

COMMISSION DE REGULATION DE L'ENERGIE EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

ETUDE d'initiative

(BRUGEL-ETUDE-20171109-24)

relative au parc photovoltaïque en Région de Bruxelles-Capitale - 2015

Etabli sur base de article 30bis §2, 7° de l'ordonnance du 19 juillet 2001 relative à l'organisation du marché de l'électricité en Région de Bruxelles-Capitale.

09/11/2017

Etude réalisée par l'ICEDD pour le compte de BRUGEL

Table des matières

1	Base légale.....	5
2	Introduction.....	6
2.1	Objet du rapport	6
2.2	Contexte.....	7
3	Préparation des données.....	11
3.1	Sources de données	11
3.2	Principales hypothèses.....	11
4	Analyse du matériel installé	13
4.1	Rendements des panneaux	14
4.2	Parts de marché des fabricants de panneaux.....	17
4.3	Parts de marché des fabricants d'onduleurs.....	19
4.4	Origine des modules	21
4.5	Enseignements des analyses du matériel	23
5	Productivité des installations.....	23
5.1	Productivité du parc.....	23
5.1.1.	Définition et segmentations de l'indicateur.....	23
5.1.2.	Evolution en fonction de l'année de production : de 2012 à 2015.....	24
5.1.3.	Evolution en fonction de l'année de mise en service.....	26
5.1.4.	Analyse en fonction des catégories de puissance	27
5.2	Performance des installations	29
5.2.1.	Définition et segmentations de l'indicateur.....	29
5.2.2.	Analyse de la performance en 2015.....	30
5.2.3.	Analyse évolutive en fonction de l'année de mise en service de 2011 à 2014	31
5.2.4.	Analyse en fonction de la catégorie de puissance.....	32
5.3	Enseignements des analyses de productivité et de performance	34
6	Prix des installations.....	35
6.1	Prix au kWc en fonction de l'année de mise en service	35
6.2	Prix au kWc en fonction des catégories de puissance.....	36
6.3	Evolution du prix en fonction de l'origine des panneaux.....	42
6.4	Evolution du prix en fonction de la technologie	43
6.5	Enseignements des analyses sur le prix	45
7	Dimensionnement.....	46
8	Taux d'autoconsommation	49
9	Analyse communale du parc photovoltaïque	55
10	Conclusions	59
11	Annexe : Tableaux chiffrés des données communales.....	61
11.1	Tableau A : Nombre d'installations PV suivant le type de titulaire	61
11.2	Tableau B : Puissance installée par commune suivant le type de titulaire.....	62

Liste des illustrations

Figure 1 : Répartition par classe de puissance des installations PV chez les particuliers fin 2015.....	8
Figure 2 : Evolutions entre les types de titulaire	10
Figure 3 : Comparaisons européenne et régionale de la densité du nombre d'installations PV par 1.000 habitants.....	10
Figure 4 : Puissance spécifique (Wc/m ²) des installations du parc bruxellois fin 2015.....	14
Figure 5 : Rendement des installations par catégorie de puissance (Wc/m ²).....	16
Figure 6 : Top 9 des marques de panneaux en RBC	17
Figure 7 : Evolution des parts de marché des panneaux mis en service entre 2012 et 2015 en RBC.	18
Figure 8 : Top 9 des marques d'onduleur en RBC.....	19
Figure 9 : Evolution des parts de marché des onduleurs mis en service entre 2012 et 2015 en RBC	20
Figure 10 : Evolution des parts de marché des panneaux mis en service entre 2012 et 2015 en RBC en fonction de leur pays d'origine (% en MWc installés)	22
Figure 11 : Parts de marché du parc total des panneaux en fonction de leur pays d'origine (% en MWc installés)	22
Figure 12 : Productivité normalisée des installations PV en RBC sur la période 2012-2015	25
Figure 13 : Productivité normalisée des installations PV en RBC en 2015 ventilée par année de mise en service	27
Figure 14 : Productivité normalisée des installations PV en RBC en 2015 ventilée par catégorie de puissance	28
Figure 15 : Courbe de distribution des installations PV en RBC en 2015 en fonction de leur performance	30
Figure 16 : Courbe de distribution des installations PV en RBC en 2015 en fonction de leur performance pour les 4 dernières années de mise en service.....	32
Figure 17 : Courbe de distribution des installations PV en RBC en 2015 en fonction de leur performance par catégorie de puissance des installations	33
Figure 18 : Prix des installations sur la période 2012-2015 (EUR/kWc)	36
Figure 19 : Prix des installations par catégorie de puissance des installations (EUR/kWc)	37
Figure 20 : Prix des installations par catégorie de puissance (EUR/kWc) – année 2013.....	38
Figure 21 : Prix des installations par catégorie de puissance (EUR/kWc) – année 2014.....	39
Figure 22 : Prix des installations par catégorie de puissance (EUR/kWc) – année 2015.....	40
Figure 23 : Prix des installations PV par année MES en fonction de la puissance installée.....	41
Figure 24 : Lois d'échelle obtenues pour les installations de puissance]0-100 kWc]	41
Figure 25 : Prix des installations par pays d'origine des panneaux (EUR/kWc)	42
Figure 26 : Prix des installations PV en RBC en fonction du type de technologie (EUR/kWc)	44
Figure 27 : Distribution des installations en fonction de leur dimensionnement.....	47
Figure 28 : Distribution des installations en fonction de leur classe d'autoconsommation.....	50
Figure 29 : Distribution des installations en fonction de leur classe d'autoconsommation – [0-5kW]	52
Figure 30 : Distribution des installations en fonction de leur classe d'autoconsommation - [5-100 kW]	52
Figure 31 : Parc PV communal fin 2015 par type de titulaire	55
Figure 32 : Répartition de la puissance installée de chaque parc PV communal par type de titulaire..	55
Figure 33 : Densité du nombre d'installations PV par 1.000 habitants en fonction de la catégorie de puissance	56
Figure 34 : Carte 1- Nombre d'installations PV et densité par 1.000 habitants en RBC.....	57
Figure 35 : Carte 2 - Puissance installée et densité par 1.000 habitants en RBC	58

Liste des tableaux

Tableau 1 : Parc de production photovoltaïque fin 2015	7
Tableau 2 : Evolutions du nombre et de la puissance PV par année de mise en service ventilés par type de titulaire.....	9
Tableau 3 : Evolutions du nombre et de la puissance PV par année de mise en service ventilés par catégorie de puissance	9
Tableau 4 : Répartition des installations selon la classe de rendement fin 2015	15
Tableau 5 : Taille de l'échantillon pour l'analyse du rendement des panneaux.....	15
Tableau 6 : Principaux fabricants de modules photovoltaïques dans le monde en 2015.....	21
Tableau 7 : Indices de normalisation climatique sur base du rayonnement solaire global	24
Tableau 8 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité par année de production.....	24
Tableau 9 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité normalisée en 2015 par année de mise en service des installations.....	26
Tableau 10 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité normalisée en 2015 par catégorie de puissance des installations	27
Tableau 11 : Productivité de référence pour une installation PV en RBC	29
Tableau 12 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la performance en 2015	30
Tableau 13 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la performance en 2015 par année de mise en service.....	31
Tableau 14 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la performance en 2015 par catégorie de puissance	32
Tableau 15 : Taille et représentativité de l'échantillon	35
Tableau 16 : Taille et représentativité de l'échantillon (2013-2015)	37
Tableau 17 : Taille et représentativité de l'échantillon – année 2013	38
Tableau 18 : Taille et représentativité de l'échantillon – année 2014	39
Tableau 19 : Taille et représentativité de l'échantillon – année 2015	40
Tableau 20 : Taille et représentativité de l'échantillon (2012-2015)	42
Tableau 21 : Taille et représentativité de l'échantillon	43
Tableau 22 : Taille et représentativité de l'échantillon	46
Tableau 23 : Distribution de l'échantillon - Dimensionnement	48
Tableau 24 : Taille de l'échantillon	49
Tableau 25 : Distribution de l'échantillon - Autoconsommation	51
Tableau 26 : Taille et distribution de l'échantillon des 0-5 kWc et 5-100 kWc.....	53
Tableau 27 : Taille et distribution de l'échantillon des clients particuliers et privés	54

I Base légale

L'ordonnance du 19 juillet 2001 relative à l'organisation du marché de l'électricité en Région de Bruxelles-Capitale prévoit, en son article 30bis §2, 7°, inséré par l'article 56 de l'ordonnance du 14 décembre 2006, que :

« ... BRUGEL est investie d'une mission de conseil auprès des autorités publiques en ce qui concerne l'organisation et le fonctionnement du marché régional de l'énergie, d'une part, et d'une mission générale de surveillance et de contrôle de l'application des ordonnances et arrêtés y relatifs, d'autre part.

BRUGEL est chargée des missions suivantes :

2° d'initiative ou à la demande du Ministre ou du Gouvernement, effectuer des recherches et des études ou donner des avis, relatifs au marché de l'électricité et du gaz;

... »

La présente étude est réalisée à l'initiative de BRUGEL.

2 Introduction

2.1 Objet du rapport

Dans le rapport annuel de BRUGEL sur le fonctionnement du marché des certificats verts et des garanties d'origine, les parcs de production d'électricité verte comprenant notamment le parc de panneaux photovoltaïques (PV) bruxellois, sont analysés et détaillés. Ces informations s'articulent principalement autour de quatre indicateurs clés : nombre et puissance des installations, électricité produite, nombre de garanties d'origine (GO) octroyés y liées, et nombre de certificats verts (CV) octroyés.

Cependant, d'autres informations pertinentes mais inexploitées existent dans la banque de données BRUGEL.

Le présent rapport porte sur les résultats d'une étude réalisée par l'ICEDD pour le compte de BRUGEL qui vise, d'une part, à mettre à jour une étude similaire réalisée par le consortium constitué de Climact, Data @ Work et GreenSkill dont l'objectif était d'exploiter les informations supplémentaires de la banque de données BRUGEL afin d'identifier, d'analyser et d'interpréter une série d'indicateurs identifiés comme pertinents sur le parc PV, et d'autre part, d'enrichir ces résultats en les croisant avec des données socio-économiques communales de ces différents indicateurs.

De plus, le présent rapport permet d'approfondir et de compléter les analyses du parc PV du rapport annuel BRUGEL 2015. Les deux rapports restent néanmoins tout à fait indépendants.

Les résultats présentés se concentrent sur six analyses spécifiques identifiées comme particulièrement pertinentes pour comprendre l'évolution passée et future du parc PV bruxellois :

1. Analyse du matériel installé
2. Productivité des installations
3. Prix des installations
4. Dimensionnement
5. Autoconsommation
6. Présentations cartographiques communales du parc photovoltaïque

2.2 Contexte

Les premières installations photovoltaïques (PV) sont apparues en Région de Bruxelles-Capitale (RBC) dès 2006. Le développement des installations sur le territoire de la RBC est lié de manière directe à l'évolution des divers incitants financiers en vigueur sur la période 2006-2015 sous forme de primes, avantages fiscaux, certificats verts et tarification adaptée via le « principe de compensation »^{1,2}.

La ventilation du parc de production photovoltaïque fin 2015 suivant le type de titulaire et la catégorie de puissance des installations³ est résumée dans le tableau ci-dessous.

Catégorie de puissance	Nombre d'installations			Puissance installée en kWc			Nombre total	Puissance totale (kWc)
	Entreprise Privée	Entreprise Publique	Particulier	Entreprise Privée	Entreprise Publique	Particulier		
0 - 5 kW	184	42	2.483	583	124	6 749	2.709	7.456
5 - 10 kW	86	32	215	554	193	1.273	333	2.020
10 - 100 kW	147	27	10	5.390	813	176	184	6.378
100 - 1000 kW	80	2	0	26.985	237	0	82	27.222
> 1000 kW	9	0	0	9.623	0	0	9	9.623
TOTAL	506	103	2.708	43.135	1.368	8.197	3.317	52.700

Tableau I : Parc de production photovoltaïque fin 2015⁴

L'analyse de ce tableau montre que deux marchés se distinguent essentiellement en Région de Bruxelles-Capitale, d'une part, celui des petites installations (≤ 10 kWc) qui représente 92% des installations et 18% de la puissance totale installée, et d'autre part, celui des moyennes à grandes installations (> 10 kWc) qui représente 8% des installations et 82% de la puissance totale installée.

Les petites installations sont détenues majoritairement par des particuliers (89% du nombre des petites installations) alors que les moyennes et grandes installations concernent quasi exclusivement des entreprises privées ou publiques (96% du nombre des moyennes et grandes installations).

Si les installations inférieures à 5 kWc représentent 82% de l'ensemble des installations fin 2015 (92% des cas pour les particuliers), elles ne contribuent toutefois que pour à peine 14% de la puissance totale installée en RBC.

¹ Le rapport annuel 2015 de BRUGEL sur le fonctionnement du marché des certificats verts et des garanties d'origine reprend l'évolution trimestrielle sur la période 2006-2015 de ces incitants financiers ainsi que l'évolution du parc de production photovoltaïque résultante.

² La compensation est un mécanisme de comptage qui consiste à déduire les quantités injectées des quantités prélevées du réseau. Le principe de compensation n'est applicable qu'aux installations de production d'électricité verte et de cogénération dont la puissance de l'onduleur, côté AC, est inférieure ou égale à 5 kW. Pour information et conformément aux dispositions prévues dans l'arrêté relatif à la promotion de l'électricité verte du 17 décembre 2015, le principe de la compensation sera annulé dans le courant 2018.

³ Sauf indication contraire, une installation PV = un compteur vert.

⁴ Cf. rapport annuel sur le fonctionnement du marché des certificats verts et des garanties d'origine - brugel 2015.

Pour rappel, la compensation⁵ est d'application aux « installations » identifiées par un code EAN⁶ dont la puissance de l'onduleur, côté AC, est inférieure ou égale à 5 kWc.

Sont donc concernées par la compensation, toutes les installations mono-compteur de la catégorie 0-5 kWc mais également certaines installations de la catégorie 5-10 kWc.

La figure ci-dessous illustre la répartition par classe de puissance des 2.708 installations appartenant aux particuliers. Si la puissance moyenne installée pour le segment des particuliers (≤ 10 kWc) est située à 3 kWc, on constate que les modes principaux se situent autour de 2 et 3 kWc et près de 70% des installations ont une puissance inférieure ou égale à 3 kWc.

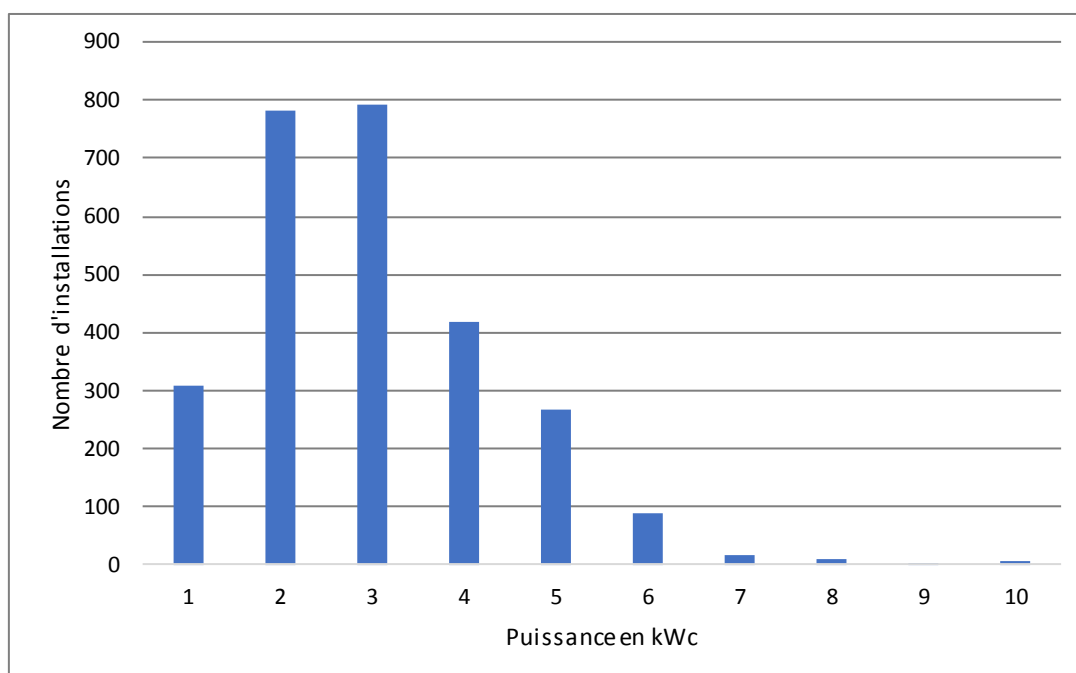


Figure 1 : Répartition par classe de puissance des installations PV chez les particuliers fin 2015

⁵ Cf. Art. 34 de l'arrêté du 17 décembre 2015 du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à la promotion de l'électricité verte.

⁶ La puissance prise en compte est la somme des puissances de tous les compteurs de production d'électricité verte situés derrière un même code EAN (tous types de production confondus).

Les deux tableaux ci-dessous indiquent les puissances installées par année sur la période 2006-2015, ventilées par type de titulaire (cf. Tableau 2) et par catégorie de puissance (Tableau 3) :

Année de mise en service	Nombre d'installations			Puissance installée en kWc			Nombre total	Puissance totale
	Entreprise Privée	Entreprise Publique	Particulier	Entreprise Privée	Entreprise Publique	Particulier		
2006	1	4	2	3	28	7	7	38
2007	0	0	25	0	0	43	25	43
2008	10	1	261	75	44	549	272	668
2009	83	2	1.206	613	19	3.156	1.291	3.788
2010	42	12	261	606	168	783	315	1.556
2011	46	22	236	1.632	173	815	304	2.620
2012	86	8	329	10.364	212	1.274	423	11.850
2013	156	24	259	25.191	349	1.072	439	26.611
2014	33	14	71	1.898	149	285	118	2.331
2015	49	16	58	2.753	226	215	123	3.194
TOTAL	506	103	2.708	43.135	1.368	8.197	3.317	52.700
%	15%	3%	82%	82%	3%	16%	100%	100%

Tableau 2 : Evolutions du nombre et de la puissance PV par année de mise en service ventilés par type de titulaire

Année	Nombre d'installations					Puissance installée en kWc					Nombre total	Puissance totale
	0-5 kW	5-10 kW	10-100 kW	100-1.000 kW	>1.000 kW	0-5 kW	5-10 kW	10-100 kW	100-1.000 kW	>1.000 kW		
2006	3	4	0	0	0	10	28	0	0	0	7	38
2007	24	1	0	0	0	35	8	0	0	0	25	43
2008	266	4	2	0	0	555	22	91	0	0	272	668
2009	1.227	48	15	1	0	3.075	305	307	102	0	1.291	3.788
2010	274	24	16	1	0	774	164	517	102	0	315	1.556
2011	237	46	18	3	0	734	268	638	980	0	304	2.620
2012	292	71	42	15	3	980	420	1.590	5.554	3.306	423	11.850
2013	242	90	55	46	6	836	537	2.085	16.836	6.317	439	26.611
2014	68	27	16	7	0	232	158	425	1516	0	118	2.331
2015	76	18	20	9	0	226	111	725	2132	0	123	3.194
TOTAL	2.709	333	184	82	9	7.456	2.020	6.378	27.222	9.623	3.317	52.700
%	82%	10%	6%	2%	0%	14%	4%	12%	52%	18%	100%	100%

Tableau 3 : Evolutions du nombre et de la puissance PV par année de mise en service ventilés par catégorie de puissance

L'analyse de ce tableau indique une tendance générale sur le marché bruxellois qui s'oriente de plus en plus vers des installations dans le secteur des entreprises privées ou publiques (via fonds propres ou via l'intervention de tiers-investisseurs privés).

Comme l'illustre la figure ci-dessous, si le marché des particuliers s'est fortement développé jusqu'en 2009, la tendance s'inverse à partir de 2010 surtout en termes de puissance installée. En effet, les installations dans les entreprises privées se sont progressivement imposées en kWc installé. Cependant, depuis 2014, ce développement s'est retrouvé ralenti suite à la diminution sensible du niveau de soutien (passage du coefficient multiplicateur de 2,2 à 1,32). On constate également que depuis 2013, la proportion d'établissements publics augmente que ce soit en termes de puissance ou en nombre d'installations.

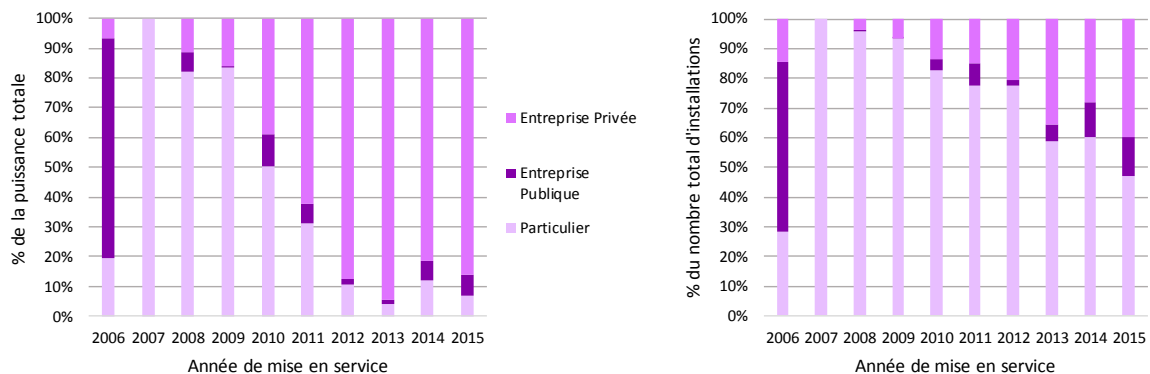


Figure 2 : Evolutions entre les types de titulaire

La figure ci-dessous présente, pour l'année 2015, les densités de puissance par 1.000 habitants des pays de l'Union européenne et des trois régions belges. La Région de Bruxelles-Capitale avec 44 kWc par 1.000 habitants se situe bien en deçà des moyennes belge et régionale. Avec 187 kWc/1.000 hab., la densité de l'Europe des 27 est largement supérieure à la densité bruxelloise.

