

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

Etude d'initiative

(BRUGEL-Etude-20180619-27)

relatif au parc photovoltaïque en Région de Bruxelles-Capitale - 2016

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

19/06/2018

Rapport réalisé par l'ICEDD pour le compte de BRUGEL

Table des matières

1	Executive summary.....	7
2	Introduction.....	9
2.1	Base légale.....	9
2.2	Objet du rapport	9
2.3	Contenu du rapport.....	10
2.4	Etat du parc photovoltaïque (PV) installé	10
2.4.1	Situation en 2016.....	10
2.4.2	Evolution du parc PV par titulaire	12
2.4.3	Evolution du parc par classe de puissance	16
2.4.4	Comparaison européenne et interrégionale.....	18
3	Préparation des données.....	19
3.1	Sources de données	19
3.2	Principales hypothèses et conventions de présentation des résultats	19
4	Analyse du matériel installé	22
4.1	Résumé des faits marquants.....	23
4.2	Puissance spécifique des panneaux	23
4.2.1	Définition de l'indicateur	23
4.2.2	Echantillon analysé	24
4.2.3	Résultats : tendances d'évolution de l'indicateur.....	24
4.3	Parts de marché des fabricants de panneaux.....	28
4.3.1	Echantillon analysé	28
4.3.2	Résultats	28
4.4	Parts de marché des fabricants d'onduleurs.....	31
4.4.1	Echantillon analysé	31
4.4.2	Résultats : tendances de l'indicateur.....	31
4.5	Origine des modules	33
4.5.1	Echantillon analysé	33
4.5.2	Résultats : tendances de l'indicateur.....	33
5	Prix des installations.....	35
5.1	Résumé des faits marquants.....	35
5.2	Prix au kWc en fonction de l'année de mise en service	36
5.2.1	Echantillon analysé	36
5.2.2	Résultats : tendances de l'indicateur.....	37
5.3	Prix au kWc en fonction des catégories de puissance.....	38
5.3.1	Echantillon analysé MES 2016.....	38
5.3.2	Résultats	38
5.4	Comparaison des prix en fonction de l'origine des panneaux.....	42
5.4.1	Echantillon analysé	42
5.4.2	Résultats	42
5.5	Comparaison des prix en fonction de la puissance spécifique.....	44
5.5.1	Echantillon analysé	44

5.5.2	Résultats	44
6	Productivité des installations.....	46
6.1	Résumé des faits marquants.....	46
6.2	Productivité du parc.....	46
6.2.1	Définition et segmentations de l'indicateur	46
6.2.2	Evolution en fonction de l'année de production : de 2012 à 2016	48
6.2.3	Evolution en fonction de l'année de mise en service.....	51
6.2.4	Analyse en fonction des catégories de puissance	52
7	Autoconsommation et autosuffisance.....	55
7.1	Définition des indicateurs	55
7.2	Résumé des faits marquants	56
7.3	Taux d'autoconsommation.....	56
7.4	Taux d'autosuffisance.....	57
7.4.1	Echantillon analysé	57
7.4.2	Résultats	57
8	Analyse communale du parc photovoltaïque	59
8.1	Résumé des faits marquants	59
8.2	Indicateurs présentés	59
8.3	Echantillon analysé	59
8.4	Résultats.....	59
8.4.1	Nombre d'installations.....	59
8.4.2	Puissance installée	61
8.4.3	Représentation communale	62
8.4.4	Prix des installations par commune	65
8.4.5	Productivité des installations par commune.....	66
9	Glossaire	67
10	Annexe : Tableaux chiffrés des données communales.....	68
10.1	Tableau A : Nombre d'installations PV par titulaire (2015-2016).....	68
10.2	Tableau B : Puissance installée par commune par titulaire (2015-2016).....	69

Liste des illustrations

Figure 1 : Répartition du nombre d'installation PV et de la puissance par titulaire fin 2016.....	11
Figure 2 : Répartition du nombre et de la puissance totale [kWc] par classe de puissance des installations PV <= 10 kWc des particuliers fin 2016 en RBC Attribution à une classe de puissance : [centre de classe – 0,5 ; centre de classe +0,5[.....	12
Figure 3 : Evolution des primes et avantages fiscaux en RBC (BRUGEL 2006-2016)	13
Figure 4 : Evolution du nombre et de la part des installations du parc PV en RBC par types de titulaire (2007-2016)	15
Figure 5 : Evolution des puissances des installations du parc PV en RBC par types de titulaire (2007-2016)	15
Figure 6 : Évolution de la puissance mise en service cumulée des installations du parc PV en RBC entre 2006 et 2016 ventilée par catégorie de puissance	16
Figure 7 : Evolution de la part et du nombre total des installations du parc PV en RBC par classe de puissance entre 2007 et 2016	17
Figure 8 : Evolutions de la part de la puissance totale et de la puissance totale des installations du parc PV en RBC par classe de puissance entre 2007 et 2016	17
Figure 9 : Densités européenne, nationale et régionale du nombre d'installations PV par 1 000 habitants	18
Figure 10 : Densité européenne, nationale et régionale du nombre d'installations PV par km ²	18
Figure 11 : Puissance spécifique des installations du parc PV 2016 en RBC par catégorie de puissance (Wc/m ²).....	25
Figure 12 : Puissance spécifique [Wc/m ²] des installations du parc PV 2016 en RBC par année de MES	26
Figure 13 : Puissance spécifique [Wc/m ²] par année de mise en service et classe de puissance [kW]	26
Figure 14 : Puissance spécifique [Wc/m ²] et puissance installée (kWc) des installations du parc PV en RBC fin 2016 avec distinction colorées des classes de rendement.	27
Figure 15 : Top 10 des marques de panneaux du parc PV en RBC fin 2016.....	28
Figure 16 : Evolution des parts de marché des panneaux du parc PV en RBC mis en service entre 2012 et 2016.....	29
Figure 17 : Top 10 des marques de panneaux du parc PV fin 2016 en RBC installés par les entreprises	30
Figure 18 : Top 9 des marques d'onduleur du parc PV fin 2016 en RBC.....	31
Figure 19 : Evolution des parts de marché des onduleurs du parc PV en RBC mis en service entre 2012 et 2016.....	32
Figure 20 : Evolution des parts de marché des panneaux du parc PV en RBD mis en service entre 2012 et 2016 en fonction de leur pays d'origine (% en MWc installés).....	33
Figure 21 : Parts de marché du parc total des panneaux du parc PV fin 2016 en RBC en fonction de leur pays d'origine (% en MWc installés)	34
Figure 22 : Prix des installations sur la période 2012-2016 (EUR/kWc)	37
Figure 23 : Prix des installations par catégorie de puissance (EUR/kWc) – année 2016.....	39
Figure 24 : Prix des installations du parc PV en RBC par année de mise en service en fonction de la puissance installée. En surimpression : courbes de tendances de type puissance.....	40
Figure 25 : Lois d'échelle obtenues pour les installations de puissance 0-100 kWc du parc PV en RBC	40
Figure 26 : Prix [EUR/kWc] des installations du parc PV en RBC par pays d'origine des panneaux (2012-2016)	43
Figure 27 : Prix [EUR/kWc] des installations du parc PV en RBC en fonction du type de technologie	44
Figure 28 : Productivité normalisée des installations PV en RBC sur la période 2012-2016. La productivité de référence est indiquée par la barre verte et le chiffre associé.	49

Figure 29 : Pourcentage de performance observé en 2016 (ratio entre la productivité des installations en RBC (kWh/kWc) et la productivité de référence), indépendamment de l'année de MES (années considérées : 2011 à 2015). La ligne orange indique le seuil à partir duquel on peut considérer une installation comme étant performante (75%).....	50
Figure 30 : Productivité normalisée des installations PV en RBC en 2016 ventilée par année de mise en service. La productivité de référence est indiquée par la barre verte (996 pour l'année 2016).	52
Figure 31 : Productivité normalisée des installations PV en 2016, ventilée par catégorie de puissance	53
Figure 32 : Schéma d'explication de l'autoconsommation et de l'autosuffisance	55
Figure 33 : part de l'autoconsommation dans la consommation finale d'électricité et niveau de consommation moyen par compteur (en kWh/an).....	58
Figure 34 : Part de l'autosuffisance par catégorie de puissance – année 2014.....	58
Figure 35 : Nombre d'installations du parc PV fin 2016 en RBC en fonction du type de titulaire et de la commune.....	60
Figure 36 : Densité du nombre d'installations du parc PV fin 2016 en RBC par 1 000 habitants en fonction de la catégorie de puissance et de la commune.....	60
Figure 37 : Part de la puissance installée du parc PV fin 2016 en RBC en fonction du type de titulaire et de la commune.....	61
Figure 38 : Puissance installée du parc PV fin 2016 en RBC par 1000 habitants et par commune	62
Figure 39 : Carte 1- Nombre d'installations PV et densité par 1.000 habitants en RBC.....	63
Figure 40 : Carte 2 - Puissance installée et densité par 1.000 habitants en RBC.....	64
Figure 41 : Prix [€/kWc] des installations du parc PV fin 2016 en RBC en fonction de la commune .	65
Figure 42 : Productivité [kWh/kWc] des installations du parc PV fin 2016 en RBC en fonction de la commune.....	66

