)	288 €/logt/an (25% fact.)	273 €/logt/an (24% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an (4% fact.)	138 €/logt/an (17% fact.)	123 €/logt/an (15% fact.)
	dont eco sur SG	32 €/logt/an	64 €/logt/an	35 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	19,1 ctEHT/kWh	11,2 ctEHT/kWh	11,2 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	8e année	1e année	2e année	
M	éco année 1	-18 €/logt/an (-4% fact.)	24 €/logt/an (4% fact.)	9 €/logt/an (0% fact.)
	éco année 30	99 €/logt/an (9% fact.)	293 €/logt/an (25% fact.)	281 €/logt/an (24% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	35 €/logt/an (5% fact.)	144 €/logt/an (17% fact.)	131 €/logt/an (15% fact.)
	dont eco sur SG	35 €/logt/an	61 €/logt/an	30 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	16,2 ctEHT/kWh	10,2 ctEHT/kWh	10,2 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	7e année	1e année	1e année	
O	éco année 1	-7 €/logt/an (-1% fact.)	32 €/logt/an (5% fact.)	20 €/logt/an (3% fact.)
	éco année 30	97 €/logt/an (9% fact.)	273 €/logt/an (23% fact.)	264 €/logt/an (22% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	40 €/logt/an (5% fact.)	139 €/logt/an (16% fact.)	129 €/logt/an (15% fact.)
	dont eco sur SG	40 €/logt/an	59 €/logt/an	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	14,1 ctEHT/kWh	9,4 ctEHT/kWh	9,4 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	4e année	1e année	1e année	
A	éco année 1	-15 €/logt/an (-4% fact.)	31 €/logt/an (6% fact.)	28 €/logt/an (6% fact.)
	éco année 30	20 €/logt/an (2% fact.)	227 €/logt/an (23% fact.)	223 €/logt/an (23% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	1 €/logt/an (0% fact.)	118 €/logt/an (17% fact.)	115 €/logt/an (17% fact.)
	dont eco sur SG	1 €/logt/an	20 €/logt/an	9 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	25,8 ctEHT/kWh	8,8 ctEHT/kWh	8,8 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	16e année	1e année	1e année	
E	éco année 1	-10 €/logt/an (-3% fact.)	32 €/logt/an (7% fact.)	29 €/logt/an (6% fact.)
	éco année 30	23 €/logt/an (3% fact.)	206 €/logt/an (21% fact.)	203 €/logt/an (21% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	5 €/logt/an (1% fact.)	110 €/logt/an (16% fact.)	106 €/logt/an (15% fact.)
	dont eco sur SG	5 €/logt/an	20 €/logt/an	7 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	21,9 ctEHT/kWh	8,4 ctEHT/kWh	8,4 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	12e année	1e année	1e année	
I	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	32 €/logt/an (7% fact.)	29 €/logt/an (6% fact.)
	éco année 30	21 €/logt/an (2% fact.)	222 €/logt/an (23% fact.)	219 €/logt/an (23% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	2 €/logt/an (0% fact.)	117 €/logt/an (17% fact.)	113 €/logt/an (16% fact.)
	dont eco sur SG	2 €/logt/an	20 €/logt/an	8 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	24,7 ctEHT/kWh	8,7 ctEHT/kWh	8,7 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	15e année	1e année	1e année	
K	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	32 €/logt/an (7% fact.)	28 €/logt/an (6% fact.)
	éco année 30	20 €/logt/an (2% fact.)	223 €/logt/an (23% fact.)	219 €/logt/an (23% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	2 €/logt/an (0% fact.)	117 €/logt/an (17% fact.)	113 €/logt/an (16% fact.)
	dont eco sur SG	2 €/logt/an	19 €/logt/an	8 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	25,3 ctEHT/kWh	8,7 ctEHT/kWh	8,7 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	15e année	1e année	1e année	
L	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	32 €/logt/an (7% fact.)	28 €/logt/an (6% fact.)
	éco année 30	20 €/logt/an (2% fact.)	221 €/logt/an (23% fact.)	218 €/logt/an (23% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	2 €/logt/an (0% fact.)	116 €/logt/an (17% fact.)	113 €/logt/an (16% fact.)
	dont eco sur SG	2 €/logt/an	19 €/logt/an	8 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	25,3 ctEHT/kWh	8,7 ctEHT/kWh	8,7 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	15e année	1e année	1e année	
N	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	32 €/logt/an (7% fact.)	28 €/logt/an (6% fact.)
	éco année 30	20 €/logt/an (2% fact.)	221 €/logt/an (23% fact.)	218 €/logt/an (23% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	2 €/logt/an (0% fact.)	116 €/logt/an (17% fact.)	113 €/logt/an (16% fact.)
	dont eco sur SG	2 €/logt/an	19 €/logt/an	8 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév.	25,3 ctEHT/kWh	8,7 ctEHT/kWh	8,7 ctEHT/kWh
éco réelle à partir de l'année :	15e année	1e année	1e année	
GLOBAL QUARTIER	éco année 1	-7 €/logt/an	27 €/logt/an	23 €/logt/an
	éco année 30	36 €/logt/an	180 €/logt/an	180 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	13 €/logt/an	96 €/logt/an	93 €/logt/an

NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

V4-V5-V6

		Schéma 1	Schéma 2	Schéma 3
C	éco année 1	8 €/logt/an	11 €/logt/an	10 €/logt/an
	éco année 30	18 €/logt/an	23 €/logt/an	24 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	13 €/logt/an	17 €/logt/an	17 €/logt/an
	dont eco sur SG	13 €/logt/an	14 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,3 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année
F	éco année 1	8 €/logt/an	11 €/logt/an	10 €/logt/an
	éco année 30	18 €/logt/an	23 €/logt/an	24 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	13 €/logt/an	17 €/logt/an	17 €/logt/an
	dont eco sur SG	13 €/logt/an	14 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,3 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année
H	éco année 1	8 €/logt/an	11 €/logt/an	10 €/logt/an
	éco année 30	18 €/logt/an	23 €/logt/an	24 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	13 €/logt/an	17 €/logt/an	17 €/logt/an
	dont eco sur SG	13 €/logt/an	14 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,3 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année
B	éco année 1	-5 €/logt/an	33 €/logt/an	29 €/logt/an
	éco année 30	7 €/logt/an	76 €/logt/an	73 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	1 €/logt/an	55 €/logt/an	52 €/logt/an
	dont eco sur SG	1 €/logt/an	13 €/logt/an	3 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	17,9 ctEHT/kWh 13e année	8,2 ctEHT/kWh 1e année	8,2 ctEHT/kWh 1e année
G	éco année 1	-7 €/logt/an	35 €/logt/an	31 €/logt/an
	éco année 30	6 €/logt/an	82 €/logt/an	79 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	0 €/logt/an	59 €/logt/an	55 €/logt/an
	dont eco sur SG	0 €/logt/an	13 €/logt/an	4 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	19,3 ctEHT/kWh 16e année	8,3 ctEHT/kWh 1e année	8,3 ctEHT/kWh 1e année
J	éco année 1	-23 €/logt/an	17 €/logt/an	0 €/logt/an
	éco année 30	21 €/logt/an	100 €/logt/an	87 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	0 €/logt/an	60 €/logt/an	45 €/logt/an
	dont eco sur SG	0 €/logt/an	33 €/logt/an	13 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	19,1 ctEHT/kWh 16e année	11,2 ctEHT/kWh 1e année	11,2 ctEHT/kWh 2e année
M	éco année 1	-18 €/logt/an	24 €/logt/an	9 €/logt/an
	éco année 30	23 €/logt/an	103 €/logt/an	92 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	3 €/logt/an	65 €/logt/an	52 €/logt/an
	dont eco sur SG	3 €/logt/an	30 €/logt/an	9 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	16,2 ctEHT/kWh 14e année	10,2 ctEHT/kWh 1e année	10,2 ctEHT/kWh 1e année
O	éco année 1	-7 €/logt/an	32 €/logt/an	20 €/logt/an
	éco année 30	27 €/logt/an	100 €/logt/an	92 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	11 €/logt/an	67 €/logt/an	57 €/logt/an
	dont eco sur SG	11 €/logt/an	30 €/logt/an	9 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	14,1 ctEHT/kWh 7e année	9,4 ctEHT/kWh 1e année	9,4 ctEHT/kWh 1e année
A	éco année 1	-15 €/logt/an	31 €/logt/an	28 €/logt/an
	éco année 30	0 €/logt/an	86 €/logt/an	83 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	-7 €/logt/an	60 €/logt/an	56 €/logt/an
	dont eco sur SG	-7 €/logt/an	11 €/logt/an	4 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,8 ctEHT/kWh 0e année	8,8 ctEHT/kWh 1e année	8,8 ctEHT/kWh 1e année
E	éco année 1	-10 €/logt/an	32 €/logt/an	29 €/logt/an
	éco année 30	3 €/logt/an	80 €/logt/an	77 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	-3 €/logt/an	57 €/logt/an	54 €/logt/an
	dont eco sur SG	-3 €/logt/an	11 €/logt/an	4 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	21,9 ctEHT/kWh 23e année	8,4 ctEHT/kWh 1e année	8,4 ctEHT/kWh 1e année
I	éco année 1	-14 €/logt/an	32 €/logt/an	29 €/logt/an
	éco année 30	1 €/logt/an	85 €/logt/an	82 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	-6 €/logt/an	59 €/logt/an	56 €/logt/an
	dont eco sur SG	-6 €/logt/an	11 €/logt/an	4 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	24,7 ctEHT/kWh 29e année	8,7 ctEHT/kWh 1e année	8,7 ctEHT/kWh 1e année
K	éco année 1	-14 €/logt/an	32 €/logt/an	28 €/logt/an
	éco année 30	0 €/logt/an	85 €/logt/an	82 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	-7 €/logt/an	59 €/logt/an	56 €/logt/an
	dont eco sur SG	-7 €/logt/an	11 €/logt/an	4 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,3 ctEHT/kWh 30e année	8,7 ctEHT/kWh 1e année	8,7 ctEHT/kWh 1e année
L	éco année 1	-14 €/logt/an	32 €/logt/an	28 €/logt/an
	éco année 30	0 €/logt/an	85 €/logt/an	82 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	-7 €/logt/an	59 €/logt/an	56 €/logt/an
	dont eco sur SG	-7 €/logt/an	11 €/logt/an	4 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,3 ctEHT/kWh 30e année	8,7 ctEHT/kWh 1e année	8,7 ctEHT/kWh 1e année
N	éco année 1	-14 €/logt/an	32 €/logt/an	28 €/logt/an
	éco année 30	0 €/logt/an	85 €/logt/an	82 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	-7 €/logt/an	59 €/logt/an	56 €/logt/an
	dont eco sur SG	-7 €/logt/an	11 €/logt/an	4 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,3 ctEHT/kWh 30e année	8,7 ctEHT/kWh 1e année	8,7 ctEHT/kWh 1e année
GLOBAL QUARTIER	éco année 1	-7 €/logt/an	27 €/logt/an	23 €/logt/an
	éco année 30	9 €/logt/an	70 €/logt/an	67 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	1 €/logt/an	49 €/logt/an	46 €/logt/an

NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

V7-V8-V9

		Schéma 1	Schéma 2	Schéma 3
C	éco année 1	8 €/logt/an (2% fact.)	9 €/logt/an (1% fact.)	-4 €/logt/an (-1% fact.)
	éco année 30	47 €/logt/an (5% fact.)	52 €/logt/an (5% fact.)	27 €/logt/an (2% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	25 €/logt/an (4% fact.)	28 €/logt/an (3% fact.)	10 €/logt/an (1% fact.)
	dont eco sur SG	25 €/logt/an	26 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,3 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 6e année
F	éco année 1	8 €/logt/an (2% fact.)	8 €/logt/an (1% fact.)	-4 €/logt/an (-1% fact.)
	éco année 30	47 €/logt/an (5% fact.)	52 €/logt/an (5% fact.)	27 €/logt/an (2% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	25 €/logt/an (4% fact.)	28 €/logt/an (3% fact.)	10 €/logt/an (1% fact.)
	dont eco sur SG	25 €/logt/an	26 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,3 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 6e année
H	éco année 1	8 €/logt/an (2% fact.)	8 €/logt/an (1% fact.)	-4 €/logt/an (-1% fact.)
	éco année 30	47 €/logt/an (5% fact.)	52 €/logt/an (5% fact.)	27 €/logt/an (2% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	25 €/logt/an (4% fact.)	28 €/logt/an (3% fact.)	10 €/logt/an (1% fact.)
	dont eco sur SG	25 €/logt/an	26 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,3 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 6e année
B	éco année 1	-5 €/logt/an (-1% fact.)	-4 €/logt/an (-1% fact.)	-16 €/logt/an (-3% fact.)
	éco année 30	29 €/logt/an (3% fact.)	106 €/logt/an (11% fact.)	83 €/logt/an (8% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	10 €/logt/an (2% fact.)	46 €/logt/an (6% fact.)	30 €/logt/an (4% fact.)
	dont eco sur SG	10 €/logt/an	22 €/logt/an	2 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	17,9 ctEHT/kWh 7e année	8,2 ctEHT/kWh 3e année	8,2 ctEHT/kWh 7e année
G	éco année 1	-7 €/logt/an (-2% fact.)	-6 €/logt/an (-1% fact.)	-19 €/logt/an (-4% fact.)
	éco année 30	28 €/logt/an (3% fact.)	114 €/logt/an (11% fact.)	90 €/logt/an (9% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	9 €/logt/an (1% fact.)	49 €/logt/an (7% fact.)	31 €/logt/an (4% fact.)
	dont eco sur SG	9 €/logt/an	23 €/logt/an	2 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	19,3 ctEHT/kWh 9e année	8,3 ctEHT/kWh 3e année	8,3 ctEHT/kWh 8e année
J	éco année 1	-23 €/logt/an (-5% fact.)	-27 €/logt/an (-5% fact.)	-73 €/logt/an (-13% fact.)
	éco année 30	97 €/logt/an (9% fact.)	185 €/logt/an (16% fact.)	102 €/logt/an (9% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an (4% fact.)	70 €/logt/an (8% fact.)	10 €/logt/an (1% fact.)
	dont eco sur SG	32 €/logt/an	64 €/logt/an	3 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	19,1 ctEHT/kWh 8e année	11,2 ctEHT/kWh 6e année	11,2 ctEHT/kWh 15e année
M	éco année 1	-18 €/logt/an (-4% fact.)	-20 €/logt/an (-3% fact.)	-63 €/logt/an (-11% fact.)
	éco année 30	99 €/logt/an (9% fact.)	188 €/logt/an (16% fact.)	109 €/logt/an (9% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	35 €/logt/an (5% fact.)	75 €/logt/an (9% fact.)	18 €/logt/an (2% fact.)
	dont eco sur SG	35 €/logt/an	61 €/logt/an	1 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	16,2 ctEHT/kWh 7e année	10,2 ctEHT/kWh 5e année	10,2 ctEHT/kWh 13e année
O	éco année 1	-7 €/logt/an (-1% fact.)	-8 €/logt/an (-1% fact.)	-46 €/logt/an (-8% fact.)
	éco année 30	97 €/logt/an (9% fact.)	179 €/logt/an (15% fact.)	107 €/logt/an (9% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	40 €/logt/an (5% fact.)	77 €/logt/an (9% fact.)	25 €/logt/an (3% fact.)
	dont eco sur SG	40 €/logt/an	59 €/logt/an	3 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	14,1 ctEHT/kWh 4e année	9,4 ctEHT/kWh 3e année	9,4 ctEHT/kWh 11e année
A	éco année 1	-15 €/logt/an (-4% fact.)	-15 €/logt/an (-3% fact.)	-27 €/logt/an (-6% fact.)
	éco année 30	20 €/logt/an (2% fact.)	116 €/logt/an (12% fact.)	95 €/logt/an (10% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	1 €/logt/an (0% fact.)	45 €/logt/an (7% fact.)	30 €/logt/an (4% fact.)
	dont eco sur SG	1 €/logt/an	20 €/logt/an	2 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,8 ctEHT/kWh 16e année	8,8 ctEHT/kWh 6e année	8,8 ctEHT/kWh 9e année
E	éco année 1	-10 €/logt/an (-3% fact.)	-9 €/logt/an (-2% fact.)	-20 €/logt/an (-4% fact.)
	éco année 30	23 €/logt/an (3% fact.)	109 €/logt/an (11% fact.)	88 €/logt/an (9% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	5 €/logt/an (1% fact.)	45 €/logt/an (6% fact.)	30 €/logt/an (4% fact.)
	dont eco sur SG	5 €/logt/an	20 €/logt/an	2 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	21,9 ctEHT/kWh 12e année	8,4 ctEHT/kWh 4e année	8,4 ctEHT/kWh 8e année
I	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	-13 €/logt/an (-3% fact.)	-25 €/logt/an (-5% fact.)
	éco année 30	21 €/logt/an (2% fact.)	115 €/logt/an (12% fact.)	94 €/logt/an (10% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	2 €/logt/an (0% fact.)	46 €/logt/an (7% fact.)	30 €/logt/an (4% fact.)
	dont eco sur SG	2 €/logt/an	20 €/logt/an	2 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	24,7 ctEHT/kWh 15e année	8,7 ctEHT/kWh 5e année	8,7 ctEHT/kWh 9e année
K	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	-14 €/logt/an (-3% fact.)	-25 €/logt/an (-5% fact.)
	éco année 30	20 €/logt/an (2% fact.)	115 €/logt/an (12% fact.)	94 €/logt/an (10% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	2 €/logt/an (0% fact.)	45 €/logt/an (7% fact.)	30 €/logt/an (4% fact.)
	dont eco sur SG	2 €/logt/an	19 €/logt/an	2 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,3 ctEHT/kWh 15e année	8,7 ctEHT/kWh 5e année	8,7 ctEHT/kWh 9e année
L	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	-14 €/logt/an (-3% fact.)	-25 €/logt/an (-5% fact.)
	éco année 30	20 €/logt/an (2% fact.)	114 €/logt/an (12% fact.)	93 €/logt/an (10% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	2 €/logt/an (0% fact.)	45 €/logt/an (7% fact.)	30 €/logt/an (4% fact.)
	dont eco sur SG	2 €/logt/an	19 €/logt/an	2 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,3 ctEHT/kWh 15e année	8,7 ctEHT/kWh 5e année	8,7 ctEHT/kWh 9e année
N	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	-14 €/logt/an (-3% fact.)	-25 €/logt/an (-5% fact.)
	éco année 30	20 €/logt/an (2% fact.)	114 €/logt/an (12% fact.)	93 €/logt/an (10% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	2 €/logt/an (0% fact.)	45 €/logt/an (7% fact.)	30 €/logt/an (4% fact.)
	dont eco sur SG	2 €/logt/an	19 €/logt/an	2 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,3 ctEHT/kWh 15e année	8,7 ctEHT/kWh 5e année	8,7 ctEHT/kWh 9e année
GLOBAL QUARTIER	éco année 1	-7 €/logt/an	-6 €/logt/an	-21 €/logt/an
	éco année 30	36 €/logt/an	105 €/logt/an	77 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	13 €/logt/an	44 €/logt/an	24 €/logt/an

NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

V10-V11-V12

		Schéma 1	Schéma 2	Schéma 3
C	éco année 1	8 €/logt/an (2% fact.)	9 €/logt/an (1% fact.)	-4 €/logt/an (-1% fact.)
	éco année 30	18 €/logt/an (3% fact.)	20 €/logt/an (3% fact.)	9 €/logt/an (1% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	13 €/logt/an (3% fact.)	15 €/logt/an (2% fact.)	3 €/logt/an (0% fact.)
	dont eco sur SG	13 €/logt/an	14 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,3 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 10e année
F	éco année 1	8 €/logt/an (2% fact.)	8 €/logt/an (1% fact.)	-4 €/logt/an (-1% fact.)
	éco année 30	18 €/logt/an (3% fact.)	20 €/logt/an (3% fact.)	9 €/logt/an (1% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	13 €/logt/an (3% fact.)	15 €/logt/an (2% fact.)	3 €/logt/an (0% fact.)
	dont eco sur SG	13 €/logt/an	14 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,3 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 10e année
H	éco année 1	8 €/logt/an (2% fact.)	8 €/logt/an (1% fact.)	-4 €/logt/an (-1% fact.)
	éco année 30	18 €/logt/an (3% fact.)	20 €/logt/an (3% fact.)	9 €/logt/an (1% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	13 €/logt/an (3% fact.)	15 €/logt/an (2% fact.)	3 €/logt/an (0% fact.)
	dont eco sur SG	13 €/logt/an	14 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,3 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 10e année
B	éco année 1	-5 €/logt/an (-1% fact.)	-4 €/logt/an (-1% fact.)	-16 €/logt/an (-3% fact.)
	éco année 30	7 €/logt/an (2% fact.)	39 €/logt/an (7% fact.)	28 €/logt/an (5% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	1 €/logt/an (0% fact.)	18 €/logt/an (3% fact.)	7 €/logt/an (1% fact.)
	dont eco sur SG	1 €/logt/an	13 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	17,9 ctEHT/kWh 13e année	8,2 ctEHT/kWh 4e année	8,2 ctEHT/kWh 12e année
G	éco année 1	-7 €/logt/an (-2% fact.)	-6 €/logt/an (-1% fact.)	-19 €/logt/an (-4% fact.)
	éco année 30	6 €/logt/an (1% fact.)	42 €/logt/an (7% fact.)	30 €/logt/an (5% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	0 €/logt/an (0% fact.)	18 €/logt/an (3% fact.)	6 €/logt/an (1% fact.)
	dont eco sur SG	0 €/logt/an	13 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	19,3 ctEHT/kWh 16e année	8,3 ctEHT/kWh 5e année	8,3 ctEHT/kWh 12e année
J	éco année 1	-23 €/logt/an (-5% fact.)	-27 €/logt/an (-5% fact.)	-73 €/logt/an (-13% fact.)
	éco année 30	21 €/logt/an (4% fact.)	56 €/logt/an (9% fact.)	15 €/logt/an (2% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	0 €/logt/an (0% fact.)	16 €/logt/an (3% fact.)	-27 €/logt/an (-4% fact.)
	dont eco sur SG	0 €/logt/an	33 €/logt/an	-8 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	19,1 ctEHT/kWh 16e année	11,2 ctEHT/kWh 10e année	11,2 ctEHT/kWh 25e année
M	éco année 1	-18 €/logt/an (-4% fact.)	-20 €/logt/an (-3% fact.)	-63 €/logt/an (-11% fact.)
	éco année 30	23 €/logt/an (4% fact.)	59 €/logt/an (9% fact.)	21 €/logt/an (3% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	3 €/logt/an (1% fact.)	21 €/logt/an (3% fact.)	-19 €/logt/an (-3% fact.)
	dont eco sur SG	3 €/logt/an	30 €/logt/an	-8 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	16,2 ctEHT/kWh 14e année	10,2 ctEHT/kWh 8e année	10,2 ctEHT/kWh 23e année
O	éco année 1	-7 €/logt/an (-1% fact.)	-8 €/logt/an (-1% fact.)	-46 €/logt/an (-8% fact.)
	éco année 30	27 €/logt/an (5% fact.)	61 €/logt/an (9% fact.)	27 €/logt/an (4% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	11 €/logt/an (2% fact.)	28 €/logt/an (4% fact.)	-8 €/logt/an (-1% fact.)
	dont eco sur SG	11 €/logt/an	30 €/logt/an	-5 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	14,1 ctEHT/kWh 7e année	9,4 ctEHT/kWh 5e année	9,4 ctEHT/kWh 19e année
A	éco année 1	-15 €/logt/an (-4% fact.)	-15 €/logt/an (-3% fact.)	-27 €/logt/an (-6% fact.)
	éco année 30	0 €/logt/an (0% fact.)	40 €/logt/an (7% fact.)	29 €/logt/an (5% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	-7 €/logt/an (-2% fact.)	13 €/logt/an (3% fact.)	2 €/logt/an (0% fact.)
	dont eco sur SG	-7 €/logt/an	11 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,8 ctEHT/kWh 0e année	8,8 ctEHT/kWh 9e année	8,8 ctEHT/kWh 15e année
E	éco année 1	-10 €/logt/an (-3% fact.)	-9 €/logt/an (-2% fact.)	-20 €/logt/an (-4% fact.)
	éco année 30	3 €/logt/an (1% fact.)	39 €/logt/an (7% fact.)	29 €/logt/an (5% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	-3 €/logt/an (-1% fact.)	16 €/logt/an (3% fact.)	5 €/logt/an (1% fact.)
	dont eco sur SG	-3 €/logt/an	11 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	21,9 ctEHT/kWh 23e année	8,4 ctEHT/kWh 7e année	8,4 ctEHT/kWh 13e année
I	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	-13 €/logt/an (-3% fact.)	-25 €/logt/an (-5% fact.)
	éco année 30	1 €/logt/an (0% fact.)	40 €/logt/an (7% fact.)	29 €/logt/an (5% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	-6 €/logt/an (-1% fact.)	14 €/logt/an (3% fact.)	3 €/logt/an (1% fact.)
	dont eco sur SG	-6 €/logt/an	11 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	24,7 ctEHT/kWh 29e année	8,7 ctEHT/kWh 8e année	8,7 ctEHT/kWh 14e année
K	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	-14 €/logt/an (-3% fact.)	-25 €/logt/an (-5% fact.)
	éco année 30	0 €/logt/an (0% fact.)	40 €/logt/an (7% fact.)	29 €/logt/an (5% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	-7 €/logt/an (-2% fact.)	14 €/logt/an (3% fact.)	3 €/logt/an (1% fact.)
	dont eco sur SG	-7 €/logt/an	11 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,3 ctEHT/kWh 30e année	8,7 ctEHT/kWh 9e année	8,7 ctEHT/kWh 14e année
L	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	-14 €/logt/an (-3% fact.)	-25 €/logt/an (-5% fact.)
	éco année 30	0 €/logt/an (0% fact.)	39 €/logt/an (7% fact.)	29 €/logt/an (5% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	-7 €/logt/an (-2% fact.)	13 €/logt/an (3% fact.)	3 €/logt/an (1% fact.)
	dont eco sur SG	-7 €/logt/an	11 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,3 ctEHT/kWh 30e année	8,7 ctEHT/kWh 9e année	8,7 ctEHT/kWh 14e année
N	éco année 1	-14 €/logt/an (-4% fact.)	-14 €/logt/an (-3% fact.)	-25 €/logt/an (-5% fact.)
	éco année 30	0 €/logt/an (0% fact.)	39 €/logt/an (7% fact.)	29 €/logt/an (5% fact.)
	éco moyenne sur 30 ans	-7 €/logt/an (-2% fact.)	13 €/logt/an (3% fact.)	3 €/logt/an (1% fact.)
	dont eco sur SG	-7 €/logt/an	11 €/logt/an	0 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	25,3 ctEHT/kWh 30e année	8,7 ctEHT/kWh 9e année	8,7 ctEHT/kWh 14e année
GLOBAL QUARTIER	éco année 1	-7 €/logt/an	-6 €/logt/an	-21 €/logt/an
	éco année 30	9 €/logt/an	37 €/logt/an	24 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	2 €/logt/an	18 €/logt/an	5 €/logt/an

NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

V13-V14-V15-V16

		Participation 10%	Participation 25%	Participation 50%	Participation 75%
C	éco année 1	19 €/logt/an	15 €/logt/an	13 €/logt/an	12 €/logt/an
	éco année 30	109 €/logt/an	86 €/logt/an	68 €/logt/an	61 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	59 €/logt/an	46 €/logt/an	37 €/logt/an	33 €/logt/an
	dont éco sur SG	26 €/logt/an	26 €/logt/an	26 €/logt/an	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	8,1 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année
F	éco année 1	19 €/logt/an	16 €/logt/an	13 €/logt/an	12 €/logt/an
	éco année 30	109 €/logt/an	86 €/logt/an	68 €/logt/an	61 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	59 €/logt/an	47 €/logt/an	37 €/logt/an	34 €/logt/an
	dont éco sur SG	26 €/logt/an	26 €/logt/an	26 €/logt/an	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	8,1 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année
H	éco année 1	19 €/logt/an	16 €/logt/an	13 €/logt/an	12 €/logt/an
	éco année 30	109 €/logt/an	86 €/logt/an	68 €/logt/an	61 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	59 €/logt/an	47 €/logt/an	37 €/logt/an	34 €/logt/an
	dont éco sur SG	26 €/logt/an	26 €/logt/an	26 €/logt/an	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	8,1 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année	7,9 ctEHT/kWh 1e année
B	éco année 1	-20 €/logt/an	13 €/logt/an	30 €/logt/an	33 €/logt/an
	éco année 30	240 €/logt/an	244 €/logt/an	231 €/logt/an	213 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	97 €/logt/an	117 €/logt/an	119 €/logt/an	113 €/logt/an
	dont éco sur SG	16 €/logt/an	19 €/logt/an	21 €/logt/an	22 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	13,0 ctEHT/kWh 4e année	10,5 ctEHT/kWh 1e année	9,1 ctEHT/kWh 1e année	8,5 ctEHT/kWh 1e année
G	éco année 1	-32 €/logt/an	8 €/logt/an	28 €/logt/an	34 €/logt/an
	éco année 30	244 €/logt/an	255 €/logt/an	246 €/logt/an	229 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	93 €/logt/an	119 €/logt/an	125 €/logt/an	120 €/logt/an
	dont éco sur SG	16 €/logt/an	19 €/logt/an	21 €/logt/an	22 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	13,8 ctEHT/kWh 8e année	11,0 ctEHT/kWh 1e année	9,3 ctEHT/kWh 1e année	8,6 ctEHT/kWh 1e année
J	éco année 1	-76 €/logt/an	-45 €/logt/an	-14 €/logt/an	4 €/logt/an
	éco année 30	249 €/logt/an	265 €/logt/an	278 €/logt/an	284 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	72 €/logt/an	96 €/logt/an	118 €/logt/an	130 €/logt/an
	dont éco sur SG	40 €/logt/an	48 €/logt/an	56 €/logt/an	61 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	17,2 ctEHT/kWh 10e année	15,2 ctEHT/kWh 7e année	13,3 ctEHT/kWh 3e année	12,0 ctEHT/kWh 1e année
M	éco année 1	-48 €/logt/an	-24 €/logt/an	0 €/logt/an	14 €/logt/an
	éco année 30	265 €/logt/an	277 €/logt/an	288 €/logt/an	292 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	94 €/logt/an	112 €/logt/an	129 €/logt/an	139 €/logt/an
	dont éco sur SG	41 €/logt/an	47 €/logt/an	54 €/logt/an	58 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	14,8 ctEHT/kWh 7e année	13,3 ctEHT/kWh 5e année	11,8 ctEHT/kWh 2e année	10,8 ctEHT/kWh 1e année
O	éco année 1	-19 €/logt/an	-1 €/logt/an	16 €/logt/an	26 €/logt/an
	éco année 30	265 €/logt/an	271 €/logt/an	276 €/logt/an	275 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	109 €/logt/an	121 €/logt/an	132 €/logt/an	137 €/logt/an
	dont éco sur SG	45 €/logt/an	49 €/logt/an	54 €/logt/an	57 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	13,0 ctEHT/kWh 4e année	11,8 ctEHT/kWh 2e année	10,6 ctEHT/kWh 1e année	9,9 ctEHT/kWh 1e année
A	éco année 1	-79 €/logt/an	-18 €/logt/an	15 €/logt/an	27 €/logt/an
	éco année 30	212 €/logt/an	241 €/logt/an	246 €/logt/an	238 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	54 €/logt/an	99 €/logt/an	118 €/logt/an	121 €/logt/an
	dont éco sur SG	11 €/logt/an	15 €/logt/an	18 €/logt/an	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	17,0 ctEHT/kWh 11e année	12,8 ctEHT/kWh 4e année	10,4 ctEHT/kWh 1e année	9,3 ctEHT/kWh 1e année
E	éco année 1	-47 €/logt/an	0 €/logt/an	23 €/logt/an	30 €/logt/an
	éco année 30	225 €/logt/an	240 €/logt/an	235 €/logt/an	222 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	77 €/logt/an	108 €/logt/an	117 €/logt/an	115 €/logt/an
	dont éco sur SG	13 €/logt/an	16 €/logt/an	18 €/logt/an	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	14,8 ctEHT/kWh 8e année	11,6 ctEHT/kWh 2e année	9,7 ctEHT/kWh 1e année	8,9 ctEHT/kWh 1e année
I	éco année 1	-69 €/logt/an	-12 €/logt/an	18 €/logt/an	29 €/logt/an
	éco année 30	218 €/logt/an	244 €/logt/an	245 €/logt/an	235 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	62 €/logt/an	103 €/logt/an	120 €/logt/an	121 €/logt/an
	dont éco sur SG	11 €/logt/an	16 €/logt/an	18 €/logt/an	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	16,3 ctEHT/kWh 10e année	12,4 ctEHT/kWh 3e année	10,1 ctEHT/kWh 1e année	9,2 ctEHT/kWh 1e année
K	éco année 1	-73 €/logt/an	-14 €/logt/an	17 €/logt/an	28 €/logt/an
	éco année 30	215 €/logt/an	242 €/logt/an	244 €/logt/an	235 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	58 €/logt/an	101 €/logt/an	119 €/logt/an	120 €/logt/an
	dont éco sur SG	11 €/logt/an	15 €/logt/an	18 €/logt/an	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	16,6 ctEHT/kWh 10e année	12,5 ctEHT/kWh 4e année	10,2 ctEHT/kWh 1e année	9,2 ctEHT/kWh 1e année
L	éco année 1	-73 €/logt/an	-14 €/logt/an	17 €/logt/an	28 €/logt/an
	éco année 30	214 €/logt/an	241 €/logt/an	243 €/logt/an	234 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	58 €/logt/an	101 €/logt/an	118 €/logt/an	120 €/logt/an
	dont éco sur SG	11 €/logt/an	15 €/logt/an	18 €/logt/an	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	16,6 ctEHT/kWh 10e année	12,5 ctEHT/kWh 4e année	10,2 ctEHT/kWh 1e année	9,2 ctEHT/kWh 1e année
N	éco année 1	-73 €/logt/an	-14 €/logt/an	17 €/logt/an	28 €/logt/an
	éco année 30	214 €/logt/an	241 €/logt/an	243 €/logt/an	234 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	58 €/logt/an	101 €/logt/an	118 €/logt/an	120 €/logt/an
	dont éco sur SG	11 €/logt/an	15 €/logt/an	18 €/logt/an	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	16,6 ctEHT/kWh 10e année	12,5 ctEHT/kWh 4e année	10,2 ctEHT/kWh 1e année	9,2 ctEHT/kWh 1e année
GLOBAL QUARTIER	éco année 1	-35 €/logt/an	0 €/logt/an	18 €/logt/an	24 €/logt/an
	éco année 30	201 €/logt/an	209 €/logt/an	204 €/logt/an	194 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	72 €/logt/an	94 €/logt/an	101 €/logt/an	100 €/logt/an

NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

V17

		Groupements bât	
C	éco année 1	11 €/logt/an	
	éco année 30	58 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an	
	dont eco sur SG	26 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	7,9 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	
F	éco année 1	11 €/logt/an	
	éco année 30	58 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an	
	dont eco sur SG	26 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	7,9 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	
H	éco année 1	11 €/logt/an	
	éco année 30	58 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an	
	dont eco sur SG	26 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	7,9 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	

nb logts	
C	102
F	102
H	102
B	150
G	168
J	32
M	40
E+O	142
A+N	165
I	93
K	91
L	92

B	éco année 1	33 €/logt/an	
	éco année 30	193 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	104 €/logt/an	
	dont eco sur SG	22 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,2 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	
G	éco année 1	35 €/logt/an	
	éco année 30	210 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	112 €/logt/an	
	dont eco sur SG	23 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,3 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	
J	éco année 1	17 €/logt/an	
	éco année 30	288 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	138 €/logt/an	
	dont eco sur SG	64 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	11,2 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	
M	éco année 1	24 €/logt/an	
	éco année 30	293 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	144 €/logt/an	
	dont eco sur SG	61 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	10,2 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	
E+O	éco année 1	34 €/logt/an	
	éco année 30	235 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	123 €/logt/an	
	dont eco sur SG	37 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,8 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	

1279

A+N	éco année 1	32 €/logt/an	
	éco année 30	224 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	117 €/logt/an	
	dont eco sur SG	20 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,8 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	
I	éco année 1	32 €/logt/an	
	éco année 30	222 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	117 €/logt/an	
	dont eco sur SG	20 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,7 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	
K	éco année 1	32 €/logt/an	
	éco année 30	223 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	117 €/logt/an	
	dont eco sur SG	19 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,7 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	
L	éco année 1	32 €/logt/an	
	éco année 30	221 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	116 €/logt/an	
	dont eco sur SG	19 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,7 ct€HT/kWh	
éco réelle à partir de l'année :		1e année	

GLOBAL QUARTIER	éco année 1	27 €/logt/an
	éco année 30	183 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	96 €/logt/an

NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

V18

		Groupements bât
C+B	éco année 1	28 €/logt/an
	éco année 30	152 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	83 €/logt/an
	dont eco sur SG	32 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv.	7,9 ct€HT/kWh
éco réelle à partir de l'année :		1e année
F+G	éco année 1	32 €/logt/an
	éco année 30	173 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	94 €/logt/an
	dont eco sur SG	33 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,0 ct€HT/kWh
éco réelle à partir de l'année :		1e année
H	éco année 1	11 €/logt/an
	éco année 30	58 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an
	dont eco sur SG	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv.	7,9 ct€HT/kWh
éco réelle à partir de l'année :		1e année

nb logts	
C+B	252
F+G	270
H	102
J+K	123
M+L	132
O+E	142
A	73
I	93
N	92

J+K	éco année 1	30 €/logt/an
	éco année 30	247 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	126 €/logt/an
	dont eco sur SG	34 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv.	9,4 ct€HT/kWh
éco réelle à partir de l'année :		1e année
M+L	éco année 1	31 €/logt/an
	éco année 30	248 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	128 €/logt/an
	dont eco sur SG	35 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv.	9,2 ct€HT/kWh
éco réelle à partir de l'année :		1e année
O+E	éco année 1	34 €/logt/an
	éco année 30	235 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	123 €/logt/an
	dont eco sur SG	37 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,8 ct€HT/kWh
éco réelle à partir de l'année :		1e année
A	éco année 1	31 €/logt/an
	éco année 30	227 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	118 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,8 ct€HT/kWh
éco réelle à partir de l'année :		1e année
I	éco année 1	32 €/logt/an
	éco année 30	222 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	117 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,7 ct€HT/kWh
éco réelle à partir de l'année :		1e année

1279

N	éco année 1	32 €/logt/an
	éco année 30	221 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	116 €/logt/an
	dont eco sur SG	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv.	8,7 ct€HT/kWh
éco réelle à partir de l'année :		1e année

GLOBAL QUARTIER	éco année 1	29 €/logt/an
	éco année 30	191 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	101 €/logt/an

NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

V19

		Groupements bât	nb logts
C+B	éco année 1	28 €/logt/an	C+B 252
	éco année 30	152 €/logt/an	G+F+E+O 412
	éco moyenne sur 30 ans	83 €/logt/an	H 102
	dont eco sur SG	32 €/logt/an	J+I 125
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	7,9 ct€/HT/kWh 1e année	N+M+L 224 A 73 K 91
G+F+E+O	éco année 1	35 €/logt/an	
	éco année 30	204 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	109 €/logt/an	
	dont eco sur SG	35 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	8,2 ct€/HT/kWh 1e année	
H	éco année 1	11 €/logt/an	
	éco année 30	58 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an	1279
	dont eco sur SG	26 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	7,9 ct€/HT/kWh 1e année	
J+I	éco année 1	30 €/logt/an	
	éco année 30	247 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	127 €/logt/an	
	dont eco sur SG	34 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	9,4 ct€/HT/kWh 1e année	
N+M+L	éco année 1	32 €/logt/an	
	éco année 30	238 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	123 €/logt/an	
	dont eco sur SG	29 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	9,0 ct€/HT/kWh 1e année	
A	éco année 1	31 €/logt/an	
	éco année 30	227 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	118 €/logt/an	
	dont eco sur SG	20 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	8,8 ct€/HT/kWh 1e année	
K	éco année 1	32 €/logt/an	
	éco année 30	223 €/logt/an	
	éco moyenne sur 30 ans	117 €/logt/an	
	dont eco sur SG	19 €/logt/an	
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	8,7 ct€/HT/kWh 1e année	
GLOBAL QUARTIER	éco année 1 éco année 30 éco moyenne sur 30 ans	30 €/logt/an 195 €/logt/an 103 €/logt/an	

NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

V20- vente surplus 8ct

		Tarif vente 8ct
C	éco année 1	11 €/logt/an
	éco année 30	58 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an
	dont eco sur SG	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	7,9 ct€/HT/kWh 1e année
F	éco année 1	11 €/logt/an
	éco année 30	58 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an
	dont eco sur SG	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	7,9 ct€/HT/kWh 1e année
H	éco année 1	11 €/logt/an
	éco année 30	58 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an
	dont eco sur SG	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	7,9 ct€/HT/kWh 1e année

nb logts	
C	102
F	102
H	102
B	150
G	168
J	32
M	40
O	50
A	73
E	92
I	93
K	91
L	92
N	92
	1279

B	éco année 1	35 €/logt/an
	éco année 30	194 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	105 €/logt/an
	dont eco sur SG	22 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,0 ct€/HT/kWh 1e année
G	éco année 1	38 €/logt/an
	éco année 30	212 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	115 €/logt/an
	dont eco sur SG	23 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,0 ct€/HT/kWh 1e année
J	éco année 1	63 €/logt/an
	éco année 30	318 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	176 €/logt/an
	dont eco sur SG	78 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,0 ct€/HT/kWh 1e année
M	éco année 1	57 €/logt/an
	éco année 30	314 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	170 €/logt/an
	dont eco sur SG	71 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,0 ct€/HT/kWh 1e année
O	éco année 1	51 €/logt/an
	éco année 30	285 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	155 €/logt/an
	dont eco sur SG	65 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,0 ct€/HT/kWh 1e année

A	éco année 1	41 €/logt/an
	éco année 30	232 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	126 €/logt/an
	dont eco sur SG	21 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,0 ct€/HT/kWh 1e année
E	éco année 1	37 €/logt/an
	éco année 30	209 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	113 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,0 ct€/HT/kWh 1e année
I	éco année 1	40 €/logt/an
	éco année 30	227 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	123 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,0 ct€/HT/kWh 1e année
K	éco année 1	40 €/logt/an
	éco année 30	228 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	123 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,0 ct€/HT/kWh 1e année
L	éco année 1	40 €/logt/an
	éco année 30	226 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	122 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,0 ct€/HT/kWh 1e année
N	éco année 1	40 €/logt/an
	éco année 30	226 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	122 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,0 ct€/HT/kWh 1e année

GLOBAL QUARTIER	éco année 1	33 €/logt/an
	éco année 30	187 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	101 €/logt/an

NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

V20b vente surplus 4 ct

		Tarif vente 8ct
C	éco année 1	11 €/logt/an
	éco année 30	58 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an
	dont eco sur SG	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	7,8 ct€/HT/kWh 1e année
F	éco année 1	11 €/logt/an
	éco année 30	58 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an
	dont eco sur SG	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	7,8 ct€/HT/kWh 1e année
H	éco année 1	11 €/logt/an
	éco année 30	58 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an
	dont eco sur SG	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	7,8 ct€/HT/kWh 1e année

	nb logts
C	102
F	102
H	102
B	150
G	168
J	32
M	40
O	50
A	73
E	92
I	93
K	91
L	92
N	92
	1279

B	éco année 1	31 €/logt/an
	éco année 30	192 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	103 €/logt/an
	dont eco sur SG	22 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,4 ct€/HT/kWh 1e année
G	éco année 1	31 €/logt/an
	éco année 30	208 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	110 €/logt/an
	dont eco sur SG	22 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,6 ct€/HT/kWh 1e année
J	éco année 1	-30 €/logt/an
	éco année 30	258 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	101 €/logt/an
	dont eco sur SG	51 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	14,4 ct€/HT/kWh 5e année
M	éco année 1	-9 €/logt/an
	éco année 30	272 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	117 €/logt/an
	dont eco sur SG	51 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	12,4 ct€/HT/kWh 3e année
O	éco année 1	13 €/logt/an
	éco année 30	261 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	124 €/logt/an
	dont eco sur SG	53 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	10,8 ct€/HT/kWh 1e année