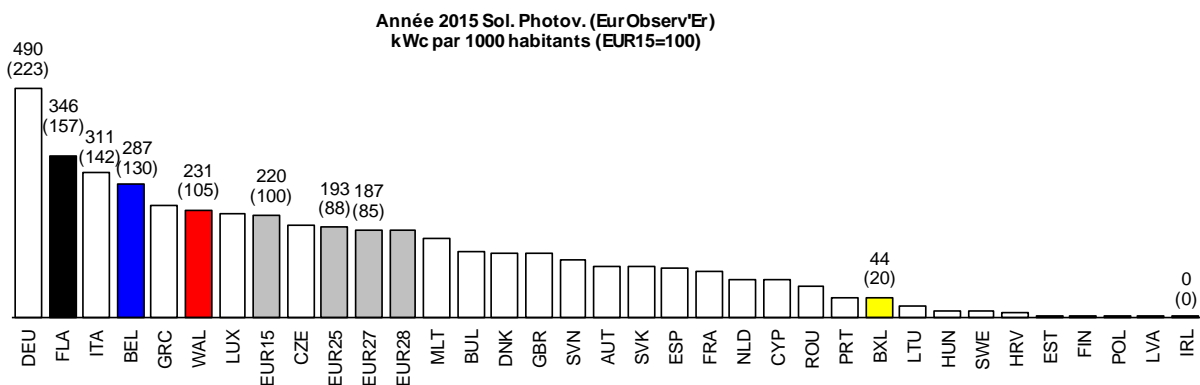


Figure 3 : Comparaisons européenne et régionale de la densité du nombre d'installations PV par 1.000 habitants

3 Préparation des données

3.1 Sources de données

Les analyses présentées dans ce rapport se basent sur trois sources de données :

1. Extrait de la base de données de Brugel contenant les données par compteur des installations photovoltaïques au 31/12/2015 ;
2. Extrait de la base de données de Brugel contenant, par compteur des installations photovoltaïques, les index de production envoyés par les titulaires, ainsi que les calculs d'octroi de Certificats verts (CV) et de Garanties d'origine (GO) au 31/12/2015 ;
3. Extrait de la base de données du gestionnaire de réseau de distribution (SIBELGA) contenant par code EAN les données 2013-2014 des index de prélèvement et de réinjection.

3.2 Principales hypothèses

Afin de s'assurer de ne réaliser les analyses que sur base des données pertinentes, certaines données ont été filtrées en suivant systématiquement les 2 étapes suivantes :

1. Filtrage des données sources sur base de leur qualité et de la connaissance de l'industrie

Après calcul des indicateurs, des filtres ont été appliqués, d'une part, pour exclure des valeurs manquantes ou des valeurs nulles, d'autre part, pour exclure des valeurs incorrectes sur base de références de l'industrie.

Quatre critères techniques de référence ont été appliqués dans les filtres :

- maximum technique de 1.250 kWh/kWc⁷ pour la productivité des installations ;
- maximum technique de 215 Wc/m² pour le rendement des panneaux⁸ ;
- minimum de 1.000 EUR/kWc et maximum 10.000 EUR/kWc pour les prix des installations (TVAc) ;
- minimum de 1.000 kWh/an⁹ pour l'EAV (« Estimated Annual Value »).

⁷ La valeur de 1.250 kWh/kWc correspond à la production maximale attendue pour une installation située en Région de Bruxelles-Capitale, exposée de manière optimale (sud, 35° sans ombrage) et munie d'un suiveur solaire.

⁸ La valeur de 215 Wc/m² correspond à la valeur maximale observée sur les fiches techniques des modules disponibles sur le marché en 2015

⁹ La médiane de consommation annuelle du consommateur bruxellois résidentiel se situant aux alentours de 2.000 kWh, un EAV avant installation PV inférieur à 50%, arrondi à 1.000 kWh, semble pertinent dans la mesure où cela exclut des cas de logement inhabité et de rénovation.

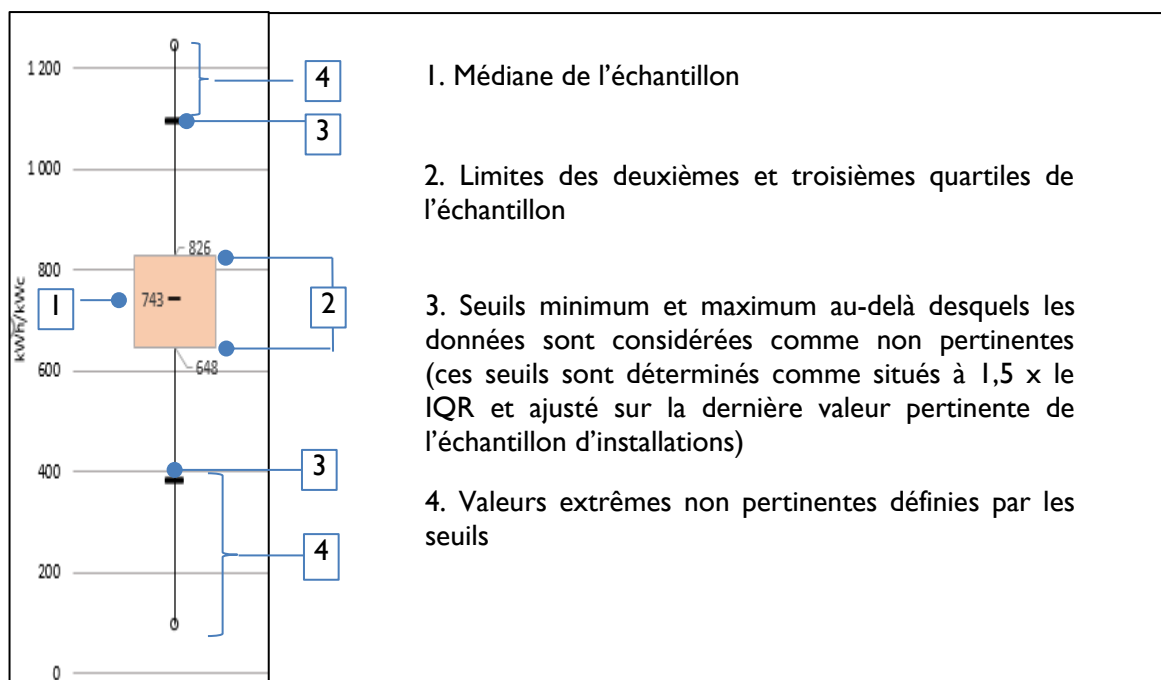
2. Identification des valeurs extrêmes non pertinentes

Après ce premier filtrage, certaines données peuvent encore être considérées comme valeurs extrêmes non pertinentes au cas par cas selon les indicateurs. Pour ce faire, l'identification des valeurs extrêmes non pertinentes a été réalisée par analyse statistique en utilisant des graphes de type « nuage de points » ou « diagramme en boîte » pour représenter les données.

Ces graphes permettent d'identifier les seuils pour les valeurs extrêmes non pertinentes soit visuellement via la densité de points dans le graphe « nuage de points », soit par la méthode des « 1,5 IQR »¹⁰ utilisée couramment en statistique descriptive et qui permet la détermination des barres supérieures et inférieures des « diagrammes en boîte ».

Cette étape se limite toutefois à une analyse visuelle. Les résultats statistiques publiés (médiane, quartile, moyenne, etc.) portent donc sur l'ensemble des données retenues après filtrage.

Lecture des diagrammes en boîte :



Pour chaque analyse, et après application des étapes de filtrage, une évaluation de la qualité et de la représentativité des données a été réalisée en communiquant le nombre d'installations incluses dans l'analyse et la proportion que cet échantillon représente par rapport aux données originales.

¹⁰ L'espace interquartile (IQR) est par définition la différence entre le troisième quartile et le premier quartile. La barre supérieure (inférieure) du graphe est déterminée en ajoutant (soustrayant) 1,5 fois l'espace interquartile (IQR) à la limite supérieure (inférieure) du troisième quartile (premier quartile).

4 Analyse du matériel installé

Cette première analyse a pour objectif d'identifier les différents types d'installations réalisées en Région de Bruxelles-Capitale, les parts de marché des différents fabricants ainsi que l'origine du matériel installé.

L'offre de produits, soutenue par un marché mondial en croissance, est en constante évolution que ce soit en termes de prix, de rendement des cellules et modules (panneaux). Les installations photovoltaïques peuvent en outre se distinguer par de nombreuses variantes technologiques selon notamment :

- le type de cellules utilisées : Silicium mono et poly-cristallin, couches minces, etc. ;
- le type d'onduleurs ;
- le mode d'intégration au bâti bruxellois : panneaux classiques rigides ou intégration de matériaux photovoltaïques dans le bâtiment (BIPV¹¹) ;
- le type de montage : toiture plate, inclinée ou façade, avec surimposition ou intégré, au sol avec ou sans suiveurs solaires, etc.

Cette diversité de situations, déjà présente en Région de Bruxelles-Capitale, n'est cependant pas capturée dans la banque de données des installations de BRUGEL. Cette étude étant limitée aux informations directement exploitables, seuls les indicateurs suivants ont par conséquent pu faire l'objet d'une analyse :

- 1 Rendement des panneaux (Wc/m^2) ;
- 2 Parts de marché des fabricants de panneaux ;
- 3 Parts de marché des fabricants d'onduleurs ;
- 4 Origine de production des panneaux.

¹¹ Building-Integrated PhotoVoltaïcs

4.1 Rendements des panneaux

Définition de l'indicateur

La banque de données BRUGEL ne renseigne pas le type de cellule ou le modèle de panneaux d'une installation mais bien sa puissance crête (kWc) ainsi que la surface des panneaux (m²).

Sur base de ces informations, la puissance spécifique des panneaux (Wc/m²) peut être directement calculée ainsi que le rendement du panneau (%) en divisant la puissance spécifique obtenue par 1.000 W/m² correspondant à l'irradiation solaire dans les conditions standards.

Deux dimensions ont été prises en compte pour évaluer le rendement des installations photovoltaïques en Région de Bruxelles-Capitale :

- A. Analyse en fonction de la classe de rendement
- B. Analyse en fonction de la catégorie de puissance

A. Analyse en fonction de la classe de rendement

Afin de pouvoir caractériser le parc de production, les installations ont été regroupées selon les trois catégories suivantes :

- Module à faible rendement : ≤ 125 Wc/m²
- Module à moyen rendement : > 125 et ≤ 175 Wc/m²
- Module à haut rendement : > 175 et ≤ 215 Wc/m²

La figure ci-dessous de type « nuage de points » illustre les différentes valeurs obtenues pour l'ensemble des installations.

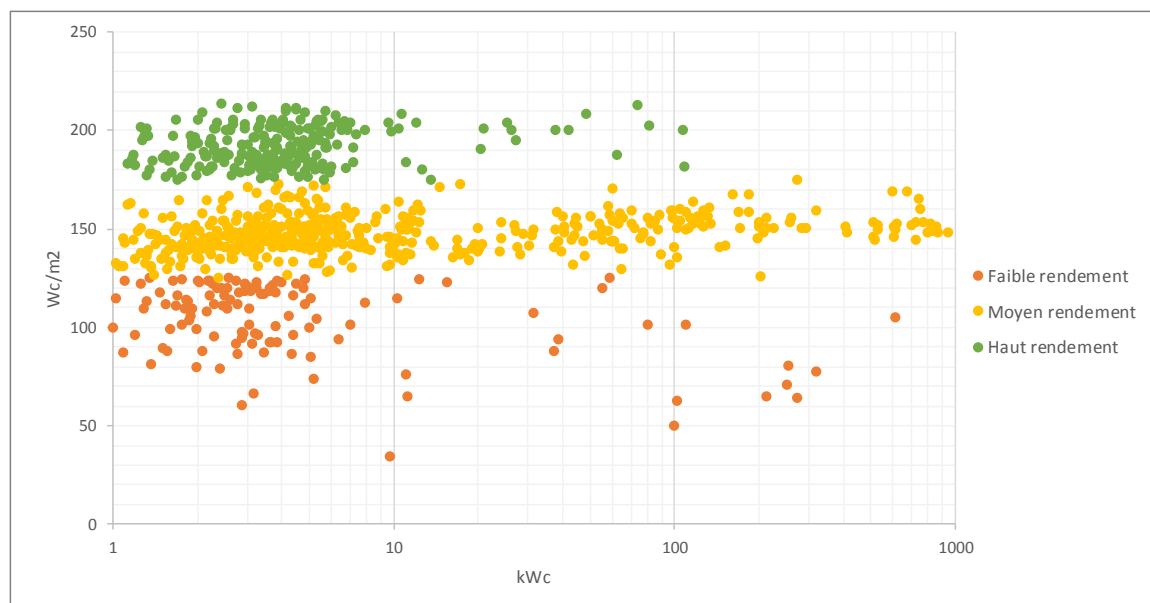


Figure 4 : Puissance spécifique (Wc/m²) des installations du parc bruxellois fin 2015

Sur base de l'échantillon analysé, c'est plus de 356.000 m² qui sont installés fin 2015 en Région de Bruxelles-Capitale avec une puissance spécifique moyenne de 157 Wc/m².

Le tableau ci-dessous comprend les parts de marché (% en nombre d'installations et % en kWc installé) et le rendement moyen des trois classes de rendement sur base de l'échantillon analysé fin 2015.

	% d'installations	% en kWc	Rendement moyen
Faible rendement	6%	6%	105
Moyen rendement	65%	86%	146
Haut rendement	29%	8%	190
Total	100%	100%	157

Tableau 4 : Répartition des installations selon la classe de rendement fin 2015

B. Analyse en fonction de la catégorie de puissance

La catégorie de puissance a été prise en compte pour évaluer le rendement des installations photovoltaïques en Région Bruxelles Capitale.

Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon sur lequel l'analyse a été réalisée et sa représentativité.

Catégorie de puissance (kWc)	0-5	5-10	10-100	100-1.000	> 1.000	Total
Nombre d'installations fin 2015	2.709	333	184	82	9	3.317
Nombre d'installations analysées	2.679	327	183	80	9	3.278
% du nombre total d'installations	99%	98%	99%	98%	100%	99%

Tableau 5 : Taille de l'échantillon pour l'analyse du rendement des panneaux

La quasi-totalité des installations sont analysées, l'échantillon est parfaitement représentatif.

Résultats

La figure ci-dessous illustre la distribution du rendement des installations (Wc/m²) en fonction de la catégorie de puissance des installations :]0-5 kW] ;]5-10 kW] ;]10-100 kW] ;]100-1000 kW] ; >1000 kW.

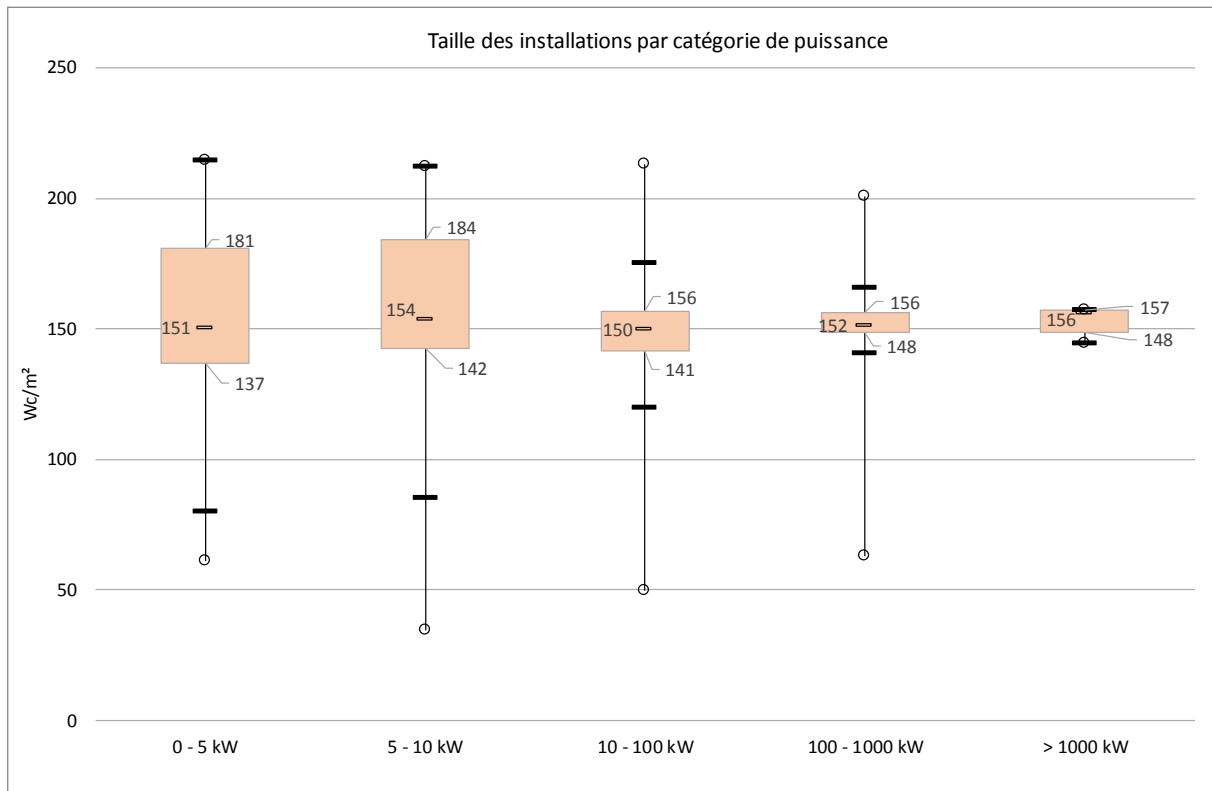


Figure 5 : Rendement des installations par catégorie de puissance (Wc/m^2)

Comme le montre l'analyse de la figure ci-dessus, le rendement médian d'une installation PV ne semble pas être influencé par la catégorie de puissance. Par contre, on constate que la distribution diminue pour les catégories de puissance supérieures. En effet, les grosses installations sont en général mieux dimensionnées que les petites installations des particuliers.

4.2 Parts de marché des fabricants de panneaux

L'analyse des parts de marché des différents types de matériel utilisé pour les installations photovoltaïques doit permettre d'identifier les grandes tendances sur le marché bruxellois et de les situer par rapport à celles observées dans le monde.

La figure ci-dessous présente les parts de marché du top 9 des marques de panneaux en RBC.

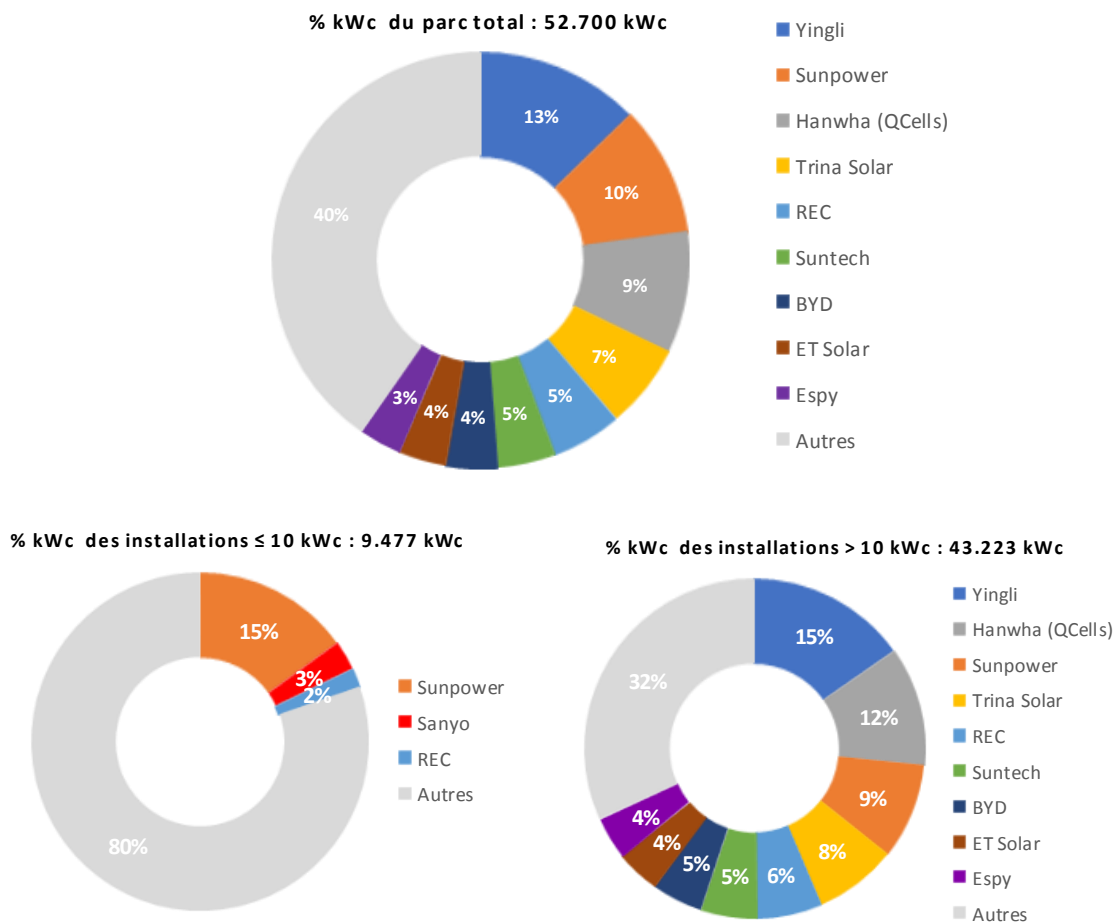


Figure 6 : Top 9 des marques de panneaux en RBC

Le top 9 des marques de panneaux concentre 60% du marché en termes de puissance installée pour le parc complet et 68% pour les grosses installations (>10 kWc). Seules 3 marques (Sunpower, Sanyo et REC) du top 9 figurent dans les parts de marché des petites installations (≤10 kWc),

La figure ci-dessous présente l'évolution des parts de marché des panneaux pour les quatre dernières années de mise en service.