Liste des tableaux

Tableau 1 : Etat du parc de production photovoltaïque fin 2016 en RBC	11
Tableau 2 : Evolutions du nombre et de la puissance des installations du parc PV en RBC ventilées par année de mise en service et types de titulaire	14
Tableau 3 : Evolutions du nombre et de la puissance des installations du parc PV en RBC ventilées par année de mise en service et catégorie de puissance entre 2006 et 2016	16
Tableau 4 : Taille de l'échantillon pour l'analyse du rendement des panneaux du parc PV 2016 en RBC	24
Tableau 5 : Puissance spécifique [Wc/m ²] des panneaux du parc PV 2016 en RBC.....	25
Tableau 6 : Répartition des installations du parc PV fin 2016 en RBC selon la classe de rendement..	27
Tableau 7 : Principaux fabricants de modules photovoltaïques dans le monde en 2015 et 2016.	30
Tableau 8 : Taille et représentativité de l'échantillon.....	36
Tableau 9 : Prix moyen des panneaux par année de MES en €/kWc (2012-2016).....	37
Tableau 10 : Taille et représentativité de l'échantillon – année 2016	38
Tableau 11 : Taille et représentativité de l'échantillon (2012-2016)	42
Tableau 12 : Prix moyen des panneaux par pays d'origine en EUR/kWc (2012-2016).....	43
Tableau 13 : Taille et représentativité de l'échantillon d'étude du prix en fonction de la puissance spécifique du parc PV en RBD entre 2012 et 2016	44
Tableau 14 : Répartition des installations du parc PV en RBC selon la classe de rendement (2012-2016)	45
Tableau 15 : Indices de normalisation climatique sur base du rayonnement solaire global	47
Tableau 16 : Productivité de référence pour une installation PV en RBC	47
Tableau 17 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité par année de production	48
Tableau 18 : productivité des installations, par année de production (2012-2016).....	49

Tableau 19 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité normalisée en 2016 par année de mise en service des installations.....	51
Tableau 20 : productivité des installations en 2016, par année de MES (2010-2015).....	51
Tableau 21 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité normalisée en 2016 par catégorie de puissance des installations.....	52
Tableau 22 : productivité moyenne des installations en 2016, par classe de puissance.....	53
Tableau 23 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de l'autosuffisance du parc PV 2014 en RBC.....	57
Tableau 24 : Pourcentage d'autosuffisance des panneaux du parc PV 2014 en RBC.....	57

I Executive summary

Les analyses présentées dans ce rapport portent sur la situation du parc photovoltaïque bruxellois au 31 décembre 2016 à partir des données collectées par BRUGEL et SIBELGA. Elles mettent en évidence les tendances générales d'évolution des éléments suivants :

1. Analyse du matériel installé : puissances spécifiques, part de marché et origine. Cette section a pour objectif d'analyser le dimensionnement des installations de panneaux PV et de voir si le rendement augmente au cours des années ; d'identifier les tendances en matière de parts de marché et de les situer par rapport aux tendances mondiales et enfin d'identifier l'origine des panneaux installés en RBC et les tendances d'évolutions.
2. Prix des installations : évolution des prix en fonction de la puissance, de l'année de mise en service et de l'origine des panneaux. Cette section a pour objectif de quantifier l'impact des différents facteurs pouvant influencer le coût total d'une installation de panneaux PV.
3. Productivité des installations : évolution de la production et comparaison avec une installation de référence. Cette section a pour objectif de quantifier la productivité des installations et d'établir la qualité générale du parc PV en RBC.
4. Autoconsommation et autosuffisance : part de l'électricité autoconsommée et poids de l'électricité PV dans la consommation totale d'électricité. Cette section a pour objectif de décrire la part de la production de l'électricité produite qui est consommée directement par le titulaire de l'installation et la part qui est rejetée sur le réseau.
5. Analyse communale du parc photovoltaïque. Cette section analyse les spécificités communales en comparant trois indicateurs pour les différentes communes bruxelloises : le nombre total d'installations PV, le nombre total d'installations PV par 1000 habitants de la commune, et la puissance installée par 1000 habitants de la commune.

L'analyse de la puissance spécifique des panneaux et de leur rendement montre une amélioration globale de la puissance spécifique (Wc/m^2) au cours du temps (2007 à 2016), toute classe de puissance installée (Wc) confondue. On observe également une surreprésentation (86,1%) des installations à rendement moyen (classe définie comme strictement supérieure à 125 et inférieure ou égale à 175 Wc/m^2).

L'analyse des parts de marché des producteurs de panneaux et des onduleurs montre que la diversité des fournisseurs d'onduleurs en RBC est plus faible que la diversité des producteurs de panneaux : les dix premières marques de producteurs de panneaux représentent 60% du marché en ce qui concerne la puissance installée pour le parc total tandis que les neuf premières marques d'onduleurs concentrent 86% du parc total avec deux marques dominantes à 58%. Par ailleurs, la diversité des acteurs de production de panneaux est plus importante pour les installations de moins de 10 kWc, au sein desquelles les huit premières marques dominantes ne détiennent que 30% de la puissance installée du marché. Finalement, on observe également que la diversité des acteurs de production de panneaux est moins importante pour les installations de plus grande taille installées par les entreprises (publiques ou privées) où seules cinq marques détiennent 50% de la puissance installée et dix marques détiennent 68%.

L'analyse sur l'origine des modules montre que les panneaux fabriqués en Chine dominent le marché en matière de puissance installée (58%).

L'analyse des prix a permis de mettre en évidence une réduction des prix des installations entre 2012 (moyenne pondérée de 2093 €/kWc) et 2016 (moyenne pondérée de 1620 €/kWc) ainsi qu'une réduction du prix des installations (en €/kWc) avec l'augmentation de la taille de l'installation.

Des différences de prix importantes sont observées dans les prix en fonction de l'origine des panneaux (moyenne pondérée variant entre 1542 €/kWc et 4071 €/kWc) et il ne semble pas y avoir de lien entre les prix et les rendements des installations.

La section sur l'autoconsommation permet de mettre en évidence que 47% des installations présentent un taux d'autoconsommation supérieur à 50%. La moyenne du parc est située à 55% d'autoconsommation. Dans la consommation finale d'électricité des titulaires de PV, 1 kWh sur 5 est fourni par les panneaux.

Le nombre d'installations varie fortement d'une commune à l'autre, on observe notamment une grande disparité spatiale des installations sur le territoire régional pour la catégorie de puissance inférieure à 5 kWc. Cette disparité est également observée si l'on analyse les plus grosses installations des entreprises publiques et privées. Cela s'explique notamment par des disparités en matière de politique communale et de répartition d'activité socio-économique sur le territoire. Le prix des installations et leur productivité sont plus homogènes sur le territoire régional. Certaines exceptions notoires sont cependant à soulever comme notamment la commune d'Etterbeek qui présente un prix moyen d'environ 1000 €/kWc supérieur à la moyenne régionale ou la commune de Schaerbeek au sein de laquelle la productivité est nettement plus faible que la moyenne régionale.

2 Introduction

2.1 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 rentre dans le cadre précité.

2.2 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) octroyées y liées, et nombre de certificats verts (CV) octroyés.

L'objectif de cette étude est d'exploiter les informations contenues dans la banque de données BRUGEL qui ne sont pas reprises dans le rapport annuel. L'étude permet d'identifier, d'analyser et d'interpréter une série d'indicateurs pertinents du parc PV, et d'autre part, d'enrichir ces résultats en les croisant avec des données communales de ces différents indicateurs.

Le présent rapport porte sur les résultats d'une étude réalisée par l'ICEDD pour le compte de BRUGEL qui vise à mettre à jour les deux précédentes études, réalisées en 2014 et en 2015 :

<https://www.brugel.brussels/publication/document/etudes/2015/fr/etude-11.pdf> ;

https://www.brugel.brussels/publication/document/etudes/2017/fr/ETUDE_INITIATIVE_24_FR_PAR_C_PV_2015_RAPPORT_FINAL.pdf).

Sauf mention particulière, les sources de données, tableaux et figures résultent de cette étude.

Les résultats présentés se concentrent sur des analyses spécifiques identifiées comme particulièrement pertinentes pour comprendre l'évolution passée et future du parc PV bruxellois. L'étude porte sur la situation du parc à la fin 2016, par puissance et par titulaire, ainsi que sur la production des panneaux en 2016.

En Région de Bruxelles-Capitale (RBC), les compteurs électriques installés renseignent sur l'électricité PV injectée sur le réseau électrique par les propriétaires d'installations photovoltaïques (PV), ainsi que sur le prélèvement d'électricité de ces mêmes compteurs. Même si la compensation est actuellement de mise, ces données garantissent une étude précise de l'autoconsommation, c'est-à-dire la production qui n'est pas injectée sur le réseau, mais directement consommée sur place.

2.3 Contenu du rapport

Outre la présente introduction qui présente l'évolution du parc PV installé en RBC, le présent rapport est composé de six grandes parties :

1. Une première partie, intitulée « Préparation des données » qui présente les sources de données utilisées dans le rapport, ainsi que les traitements qui leur ont été appliqués.
2. Une seconde partie, intitulée « Analyse du matériel installé » complète le chapitre introductif en présentant l'évolution des puissances spécifiques installées, les parts de marché des différents fabricants de panneaux et d'onduleurs ainsi que l'origine des modules installés en RBC.
3. Une troisième partie, intitulée « Prix des installations » présente les prix des installations de PV par kWc et compare ces prix en fonction de l'origine des panneaux et en fonction de la puissance spécifique de ces derniers.
4. Une quatrième partie, intitulée « Productivité des installations » présente la productivité du parc, définie comme la production annuelle de l'installation (kWh) divisée par la puissance installée (kWc).
5. Une cinquième partie, intitulée « Autoconsommation/autosuffisance » présente la part de l'électricité produite par les installations de PV en RBC qui est consommée par le titulaire et celle qui est rejetée sur le réseau. De manière similaire, cette partie présente également la part d'électricité des activités des titulaires qui est couverte par l'électricité produite par l'installation PV.
6. Finalement, une sixième partie, intitulée « Analyse communale du parc photovoltaïque » présente le nombre d'installations et la puissance installée par commune et ventile le prix des installations et leur productivité sur le territoire régional.