A	éco année 1	22 €/logt/an
	éco année 30	221 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	111 €/logt/an
	dont eco sur SG	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	9,6 ct€/HT/kWh 1e année
E	éco année 1	28 €/logt/an
	éco année 30	203 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	106 €/logt/an
	dont eco sur SG	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,9 ct€/HT/kWh 1e année
I	éco année 1	25 €/logt/an
	éco année 30	217 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	111 €/logt/an
	dont eco sur SG	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	9,4 ct€/HT/kWh 1e année
K	éco année 1	24 €/logt/an
	éco année 30	218 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	110 €/logt/an
	dont eco sur SG	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	9,4 ct€/HT/kWh 1e année
L	éco année 1	24 €/logt/an
	éco année 30	216 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	110 €/logt/an
	dont eco sur SG	18 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	9,4 ct€/HT/kWh 1e année
N	éco année 1	24 €/logt/an
	éco année 30	216 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	110 €/logt/an
	dont eco sur SG	18 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	9,4 ct€/HT/kWh 1e année

GLOBAL QUARTIER	éco année 1	20 €/logt/an
	éco année 30	178 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	91 €/logt/an

NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

V21

		Coût prod PV +20%
C	éco année 1	7 €/logt/an
	éco année 30	55 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	28 €/logt/an
	dont eco sur SG	23 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	9,5 ct€/kWh 1e année
F	éco année 1	7 €/logt/an
	éco année 30	55 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	28 €/logt/an
	dont eco sur SG	23 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	9,5 ct€/kWh 1e année
H	éco année 1	7 €/logt/an
	éco année 30	55 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	28 €/logt/an
	dont eco sur SG	23 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	9,5 ct€/kWh 1e année

nb logts

C	102
F	102
H	102
B	150
G	168
J	32
M	40
O	50
A	73
E	92
I	93
K	91
L	92
N	92
	1279

B	éco année 1	17 €/logt/an
	éco année 30	183 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	91 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	9,9 ct€/kWh 1e année
G	éco année 1	16 €/logt/an
	éco année 30	198 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	97 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	10,1 ct€/kWh 1e année
J	éco année 1	-43 €/logt/an
	éco année 30	249 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	90 €/logt/an
	dont eco sur SG	47 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	15,4 ct€/kWh 7e année
M	éco année 1	-26 €/logt/an
	éco année 30	261 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	104 €/logt/an
	dont eco sur SG	46 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	13,5 ct€/kWh 5e année
O	éco année 1	-5 €/logt/an
	éco année 30	249 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	109 €/logt/an
	dont eco sur SG	48 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	12,1 ct€/kWh 2e année

A	éco année 1	6 €/logt/an
	éco année 30	210 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	98 €/logt/an
	dont eco sur SG	17 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	11,1 ct€/kWh 1e année
E	éco année 1	12 €/logt/an
	éco année 30	194 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	93 €/logt/an
	dont eco sur SG	18 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	10,4 ct€/kWh 1e année
I	éco année 1	9 €/logt/an
	éco année 30	207 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	98 €/logt/an
	dont eco sur SG	17 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	10,8 ct€/kWh 1e année
K	éco année 1	8 €/logt/an
	éco année 30	207 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	97 €/logt/an
	dont eco sur SG	17 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	10,9 ct€/kWh 1e année
L	éco année 1	8 €/logt/an
	éco année 30	206 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	97 €/logt/an
	dont eco sur SG	17 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	10,9 ct€/kWh 1e année
N	éco année 1	8 €/logt/an
	éco année 30	206 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	97 €/logt/an
	dont eco sur SG	17 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélèv. éco réelle à partir de l'année :	10,9 ct€/kWh 1e année

GLOBAL QUARTIER	éco année 1	7 €/logt/an
	éco année 30	170 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	80 €/logt/an

NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

V2 2 décalage LL et LV aux heures de production

C	éco année 1	11 €/logt/an
	éco année 30	58 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an
	dont eco sur SG	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	7,9 ct€/HT/kWh 1e année
F	éco année 1	11 €/logt/an
	éco année 30	58 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an
	dont eco sur SG	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	7,9 ct€/HT/kWh 1e année
H	éco année 1	11 €/logt/an
	éco année 30	58 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	32 €/logt/an
	dont eco sur SG	26 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	7,9 ct€/HT/kWh 1e année

nb logts
C 102
F 102
H 102
B 150
G 168
J 32
M 40
O 50
A 73
E 92
I 93
K 91
L 92
N 92
1279

B	éco année 1	35 €/logt/an
	éco année 30	203 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	109 €/logt/an
	dont eco sur SG	22 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,1 ct€/HT/kWh 1e année
G	éco année 1	37 €/logt/an
	éco année 30	222 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	119 €/logt/an
	dont eco sur SG	23 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,2 ct€/HT/kWh 1e année
J	éco année 1	21 €/logt/an
	éco année 30	307 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	149 €/logt/an
	dont eco sur SG	66 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	10,9 ct€/HT/kWh 1e année
M	éco année 1	28 €/logt/an
	éco année 30	311 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	154 €/logt/an
	dont eco sur SG	62 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	10,0 ct€/HT/kWh 1e année
O	éco année 1	36 €/logt/an
	éco année 30	290 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	149 €/logt/an
	dont eco sur SG	60 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	9,2 ct€/HT/kWh 1e année

A	éco année 1	35 €/logt/an
	éco année 30	242 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	127 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,6 ct€/HT/kWh 1e année
E	éco année 1	35 €/logt/an
	éco année 30	219 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	117 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,3 ct€/HT/kWh 1e année
I	éco année 1	36 €/logt/an
	éco année 30	237 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	125 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,5 ct€/HT/kWh 1e année
K	éco année 1	35 €/logt/an
	éco année 30	238 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	125 €/logt/an
	dont eco sur SG	20 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,6 ct€/HT/kWh 1e année
L	éco année 1	35 €/logt/an
	éco année 30	236 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	124 €/logt/an
	dont eco sur SG	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,5 ct€/HT/kWh 1e année
N	éco année 1	35 €/logt/an
	éco année 30	236 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	124 €/logt/an
	dont eco sur SG	19 €/logt/an
	prix kWh vendu hors prélév. éco réelle à partir de l'année :	8,5 ct€/HT/kWh 1e année

GLOBAL QUARTIER	éco année 1	29 €/logt/an
	éco année 30	193 €/logt/an
	éco moyenne sur 30 ans	102 €/logt/an

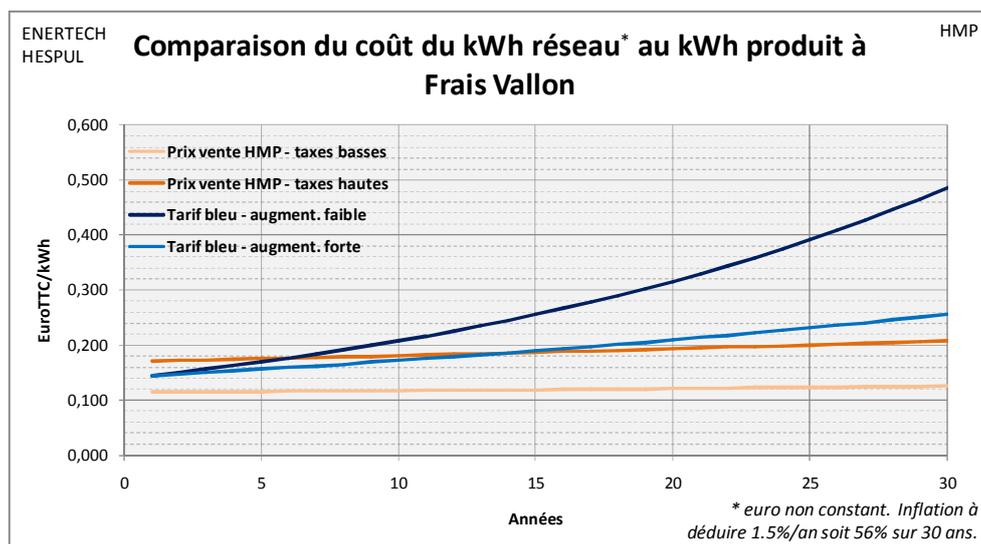
NB : les "%fact" sont relatifs à la somme (facture individuelle + charges élec SG du bâtiment)

ENERTECH 04/11/2016 : Note de calcul d'un montant de subvention pour l'autoconsommation PV à Frais Vallon