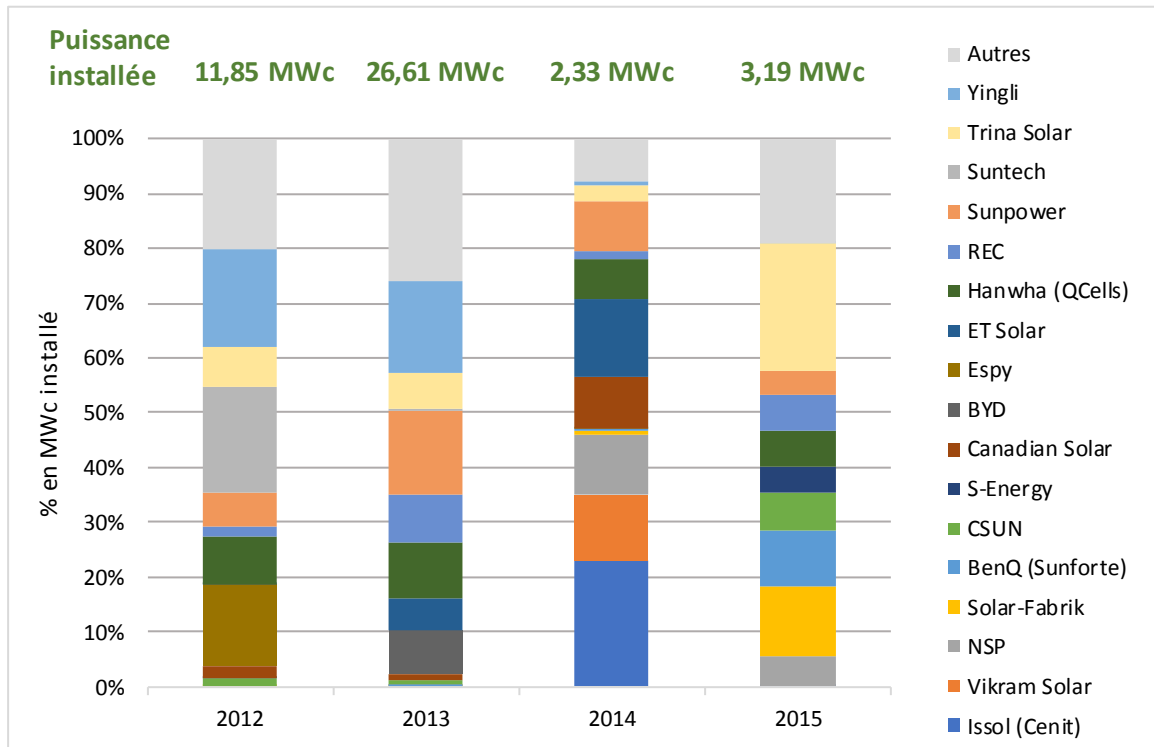


Figure 7 : Evolution des parts de marché des panneaux mis en service entre 2012 et 2015 en RBC

On constate qu'à partir de 2014, des marques comme ET Solar, NSP ou Solar Fabrik ont proportionnellement des parts de marché plus importantes. Cependant, notons que cette évolution s'est réalisée sur un marché bruxellois fortement en baisse par rapport aux années antérieures.

4.3 Parts de marché des fabricants d'onduleurs

La figure ci-dessous présente les parts de marché du top 9 des marques d'onduleurs en RBC.

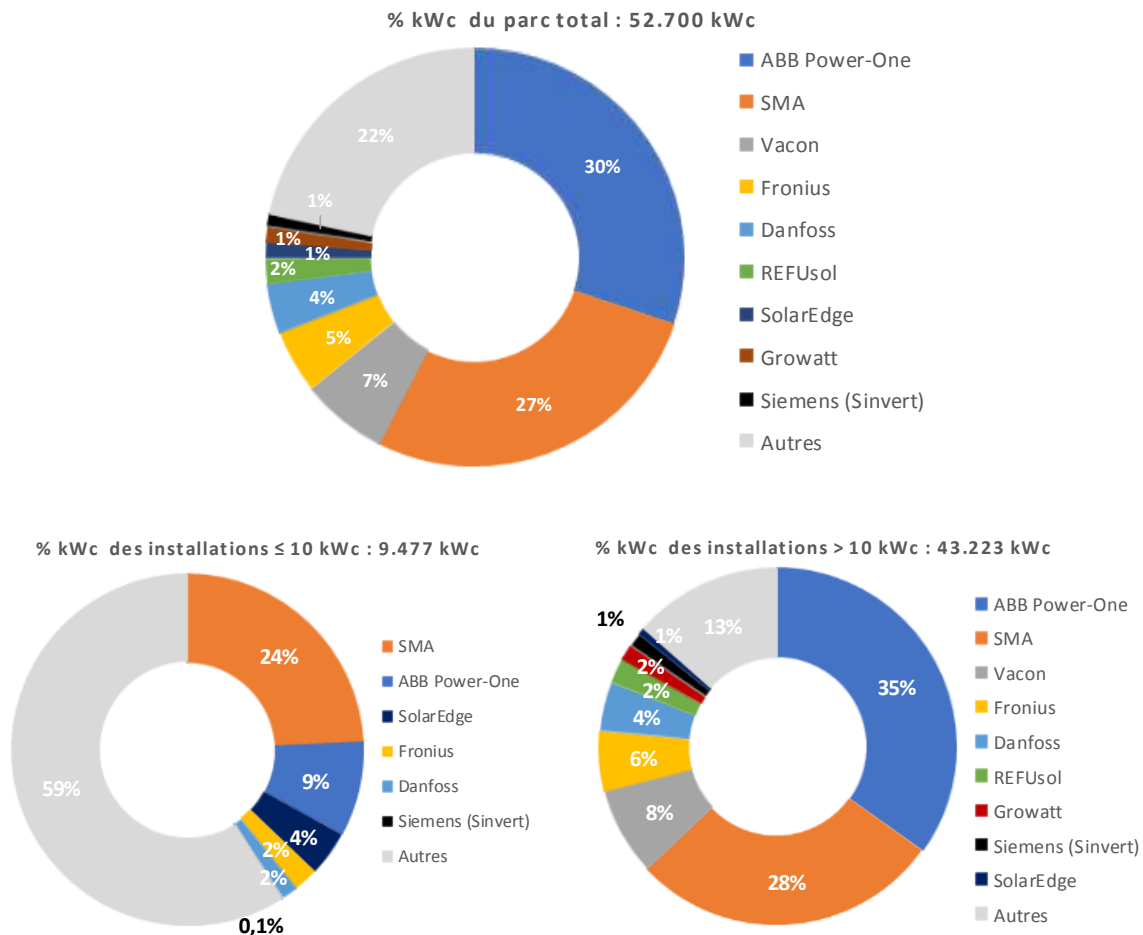


Figure 8 : Top 9 des marques d'onduleur en RBC

On constate que le marché des onduleurs est plus concentré que celui des panneaux puisque le top 9 des marques d'onduleur concentre 78% du marché en RBC et que deux marques (AB Power-One et SMA) dominent le marché bruxellois avec 57% de parts de marché. Quant aux petites installations (≤ 10 kWc), SMA occupe la première place avec 24% de part de marché.

Parmi les fabricants du top 9, la plupart sont des leaders mondiaux dans le domaine des onduleurs pour installations photovoltaïques. Aucune singularité n'est donc observée sur le marché bruxellois en ce qui concerne les fabricants d'onduleurs. Il est à noter que tous ces fabricants du top 9 à l'exception de Growatt sont des groupes basés en Europe et la plupart disposent toujours d'usines en Europe dédiées à la fabrication des onduleurs.

La figure ci-dessous présente l'évolution des parts de marché des onduleurs pour les quatre dernières années de mise en service.

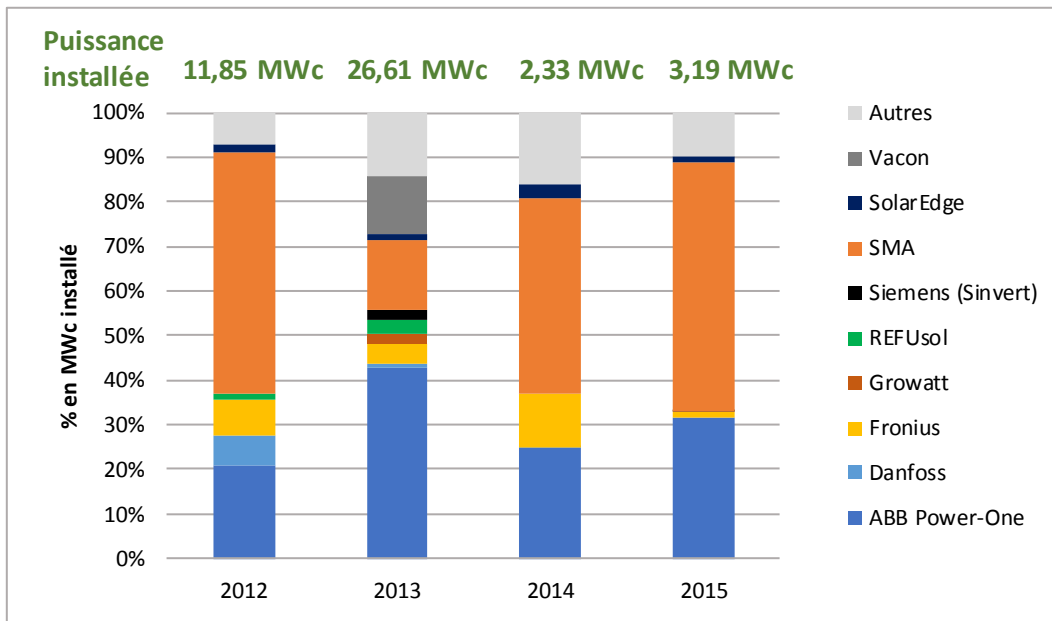


Figure 9 : Evolution des parts de marché des onduleurs mis en service entre 2012 et 2015 en RBC

Comme on l'a vu dans la Figure 8, AB Power-One et SMA dominent le marché des onduleurs sur la période 2012-2015.

4.4 Origine des modules

L'augmentation sensible de la demande mondiale sur les marchés asiatiques ainsi que les fortes baisses observées ces dernières années sur certains marchés locaux historiquement porteurs, principalement des pays européens parmi lesquels figure la Belgique¹², ont occasionné de fortes évolutions dans l'industrie photovoltaïque et en particulier dans la localisation des lignes de production. Le tableau ci-dessous reprend les principaux fabricants de modules photovoltaïques en 2015 au niveau mondial.

Entreprise	Pays	Localisation des lignes de production	Livraisons mondiales de modules en 2015 (MWc) ¹³
Trina Solar	Chine	Chine	5.740
Jinko Solar	Chine	Chine, Malaisie, Afrique du Sud, Portugal	4.512
Canadian Solar	Canada, Chine	Canada, Chine	4.384
JA Solar	Chine	Chine	3.673
Hanwha Qcells	Corée du Sud, Allemagne	Chine, Allemagne	3.306
First Solar	Etats-Unis	Malaisie, Etats-Unis	2.900
Yingli Green Energy	Chine	Chine, Thaïlande	2.400
ReneSola	Chine	Chine, Pologne, Afrique du Sud, Inde, Malaisie, Corée du Sud, Turquie, Japon	1.600
Solar World	Allemagne	Allemagne, Etats-Unis	1 159
SunPower	Etats-Unis	Etats-Unis, Philippines	969

Tableau 6 : Principaux fabricants de modules photovoltaïques dans le monde en 2015

En comparant ce tableau avec les marques de panneaux mis en service en RBC (cf. Figure 6), on constate que les quatre marques les plus utilisées en RBC (Yingli, SunPower, Hanwha-Qcells et Trina Solar) font partie des principaux fabricants de modules dans le monde.

La figure ci-dessous présente l'évolution des parts de marché par origine des panneaux pour les quatre dernières années de mise en service. Par hypothèse, on entend par pays d'origine des panneaux, le pays où se trouve la ligne de production principale des panneaux.

¹² IEA-PVPS –Snapshot of Global PV Markets 2015, www.iea-pvps.org

¹³ Source : Baromètre photovoltaïque – EurObserv'ER – Avril 2016

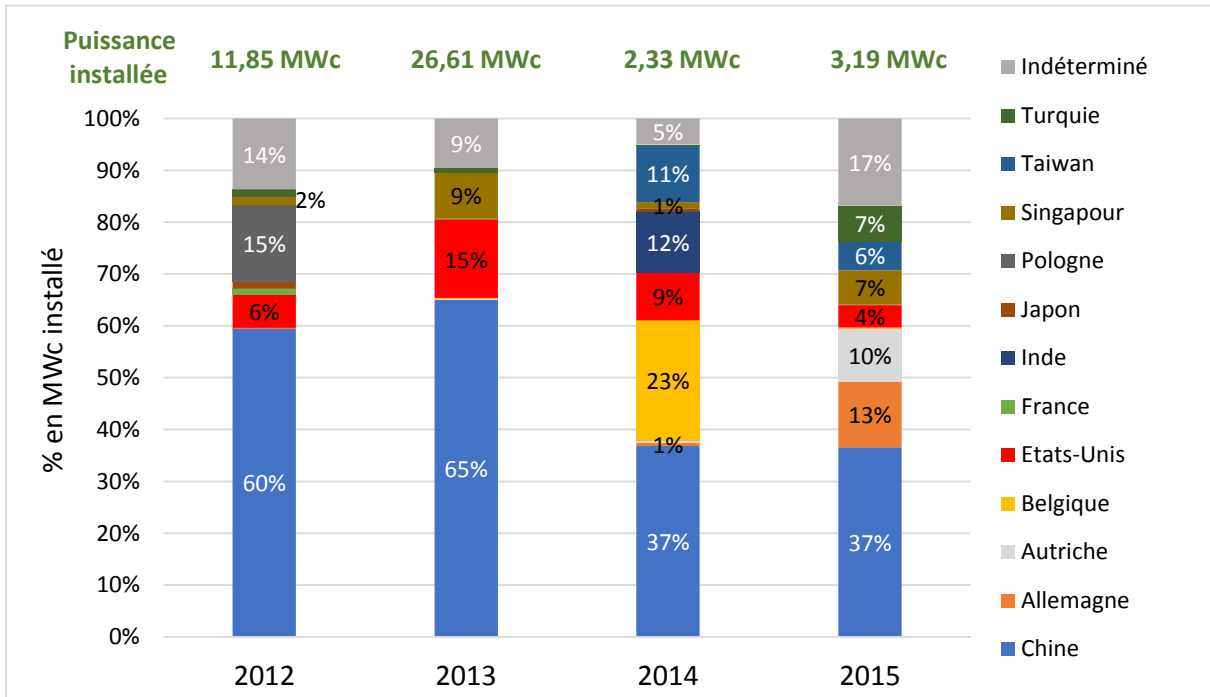


Figure 10 : Evolution des parts de marché des panneaux mis en service entre 2012 et 2015 en RBC en fonction de leur pays d'origine (% en MWc installés)

On constate que les panneaux chinois dominent le marché en termes de puissance installée.

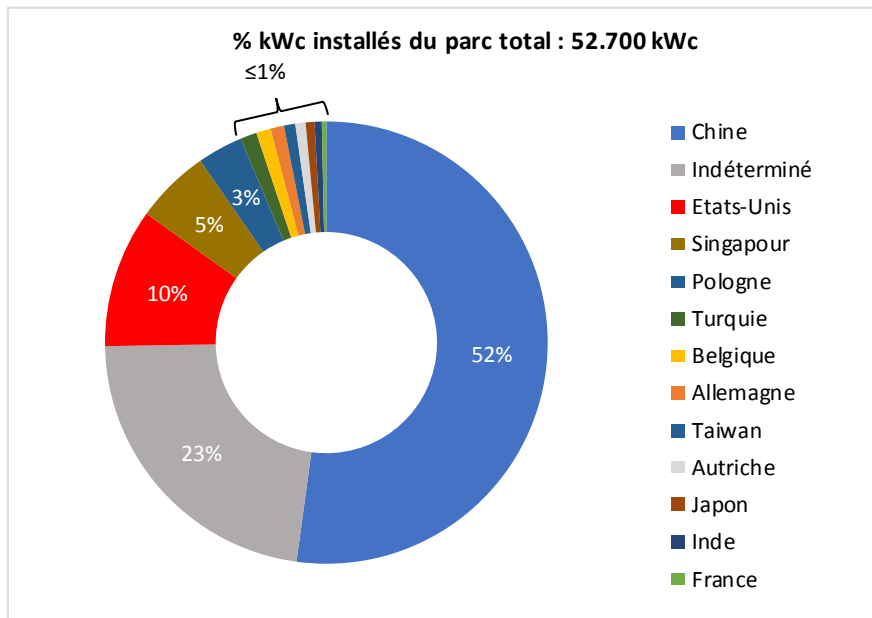


Figure 11 : Parts de marché du parc total des panneaux en fonction de leur pays d'origine (% en MWc installés)

4.5 Enseignements des analyses du matériel

La catégorie de puissance n'a pas d'influence sur le rendement médian.

9 marques de panneaux concentrent ~60% du marché.

9 marques d'onduleurs concentrent ~78% du marché et 2 marques dominent le marché avec ~57% du marché.

En termes de puissance installée, le marché des panneaux est toujours dominé par la Chine.

Près de 86% de la puissance installée concernent des panneaux de rendement moyen (> 125 et ≤ 175 Wc/m²)

5 Productivité des installations

L'analyse considère deux indicateurs permettant de suivre l'évolution globale de la qualité du parc PV en RBC.

L'analyse des évolutions de ces indicateurs permet d'évaluer le potentiel d'amélioration du parc de la Région de Bruxelles-Capitale. Elle permet également d'identifier les spécificités de la Région afin de tenter d'expliquer les différences constatées en termes de performance.

5.1 Productivité du parc

5.1.1. Définition et segmentations de l'indicateur

La productivité d'une installation mesure la production annuelle d'une installation (en kWh) par rapport à sa puissance installée (kWc). Elle est exprimée en kWh/kWc.

La productivité des installations constituant le parc de production PV de la Région de Bruxelles-Capitale peut être estimée sur base des relevés de production d'électricité enregistrés dans la banque de données de certificats verts de BRUGEL.

Pour une installation PV donnée, la production varie d'une année à l'autre en fonction des conditions climatiques. Par conséquent, lorsque des années de production différentes sont comparées, une normalisation des données de production d'électricité a été opérée sur base du « rayonnement solaire global » publié par l'IRM pour la station d'Uccle.

Le tableau ci-dessous donne les indices de normalisation des années 2012 à 2015.

Année	Rayonnement solaire global	Indice de normalisation
Normale IRM	990	100,00
2012	1.041	105,15
2013	1.037	104,75
2014	1.064	107,47
2015	1.112	112,32

Tableau 7 : Indices de normalisation climatique sur base du rayonnement solaire global ¹⁴

De plus, la production d'une installation diminue avec le temps en raison d'une perte de rendement due au vieillissement des cellules¹⁵. Par conséquent, lorsque l'on souhaite comparer des installations d'âges différents, une normalisation des données de production d'électricité peut également s'avérer nécessaire. Dans le cadre de cette étude, cette normalisation n'a toutefois pas été jugée nécessaire, car elle n'affecte pas les résultats et les conclusions de manière significative sur une si courte période.

5.1.2. Evolution en fonction de l'année de production : de 2012 à 2015

Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon brut, la taille de l'échantillon analysé (après application des filtres) et sa représentativité par rapport à l'échantillon brut.

Année de production	2012	2013	2014	2015
Nombre d'installations en RBC fin 2015 = 3.317				
Nombre d'installations analysées	2.045	2.436	2.752	2.650
% de l'échantillon total	62%	73%	83%	80%

Tableau 8 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité par année de production

On remarque qu'après application des filtres, les échantillons analysés sont très représentatifs en particulier pour les deux dernières années de production.

Résultats

La Figure 12 illustre la distribution des installations PV en RBC en fonction de leur productivité normalisée pour les années de production 2012 à 2015. Cette figure comprend les informations sur la médiane, les 1^{er} et 3^{ème} quartiles ainsi que sur les maximum et minimum de la productivité en fonction que les données soient jugées statistiquement pertinentes (barre inférieure ou supérieure) ou non pertinentes (petits cercles). Les résultats sont présentés ici indépendamment de l'année de mise en service ou de la catégorie de puissance.

¹⁴ Source : IRM, Rayonnement solaire global annuel à Uccle

¹⁵ La valeur typiquement retenue est de -0,5% par an (NREL, 2012)

Pour rappel, les résultats présentés ici sont basés sur les données après application des filtres.

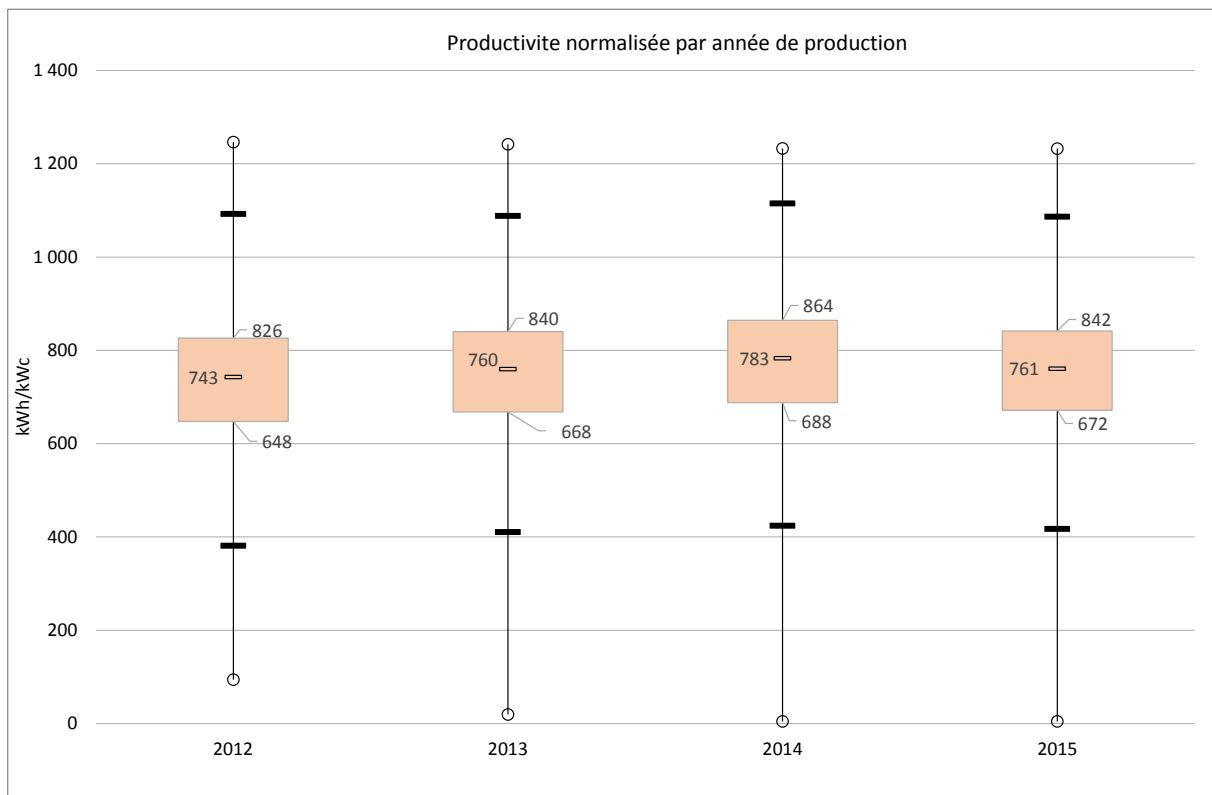


Figure 12 : Productivité normalisée des installations PV en RBC sur la période 2012-2015

L'analyse de la médiane permet de constater que de 2012 à 2014 la moitié des installations affichait une productivité qui est passée de 743 kWh/kWc à 783 kWh/kWc. On constate pour l'année 2015 une légère diminution par rapport à 2014. Cette baisse est sans doute liée à un nombre d'installations analysées moindre¹⁶ en 2015 par rapport à 2014 (cf. Tableau 8).