Ces différents chapitres sont indépendants les uns des autres et la lecture de l'un n'est pas conditionnelle à la lecture des autres. Le lecteur est donc amené à prendre connaissance du chapitre qui l'intéresse sans pour autant devoir lire l'entièreté du rapport. On notera également la présence d'un résumé des faits marquants en début de chaque chapitre.

Un glossaire reprend, en fin de rapport, les termes et abréviations utilisées et le chapitre 3.2, en page 19, précise les principales hypothèses et conventions de présentation des résultats.

2.4 Etat du parc photovoltaïque (PV) installé

Le développement du photovoltaïque est particulièrement récent en Belgique, suite à la mise en place des systèmes de soutien à la production. Les premières installations photovoltaïques sont apparues en RBC dès 2006. Nous présentons successivement l'état du parc PV en 2016 et l'évolution de ce parc pour la période de 2006 à 2016, selon la date de mise en service (MES) des installations.

2.4.1 Situation en 2016

Fin 2016, l'état du parc PV en RBC atteignait 3 549 installations pour une puissance totale cumulée de 57 149 kWc.

La ventilation de ce parc de production photovoltaïque est résumée dans le tableau et la figure ci-dessous, suivant le type de titulaire et la catégorie de puissance des installations¹.

Tableau 1 : Etat du parc de production photovoltaïque fin 2016 en RBC²

Catégorie de puissance	Nombre d'installations			Puissance installée [kWc]			Nombre total	Puissance totale [kWc]
	Entreprise Privée	Entreprise Publique	Particulier	Entreprise Privée	Entreprise Publique	Particulier		
[0 - 5] kWc	209	51	2 602	634	152	7 128	2 862	7 914
]5 - 10] kWc	97	34	247	620	206	1 463	378	2 289
]10 - 100] kWc	168	34	11	6 526	981	186	213	7 694
]100 - 1000] kWc	84	3	0	29 064	565	0	87	29 629
> 1000 kWc	9	0	0	9 623	0	0	9	9 623
TOTAL	567	122	2 860	46 467	1 904	8 778	3 549	57 149
%	16%	3%	81%	81%	3%	15%	100%	100%

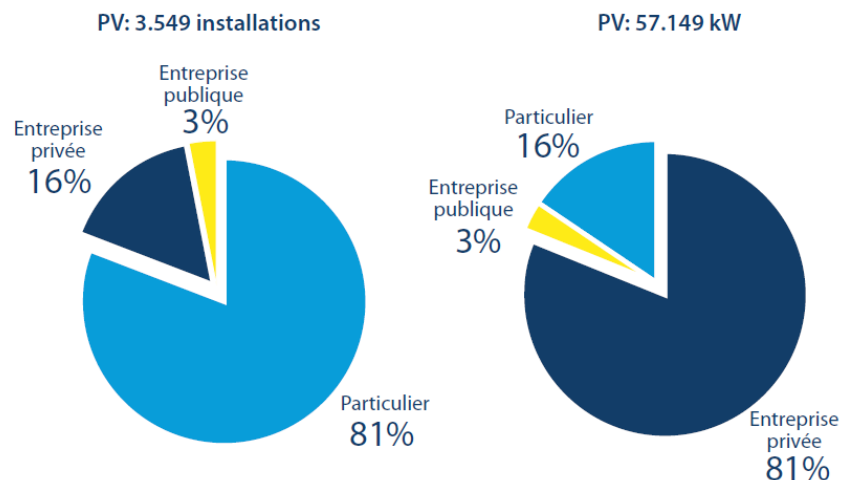


Figure 1 : Répartition du nombre d'installation PV et de la puissance par titulaire fin 2016
Source : rapport annuel certificats verts, BRUGEL 2016

La lecture du tableau permet de distinguer d'une part le marché des petites installations (≤ 10 kWc) qui représente 91% du nombre d'installations (3 240) et 18% de la puissance totale installée (10 203 kWc), et d'autre part, celui des moyennes à grandes installations (> 10 kWc) qui représente 9% du nombre d'installations (309) et 82% de la puissance totale installée (46 946 kWc).

Les petites installations (≤ 10 kWc) sont détenues majoritairement par des particuliers (88% 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).

¹ Sauf indication contraire, une installation PV = un compteur vert.

² Cf. rapport annuel sur le fonctionnement du marché des certificats verts et des garanties d'origine - BRUGEL 2016.

Les installations inférieures à 5 kWc représentent 81% de l'ensemble des installations fin 2016, elles ne contribuent toutefois que pour à peine 14% de la puissance totale installée en RBC.

La figure ci-dessous illustre la répartition des 2 849 installations ≤ 10 kWc appartenant aux particuliers (91%), ainsi que la répartition de la puissance installée, dont le total atteint 8 591 kWc (81%).

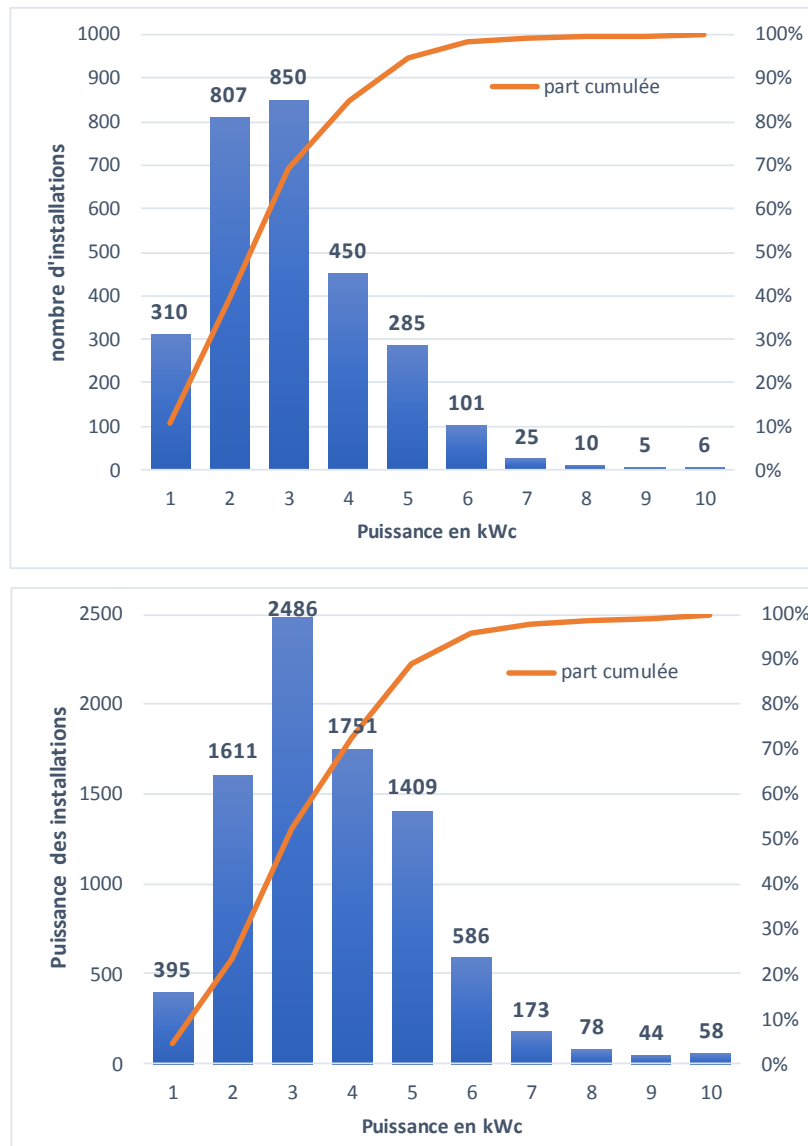


Figure 2 : Répartition du nombre et de la puissance totale [kWc] par classe de puissance des installations PV ≤ 10 kWc des particuliers fin 2016 en RBC
Attribution à une classe de puissance : [centre de classe - 0,5 ; centre de classe +0,5]

Si la puissance moyenne installée pour le segment des particuliers (≤ 10 kWc) est située à 3,01 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.

En termes de puissance par contre, on constate pratiquement autant de puissance installée pour les installations inférieures ou égales à 3 kWc (52%) que pour les installations supérieures à 3 kWc. Le maximum de puissance cumulée est atteint pour les installations avec 3 kWc.

2.4.2 Evolution du parc PV par titulaire

2.4.2.1 Historique des incitants financiers à l'installation de PV

Divers incitants financiers sous forme de primes, avantages fiscaux, certificats verts et tarification adaptée *via* le « principe de compensation »^{3,4} ont été octroyés pour l'installation de PV en RBC de 2006 à 2015.

Un graphique récapitulatif de ces incitants illustrant l'évolution du soutien public à l'installation de PV en RBC est repris en Figure 3.