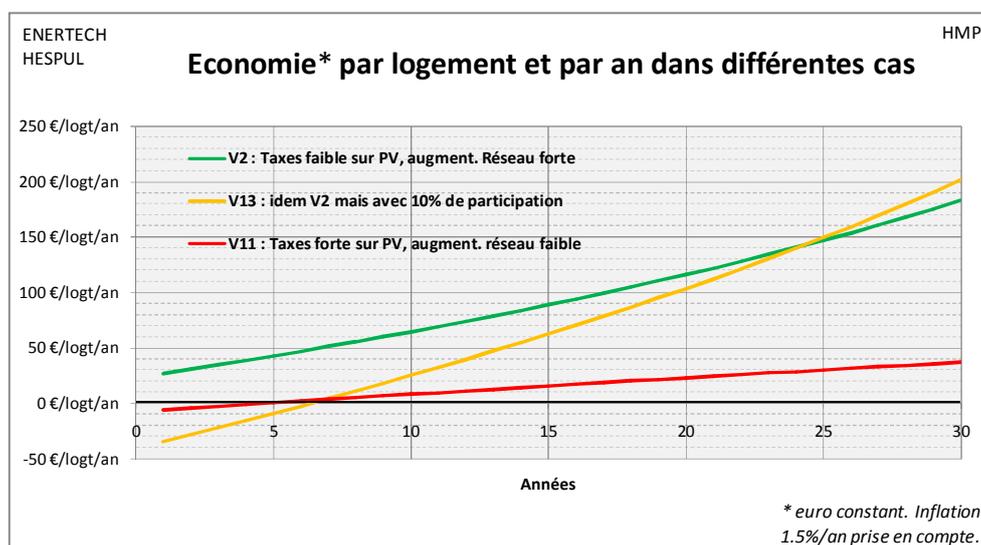
Question posée par HMP le 02/11/2016 : « Indiquez le montant de subvention qui serait nécessaire pour assurer la vente d'un kWh PV à nos locataires, 20 à 30% moins cher que le kWh du réseau.

Si on s'en tient strictement à ce qui est demandé, la réponse n'est pas satisfaisante :

- dans les cas favorables on est *déjà* 20% moins cher que le prix du réseau
- dans le cas le plus défavorable, exiger 20% de moins revient à subventionner les 30 années de production, pour un total de 975.000€ (56.000€ année 1 et 3300€ année 30), ce qui semble excessif étant donné l'investissement initial du projet, qui est de 1.2Meuros.



On peut aussi raisonner en économie par logement, et donc prendre en compte l'auto conso. SG, sur laquelle aucun prélèvement n'est effectué (dans le schéma d'autoconsommation 2). Ainsi même à parité réseau sur le kWh autoconsommé prélevé (celui autoconsommé pour les logements), on réalise tout de même une économie grâce à l'autoconsommation faite sur les SG. C'est ce que montre le courbe rouge du graphe suivant, par exemple entre l'année 5 et l'année 10 (un léger bénéfice est dégagé, alors que le coût du kWh est supérieur au tarif bleu – voir graphe précédent).



Le simulateur permet alors de calculer des ordres de grandeur de subvention, dans différents cas :

Sur la base du coût du kWh comparé au tarif bleu

A. Objectif : **Parité** du coût kWh autoconsommé avec le tarif bleu*

- ⇒ V2 (taxe basse / énergie haute) : Sub nécessaire 0€
- ⇒ V5 (taxe basse / énergie basse): Sub nécessaire 0€
- ⇒ V8 (taxe haute / énergie haute) : **Sub nécessaire 82 960 €**
- ⇒ V11 (taxe haute / énergie basse) : **Sub nécessaire 193 874 €**

B. Objectif : Coût du kWh autoconsommé **20% inférieur** au tarif bleu les premières années*

- ⇒ V2 (taxe basse / énergie haute) : Sub nécessaire 0€
- ⇒ V5 (taxe basse / énergie basse): Sub nécessaire 0€
- ⇒ V8 (taxe haute / énergie haute) : **Sub nécessaire 377 656 €**
- ⇒ V11 (taxe haute / énergie basse) : **Sub nécessaire 974 383 €**

Sur la base de l'économie globale faite par locataire

C. Objectif : Faire au minimum **20€** d'économie/logt/an les premières années*

- ⇒ V2 (taxe basse / énergie haute/taux particip. 100%) : Sub nécessaire 0€
- ⇒ V13 (taxe basse / énergie haute/taux particip. 10%) : **Sub nécessaire 331 539 €**
- ⇒ V11 (taxe haute / énergie basse) : **Sub nécessaire 298 291 €**

D. Objectif : Faire au minimum **70€** d'économie/logt/an les premières années*

- ⇒ V2 (taxe basse / énergie haute/taux particip. 100%) : **Sub nécessaire 319 674€**
- ⇒ V13 (taxe basse / énergie haute/taux particip. 10%) : **Sub nécessaire 1 110 053 €**
- ⇒ V11 (taxe haute / énergie basse) : **Sub nécessaire 2 074 216 €**

* détail des calculs dans les tableaux en annexe

CONCLUSION

Il apparaît qu'un montant de subvention **de l'ordre de 300 à 350 000€** (montant égal à 24 à 28% de l'investissement initial) permettrait de compenser les premières années, ou bien un scénario défavorable sur le couple *prélèvements sur autoconso/prix du réseau*, ou bien un taux de participation initial très faible des locataires.

Dans un cas intermédiaire, il serait également un moyen d'enclencher le processus d'adhésion en proposant un gain minimum de 20 à 30 euros/an les premières années.

Dans un cas favorable (faibles prélèvements et forte adhésion) , ce montant de subvention permettrait de dégager au minimum 70€/logt/an dès les premières années.

ANNEXE : détail des calculs

Subvention pour être au minimum à la parité réseau les premières années								
année	Prélèvement bas				Prélèvements hauts			
	nrj haut V2		nrj bas V5		nrj haut V8		nrj bas V11	
	kWh PV / kWh réseau sans sub	Sub - €	kWh PV / kWh réseau sans sub	Sub - €	kWh PV / kWh réseau sans sub	Sub 82 960 €	kWh PV / kWh réseau sans sub	Sub 193 874 €
1	80%	- €	80%	- €	119%	26 741 €	119%	26 741 €
2	77%	- €	78%	- €	115%	21 914 €	117%	24 938 €
3	74%	- €	77%	- €	111%	16 843 €	115%	23 091 €
4	71%	- €	76%	- €	107%	11 514 €	114%	21 201 €
5	68%	- €	74%	- €	103%	5 915 €	112%	19 265 €
6	66%	- €	73%	- €	100%	33 €	111%	17 283 €
7	63%	- €	72%	- €	97%	- €	109%	15 254 €
8	61%	- €	71%	- €	93%	- €	108%	13 176 €
9	59%	- €	70%	- €	90%	- €	107%	11 048 €
10	57%	- €	68%	- €	87%	- €	105%	8 869 €
11	55%	- €	67%	- €	84%	- €	104%	6 639 €
12	52%	- €	66%	- €	81%	- €	102%	4 354 €
13	50%	- €	65%	- €	79%	- €	101%	2 015 €
14	49%	- €	64%	- €	76%	- €	100%	- €
15	47%	- €	63%	- €	73%	- €	99%	- €
16	45%	- €	62%	- €	71%	- €	97%	- €
17	43%	- €	61%	- €	68%	- €	96%	- €
18	42%	- €	60%	- €	66%	- €	95%	- €
19	40%	- €	59%	- €	64%	- €	94%	- €
20	38%	- €	58%	- €	61%	- €	92%	- €
21	37%	- €	57%	- €	59%	- €	91%	- €
22	36%	- €	56%	- €	57%	- €	90%	- €
23	34%	- €	55%	- €	55%	- €	89%	- €
24	33%	- €	54%	- €	53%	- €	88%	- €
25	32%	- €	53%	- €	51%	- €	87%	- €
26	30%	- €	53%	- €	49%	- €	86%	- €
27	29%	- €	52%	- €	48%	- €	84%	- €
28	28%	- €	51%	- €	46%	- €	83%	- €
29	27%	- €	50%	- €	44%	- €	82%	- €
30	26%	- €	49%	- €	43%	- €	81%	- €