Ces valeurs sont sensiblement inférieures aux productivités de référence considérées en Région de Bruxelles-Capitale (cf. Tableau 11 : Productivité de référence pour une installation PV en RBC).

L'analyse des quartiles pour 2015 permet de constater que la moitié des installations avait une productivité se situant entre 672 et 842 kWh/kWc.

¹⁶ Au moment de l'analyse, un certain nombre des installations du parc bruxellois n'avaient pas encore transmis leurs index de production pour la fin de l'année 2015

5.1.3. Evolution en fonction de l'année de mise en service

Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon par année de mise en service de 2010¹⁷ à 2014¹⁸ pour l'année de production 2015 normalisée sur base de l'indice de normalisation 112,32 (cf. Tableau 7) sur lequel l'analyse a été réalisée après application des filtres.

Année de mise en service	2010	2011	2012	2013	2014
Nombre d'installations en RBC	315	304	423	439	118
Nombre d'installations analysées	240	268	355	370	94
% de l'échantillon total	76%	88%	84%	84%	80%

Tableau 9 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité normalisée en 2015 par année de mise en service des installations

Les échantillons portant au minimum sur 76% des données pour chacune des années de mise en service analysées, ils sont considérés comme significativement représentatif.

Résultats

La Figure 13 nous permet d'approfondir l'analyse sur l'année de production 2015. Elle illustre la distribution des installations du parc PV en fonction de leur productivité pour les années de mise en service de 2010 à 2014.

L'analyse de la médiane permet de constater qu'entre 2010 et 2013, la productivité augmente passant d'une productivité médiane de 742 kWh/kWc pour les installations installées en 2010 à près de 807 kWh/kWc pour 2013. En 2014, avec une médiane de 777 kWh/kWc, on observe une baisse qui peut s'expliquer en partie par un échantillon plus faible (94 établissements analysés).

Une autre explication est à trouver dans le caractère exceptionnel de l'année de mise en service 2013. En effet, on constate qu'en 2013 (cf. Tableau 2), 95% de la puissance totale ont été installées par des entreprises privées c'est-à-dire des grosses installations qui sont le plus souvent placées à des endroits non ombragés et bien orientés et qui, par ce fait, ont une productivité supérieure aux petites installations.

L'analyse des quartiles pour l'année de mise en service 2014 permet de constater que la moitié des installations a eu une productivité se situant entre 698 et 846 kWh/kWc.

¹⁷ Les installations mises en service avant 2010 ne sont pas analysées car le nombre est soit faible (2006 et 2007), soit il fluctue fortement d'une année à l'autre.

¹⁸ Les données de production pour les installations mises en service dans le courant 2015 ne couvrant pas une année entière, elles ne peuvent pas être analysées de manière pertinente.

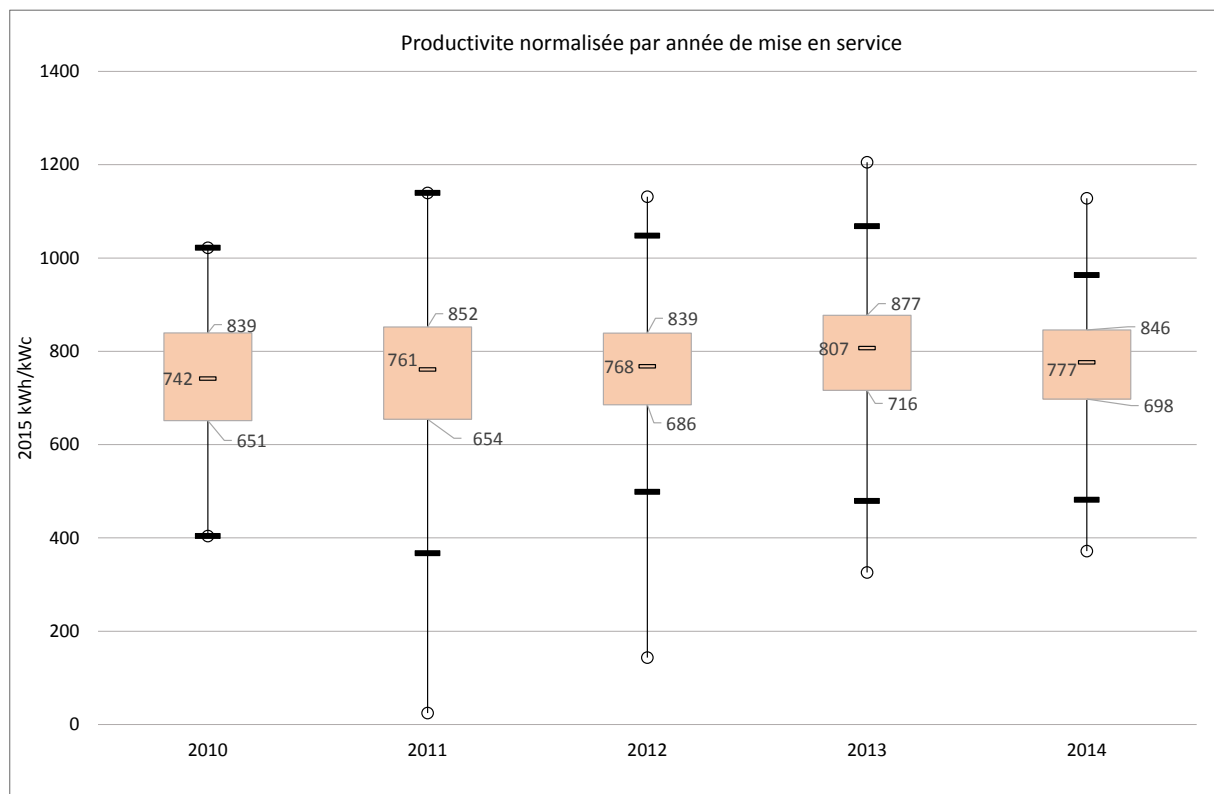


Figure 13 : Productivité normalisée des installations PV en RBC en 2015 ventilée par année de mise en service

5.1.4. Analyse en fonction des catégories de puissance

Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon avant et après application des filtres pour l'année de production normalisée de 2015. Les échantillons sont largement représentatifs.

Catégorie de puissance (kWc)	0 - 5	5 - 10	10 - 100	100-1.000	> 1.000
Nombre d'installations fin 2015	2.709	333	184	82	9
Nombre d'installations analysées	2.175	261	138	67	9
% de l'échantillon total	80%	78%	75%	82%	100%

Tableau 10 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité normalisée en 2015 par catégorie de puissance des installations

Résultats

La Figure 14 se concentre également sur les données de production normalisée de 2015. Elle illustre la distribution de la productivité en fonction de la catégorie de puissance des installations :]0-5 kW] ;]5-10 kW] ;]10-100 kW] ;]100-1000 kW] et >1000 kW.

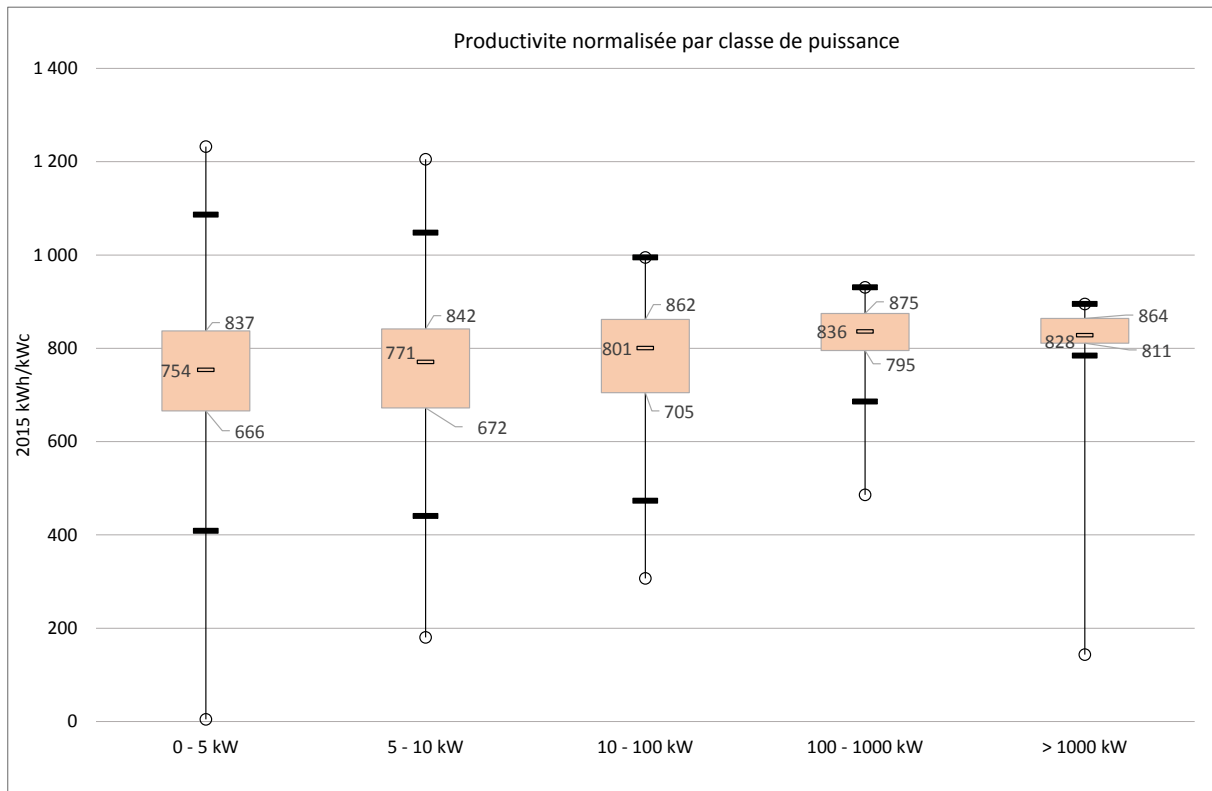


Figure 14 : Productivité normalisée des installations PV en RBC en 2015 ventilée par catégorie de puissance

L'analyse de la médiane permet de constater que plus la puissance installée augmente, plus la productivité augmente, passant d'une installation médiane d'environ 750 kWh/kWc pour les petites installations de 0-5 kW à près de 840 kWh/kWc pour les plus grandes installations d'une puissance supérieure à 100 kWc. Pour les toutes grandes installations (>1.000 kWc), on ne peut pas tirer de conclusions vu la taille de l'échantillon (n<10).

L'analyse des quartiles permet également de constater que la distribution des grandes installations (100 – 1.000 kWc) a tendance à se resserrer significativement autour de la médiane tandis que la productivité des plus petites installations est très dispersée, avec 50% des installations situées entre 666 et 837 kWh/kWc.

Cette plus grande dispersion observée pour les petites installations domestiques peut probablement s'expliquer par les contraintes d'orientation et d'inclinaison des toitures des immeubles résidentiels qui ne sont pas nécessairement optimales en termes d'exposition et offrent peu de marges de manœuvre lors de l'installation ; contraintes auxquelles peuvent venir s'ajouter plus fréquemment des effets d'ombrage vu la densité de l'habitat bruxellois. A contrario, les installations de taille plus importante sont généralement situées dans des entreprises où il est possible d'atteindre une exposition optimale des panneaux (toiture plate, espace disponible sans ombrage, etc.). En outre, les grandes installations font généralement l'objet d'un suivi plus poussé qui permet d'optimiser la production et d'intervenir rapidement en cas de défaillance.

5.2 Performance des installations

5.2.1. Définition et segmentations de l'indicateur

Pour calculer la performance d'une installation photovoltaïque, on compare sa productivité à la productivité d'une installation de référence exposée de manière optimale (Sud, 35° sans ombrage). L'installation de référence sélectionnée pour notre analyse est une installation monitorée par l'APERRE, orienté sud, avec une inclinaison de 35°C, située dans la commune d'Uccle et sans ombrage¹⁹.

$$\% \text{ performance} = \frac{\text{Productivité de l'installation}}{\text{Productivité de l'installation de référence}}$$

Une installation sera qualifiée conventionnellement « d'installation performante » si sa performance est supérieure à 75%²⁰, c'est-à-dire si sa productivité est supérieure à 75% de la productivité de l'installation de référence.

Ces valeurs de référence sont généralement exprimées en kWh par kWc installé. Le tableau ci-dessous reprend les valeurs considérées dans le cadre de cette étude.

Année de production	1981-1990 ²¹	1998-2010 ²¹	2011 ²²	2012 ²²	2013 ²²	2014 ²²	2015 ²²
Productivité de référence (kWh/kWc)	850	950	1.032	964	938	1.003	1.049

Tableau 11 : Productivité de référence pour une installation PV en RBC

Les valeurs observées peuvent s'écarter à la baisse de ces valeurs de référence en raison de nombreux facteurs : inclinaison et orientation non optimales, présence d'ombrage, type de montage, mauvaise intégration des composants (type de panneaux et choix des onduleurs), qualité d'exécution du montage insuffisante ou encore défectuosité sur l'installation. Les valeurs observées peuvent également s'écarter à la hausse en cas d'utilisation de suiveurs solaires par exemple ou de technologies de panneaux plus poussées. BRUGEL ne dispose toutefois pas des données relatives à ces différents facteurs pour chacune des installations PV.

¹⁹ Voir APERRE pour plus d'information (<http://www.meteo-renouvelable.be/Photovoltaïque/Historique>)

²⁰ Sur base des données fournies par PVGIS (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>), une perte de plus 25% de la productivité ne devrait s'observer que pour une installation où l'orientation et l'inclinaison des panneaux s'écarterent de manière déraisonnable des conditions optimales.

²¹ Source : JRC-PVGIS (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>)

²² Source : APERRE (<http://www.meteo-renouvelable.be/Photovoltaïque/Historique>)

5.2.2. Analyse de la performance en 2015

Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon sur lequel l'analyse a été réalisée. Plus de 83% des installations sont analysées (après application des filtres), ce qui est considéré comme un échantillon représentatif.

Année de production	2015
Nombre d'installations mises en service de 2006 à 2014	3.194
Nombre d'installations analysées	2.643
% de l'échantillon total	83%

Tableau 12 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la performance en 2015

Résultats

La figure ci-dessous illustre la distribution des installations mises en service entre 2006 et 2014 pour l'année de production 2015²³ en fonction de leur classe de performance²⁴.

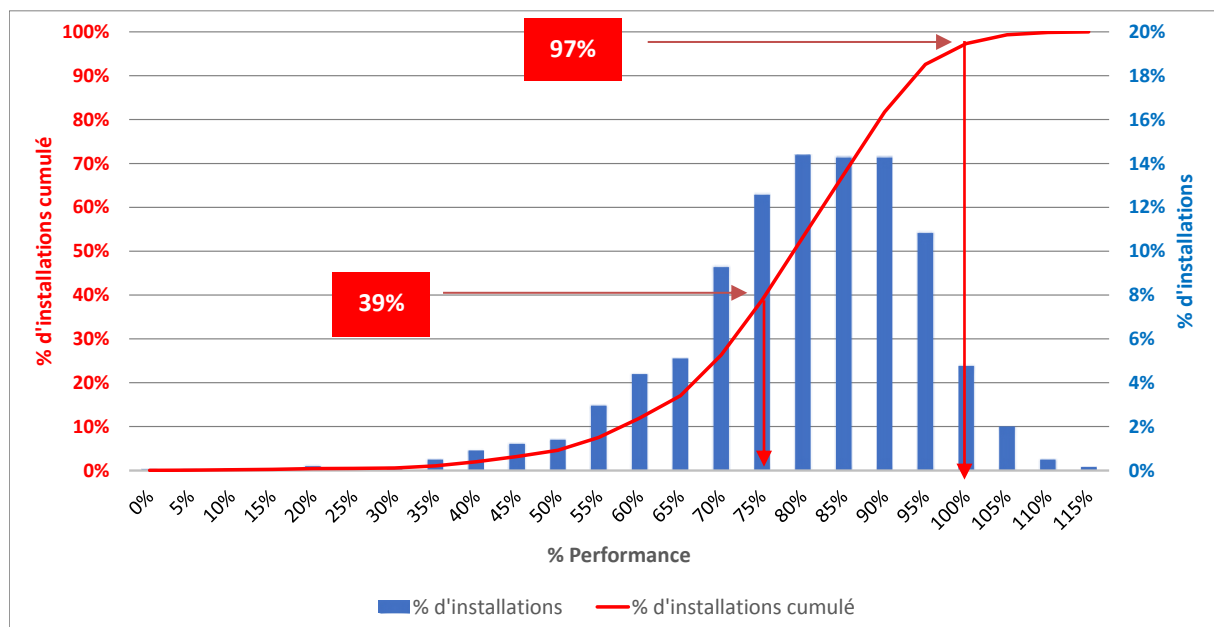


Figure 15 : Courbe de distribution des installations PV en RBC en 2015 en fonction de leur performance

On constate que **39%** des installations affichent une performance inférieure ou égale à 75%, la limite définie pour une installation performante.

²³ Il s'agit de la production réelle c'est-à-dire non normalisée

²⁴ Les données de performance ont été rassemblées par classe de performance avec un pas de 5% (classe 75% = [72,5% – 77,5%])

On peut donc en déduire qu'un peu plus de **60%** des installations du parc bruxellois actif en 2015 avait une productivité suffisante pour que l'installation soit **qualifiée d'installation performante**.

On constate également que moins de **3%** des installations ont un rendement supérieur à 100%, et dépassent ainsi la productivité de l'installation monitorée par l'APERE.

5.2.3. Analyse évolutive en fonction de l'année de mise en service de 2011 à 2014

Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon sur lequel l'analyse a été réalisée après application des filtres. Au moins 80% des installations sont concernées.

Année de mise en service	2011	2012	2013	2014
Nombre d'installations mises en service de 2006 à 2014	304	423	439	118
Nombre d'installations analysées	267	354	368	93
% de l'échantillon total	88%	84%	84%	79%

Tableau 13 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la performance en 2015 par année de mise en service

Résultats

La figure ci-dessous illustre la distribution des installations mises en service de 2011 à 2014 en fonction de leur classe de performance²⁵.

On constate que **40%** des installations mises en service en 2011 ont une performance inférieure ou égale à 75%, la limite définie pour une installation performante contre **37%** en 2012, **27%** en 2013 et **34%** en 2014.

On constate également que la performance de l'installation médiane s'améliore légèrement d'année en année, avec 50% des installations ayant une performance inférieure ou égale à 81% pour les installations mises en service en 2011, 82% pour 2012 et 86% pour 2013. Pour 2014, la médiane avec 83% est inférieure à celle de 2013 mais supérieure à 2011 et 2012. Comme déjà évoqué pour la productivité, l'année 2013 est caractérisée par la mise en service de grandes installations qui ont une productivité et donc une performance plus élevées que les petites installations.

²⁵ Les données de performance ont été rassemblées par classe de performance avec un pas de 5% (classe 75% = [72,5% – 77,5%])

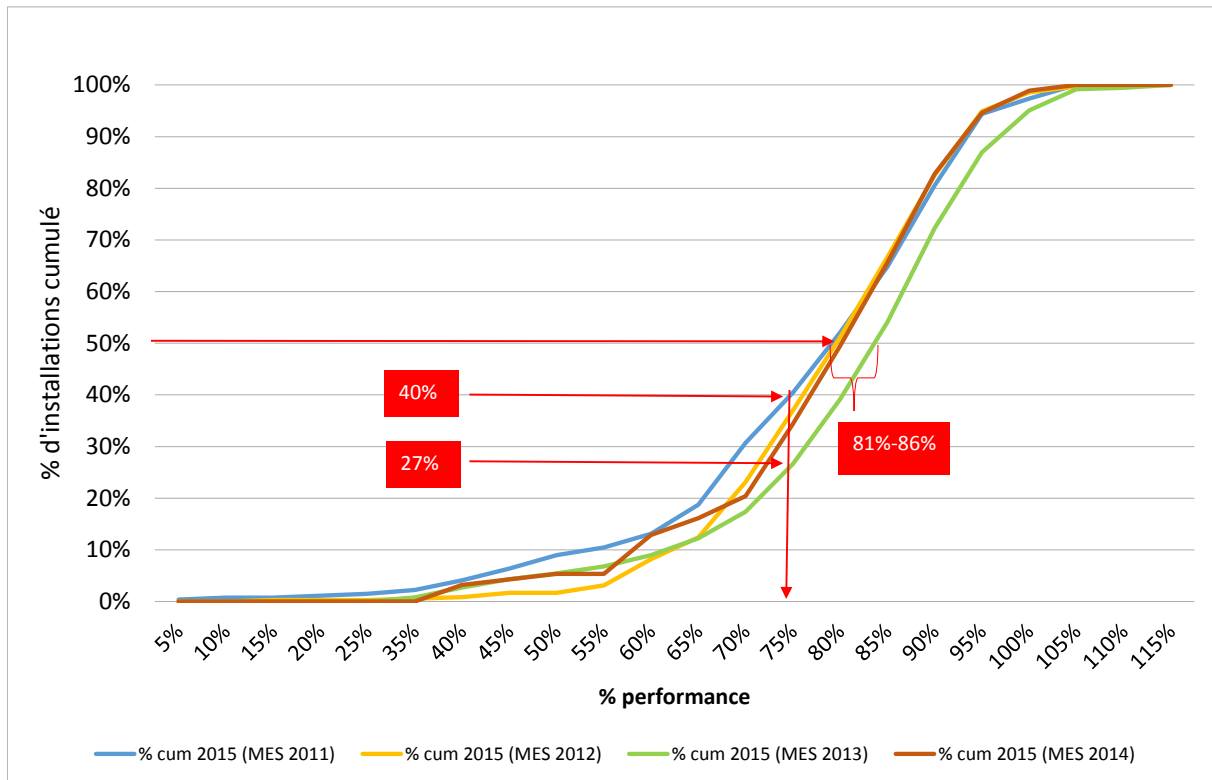


Figure 16 : Courbe de distribution des installations PV en RBC en 2015 en fonction de leur performance pour les 4 dernières années de mise en service

5.2.4. Analyse en fonction de la catégorie de puissance

Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon sur lequel l'analyse a été réalisée après application des filtres.