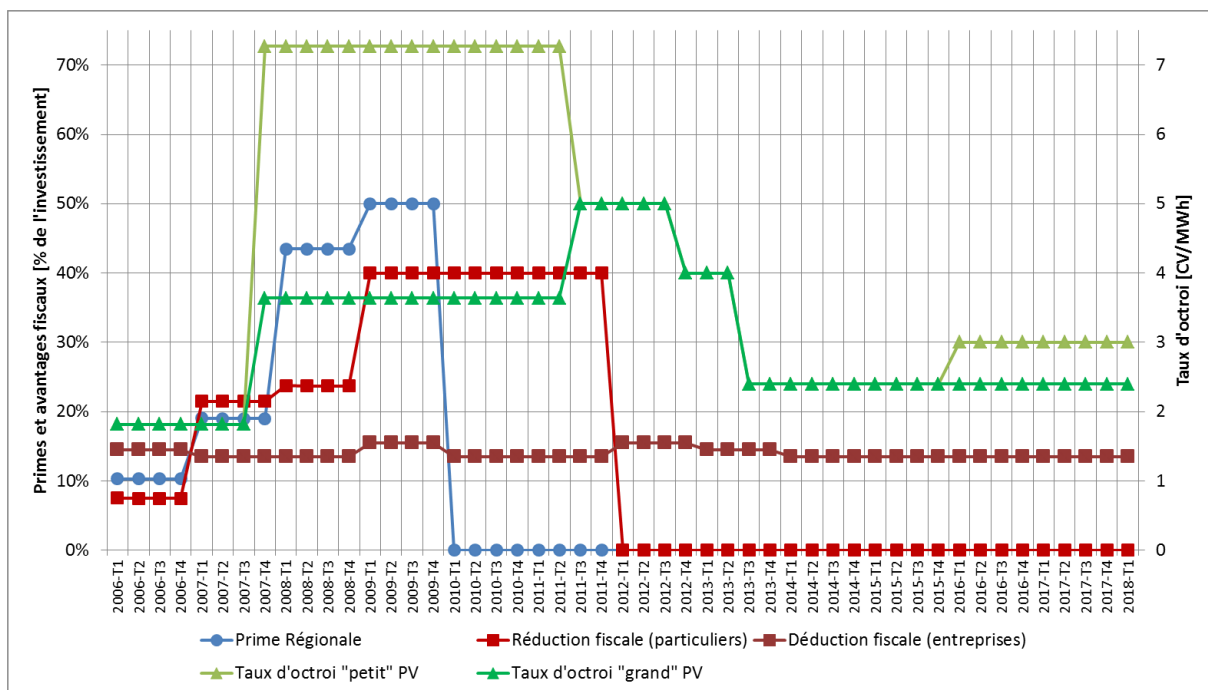


Figure 3 : Evolution des primes et avantages fiscaux en RBC (BRUGEL 2006-2016)

Source : rapport annuel certificats verts, BRUGEL 2016⁵

Cette figure permet d'illustrer l'évolution de la prime régionale à l'installation octroyée pour les particuliers de 2006 à 2009. Cette prime est tombée à 0 en 2010 (courbe bleue). Les déductions fiscales ont quant à elle continué jusqu'au premier trimestre 2012 pour les particuliers (courbe rouge). Cette figure illustre également les réductions progressives des primes et avantages fiscaux pour le « grand » PV qui marque une nette diminution au troisième trimestre 2013 (courbe vert foncé).

³ Le rapport annuel 2016 de BRUGEL sur le fonctionnement du marché des certificats verts et des garanties d'origine reprend l'évolution trimestrielle sur la période 2006-2016 de ces incitants financiers ainsi que l'évolution du parc de production photovoltaïque résultante.

⁴ 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.

⁵ Le « petit » PV est assimilé aux installations de moins de 20m² qui bénéficient, dans le régime en vigueur avant juillet 2011, d'un CM de 4. Le « grand » PV est assimilé aux installations de plus de 1000m² qui bénéficient, dans le régime en vigueur avant juillet 2011, d'un CM de 2. Les installations d'une surface intermédiaire bénéficient, dans le régime en vigueur avant juillet 2011, d'un CM entre 4 et 2.

Comme nous le verrons par la suite, le développement des installations sur le territoire de la RBC est lié de manière directe à l'évolution de ces divers incitants financiers.

2.4.2.2 Evolution du nombre d'installations et de la puissance installée

Par rapport à la situation fin 2015, le parc de 2016 a progressé de 223 installations (+7%) et de 5 178 kWc (+8%), dont plus de 75% de la puissance ajoutée se trouve dans la catégorie des installations des entreprises privées (+3 894 kWc).

Le tableau ci-dessous présente l'évolution du nombre et des puissances installées par année de mise en service (MES) sur la période 2006-2016, ventilées par type de titulaire : les particuliers, les entreprises privées et les entreprises publiques (administrations).

Tableau 2 : Evolutions du nombre et de la puissance des installations du parc PV en RBC ventilées par année de mise en service et types de titulaire

Année MES	Nombre d'installations			Puissance installée [kWc]			Nombre total	Puissance totale [kWc]
	Entreprise Privée	Entreprise Publique	Particulier	Entreprise Privée	Entreprise Publique	Particulier		
2006	1	4	2	3	28	7	7	38
2007	0	0	24	0	0	42	24	42
2008	10	1	260	75	44	546	271	665
2009	82	2	1 200	610	19	3 139	1 284	3 768
2010	43	11	261	707	68	783	315	1 558
2011	45	22	233	1 634	173	801	300	2 607
2012	87	9	327	10 365	215	1 269	423	11 849
2013	155	22	258	24 701	181	1 067	435	25 949
2014	31	14	75	1 675	149	299	120	2 123
2015	54	26	67	2 804	320	247	147	3 372
2016	59	11	153	3 894	707	577	223	5 178
TOTAL	567	122	2 860	46 467	1 904	8 778	3 549	57 149
%	16%	3%	81%	81%	3%	15%	100%	100%

L'analyse de ce tableau indique une tendance générale du marché bruxellois : un tassement des installations réalisées par des particuliers et une augmentation de la part réservée aux installations du secteur des entreprises (via fonds propres ou via l'intervention de tiers-investisseurs privés).

Comme l'illustrent les figures ci-dessous, si le marché des particuliers s'est fortement développé jusqu'en 2009, la tendance s'inverse à partir de 2010 et ce surtout en termes de puissance installée.

En effet, les installations dans les entreprises privées se sont progressivement imposées en puissance installée, notamment avec un maximum installé atteint en 2013 avec 24,7 MWc.

Cependant, depuis 2014, ce développement s'est retrouvé « ralenti » à la suite d'une diminution sensible du niveau de soutien des installations des entreprises privées (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.

Les deux figures ci-dessous présentent également le nombre d'installations mises en service annuellement et le total des puissances installées annuellement. On notera que l'année 2006 n'est pas représentée car elle apparaît comme marginale avec seulement 7 installations.

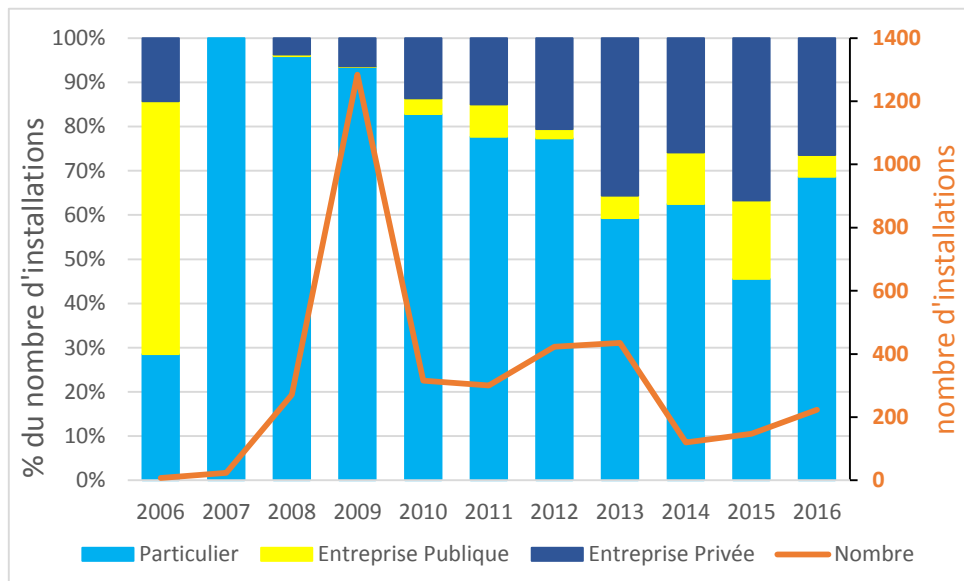


Figure 4 : Evolution du nombre et de la part des installations du parc PV en RBC par types de titulaire (2007-2016)

L'évolution du nombre total d'installations mises en service annuellement fait apparaître un pic en 2009 se chiffrant à 1 284 installations. Ce pic d'installations constaté en 2009 résulte de l'annonce de la suppression de la prime régionale, équivalente à 50% de l'investissement, pour 2010.