Subvention pour être au minimum 20% moins cher que le réseau pendant 30 ans

année	Prélèvement bas				Prélèvements hauts			
	nrj haut V2		nrj bas V5		nrj haut V8		nrj bas V11	
	kWh PV / kWh réseau sans sub	Sub	kWh PV / kWh réseau sans sub	Sub	kWh PV / kWh réseau sans sub	Sub	kWh PV / kWh réseau sans sub	Sub
	- €	- €	- €	- €	377 656 €	- €	- €	974 383 €
1	80%	- €	80%	- €	119%	55 582 €	119%	55 582 €
2	77%	- €	78%	- €	115%	51 920 €	117%	54 339 €
3	74%	- €	77%	- €	111%	48 066 €	115%	53 065 €
4	71%	- €	76%	- €	107%	44 010 €	114%	51 759 €
5	68%	- €	74%	- €	103%	39 740 €	112%	50 420 €
6	66%	- €	73%	- €	100%	35 247 €	111%	49 047 €
7	63%	- €	72%	- €	97%	30 518 €	109%	47 639 €
8	61%	- €	71%	- €	93%	25 543 €	108%	46 195 €
9	59%	- €	70%	- €	90%	20 309 €	107%	44 715 €
10	57%	- €	68%	- €	87%	14 801 €	105%	43 198 €
11	55%	- €	67%	- €	84%	9 008 €	104%	41 642 €
12	52%	- €	66%	- €	81%	2 913 €	102%	40 047 €
13	50%	- €	65%	- €	79%	- €	101%	38 411 €
14	49%	- €	64%	- €	76%	- €	100%	36 734 €
15	47%	- €	63%	- €	73%	- €	99%	35 015 €
16	45%	- €	62%	- €	71%	- €	97%	33 252 €
17	43%	- €	61%	- €	68%	- €	96%	31 445 €
18	42%	- €	60%	- €	66%	- €	95%	29 592 €
19	40%	- €	59%	- €	64%	- €	94%	27 692 €
20	38%	- €	58%	- €	61%	- €	92%	25 744 €
21	37%	- €	57%	- €	59%	- €	91%	23 747 €
22	36%	- €	56%	- €	57%	- €	90%	21 700 €
23	34%	- €	55%	- €	55%	- €	89%	19 601 €
24	33%	- €	54%	- €	53%	- €	88%	17 448 €
25	32%	- €	53%	- €	51%	- €	87%	15 242 €
26	30%	- €	53%	- €	49%	- €	86%	12 979 €
27	29%	- €	52%	- €	48%	- €	84%	10 660 €
28	28%	- €	51%	- €	46%	- €	83%	8 282 €
29	27%	- €	50%	- €	44%	- €	82%	5 844 €
30	26%	- €	49%	- €	43%	- €	81%	3 344 €

Subvention pour faire au moins 20 euros d'économie/an même les premières années

année	Prélèv. bas - nrj haut participation 100% V2		Prélèv. bas - nrj haut participation 10% V13		Prélèv. hauts - nrj basse participation 100% V11	
	Economie/logt/an sans sub	Sub - €	Economie/logt/an sans sub	Sub 331 539 €	Economie/logt/an sans sub	Sub 298 291 €
1	27 €/logt/an	- €	-35 €/logt/an	70 114 €	-6 €/logt/an	33 737 €
2	31 €/logt/an	- €	-29 €/logt/an	62 048 €	-5 €/logt/an	31 636 €
3	35 €/logt/an	- €	-22 €/logt/an	53 883 €	-3 €/logt/an	29 552 €
4	39 €/logt/an	- €	-16 €/logt/an	45 613 €	-1 €/logt/an	27 485 €
5	43 €/logt/an	- €	-9 €/logt/an	37 231 €	0 €/logt/an	25 433 €
6	47 €/logt/an	- €	-2 €/logt/an	28 732 €	2 €/logt/an	23 397 €
7	51 €/logt/an	- €	4 €/logt/an	20 108 €	3 €/logt/an	21 376 €
8	55 €/logt/an	- €	11 €/logt/an	11 353 €	5 €/logt/an	19 369 €
9	60 €/logt/an	- €	18 €/logt/an	2 459 €	6 €/logt/an	17 377 €
10	64 €/logt/an	- €	25 €/logt/an	- €	8 €/logt/an	15 399 €
11	69 €/logt/an	- €	32 €/logt/an	- €	9 €/logt/an	13 434 €
12	74 €/logt/an	- €	40 €/logt/an	- €	11 €/logt/an	11 483 €
13	79 €/logt/an	- €	47 €/logt/an	- €	13 €/logt/an	9 544 €
14	84 €/logt/an	- €	55 €/logt/an	- €	14 €/logt/an	7 618 €
15	89 €/logt/an	- €	62 €/logt/an	- €	16 €/logt/an	5 704 €
16	94 €/logt/an	- €	70 €/logt/an	- €	17 €/logt/an	3 803 €
17	99 €/logt/an	- €	78 €/logt/an	- €	19 €/logt/an	1 912 €
18	105 €/logt/an	- €	87 €/logt/an	- €	20 €/logt/an	33 €
19	110 €/logt/an	- €	95 €/logt/an	- €	21 €/logt/an	- €
20	116 €/logt/an	- €	104 €/logt/an	- €	23 €/logt/an	- €
21	122 €/logt/an	- €	112 €/logt/an	- €	24 €/logt/an	- €
22	128 €/logt/an	- €	121 €/logt/an	- €	26 €/logt/an	- €
23	134 €/logt/an	- €	130 €/logt/an	- €	27 €/logt/an	- €
24	140 €/logt/an	- €	140 €/logt/an	- €	29 €/logt/an	- €
25	147 €/logt/an	- €	149 €/logt/an	- €	30 €/logt/an	- €
26	154 €/logt/an	- €	159 €/logt/an	- €	31 €/logt/an	- €
27	161 €/logt/an	- €	169 €/logt/an	- €	33 €/logt/an	- €
28	168 €/logt/an	- €	180 €/logt/an	- €	34 €/logt/an	- €
29	175 €/logt/an	- €	190 €/logt/an	- €	36 €/logt/an	- €
30	183 €/logt/an	- €	201 €/logt/an	- €	37 €/logt/an	- €
éco moy. sur 30 ans avant sub	96 €/logt/an		72 €/logt/an		16 €/logt/an	
éco moy. sur 30 ans après sub	96 €/logt/an		81 €/logt/an		24 €/logt/an	

Subvention pour faire au moins 70 euros d'économie/an même les premières années

année	Prélèv. bas - nrj haut participation 100% V2		Prélèv. bas - nrj haut participation 10% V13		Prélèv. hauts - nrj basse participation 100% V11	
	Economie/logt/an sans sub	Sub 319 674 €	Economie/logt/an sans sub	Sub 1 110 053 €	Economie/logt/an sans sub	Sub 2 074 216 €
1	27 €/logt/an	55 323 €	-35 €/logt/an	134 064 €	-6 €/logt/an	97 687 €
2	31 €/logt/an	50 362 €	-29 €/logt/an	125 998 €	-5 €/logt/an	95 586 €
3	35 €/logt/an	45 313 €	-22 €/logt/an	117 833 €	-3 €/logt/an	93 502 €
4	39 €/logt/an	40 171 €	-16 €/logt/an	109 563 €	-1 €/logt/an	91 435 €
5	43 €/logt/an	34 933 €	-9 €/logt/an	101 181 €	0 €/logt/an	89 383 €
6	47 €/logt/an	29 593 €	-2 €/logt/an	92 682 €	2 €/logt/an	87 347 €
7	51 €/logt/an	24 147 €	4 €/logt/an	84 058 €	3 €/logt/an	85 326 €
8	55 €/logt/an	18 590 €	11 €/logt/an	75 303 €	5 €/logt/an	83 319 €
9	60 €/logt/an	12 917 €	18 €/logt/an	66 409 €	6 €/logt/an	81 327 €
10	64 €/logt/an	7 123 €	25 €/logt/an	57 369 €	8 €/logt/an	79 349 €
11	69 €/logt/an	1 201 €	32 €/logt/an	48 176 €	9 €/logt/an	77 384 €
12	74 €/logt/an	- €	40 €/logt/an	38 821 €	11 €/logt/an	75 433 €
13	79 €/logt/an	- €	47 €/logt/an	29 297 €	13 €/logt/an	73 494 €
14	84 €/logt/an	- €	55 €/logt/an	19 595 €	14 €/logt/an	71 568 €
15	89 €/logt/an	- €	62 €/logt/an	9 707 €	16 €/logt/an	69 654 €
16	94 €/logt/an	- €	70 €/logt/an	- €	17 €/logt/an	67 753 €
17	99 €/logt/an	- €	78 €/logt/an	- €	19 €/logt/an	65 862 €
18	105 €/logt/an	- €	87 €/logt/an	- €	20 €/logt/an	63 983 €
19	110 €/logt/an	- €	95 €/logt/an	- €	21 €/logt/an	62 114 €
20	116 €/logt/an	- €	104 €/logt/an	- €	23 €/logt/an	60 256 €
21	122 €/logt/an	- €	112 €/logt/an	- €	24 €/logt/an	58 409 €
22	128 €/logt/an	- €	121 €/logt/an	- €	26 €/logt/an	56 571 €
23	134 €/logt/an	- €	130 €/logt/an	- €	27 €/logt/an	54 742 €
24	140 €/logt/an	- €	140 €/logt/an	- €	29 €/logt/an	52 923 €
25	147 €/logt/an	- €	149 €/logt/an	- €	30 €/logt/an	51 113 €
26	154 €/logt/an	- €	159 €/logt/an	- €	31 €/logt/an	49 311 €
27	161 €/logt/an	- €	169 €/logt/an	- €	33 €/logt/an	47 517 €
28	168 €/logt/an	- €	180 €/logt/an	- €	34 €/logt/an	45 732 €
29	175 €/logt/an	- €	190 €/logt/an	- €	36 €/logt/an	43 954 €
30	183 €/logt/an	- €	201 €/logt/an	- €	37 €/logt/an	42 183 €
éco moy. sur 30 ans avant sub	96 €/logt/an		72 €/logt/an		16 €/logt/an	
éco moy. sur 30 ans après sub	96 €/logt/an		81 €/logt/an		24 €/logt/an	