Catégorie de puissance (kWc)	0-5	5 - 10	10-100	100-1.000
Nombre d'installations mises en service de 2006 à 2014	2.633	315	164	73
Nombre d'installations analysées	2.170	259	138	67
% de l'échantillon total	82%	82%	84%	92%

Tableau 14 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la performance en 2015 par catégorie de puissance

Résultats

La figure ci-dessous illustre la distribution des installations du parc de production 2015 en fonction de leur catégorie de performance pour 4 catégories de puissance des installations :]0-5 kW] ;]5-10 kW] ;]10-100 kW] ;]100-1000 kW].

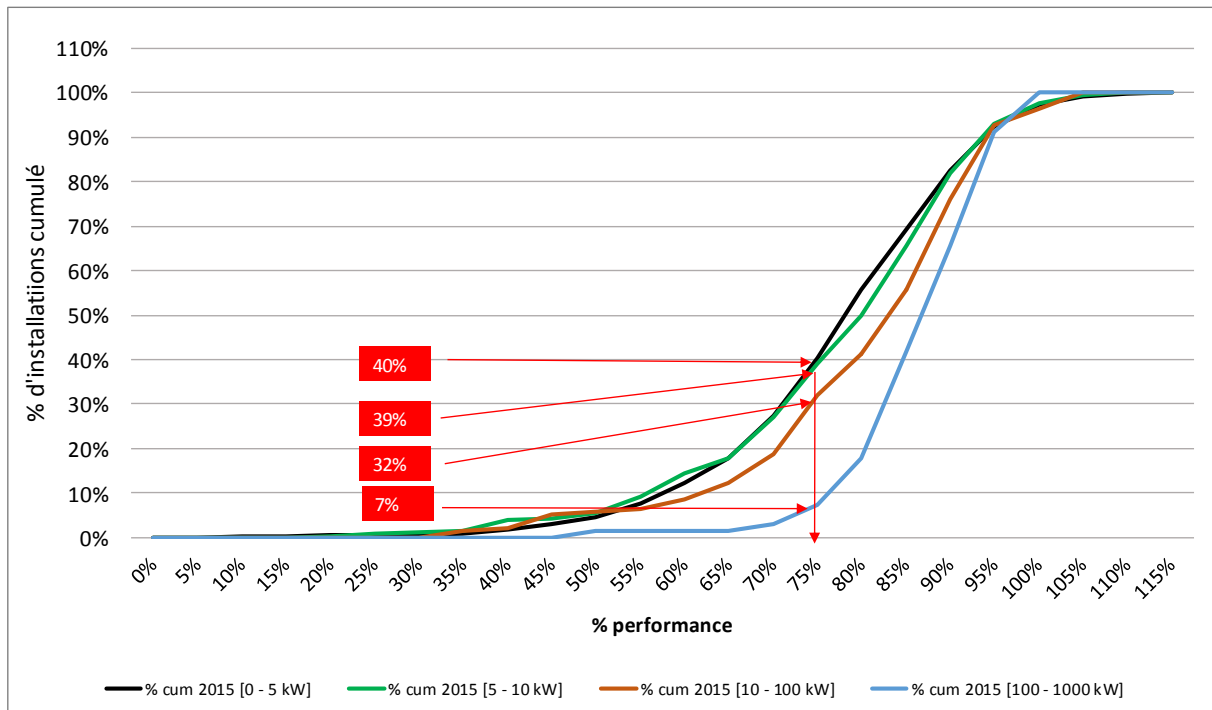


Figure 17 : Courbe de distribution des installations PV en RBC en 2015 en fonction de leur performance par catégorie de puissance des installations

On constate que seulement **7%** des installations > 100 kWc affichent une performance inférieure à 75%. Pour les plus petites installations inférieures à 10kWc, on constate qu'environ **40%** des installations ont une performance en-dessous du seuil de performance de 75%. Pour les installations de catégorie de puissance compris entre 10 et 100 kWc, 32% des installations sont en-dessous du seuil minimum.

5.3 Enseignements des analyses de productivité et de performance

L'augmentation annuelle de la **productivité** jusqu'en 2014 semble s'être arrêtée en 2015, qui affiche une légère baisse.

En 2015, les grandes installations (>100kWc) présentent une **productivité**, et donc une **performance**, nettement supérieures aux petites installations (<10 kWc).

Un peu plus de 60% des installations du parc bruxellois atteignent une **performance** supérieure à 75% et peuvent être qualifiées comme installation performante.

Les installations mises en service en 2013 sont nettement plus **performantes** que les autres années analysées (2011, 2012 et 2014).

6 Prix des installations

L'analyse des prix des installations de panneaux photovoltaïques pratiqués sur le marché bruxellois sur la période 2012-2015 présentée ci-dessous complète l'analyse des prix réalisée annuellement par BRUGEL dans le cadre de l'actualisation des paramètres économiques utilisés dans la formule de calcul pour le coefficient multiplicateur appliqué au nombre de CV octroyés aux installations photovoltaïques.

La présente analyse vise à quantifier l'impact des différents facteurs pouvant influencer le coût total d'une installation photovoltaïque sur base des informations contenues dans la base de données de BRUGEL : année de mise en service, puissance de l'installation, pays d'origine du fabricant de panneaux et technologie (puissance spécifique du panneau en Wc/m²).

Les prix renseignés dans la banque de données sont repris tels quels et sont supposés couvrir l'ensemble des coûts du projet²⁶ et aucune correction n'est apportée à ceux-ci pour tenir compte d'éventuels surcoûts non renseignés dans le dossier introduit auprès de BRUGEL. Tous les prix mentionnés s'entendent TVA²⁷. Le prix indiqué dans les différentes analyses ci-dessous est toujours exprimé par rapport à la puissance installée de l'installation (EUR/ kWc).

6.1 Prix au kWc en fonction de l'année de mise en service

Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend les informations relatives à la taille de l'échantillon sur lequel l'analyse a été réalisée après application des filtres ainsi que sa représentativité par rapport à l'ensemble du parc photovoltaïque mis en service sur la période 2012-2015. On constate que l'on conserve une bonne représentativité après application des filtres.

Année de mise en service	2012	2013	2014	2015	2012-2015
Nombre d'installations de l'échantillon total	423	439	118	123	1.103
Nombre d'installations analysées	357	396	99	107	959
% de l'échantillon total	84%	90%	84%	87%	87%

Tableau 15 : Taille et représentativité de l'échantillon

Résultats

La figure suivante illustre la distribution du prix des installations (EUR/kWc) obtenue.

²⁶ Toutefois, le surcoût lié aux études (stabilité, vent, etc.) et le coût du compteur Sibelga ne sont pris en compte.

²⁷ La TVA est de 6% pour les travaux et de 21% pour les équipements.

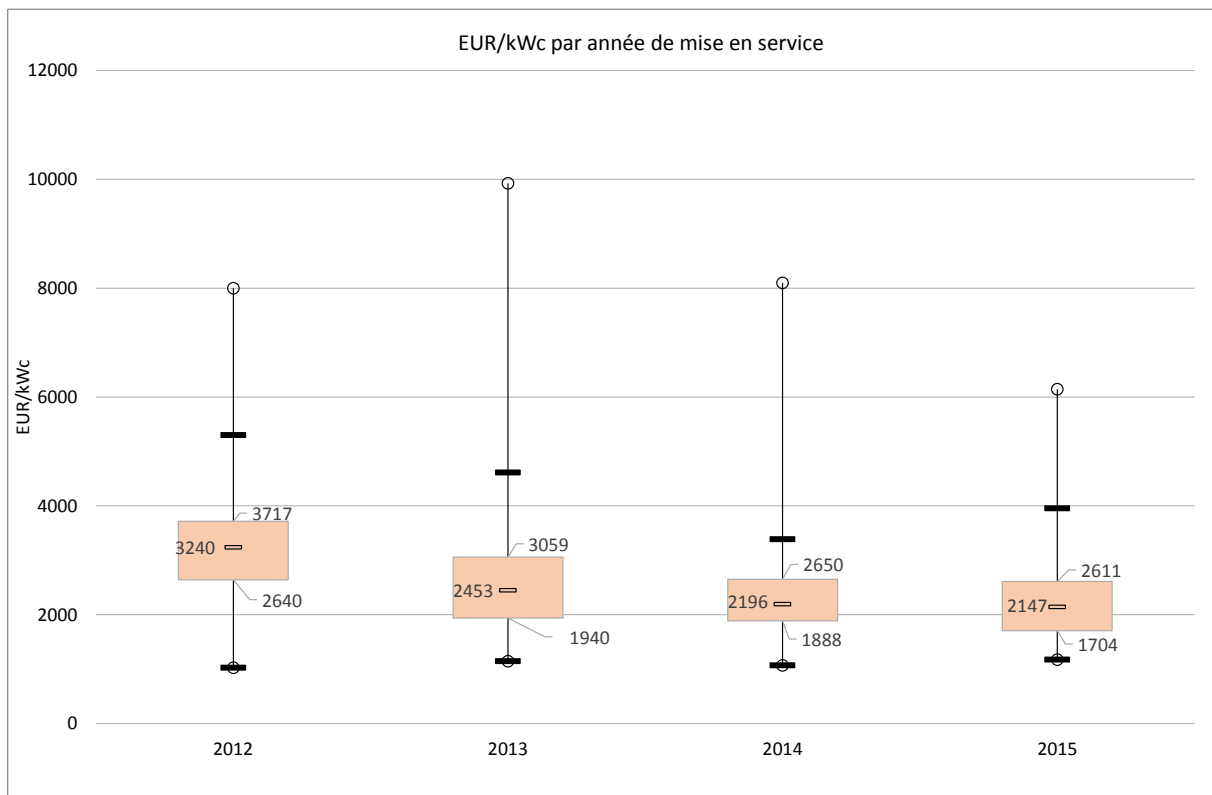


Figure 18 : Prix des installations sur la période 2012-2015 (EUR/kWc)

L'analyse de la médiane permet de constater que le prix total des installations (TVAc) a diminué de 34% entre 2012 et 2015, passant de 3.240 EUR/kWc à 2.147 EUR/kWc. La dispersion de l'échantillon de données se resserre autour de cette médiane en 2014 et dans une moindre mesure en 2015. L'analyse des quartiles permet également de constater que 50% des installations ont coûté en 2015 entre 1.704 et 2.611 EUR/kWc.

6.2 Prix au kWc en fonction des catégories de puissance

Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon sur lequel l'analyse a été réalisée après application des filtres. La représentativité de l'échantillon se dégrade pour les puissances supérieures à 100 kWc. Cette dégradation est principalement due au manque d'information sur le prix pour un nombre important d'installations. Le nombre d'installations de la catégorie 100-1.000 kWc reste toutefois suffisant pour obtenir des résultats significatifs. Quant à la catégorie > 1.000 kWc, elle n'est pas analysée, car les quelques données disponibles montrent trop d'incohérence (dispersion élevée des prix pour un échantillon limité).

Catégorie de puissance (kWc)	0 - 5	5 - 10	10 - 100	100-1.000	> 1.000	Total (2013-2015)
Nombre d'installations de l'échantillon	386	135	91	62	6	680
Nombre d'installations analysées	355	125	80	39	3	602
% de l'échantillon	92%	93%	88%	63%	50%	89%

Tableau 16 : Taille et représentativité de l'échantillon (2013-2015)

Résultats

La figure ci-dessous illustre la distribution du prix des installations (EUR/kWc) en fonction de la catégorie de puissance des installations :]0-5 kW] ;]5-10 kW] ;]10-100 kW] ;]100-1000 kW].

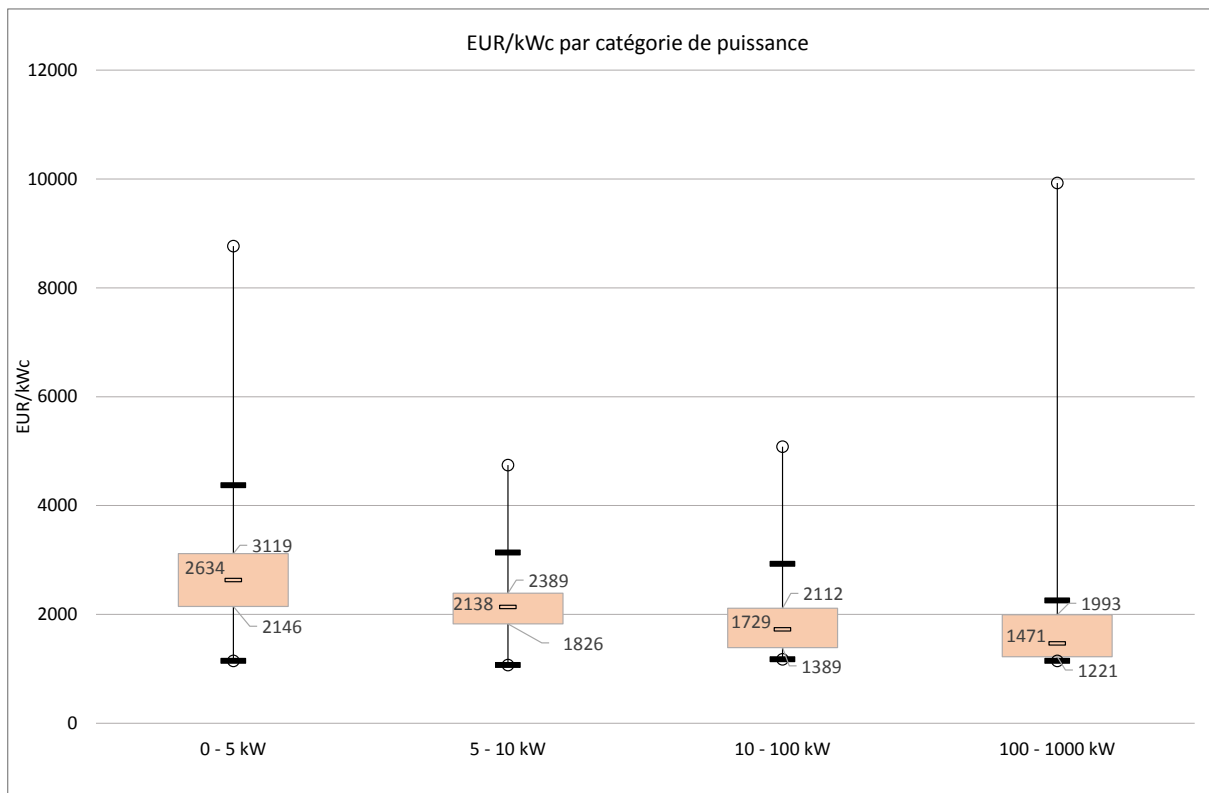


Figure 19 : Prix des installations par catégorie de puissance des installations (EUR/kWc)

L'analyse de la médiane permet de constater que le prix au kWc diminue avec l'augmentation de la taille des installations, passant d'un prix médian d'environ 2.634 EUR/kWc pour les petites installations de 0-5 kWc à plus de 1.470 EUR/kWc pour les grandes installations de 100-1.000 kWc. Les grandes installations sont donc 44% moins chères que les petites installations.

Les trois figures suivantes illustrent la distribution du prix des installations (EUR/kWc) en fonction de la catégorie de puissance des installations pour chaque année de mise en service analysée (2013 à 2015). L'analyse de la médiane montre que la tendance à la baisse des prix par kWc est respectée d'année en année. Quant à la dispersion de la distribution du prix par kWc, on observe des variations d'une année à l'autre en particulier pour les installations de 100-1.000 kWc.

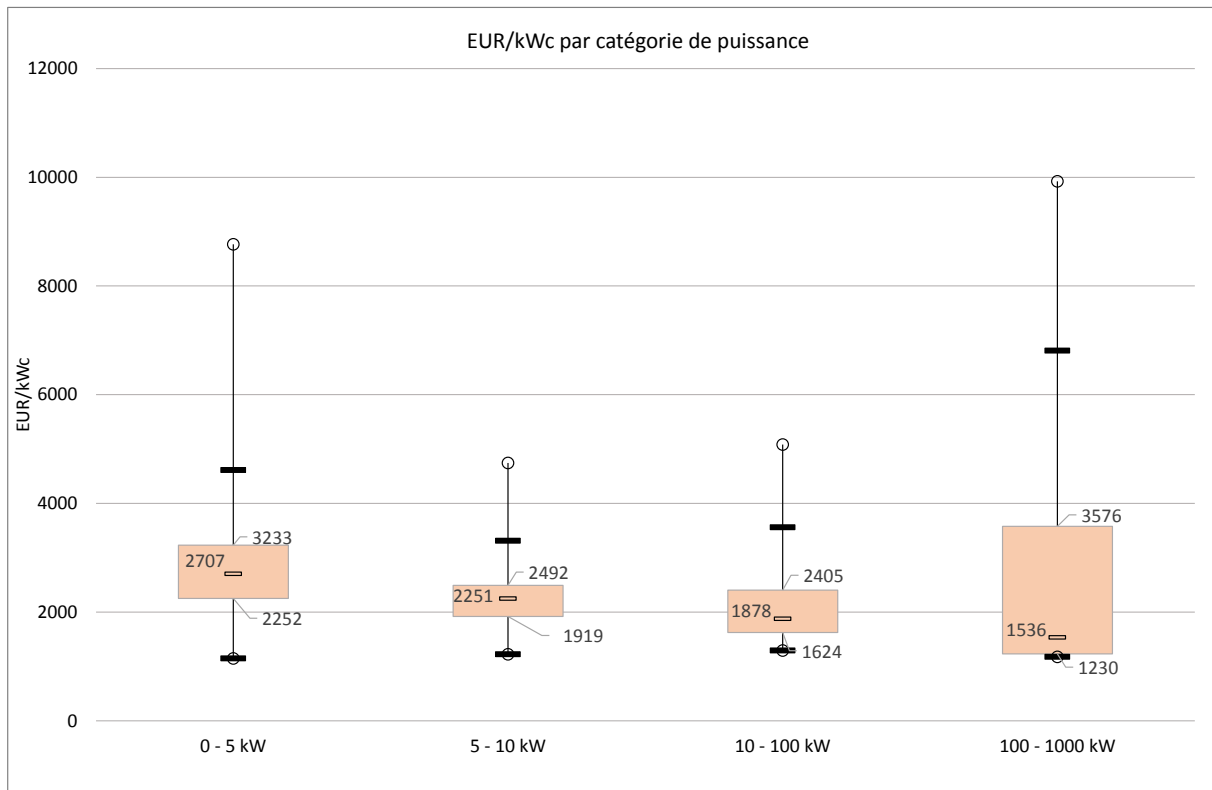


Figure 20 : Prix des installations par catégorie de puissance (EUR/kWc) – année 2013

Catégorie de puissance (kWc)	0 - 5	5 - 10	10 - 100	100-1.000	> 1.000	Total (2013)
Nombre d'installations de l'échantillon	242	90	55	46	6	439
Nombre d'installations analysées	231	84	48	30	3	396
% de l'échantillon	95%	93%	87%	65%	50%	90%

Tableau 17 : Taille et représentativité de l'échantillon – année 2013

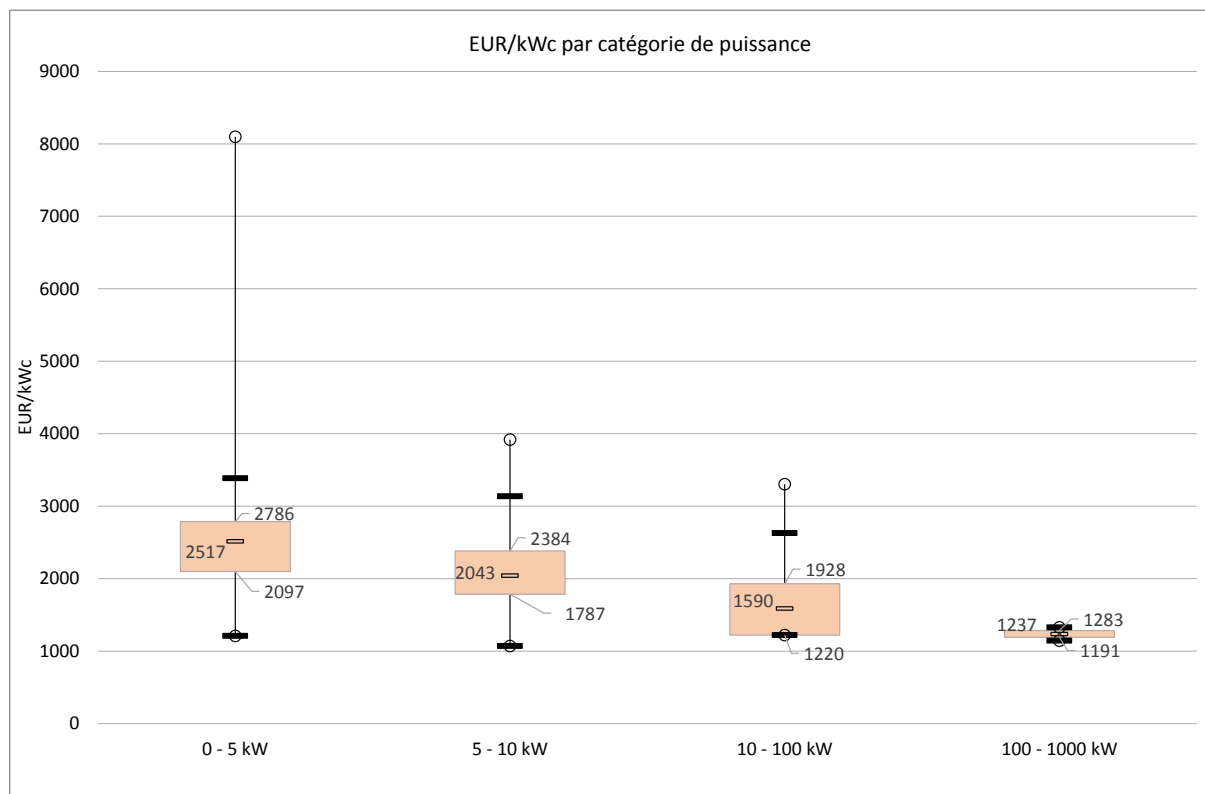


Figure 21 : Prix des installations par catégorie de puissance (EUR/kWc) – année 2014