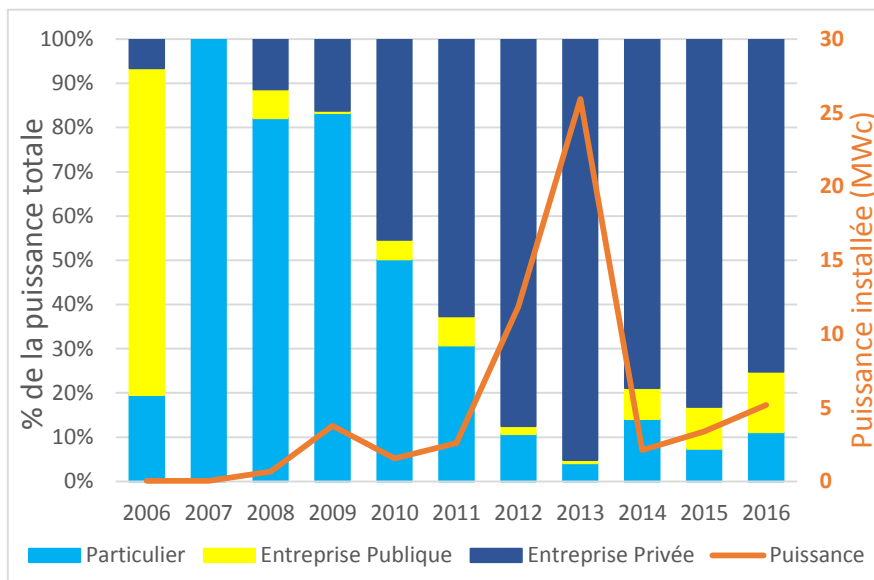


Figure 5 : Evolution des puissances des installations du parc PV en RBC par types de titulaire (2007-2016)

L'évolution de la puissance totale des installations mises en service annuellement fait apparaître un pic en 2013 chiffrant à 25 949 kWc. Ce pic peut être la conséquence d'un investissement massif avant la réduction, courant 2013, du taux d'octroi pour les grands PV (>10kWc).

2.4.3 Evolution du parc par classe de puissance

Par rapport à la situation fin 2015, 66% du nombre des nouvelles installations sont d'une puissance inférieure ou égale à 5 kWc. *A contrario*, en termes de puissance, ce sont les installations de 100 à 1 000 kWc qui représentent 67% (+3 894 kWc) de la puissance installée en 2016.

Le tableau ci-dessous présente le nombre et les puissances installées par année sur la période de 2006-2016, ventilées par catégorie de puissance.

Tableau 3 : Evolutions du nombre et de la puissance des installations du parc PV en RBC ventilées par année de mise en service et catégorie de puissance entre 2006 et 2016

Année	Nombre d'installations					Puissance installée [kWc]					Nombre total	Puissance totale [kWc]
	[0-5] kWc	]5-10] kWc	]10-100] kWc	]100-1000] kWc	>1000 kWc	[0-5] kWc	]5-10] kWc	]10-100] kWc	]100-1000] kWc	>1000 kWc		
2006	3	4	0	0	0	10	28	0	0	0	7	38
2007	23	1	0	0	0	34	8	0	0	0	24	42
2008	265	4	2	0	0	552	22	91	0	0	271	665
2009	1 220	48	15	1	0	3 054	305	307	102	0	1 284	3 768
2010	274	24	16	1	0	775	164	517	102	0	315	1 558
2011	232	47	18	3	0	715	274	638	980	0	300	2 607
2012	292	71	42	15	3	980	420	1 590	5 554	3306	423	11 849
2013	242	89	56	42	6	834	532	2 169	16 096	6317	435	25 949
2014	71	27	16	6	0	238	158	425	1 301	0	120	2 123
2015	87	27	25	8	0	265	165	911	2 030	0	147	3 372
2016	153	36	23	11	0	457	212	1 044	3 464	0	223	5 178
TOTAL	2 862	378	213	87	9	7 914	2 289	7 694	29 629	9623	3 549	57 149
%	81%	11%	6%	2%	0%	14%	4%	13%	52%	17%	100%	100%

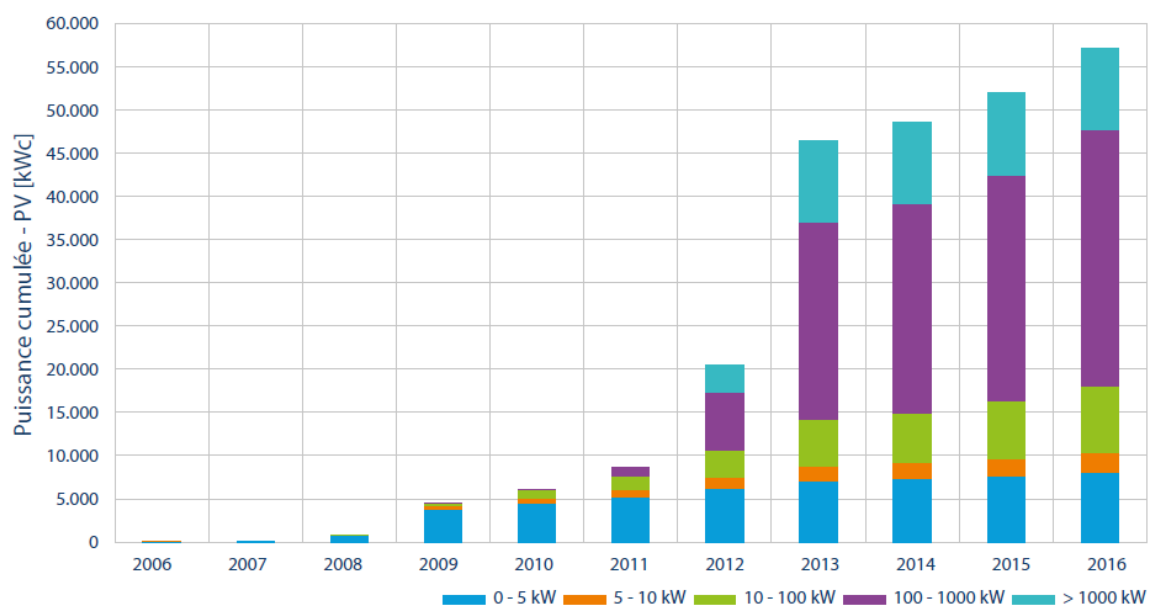


Figure 6 : Evolution de la puissance mise en service cumulée des installations du parc PV en RBC entre 2006 et 2016 ventilée par catégorie de puissance

L'analyse du Tableau 3 indique une tendance générale sur le marché bruxellois : une progression des installations dont la puissance est supérieure à 5 kWc.

Comme l'illustrent les figures ci-dessous, le marché des puissances inférieures ou égales à 5 kWc, même s'il reste majoritaire en nombre d'installation, à tendance à fortement diminuer, à l'exception d'un petit sursaut en 2016.

En effet, les installations dont la puissance se situe entre 10 et 1 000 kWc s'imposent progressivement comme l'illustre parfaitement la figure 8.

Les deux figures ci-dessous présentent également le nombre d'installations mises en service annuellement et le total des puissances installées annuellement, l'année 2006 n'est pas représentée car elle apparaît comme marginale (7 installations).

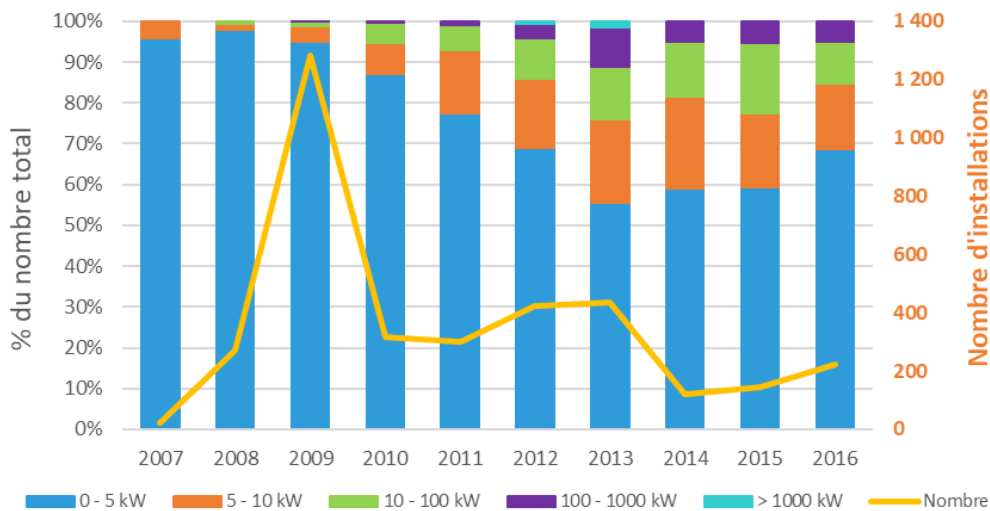


Figure 7 : Evolution de la part et du nombre total des installations du parc PV en RBC par classe de puissance entre 2007 et 2016



Figure 8 : Evolutions de la part de la puissance totale et de la puissance totale des installations du parc PV en RBC par classe de puissance entre 2007 et 2016

2.4.4 Comparaison européenne et interrégionale

Sur base des puissances PV installées par pays, publiées par Euroserv'Er⁶, et des données régionales issues des bilans énergétiques respectifs, il est possible de comparer les puissances installées par habitant ou km² des régions étudiées.

La figure ci-dessous présente, pour l'année 2016, 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 48 kWc par 1 000 habitants se situe bien en deçà des moyennes belge et régionales. Avec 199 kWc/1 000 hab., la densité de l'Europe des 27 est largement supérieure à la densité bruxelloise.