Catégorie de puissance (kWc)	0 - 5	5 - 10	10 - 100	100-1.000	> 1.000	Total (2014)
Nombre d'installations de l'échantillon	68	27	16	7	0	118
Nombre d'installations analysées	57	25	15	2	0	99
% de l'échantillon	84%	93%	94%	29%	-	84%

Tableau 18 : Taille et représentativité de l'échantillon – année 2014

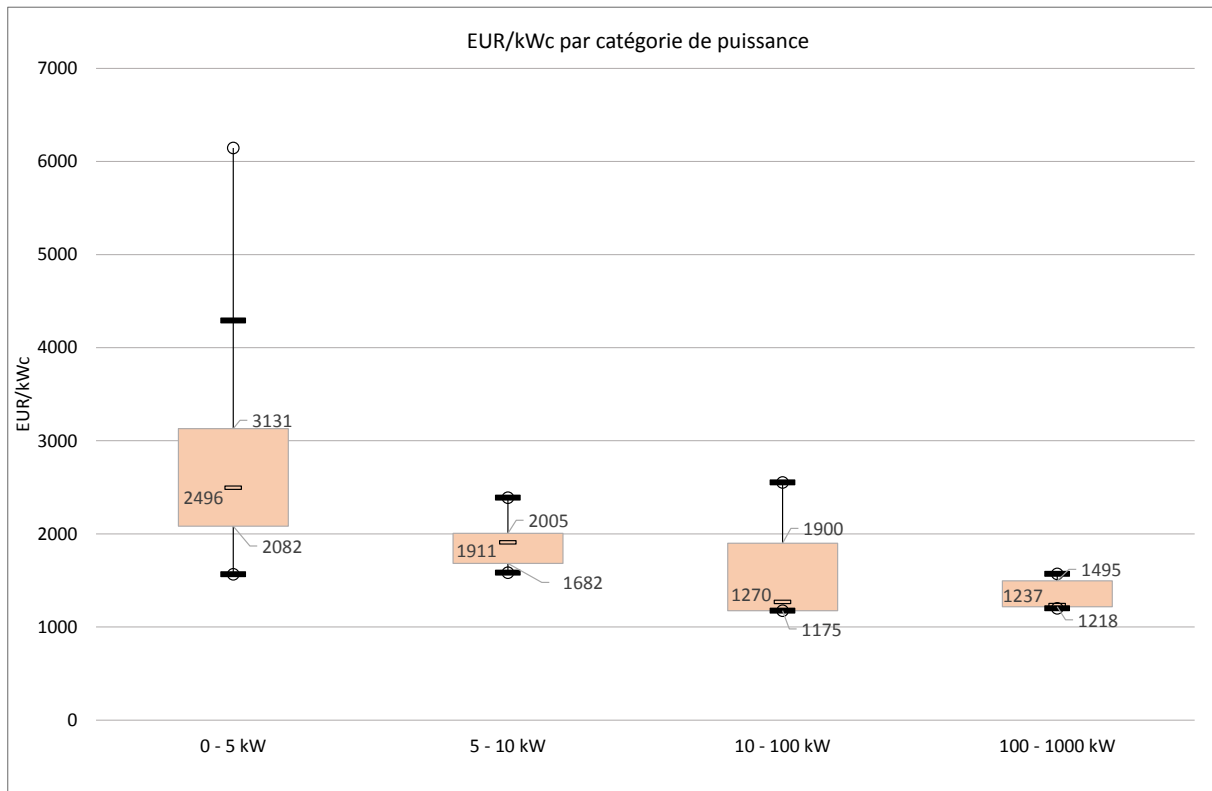


Figure 22 : Prix des installations par catégorie de puissance (EUR/kWc) – année 2015

Catégorie de puissance (kWc)	0 - 5	5 - 10	10 - 100	100-1.000	> 1.000	Total (2015)
Nombre d'installations de l'échantillon	76	18	20	9	0	123
Nombre d'installations analysées	67	16	17	7	0	107
% de l'échantillon	88%	89%	85%	78%	-	87%

Tableau 19 : Taille et représentativité de l'échantillon – année 2015

Les analyses précédentes indiquant clairement une diminution du prix au kWc des installations en fonction de la puissance installée, une estimation de l'effet d'échelle est réalisée distinctement pour chaque année analysée (2013 à 2015). Cette analyse se limite toutefois aux catégories de puissance inférieures à 100 kWc en raison de la moindre représentativité des catégories supérieures (cf. supra) pour ce type d'exercice.

Les effets d'échelle sont typiquement caractérisés par une loi de puissance. La figure ci-dessous illustre la bonne corrélation obtenue avec une loi de puissance pour les années 2013 ($r^2=84\%$) et 2015 ($r^2=83\%$) et dans une moindre mesure pour l'année 2014 ($r^2=71\%$).

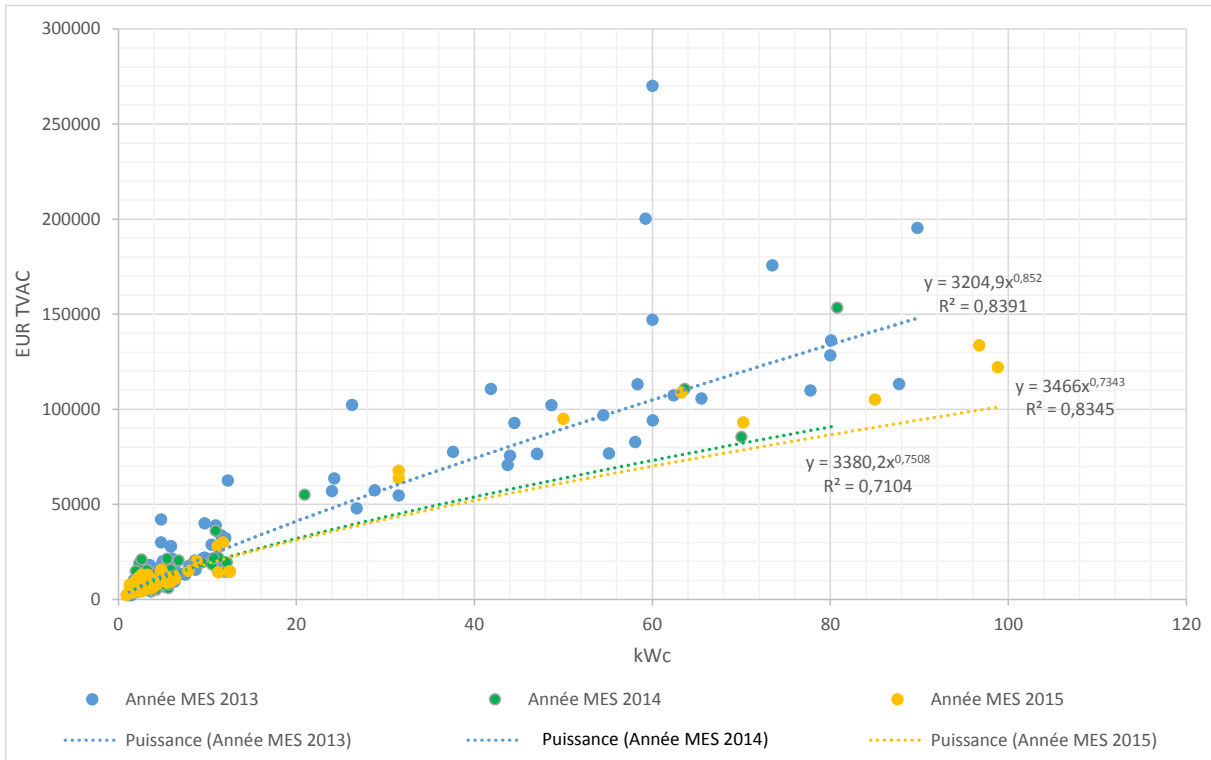


Figure 23 : Prix des installations PV par année MES en fonction de la puissance installée

Les lois d'échelle obtenues sont illustrées à la figure ci-dessus.

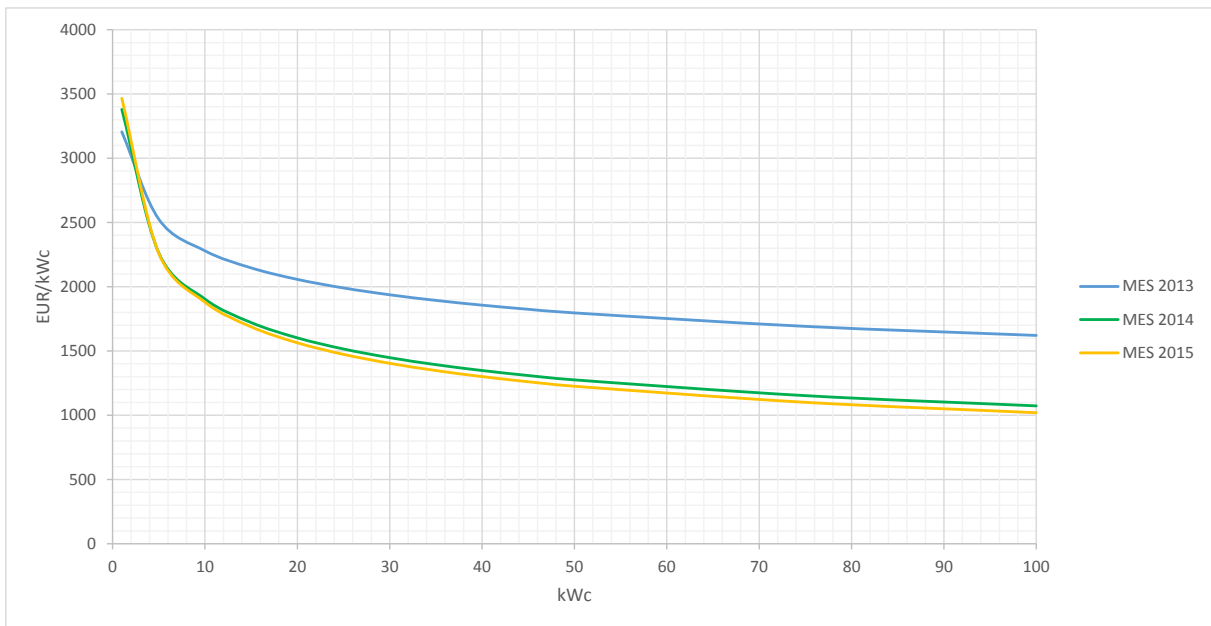


Figure 24 : Lois d'échelle obtenues pour les installations de puissance [0-100 kWc]

6.3 Evolution du prix en fonction de l'origine des panneaux

Echantillon analysé

Pour rappel, on entend par pays d'origine des panneaux, le pays où se trouve la ligne de production principale des panneaux.

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon sur lequel l'analyse a été réalisée après application des filtres. Le filtrage principal est dû au manque d'information sur le prix pour certaines installations.

Origine des panneaux	Chine	Etats-Unis	Japon	Singapour
Nombre d'installations de l'échantillon	249	340	46	38
Nombre d'installations analysées	205	306	40	36
% de l'échantillon total	82%	90%	87%	95%

Tableau 20 : Taille et représentativité de l'échantillon (2012-2015)

Résultats

La figure ci-dessous illustre les caractéristiques de la distribution du prix des installations (EUR/kWc) en fonction du pays d'origine de fabrication des panneaux.

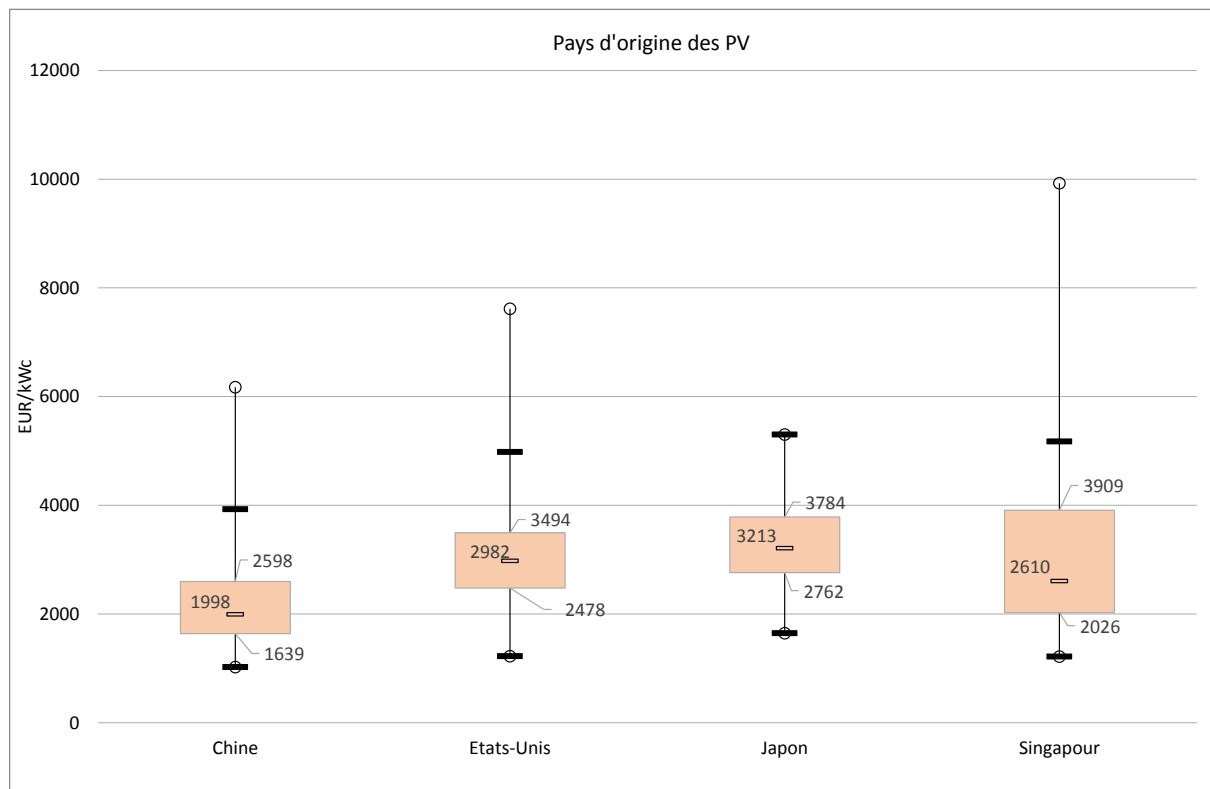


Figure 25 : Prix des installations par pays d'origine des panneaux (EUR/kWc)

L'analyse de la médiane permet de constater des différences de prix significatives entre les différents pays d'origine des panneaux. Le prix médian d'une installation avec des panneaux fabriqués en Chine est 33% plus faible que celui d'une installation avec panneaux fabriqués aux Etats-Unis, et près de 40% plus faible que celui d'une installation avec panneaux fabriqués au Japon.

Il est important à ce stade de souligner que des effets de corrélations peuvent exister entre les facteurs étudiés précédemment (année de mise en service et catégorie de puissance) et le facteur d'origine des panneaux. Cette analyse n'a toutefois pas été réalisée dans le cadre de cette étude.

6.4 Evolution du prix en fonction de la technologie

Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon sur lequel l'analyse a été réalisée après application des filtres. La taille de l'échantillon de la catégorie « Faible rendement » est relativement faible. Cette classe est renseignée à titre informatif.

Technologie	Faible rendement	Moyen rendement	Haut rendement
Nombre d'installations de l'échantillon	40	621	420
Nombre d'installations analysées	30	538	391
% de l'échantillon total	75%	87%	93%

Tableau 21 : Taille et représentativité de l'échantillon

Résultats

La figure suivante illustre la distribution du prix des installations (EUR/kWc) en fonction des trois types de technologie des panneaux retenues.

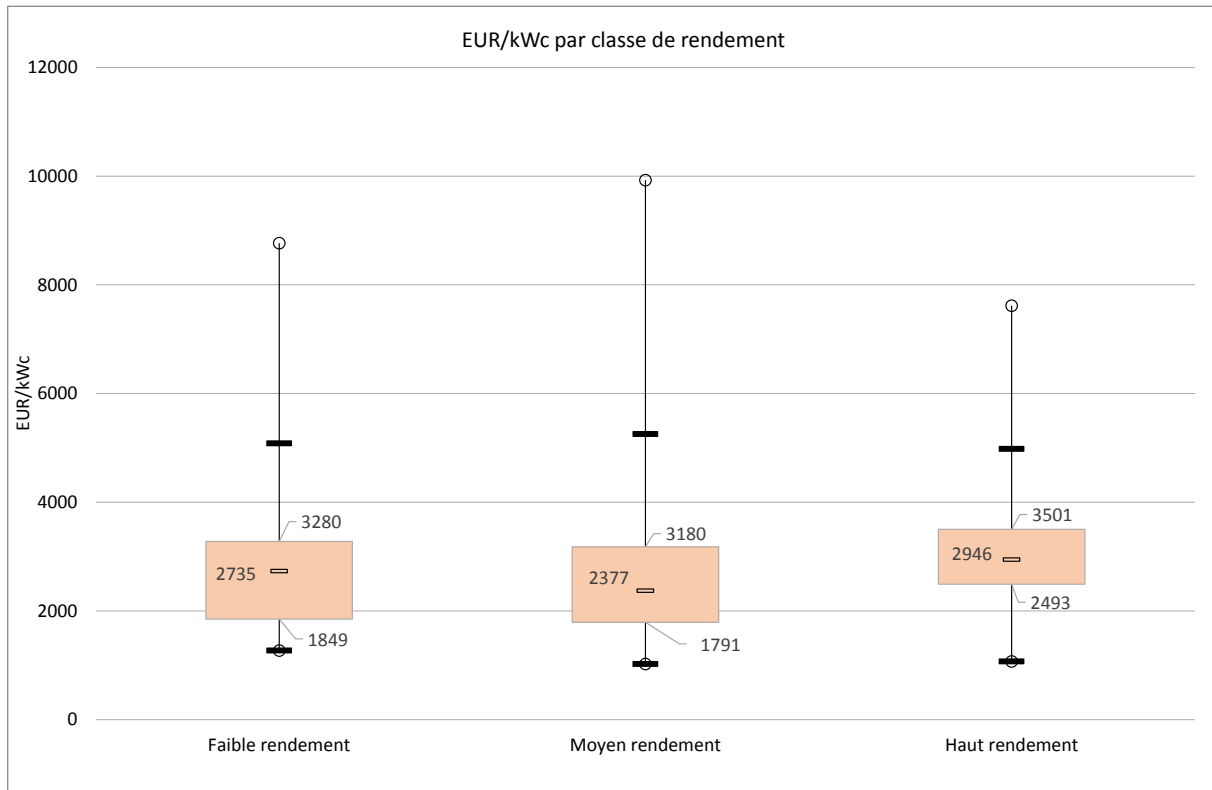


Figure 26 : Prix des installations PV en RBC en fonction du type de technologie (EUR/kWc)

L'analyse de la médiane permet de constater une différence de prix entre la catégorie « Moyen rendement » et la catégorie « Haut rendement » pour les panneaux utilisés en RBC, l'installation médiane passant de 2.377 EUR/kWc à 2.946 EUR/kWc.

L'analyse des quartiles indique toutefois que cet écart est faible, le quartile supérieur des « Moyen rendement » étant plus élevé que la médiane des « Haut rendement ». L'analyse ne permet donc pas de mettre en évidence une corrélation significative entre le prix des installations et le type de technologie.

6.5 Enseignements des analyses sur le prix

Le prix médian a diminué de 12% entre 2013 et 2015.

Les effets d'échelle sont bien marqués.

Les grandes installations (100-1.000 kWc) sont 44% moins chères par kWc que les petites (0-5 kWc).

Le prix médian d'une installation avec panneaux fabriqués en Chine est 33% plus faible que celui d'une installation avec panneaux fabriqués aux Etats-Unis.

Il n'existe pas de corrélation significative entre le prix et le rendement des panneaux.

7 Dimensionnement

La rentabilité d'une installation photovoltaïque dépend non seulement de la valorisation financière de l'électricité produite (autoconsommation ou vente sur le réseau) mais également des primes, certificats verts et autres incitants. Lorsque ces derniers deviennent trop généreux, on ne peut exclure l'émergence d'installations surdimensionnées par rapport aux besoins locaux en électricité en vue de maximiser l'utilisation de la surface disponible pour le placement de panneaux.

La comparaison entre la quantité annuelle produite par une installation photovoltaïque et les besoins annuels en électricité du lieu où elle a été implantée permet d'évaluer le dimensionnement de l'installation par rapport au profil de consommation du site.

Définition et segmentations de l'indicateur :

L'indicateur compare la production d'électricité de l'installation telle que mesurée et enregistrée dans la banque de données BRUGEL pour une année donnée aux besoins annuels en électricité, estimés sur base de l'EAV²⁸ enregistré par le gestionnaire de réseau de distribution (SIBELGA) avant la mise en service de l'installation :

$$\text{Dimensionnement} = \text{Production PV (kWh/an)} / \text{EAV avant mise en service (kWh/an)}$$

Echantillon analysé

L'analyse présentée se base sur les données de production d'électricité de l'année 2014, faute de données disponibles plus récentes concernant l'EAV.

Afin de disposer de données de production couvrant l'entièreté de l'année, seules les installations pour lesquelles des relevés de production couvrant l'entièreté de l'année 2014 sont prises en considération. Les installations sont donc de facto mises en service avant le 1^{er} janvier 2014.

Dimensionnement	
Nombre d'installations fin 2014	3.163
Nombre d'installations analysées	1.903
% de l'échantillon total	60%

Tableau 22 : Taille et représentativité de l'échantillon

Au final, après application des différents filtres, l'échantillon est composé de 1.903 installations, soit 60% des installations du parc photovoltaïque. Cette valeur est jugée suffisamment représentative du parc photovoltaïque bruxellois dans le cadre de cette étude.