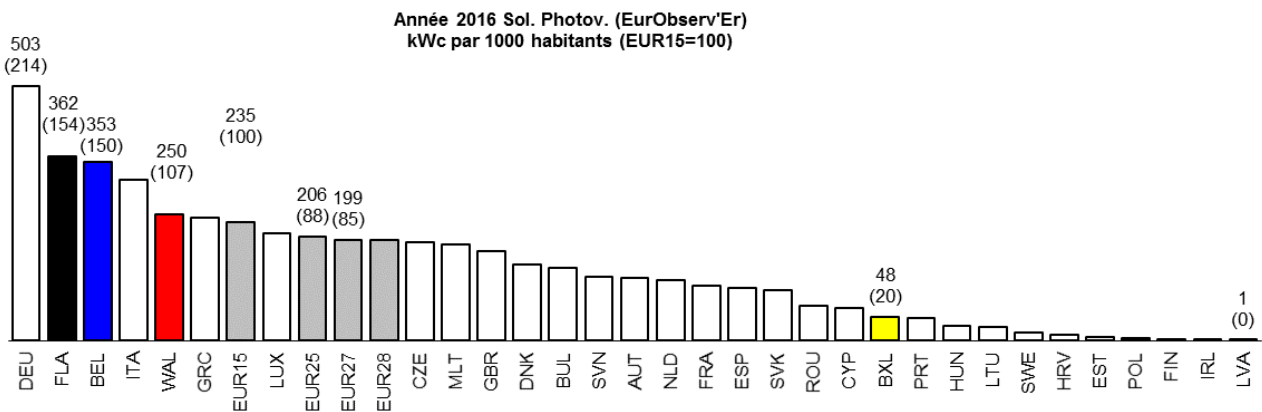


Figure 9 : Densités européenne, nationale et régionale du nombre d'installations PV par 1 000 habitants
Source : baromètre photovoltaïque, Euroserv'Er avril 2017

Si l'on ramène la puissance installée à la superficie du territoire concerné, la RBC arrive en tête du classement avec 355 kWc par km². Bien entendu cette présentation est biaisée du fait que la Région bruxelloise est une région urbaine disposant d'une densité bâtie très élevée.

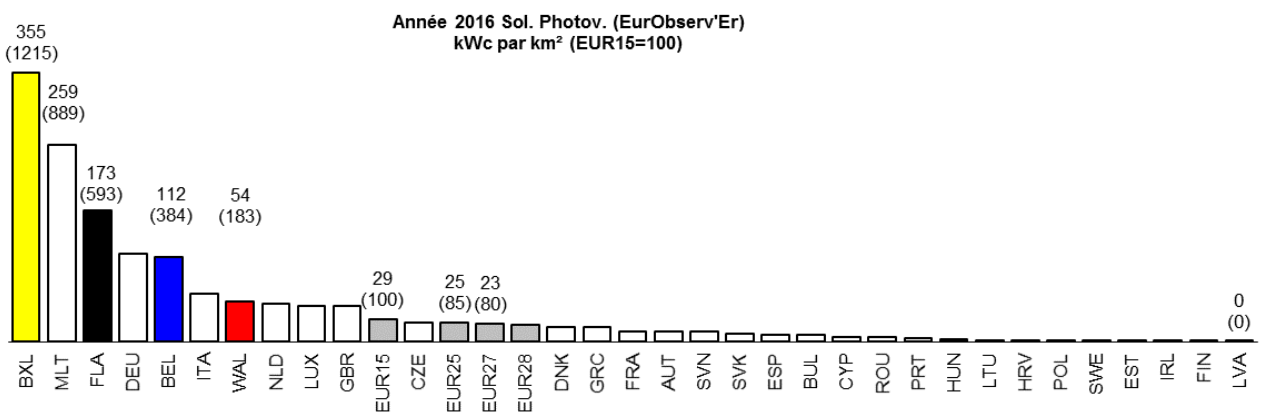


Figure 10 : Densité européenne, nationale et régionale du nombre d'installations PV par km²
Source : baromètre photovoltaïque, Euroserv'Er avril 2017

⁶ Consortium spécialisé dans le suivi du développement des énergies renouvelables dans l'Union européenne

3 Préparation des données

3.1 Sources de données

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

1. Un extrait de la base de données de BRUGEL contenant les données techniques (puissance, superficie, marque) par compteur des installations photovoltaïques au 31/12/2016 ;
2. Un 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 31/12/2016 ;
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 et conventions de présentation des résultats

Si l'analyse du parc PV, présentée en introduction, se base sur l'entièreté des installations présentes en RBC, la suite des analyses ne portera que sur les données pertinentes et complètes. Ainsi certaines données sont filtrées pour ne garder que celles utiles à l'interprétation des indicateurs étudiés.

Un **premier filtrage** est effectué sur base de l'existence et de la qualité de la donnée. Ce filtrage exclu absolument ces données de l'analyse finale de l'indicateur.

Des filtres sont 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 à travers ces filtres :

- Minimum technique de 300 kWh/kWc⁷ pour la productivité des installations ;
- Maximum technique de 1 250 kWh/kWc⁸ pour la productivité des installations ;
- Maximum technique de 215 Wc/m² pour le rendement des panneaux⁹ ;
- Minimum de 1 000 EUR/kWc et maximum 10 000 EUR/kWc pour les prix des installations (TVAc) .

⁷ La valeur de 450 à 530 kWh/kWc correspond à la production attendue pour une installation située en Région de Bruxelles-Capitale, exposée au nord, inclinaison de 35°, sans ombrage, selon la technique installée. On suppose encore un effet d'ombrage qui fait descendre le minimum de production à 300 kWh/kWc. En deçà, on suppose que l'installation ne fonctionne pas correctement.

⁸ La valeur de 1 250 kWh/kWc correspond à la production maximale attendue pour une installation située en RBC, exposée de manière optimale (sud, 35° sans ombrage) et munie d'un suiveur solaire.

⁹ La valeur de 215 Wc/m² correspond à la valeur maximale observée sur les fiches techniques des modules disponibles sur le marché en 2016

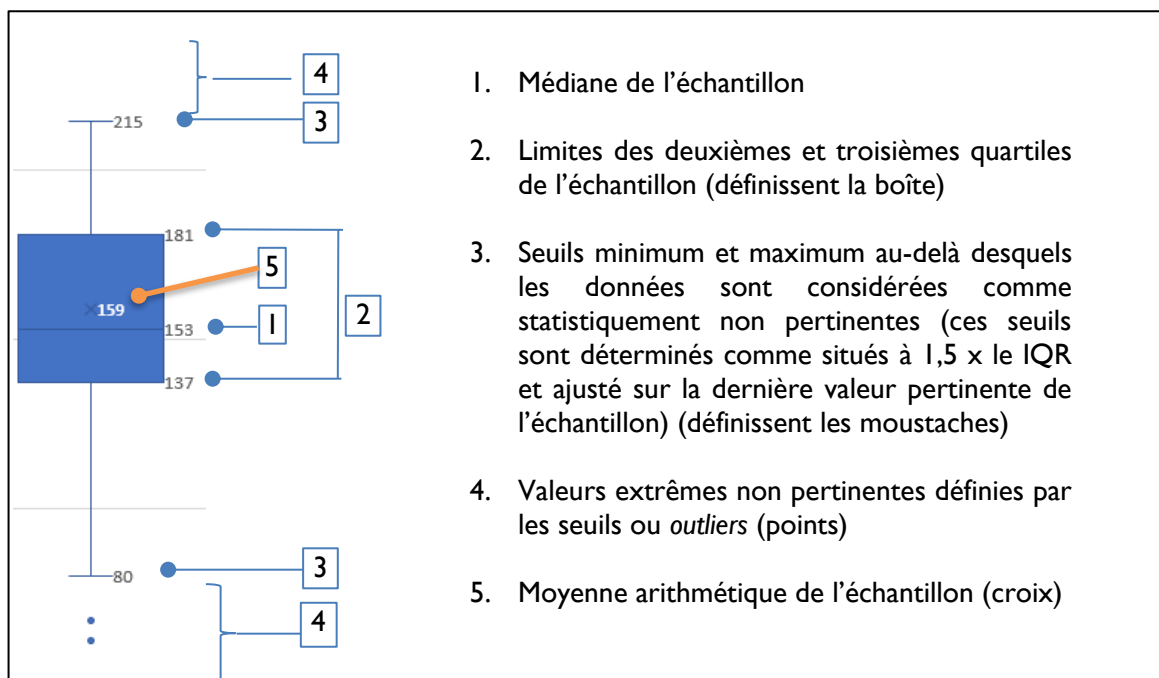
Le **second filtrage** résulte d'une analyse statistique permettant d'identifier des valeurs extrêmes, probablement non pertinentes (*outliers*), mais qui sont cependant non exclues de l'analyse des indicateurs.

Ce second filtrage, a été réalisée par analyse statistique en utilisant des représentations graphiques de type « nuage de points » ou « diagramme en boîte à moustaches (*boxplot*) ».

Les valeurs extrêmes sont identifiées soit visuellement *par l'observation de la distribution de la densité* des données dans un graphe « nuage de points », soit statistiquement en recherchant des valeurs seuils représentant les bornes de la distribution des données au-delà ou en de ça desquelles toute donnée est considérée comme aberrante (boîte à moustaches par la méthode des « 1,5 IQR »¹⁰).

Cette étape se limite toutefois à une analyse statistique sans rejet. Les résultats statistiques publiés (médiane, quartile, moyenne, etc.) portent donc sur l'ensemble des données retenues après détermination des *outliers*.

Lecture des diagrammes en boîte à moustaches :



Cette figure comprend les informations sur la moyenne, la médiane, les 1^{er} et 3^{ème} quartile ainsi que sur les maximum et minimum de l'indicateur en fonction que les données soient jugées statistiquement pertinentes (barre inférieure ou supérieure) ou non pertinentes (petits points représentant les *outliers*).

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).

Dans le rapport, pour chaque indicateur, deux tableaux de synthèse sont généralement proposés.

Le premier tableau représente la taille de l'échantillon analysé par rapport au parc total concerné par l'analyse.

Cet échantillon est constitué des installations pour lesquelles la donnée est disponible et qui ne font pas l'objet d'un rejet par le premier filtre (voir supra). La proportion que cet échantillon représente par rapport aux données originales est également indiquée.