L'analyse des raisons ayant amené à l'exclusion de 40% des installations sont principalement le manque d'informations sur les relevés de production en 2014 et le nombre important d'installations pour lequel l'EAV communiqué est inférieur à 1.000 kWh. Ces installations ont été également exclues car leur consommation est jugée non-pertinente dans le cadre de cette analyse.

²⁸ « Estimated Annual Value »

Le dimensionnement (ou taux d'autonomie) calculé lors de l'étude du parc 2014 réalisée en 2015 avait été obtenu sur base de données de production 2014 moins complètes. Dans la présente étude, le dimensionnement a été recalculé sur base de données 2014 quasi-complètes, ce qui explique la meilleure représentativité de l'échantillon actuel.

Résultats

La figure suivante présente la distribution des installations en fonction de leur dimensionnement quel que soit le type de titulaire.

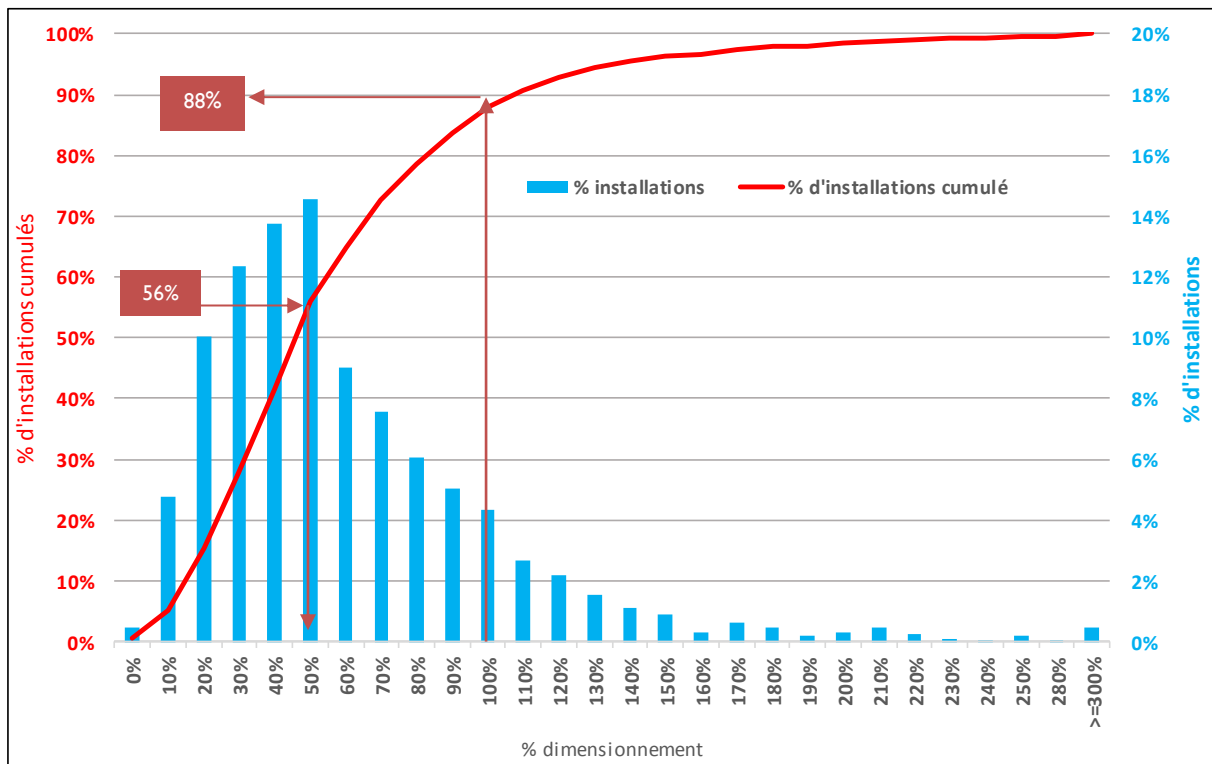


Figure 27 : Distribution des installations en fonction de leur dimensionnement²⁹

On constate que **56%** des installations ont un dimensionnement inférieur ou égal à 50% et **12%** ont un dimensionnement supérieur à 100% (surdimensionnement).

Les résultats obtenus ne diffèrent pas significativement en fonction de la catégorie ou du type de titulaire considéré.

²⁹ Les données ont été rassemblées par catégorie de dimensionnement sur base de leur valeur arrondie (catégorie 50% = [45% – 55%])

Le tableau ci-dessous reprend le profil de la distribution des installations.

Analyse statistique	
Min	0%
1 ^{er} quartile	33%
Médiane	51%
3 ^e quartile	79%
Max	100%
Moyenne	61,8%

Tableau 23 : Distribution de l'échantillon - Dimensionnement

Enseignement de l'analyse sur le dimensionnement des installations

Un peu plus de 88% des installations produisent annuellement moins d'électricité que les besoins annuels locaux en électricité du lieu où elles ont été implantées.

8 Taux d'autoconsommation

La promotion de l'autoconsommation de l'électricité produite par les installations décentralisées semble être au cœur des politiques de redéveloppement du photovoltaïque en Europe³⁰. Il convient par conséquent de suivre avec attention l'évolution du taux d'autoconsommation des installations photovoltaïques bruxelloises.

La présente analyse du taux d'autoconsommation a pour objectif d'estimer les quantités d'électricité produites par les installations photovoltaïques bruxelloises qui sont consommées instantanément sur le lieu de leur production sans passer par le réseau.

Définition et segmentations de l'indicateur :

L'indicateur compare la quantité annuelle d'électricité produite et instantanément autoconsommée, calculée sur base des données de production et de réinjection de chaque installation³¹, à la quantité d'électricité totale produite sur la même année.

$$\% \text{ autoconsommation} = (\text{Production (kWh)} - \text{Réinjection (kWh)}) / \text{Production (kWh)}$$

Deux facteurs pouvant influencer le taux d'autoconsommation ont été analysés :

- La catégorie de puissance ([0-5 kW] ;]5-10 kW] ;]10-100 kW] ;]100-1000 kW] ; >1000 kW)
- Le type de titulaire (Particulier / Entreprise Publique / Entreprise Privée)

Echantillon analysé

Faute de données plus récentes concernant les relevés annuels réalisés par le gestionnaire de réseau de distribution (SIBELGA), l'analyse présentée ici se base sur les dernières données disponibles, à savoir les données 2014. Les périodes de relevé étant souvent à cheval sur deux années, les données 2013 ont également été prises en compte.

Seules les installations pour lesquelles des relevés de production étaient disponibles pour la période couverte par les relevés fournis par le gestionnaire de réseau de distribution ont été retenues pour notre analyse.

Autoconsommation	
Nombre d'installations fin 2014	3.163
Nombre d'installations analysées	2.069
% de l'échantillon total	65%

Tableau 24 : Taille de l'échantillon

³⁰ Voir notamment European Commission, *Best practices on Renewable Energy Self-consumption*, SWD(2015) 141 final

³¹ Les données de réinjection ont été transmises par le gestionnaire de réseau de distribution pour l'ensemble des installations disposant d'un compteur bidirectionnel (compteur « A+A- »).

Au final, après application des différents filtres, l'échantillon est composé de 2.069 installations, soit 65% des installations du parc photovoltaïque. Cette valeur est jugée suffisamment représentative du parc photovoltaïque bruxellois dans le cadre de cette étude.

Les raisons ayant amené à l'exclusion de 35% des installations sont principalement des dates de relevé nulles, des productions 2013 ou 2014 manquantes, des périodes de relevé trop courtes voire encore un taux d'autoconsommation calculé négatif et donc non-cohérent.

Résultats

La figure ci-dessous illustre la distribution des installations du parc de production 2014 en fonction de leur classe d'autoconsommation.

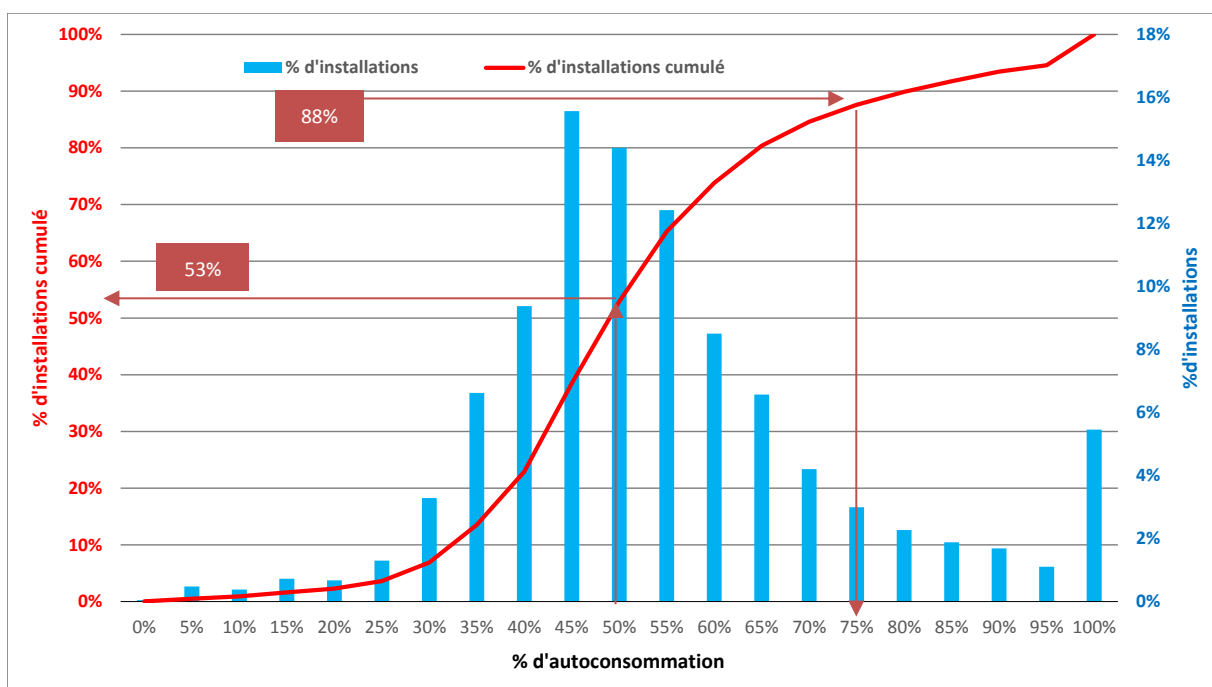


Figure 28 : Distribution des installations en fonction de leur classe d'autoconsommation

On constate que **53%** des installations ont un taux d'autoconsommation inférieur ou égal à la classe d'autoconsommation³² de 50%. Près de **12%** ont un taux d'autoconsommation supérieur à 75% et **4%** inférieur ou égal à 25%. Près de **6%** autoconsomme totalement l'électricité produite par les panneaux.

³² Les données ont été rassemblées par catégorie d'autoconsommation sur base de leur valeur arrondie (catégorie 50% = [47,5% – 52,5%])

Le tableau ci-dessous reprend le profil de la distribution des installations.

Analyse statistique	
Min	0%
1 ^{er} quartile	43%
Médiane	51%
3 ^e quartile	61%
Max	100%
Moyenne	54,8%

Tableau 25 : Distribution de l'échantillon - Autoconsommation

La moyenne globale de l'autoconsommation du parc PV bruxellois (Autoconsommation totale / Production totale) est estimée à 54,8%.

Cette valeur de près de 55% peut paraître élevée pour le parc bruxellois. A priori, cela peut s'expliquer par la part relativement importante, en termes de puissance installée, des installations de plus de 5 kWc (cf. Tableau 1). Ces installations ne bénéficiant pas du principe de compensation, les producteurs visent naturellement à maximiser la part de l'électricité produite autoconsommée afin de maximiser la valorisation financière de l'électricité produite localement. Selon la Commission européenne, on observe généralement un taux situé entre 50% et 80% pour les installations non résidentielles³³.

L'analyse du Tableau 25 montre toutefois que près de 75% des installations ont un taux d'autoconsommation supérieur à 43% dont un grand nombre d'installations d'une puissance inférieur à 5 kWc qui n'ont jusqu'à présent pas d'incitant à autoconsommer l'électricité produite en raison du principe de compensation. Un tel niveau d'autoconsommation est considéré comme élevé pour des installations domestiques où l'on considère généralement une valeur de 30%³³

Pour approfondir cette analyse, l'autoconsommation a été calculée par catégorie de puissance et par type de client.

³³ Voir European Commission, *Best practices on Renewable Energy Self-consumption*, SWD(2015) 141 final

Les figures ci-dessous illustrent la distribution des installations du parc de production 2014 en fonction de leur classe d'autoconsommation pour les catégories de puissance 0-5 kWc et 5-100 kWc. Les catégories supérieures à 100 kWc n'étaient pas représentées par un nombre suffisant d'installations et n'ont donc pas été intégrées à notre analyse.

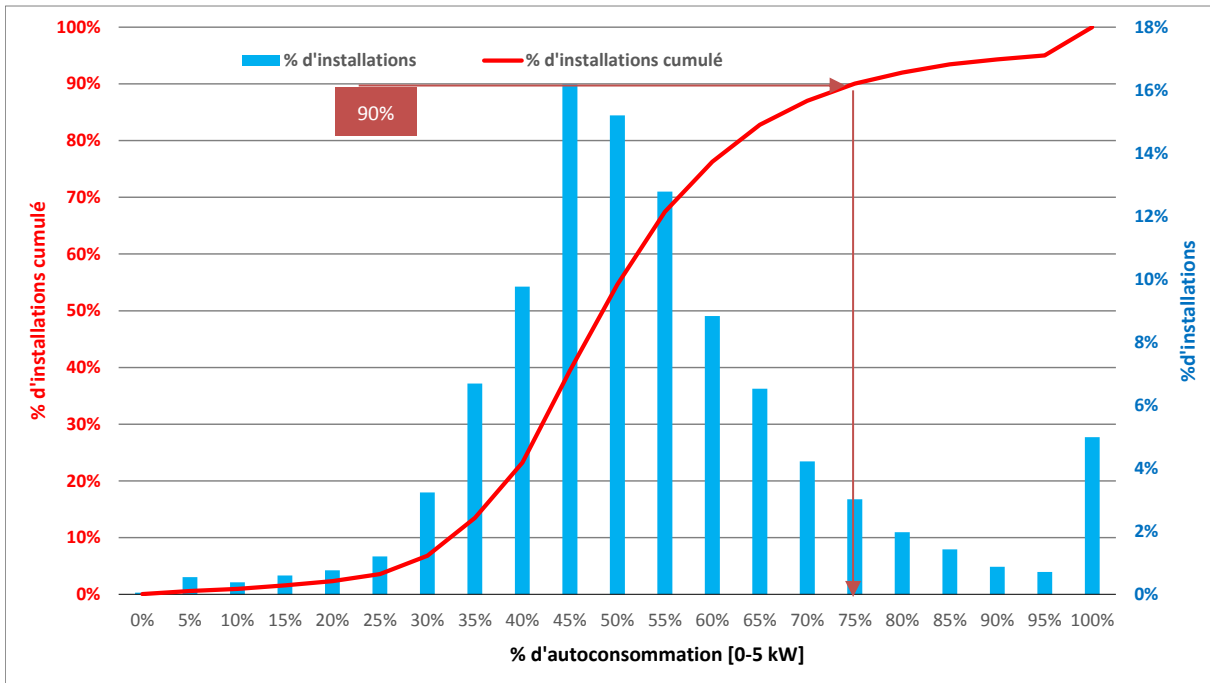


Figure 29 : Distribution des installations en fonction de leur classe d'autoconsommation – [0-5kW]

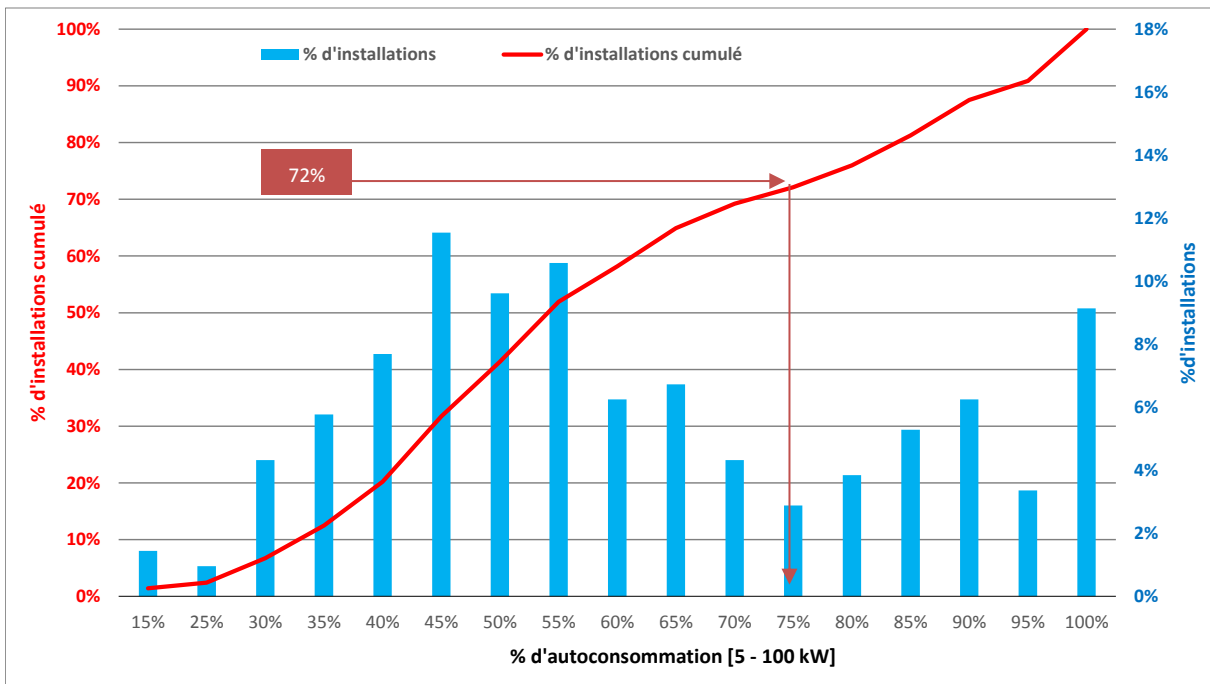


Figure 30 : Distribution des installations en fonction de leur classe d'autoconsommation - [5-100 kW]

On constate que la distribution des installations de 0 à 5 kWc est très similaire à la distribution générale (vu que cette catégorie est constituée de la grande majorité des installations). La distribution des installations de 5 à 100 kWc est moins lissée.

Ainsi, la Figure 29 montre qu'environ 10% des installations de 0 à 5 kWc ont un taux d'autoconsommation supérieur à 75% et que ce résultat monte à **28%** pour les installations de 5 à 100 kWc (cf. Figure 29).

Le tableau ci-dessous reprend le profil de la distribution des installations.

Catégorie de puissance (kW)	0 – 5	5 - 100
Nombre d'installations fin 2014	2.597	487
Nombre d'installations analysées	1.823	208
% de l'échantillon total	70%	43%
Min	0%	0%
1 ^{er} quartile	43%	44%
Médiane	50%	56%
3 ^e quartile	60%	78%
Max	100%	100%
Moyenne	53,8%	61,5%

Tableau 26 : Taille et distribution de l'échantillon des 0-5 kWc et 5-100 kWc

La moyenne globale de l'autoconsommation de l'ensemble des installations de 0 à 5 kWc se situe à 53,8%. Pour les installations de 5 à 100 kWc, elle se situe à 61,5%.

Cette analyse confirme d'une part l'obtention de taux d'autoconsommation plus élevés pour les installations de plus de 5 kWc, installations qui ne bénéficient pas du principe de compensation et qui sont par conséquent incitées à maximiser l'autoconsommation. Les niveaux observés pour les installations de plus de 5 kWc sont comparables à ceux observés dans les autres pays européens pour des installations non résidentielles (cf. supra). Les niveaux observés pour les installations bénéficiant du principe de compensation (pour la plupart résidentielles) sont par contre plus élevés qu'attendus.

Des analyses complémentaires sur base de données plus récentes seraient utiles afin de déterminer les raisons permettant d'expliquer ces résultats qui diffèrent significativement des valeurs généralement annoncées pour le secteur résidentiel.

L'analyse par type de client n'apporte pas d'éléments réellement complémentaires par rapport à l'analyse par catégorie de puissance. En effet, sachant que 92% des installations de moins de 5 kWc appartiennent à des particuliers et que 96% des installations de plus de 10 kWc appartiennent à des entreprises (cf. Tableau 1), les résultats attendus pour ces 2 groupes sont très similaires à ceux par catégorie de puissance.

Le tableau ci-dessous reprend les résultats par type de titulaire et présente bien un profil de distribution des installations comparable au Tableau 26.

Type de titulaire	Particuliers	Entreprises privées
Nombre d'installations fin 2014	2.634	440
Nombre d'installations analysées	1.877	180
% de l'échantillon total	71%	41%
Min	0%	0%
1 ^{er} quartile	43%	48%
Médiane	50%	64%
3 ^e quartile	60%	88%
Max	100%	100%
Moyenne	53,3%	68,7%

Tableau 27 : Taille et distribution de l'échantillon des clients particuliers et privés

Les entreprises publiques ne sont pas analysées car l'échantillon pour celles-ci est trop faible.

Enseignements de l'analyse de l'autoconsommation

47% des installations présente un taux d'autoconsommation supérieur à 50%. La moyenne du parc est située à 54,8% d'autoconsommation.

9 Analyse communale du parc photovoltaïque

Les trois figures ci-dessous présentent le parc photovoltaïque en Région de Bruxelles-Capitale au niveau communal (situation fin 2015). Les données communales sont présentées en annexe sous forme de tableaux chiffrés (cf. II Annexe : Tableaux chiffrés des données communales).