Une information complémentaire indique le nombre d'*outliers*, observés dans le « diagramme en boîte à moustaches », et leur part dans l'échantillon analysé.

Le deuxième tableau synthétise les résultats de l'analyse.

La généralisation par la moyenne se fait selon deux méthodes :

- Le calcul d'une moyenne arithmétique des indicateurs, soit la somme des indicateurs divisée par leur nombre, appelée moyenne simple ;
- Le calcul d'une moyenne pondérée par le poids respectif de chaque catégorie.

Dans le cas de la **moyenne simple**, chaque installation possède un poids identique. Dans le cas de la **moyenne pondérée**, les grosses installations influencent plus fortement le résultat puisque le poids de l'installation (en termes soit de puissance installée - kWc- , m² installés ou kWh produits) est pris en compte dans le calcul de la moyenne.

Pour rappel, la **médiane** d'un ensemble de valeurs (échantillon, population) est une valeur x qui permet de couper l'ensemble des valeurs en deux parties égales : mettant d'un côté une moitié des valeurs, qui sont toutes inférieures ou égales à x et de l'autre côté l'autre moitié des valeurs, qui sont toutes supérieures ou égales à x .

4 Analyse du matériel installé

Sur base des données techniques mises à disposition par BRUGEL pour cette étude, quatre indicateurs ont été créés et leurs tendances analysées dans cette section :

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

Chacun de ces indicateurs est présenté séparément dans les parties qui suivent.

Ces données sont spécifiques au parc d'installations mis en place en RBC. D'autres données spécifiques ne sont pas collectées actuellement (ou mises à disposition) par BRUGEL, mais mériteraient également de faire l'objet d'une analyse. Citons entre-autres les informations suivantes :

- 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.

Elles ne sont cependant pas reprises dans le présent rapport.

¹¹ Building-Integrated PhotoVoltaïcs

4.1 Résumé des faits marquants

L'analyse de la puissance spécifique des panneaux et de leur rendement montre :

- Une amélioration globale de la puissance spécifique (Wc/m^2) au cours du temps (2007 à 2016), toute classe de puissance installée (Wc) confondue ;
- Des valeurs de puissances spécifiques moyennes situées entre 152 et 159 Wc/m^2 sans différence statistiquement significative observée entre les différentes classes de puissances installées ;
- Une valeur de puissance spécifique moyenne pondérée de 148 Wc/m^2 pour les 3 506 installations de superficie totale de 382 000 m^2 ;
- Une surreprésentation (86,1%) des installations à rendement moyen (classe définie comme strictement supérieure à 125 et inférieure ou égale à 175 Wc/m^2).

L'analyse des parts de marché des producteurs de panneaux et des onduleurs montre :

- Que la diversité des fournisseurs d'onduleurs en RBC est plus faible que la diversité des producteurs de panneaux : les dix premières marques de producteurs de panneaux représentent 60% du marché concernant la puissance installée pour le parc total tandis que les neuf premières marques d'onduleurs concentrent 86% du parc total avec deux marques dominantes à 58% ;
- Que la diversité des acteurs de production de panneaux est plus importante pour les installations de moins de 10 kWc , au sein desquelles les huit premières marques dominantes ne détiennent que 30% de la puissance installée du marché ;
- Que la diversité des acteurs de production de panneaux est moins importante pour les installations de plus grande taille installées par les entreprises (publiques ou privées) où seules cinq marques détiennent 50% de la puissance installée et dix marques détiennent 68%.

L'analyse sur l'origine des modules montre que les panneaux fabriqués en Chine dominent le marché en matière de puissance installée (58%).

4.2 Puissance spécifique des panneaux

L'analyse de la puissance spécifique des panneaux renseigne sur le calcul du dimensionnement des installations PV en RBC. Ce chapitre permettra de vérifier si le manque potentiel de superficie en toiture en zone urbaine encourage l'installation de panneaux à plus forte puissance spécifique.

4.2.1 Définition de l'indicateur

La banque de données BRUGEL renseigne la puissance crête (Wc) ainsi que la surface des panneaux (m^2) installés en RBC.

Sur base de ces informations, la puissance spécifique des panneaux peut être directement calculée en divisant la puissance par la surface (Wc/m^2).

La notion de rendement interviendra dans la suite du rapport pour caractériser les installations entre elles. Cette notion part du principe que plus la puissance spécifique est élevée pour un panneau, plus ce dernier rentabilisera l'ensoleillement reçu et aura donc un « bon rendement » de transformation au m^2 .

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

- Module à faible rendement : $\leq 125 \text{ Wc/m}^2$
- Module à moyen rendement : > 125 et $\leq 175 \text{ Wc/m}^2$
- Module à haut rendement : > 175 et $\leq 215 \text{ Wc/m}^2$

4.2.2 Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon sur lequel l'analyse a été réalisée, sa représentativité et le nombre d'*outliers* identifiés.

Tableau 4 : Taille de l'échantillon pour l'analyse du rendement des panneaux du parc PV 2016 en RBC

Catégorie de puissance [kWc]	[0-5]	]5-10]	]10-100]	]100-1 000]	> 1 000	Total
Nombre d'installations fin 2016	2 862	378	213	87	9	3 549
Nombre d'installations analysées	2 830	369	212	86	9	3 506
% du nombre total d'installations	99%	98%	100%	99%	100%	99%
Nombre d' <i>outliers</i>	5	3	28	14	0	50
<i>Outliers</i> en % de l'analyse	0,2%	1%	13%	16%	0%	1%

La quasi-totalité des installations du jeu de données pourront être analysées, l'échantillon est donc parfaitement représentatif. Parmi les 43 installations rejetées, 18 ne renseignent aucune superficie et 25 possèdent une puissance spécifique supérieure à 215 Wc/m^2 .

Le jeu de données restant compte 50 *outliers*, soit un peu plus de 1% de l'échantillon total analysé. Les *outliers* apparaissent davantage pour les catégories d'installation $> 10 \text{ kWc}$; phénomène logique étant donné des classes aux amplitudes plus larges, et donc une diversité de cas de figures plus importante que pour les deux catégories inférieures.

4.2.3 Résultats : tendances d'évolution de l'indicateur

A. Analyse en fonction de la catégorie de puissance

La puissance spécifique des installations photovoltaïques en Région Bruxelles Capitale est étudiée par catégorie de puissance.

La figure ci-dessous illustre la distribution du rendement des installations (Wc/m^2) en fonction de la catégorie de puissance des installations : [0-5] kWc ;]5-10] kWc ;]10-100] kWc ;]100-1 000] kWc ; >1 000 kWc.

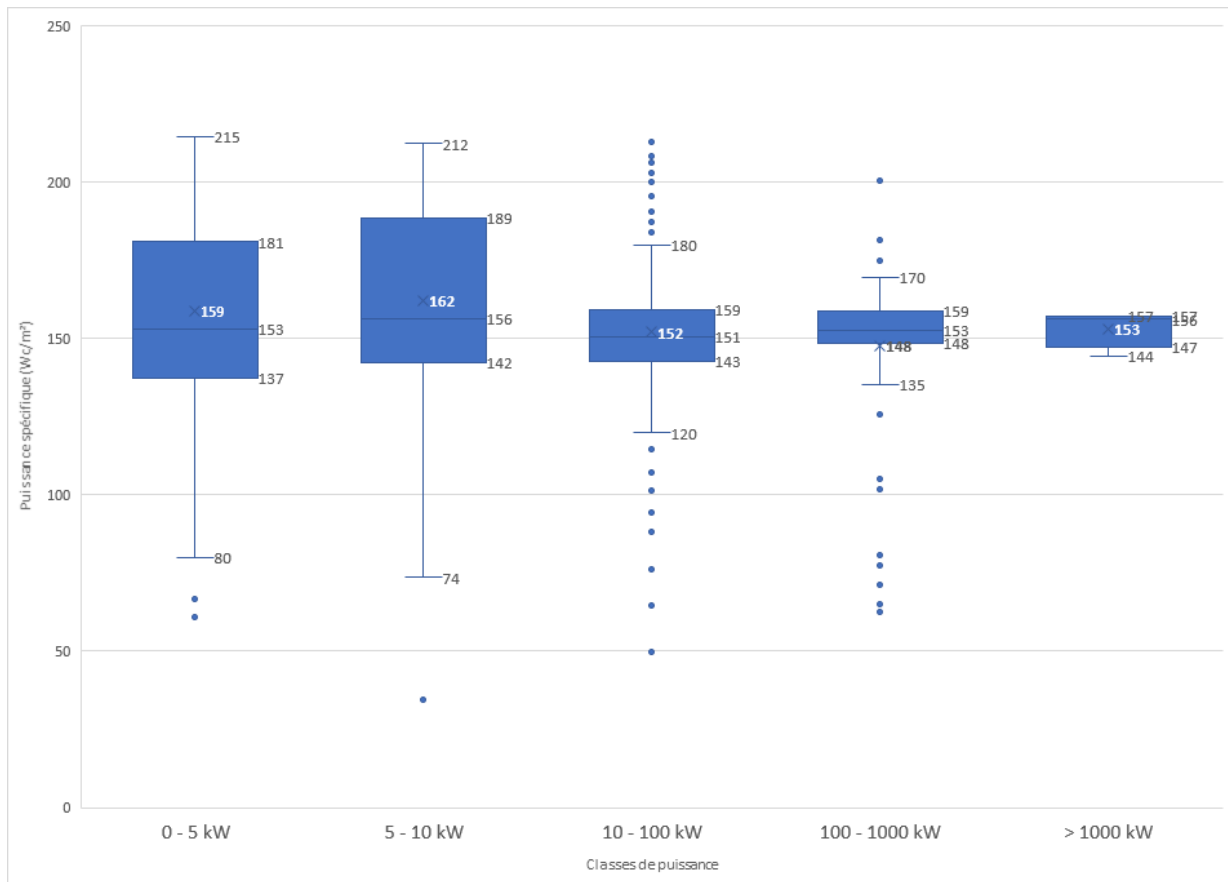


Figure 11 : Puissance spécifique des installations du parc PV 2016 en RBC par catégorie de puissance (Wc/m²)

Comme le montre l'observation 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 l'amplitude de la distribution (écart interquartile) diminue pour les catégories de puissances supérieures, essentiellement en raison de leur nombre plus faible et de caractéristiques plus stables dans le matériel installé.