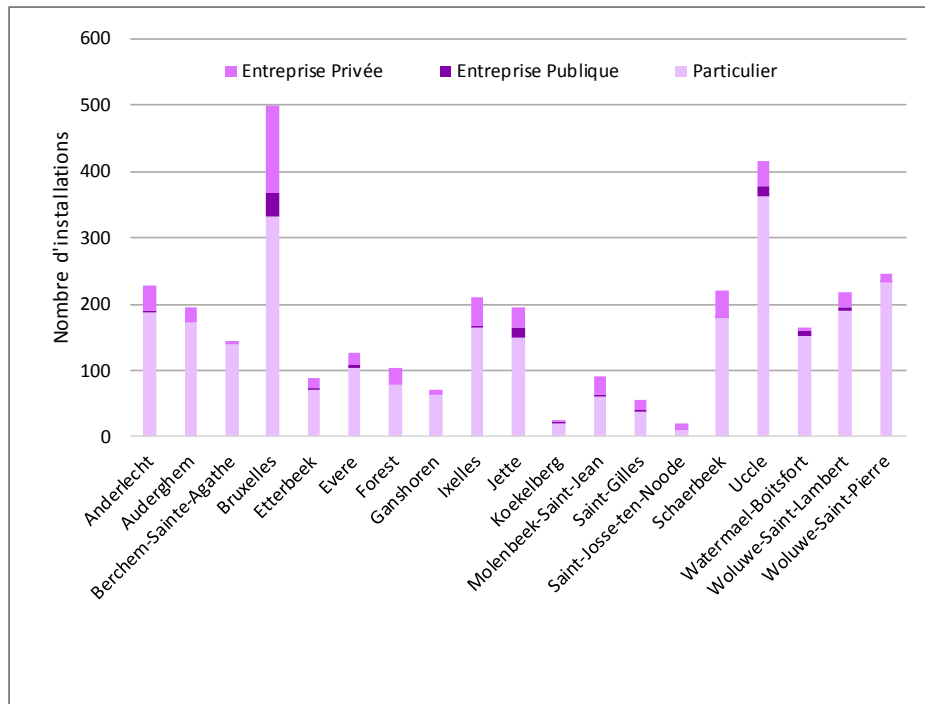


Figure 31 : Parc PV communal fin 2015 par type de titulaire

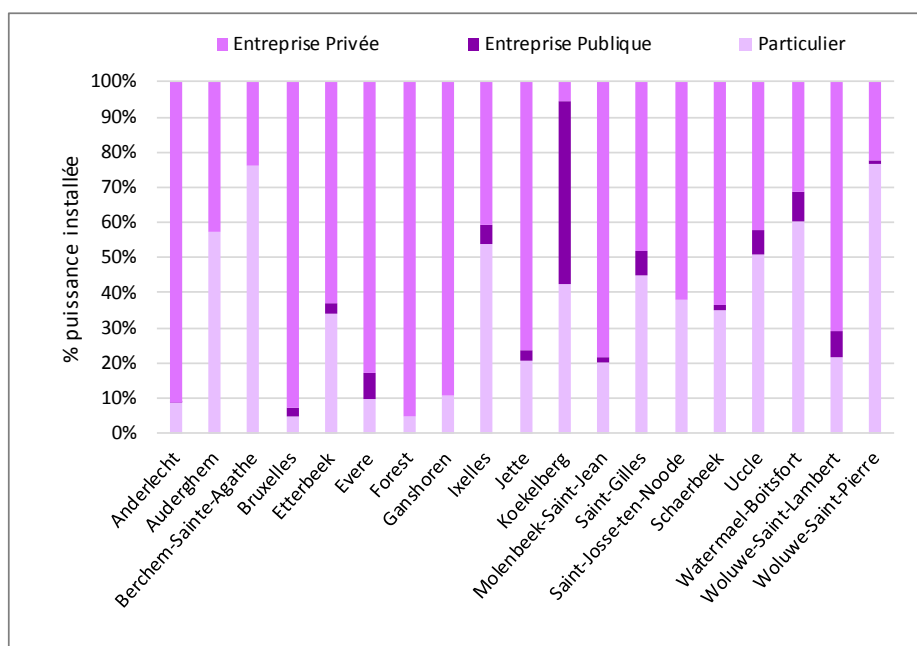


Figure 32 : Répartition de la puissance installée de chaque parc PV communal par type de titulaire

Le nombre d'installations implantées varie fortement d'une commune à l'autre et ce quel que soit le type de titulaire. Même si Bruxelles-Ville compte le plus grand nombre de PV, ce ne sont pas nécessairement les communes les plus peuplées qui comptent le plus d'installations.

La figure ci-dessus présente la répartition de la puissance installée du parc PV exprimée en % par type de titulaire au niveau communal. En termes de puissances, on constate que les entreprises privées sont majoritaires dans de nombreuses communes alors qu'en termes de nombre d'installations, elles sont souvent minoritaires.

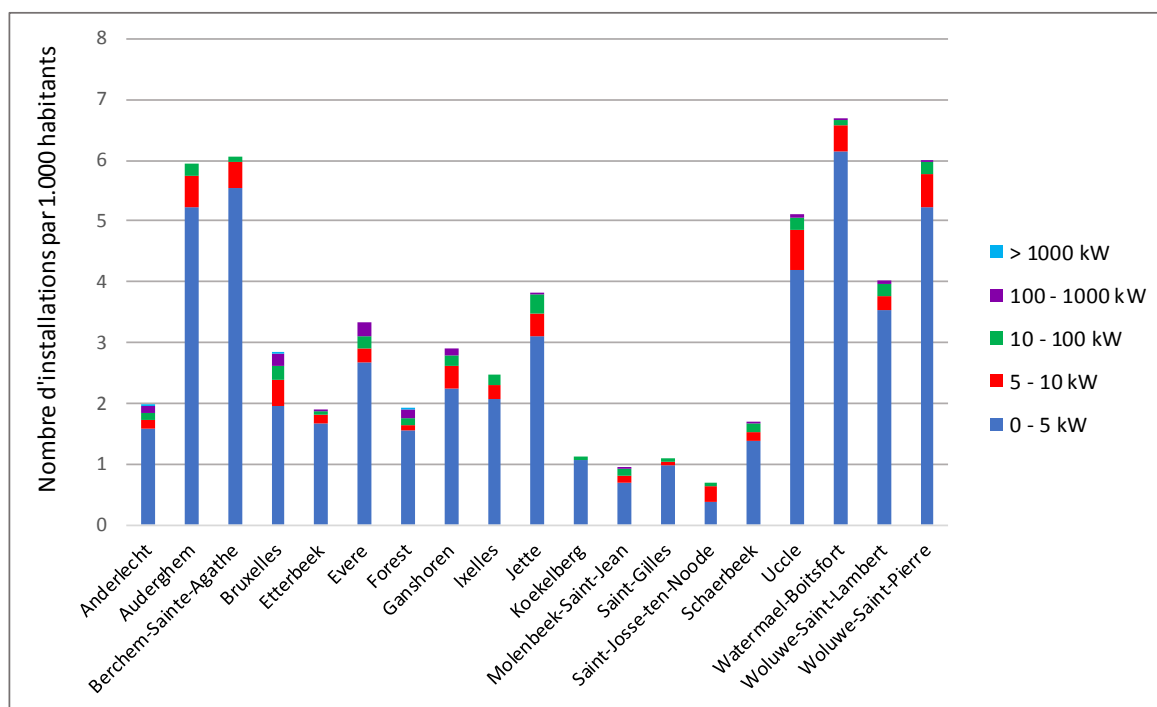


Figure 33 : Densité du nombre d'installations PV par 1.000 habitants en fonction de la catégorie de puissance

Comme le montre la figure ci-dessus, le croisement des données spécifiques aux installations photovoltaïques telles que le nombre d'installations avec des données de population communales permet de situer le contexte à un niveau local. On observe une grande disparité spatiale des installations PV principalement pour la catégorie de puissance inférieure à 5 kWc. Le nombre d'installations par 1.000 habitants varie de 0,7 à 6,7.

Afin d'enrichir l'analyse du parc photovoltaïque en Région de Bruxelles – Capitale en 2015, deux cartes thématiques communales ont été réalisées.

Chaque carte présente les 19 communes caractérisées par une classe de couleur où chaque classe correspond à un intervalle de valeurs. A l'intérieur de chaque commune, un graphique de type camembert montre la répartition par type de titulaire (entreprise privée, entreprise publique, particulier). La taille du camembert est fonction d'une valeur en chiffre absolu.

Les deux cartes sont :

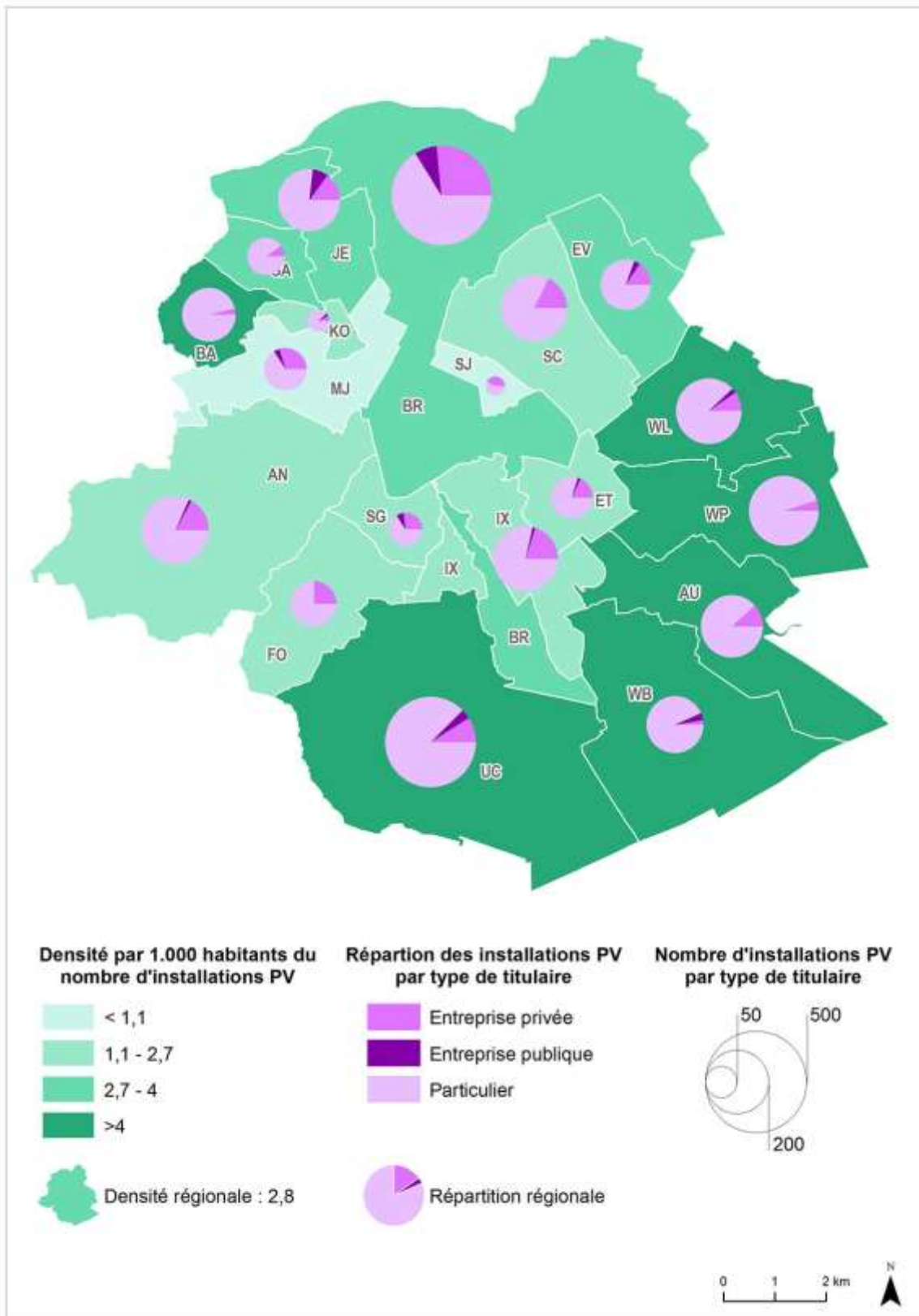


Figure 34 : Carte 1- Nombre d'installations PV et densité par 1.000 habitants en RBC

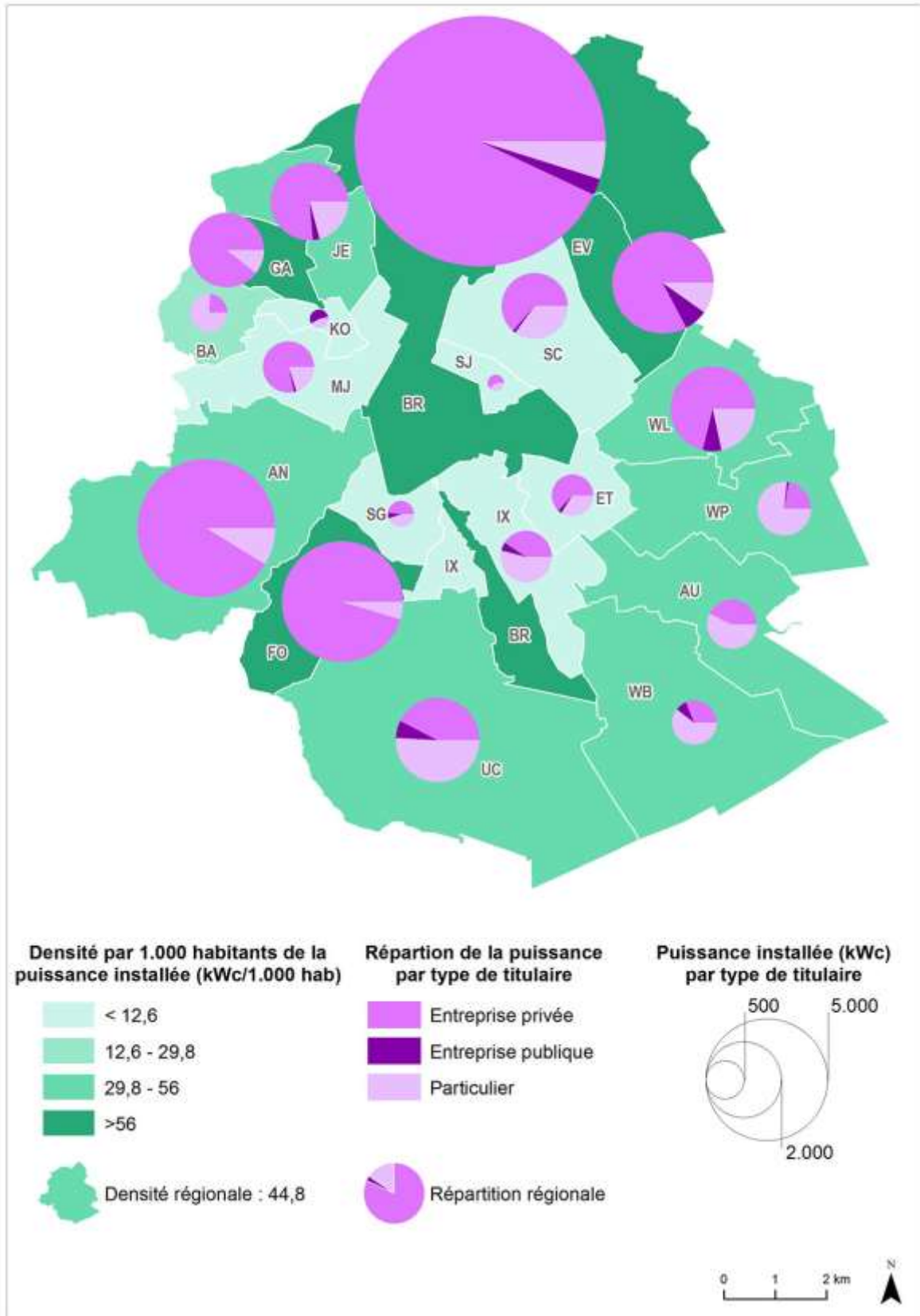


Figure 35 : Carte 2 - Puissance installée et densité par 1.000 habitants en RBC

10 Conclusions

Les analyses de la présente étude portent sur le parc photovoltaïque bruxellois au 31 décembre 2015 à l'exception des indicateurs « dimensionnement » et « taux d'autoconsommation » ; toutes les données nécessaires à leurs calculs et portant sur l'année 2015 n'étant pas disponibles au moment de la rédaction du présent rapport. Toutefois, ces deux indicateurs ont été recalculés sur base des données 2014 complètes et font l'objet d'analyses dans ce rapport.

Lors de l'étude précédente réalisé par Climact, cinq analyses spécifiques avaient été identifiées comme particulièrement pertinentes pour comprendre l'évolution passée et future du parc photovoltaïque bruxellois. Elles avaient pu être réalisées sur base des informations contenues dans la banque de données BRUGEL, croisées, pour certaines analyses, avec des données apportées par le GRD. Les cinq analyses retenues étaient :

1. Analyse du matériel installé
2. Productivité des installations
3. Prix des installations
4. Dimensionnement
5. Autoconsommation

Dans le cadre de ce rapport, les cinq premières analyses ont été actualisées sur base des dernières données disponibles. L'analyse communale constitue une nouvelle expertise.

6. Analyse communale du parc photovoltaïque

L'analyse du matériel installé montre que le marché des panneaux est dispersé, les neuf marques les plus importantes concentrant ~60% du marché. En termes de puissance installée, le marché des panneaux est dominé par des panneaux de rendement moyen (> 125 et ≤ 175 Wc/m²) et par des panneaux fabriqués en Chine. Quant aux onduleurs, neuf marques concentrent près de 78% du marché et deux marques représentant à elles seules près de 57% du marché.

La productivité du parc bruxellois s'améliore d'année en année. La comparaison de la productivité du parc bruxellois avec une installation de référence démontre que plus de 60% des installations du parc bruxellois atteignent une performance supérieure à 60%. Les analyses soulignent que les installations de grande taille affichent une performance nettement plus élevée que la moyenne.

L'analyse de l'évolution du prix total des installations démontre que les prix ont diminué de 12% entre 2013 et 2015. L'analyse par catégorie de puissance permet de souligner que les effets d'échelle sont bien marqués. On constate également que les grandes installations (100-1000 kWc) sont 44% moins chères par kWc que les petites installations (0-5 kWc). L'analyse des autres facteurs influençant les prix illustrent que, d'une part, le prix médian d'une installation avec panneaux fabriqués en Chine est 33% plus faible que celui d'une installation avec panneaux fabriqués aux Etats-Unis et que, d'autre part, il n'existe pas de corrélation significative entre le prix et le rendement des panneaux.

L'analyse du dimensionnement des installations calculé sur base des données 2014 (faute de données plus récentes) permet de conclure que de 88% des installations produisent annuellement moins d'électricité que les besoins annuels locaux en électricité du lieu où elles sont implantées.

Au niveau du taux d'autoconsommation (calculé également sur base des données 2014), il apparaît que 47% des installations présente un niveau supérieur à 50%. La moyenne de l'autoconsommation de l'ensemble du parc bruxellois est estimée à 55%. Cette valeur élevée s'explique premièrement par la part relativement importante, en termes de puissance installée, des installations de plus de 5 kWc qui ne bénéficient pas du principe de compensation et qui sont donc naturellement incitées à maximiser par l'autoconsommation la valorisation financière de l'électricité produite localement. Deuxièmement, les niveaux observés pour les installations bénéficiant du principe de compensation (pour la plupart résidentielles) sont également plus élevés qu'attendus (50% voire plus contre 30% généralement annoncé). Des analyses complémentaires seraient utiles afin de déterminer les raisons permettant d'expliquer ces résultats pour les installations domestiques.

Dans le cadre de cette deuxième étude sur le parc photovoltaïque en Région de Bruxelles – Capitale, l'ensemble du parc a été présenté sous forme de graphiques et de cartes. En effet, deux cartes ont été réalisées de manière à présenter le parc photovoltaïque en Région de Bruxelles-Capitale en termes de nombre et de puissance installée par rapport à la population communale.

* *

*

II Annexe : Tableaux chiffrés des données communales

II.1 Tableau A : Nombre d'installations PV suivant le type de titulaire

Commune	Nombre d'habitants ³⁴	Nombre d'installations PV suivant le type de titulaire			
		Particulier	Entreprise Publique	Entreprise Privée	Total
Anderlecht	116.332	187	3	39	229
Auderghem	32.835	172		23	195
Berchem-Sainte-Agathe	23.927	139		6	145
Bruxelles	175.534	331	36	133	500
Etterbeek	46.773	71	2	16	89
Evere	38.448	103	5	20	128
Forest	55.012	79		26	105
Ganshoren	24.066	63		7	70
Ixelles	84.754	165	3	42	210
Jette	50.724	149	16	29	194
Koekelberg	21.525	21	1	2	24
Molenbeek-Saint-Jean	95.576	60	4	27	91
Saint-Gilles	50.472	37	4	15	56
Saint-Josse-ten-Noode	27.332	11		8	19
Schaerbeek	131.030	180	1	39	220
Uccle	81.280	363	15	37	415
Watermael-Boitsfort	24.454	153	7	4	164
Woluwe-Saint-Lambert	54.022	191	5	21	217
Woluwe-Saint-Pierre	41.077	233	1	12	246
Total général	1.175.173	2.708	103	506	3.317

³⁴ Source : SPF Economie (Population de droit par commune au 1 janvier 2015)

I 1.2 Tableau B : Puissance installée par commune suivant le type de titulaire

Commune	Nombre d'habitants ³⁵	Puissance installée suivant le type de titulaire (en kWc)			
		Particulier	Entreprise Publique	Entreprise Privée	Total
Anderlecht	116.332	574	7	5.930	6.511
Auderghem	32.835	481		361	842
Berchem-Sainte-Agathe	23.927	371		116	487
Bruxelles	175.534	1.052	446	19.994	21.492
Etterbeek	46.773	200	17	371	589
Evere	38.448	348	262	2.920	3.531
Forest	55.012	234		4.764	4.998
Ganshoren	24.066	204		1.705	1.908
Ixelles	84.754	486	49	365	901
Jette	50.724	427	59	1.572	2.058
Koekelberg	21.525	51	63	6	121
Molenbeek-Saint-Jean	95.576	180	14	702	896
Saint-Gilles	50.472	104	16	112	231
Saint-Josse-ten-Noode	27.332	34		55	90
Schaerbeek	131.030	522	24	949	1.495
Uccle	81.280	1.234	163	1.029	2.426
Watermael-Boitsfort	24.454	406	58	210	674
Woluwe-Saint-Lambert	54.022	534	178	1.755	2.467
Woluwe-Saint-Pierre	41.077	755	11	218	983
Total général	1.175.173	8.197	1.368	43.135	52.700

³⁵ Source : SPF Economie (Population de droit par commune au 1 janvier 2015)