Tableau 5 : Puissance spécifique [Wc/m²] des panneaux du parc PV 2016 en RBC

Classe de puissance (kWc)	[0-5]	[5-10]	[10-100]	[100-1 000]	> 1 000	Total
% du nombre d'installations	80,7%	10,5%	6,0%	2,5%	0,3%	100%
% de la puissance installée	13,8%	3,9%	13,6%	51,7%	17,0%	100%
Moyenne simple	159	162	152	148	153	158
Moyenne pondérée	157	155	146	144	153	148

L'analyse de la puissance spécifique en fonction de l'année de mise en service (MES), représentée à la figure 12, montre que les panneaux récents présentent une puissance spécifique moyenne plus élevée que les panneaux plus anciens, avec toutefois une grande amplitude dans les résultats annuels.

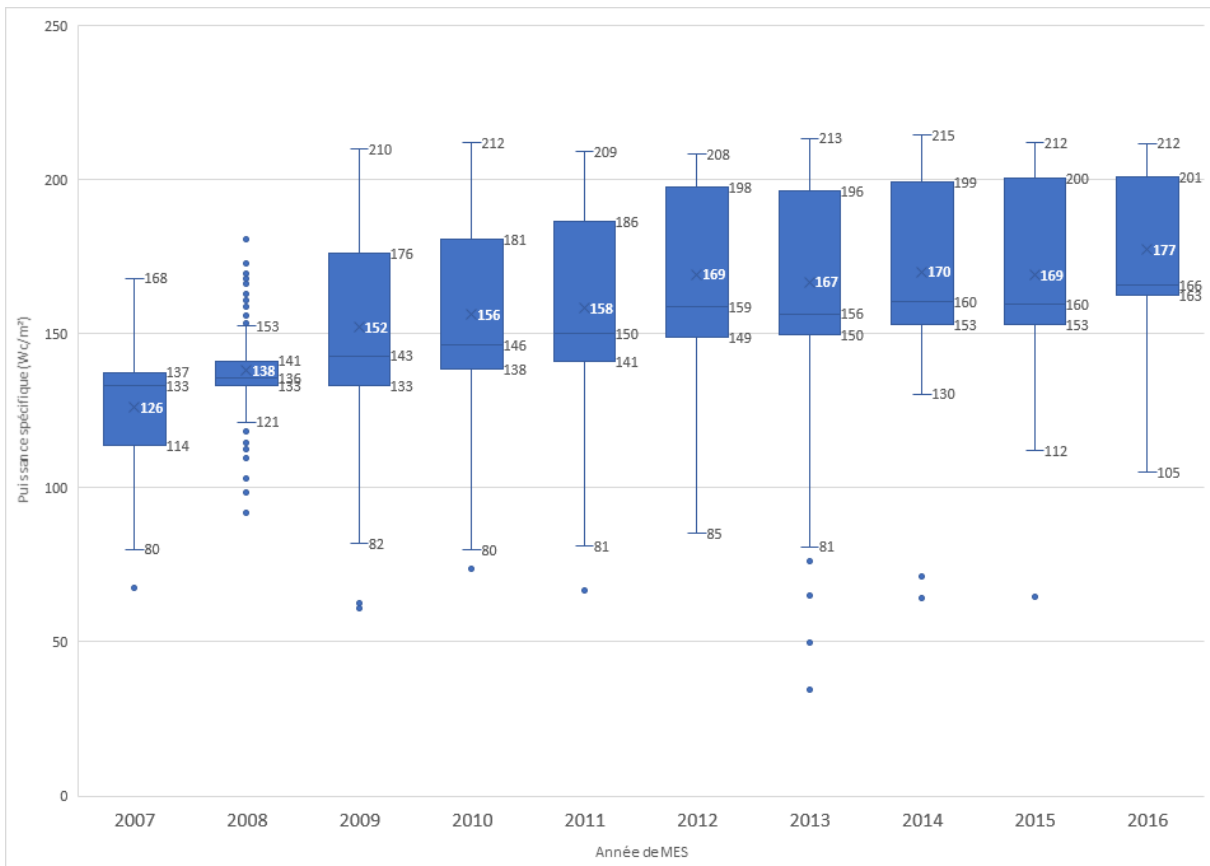


Figure 12 : Puissance spécifique [Wc/m²] des installations du parc PV 2016 en RBC par année de MES

Si l'on croise avec les classes de puissance (Figure 13), on remarque globalement une amélioration de cet indicateur au cours du temps pour les différentes classes analysées.

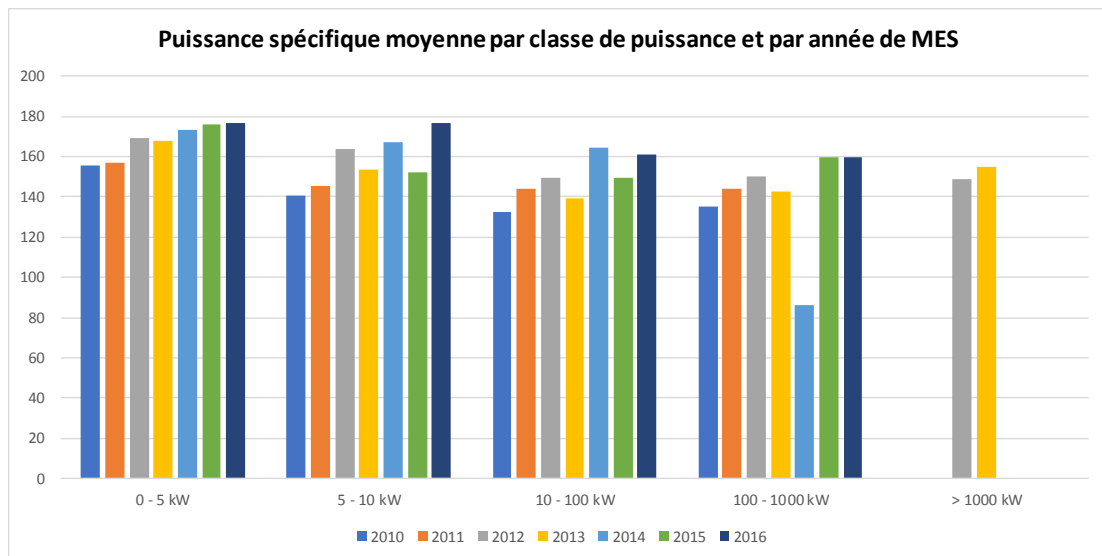


Figure 13 : Puissance spécifique [Wc/m²] par année de mise en service et classe de puissance [kW]

B. Analyse en fonction de la classe de rendement

Sur base de l'échantillon analysé, les 3 506 installations couvrent une superficie de 382 000 m² fin 2016 en Région de Bruxelles-Capitale et possèdent une puissance spécifique moyenne pondérée de 148 Wc/m².

Le tableau ci-dessous comprend les parts de marché (% en nombre d'installations et % en kWc installés) et la puissance spécifique moyenne des trois classes de rendement sur base de l'échantillon analysé fin 2016.

Tableau 6 : Répartition des installations du parc PV fin 2016 en RBC selon la classe de rendement

	% du nombre d'installations	% des puissances installées	Puissance spécifique (Wc/m ²)	
			Moyenne simple	Moyenne pondérée
Faible rendement	5,3%	5,8%	106	84
Moyen rendement	64,2%	86,1%	147	152
Haut rendement	30,5%	8,2%	192	192
Total	100%	100%	158	148

La figure ci-dessous de type « nuage de points » illustre les différentes valeurs obtenues pour l'ensemble des installations. On remarque que les classes de puissance spécifique sont bien dispersées, indépendamment de la puissance installée, jusqu'à une puissance de 325 kWc. Au-delà de cette puissance, les installations présentent toutes un rendement moyen, à une exception près.



Figure 14 : Puissance spécifique [Wc/m²] et puissance installée (kWc) des installations du parc PV en RBC fin 2016 avec distinction colorées des classes de rendement.

4.3 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.

4.3.1 Echantillon analysé

Aucun autre filtre n'a été appliqué, les données présentées pour cet indicateur se rapportent donc à l'ensemble des données fournies. Cependant, le nom du fabricant n'est pas disponible dans le jeu de données pour 1 800 installations (51% du parc) et 7 900 kWc (14% de la puissance). Ces installations ont été basculées dans la catégorie « inconnu ». Les marques les moins représentées sont regroupées dans la catégorie « autres ».

4.3.2 Résultats

4.3.2.1 Tendances d'évolution de l'indicateur

La figure ci-dessous présente les parts de marché du top 10 des marques de panneaux en RBC, ainsi qu'une répartition entre les installations ≤ 10 kWc et > 10 kWc.

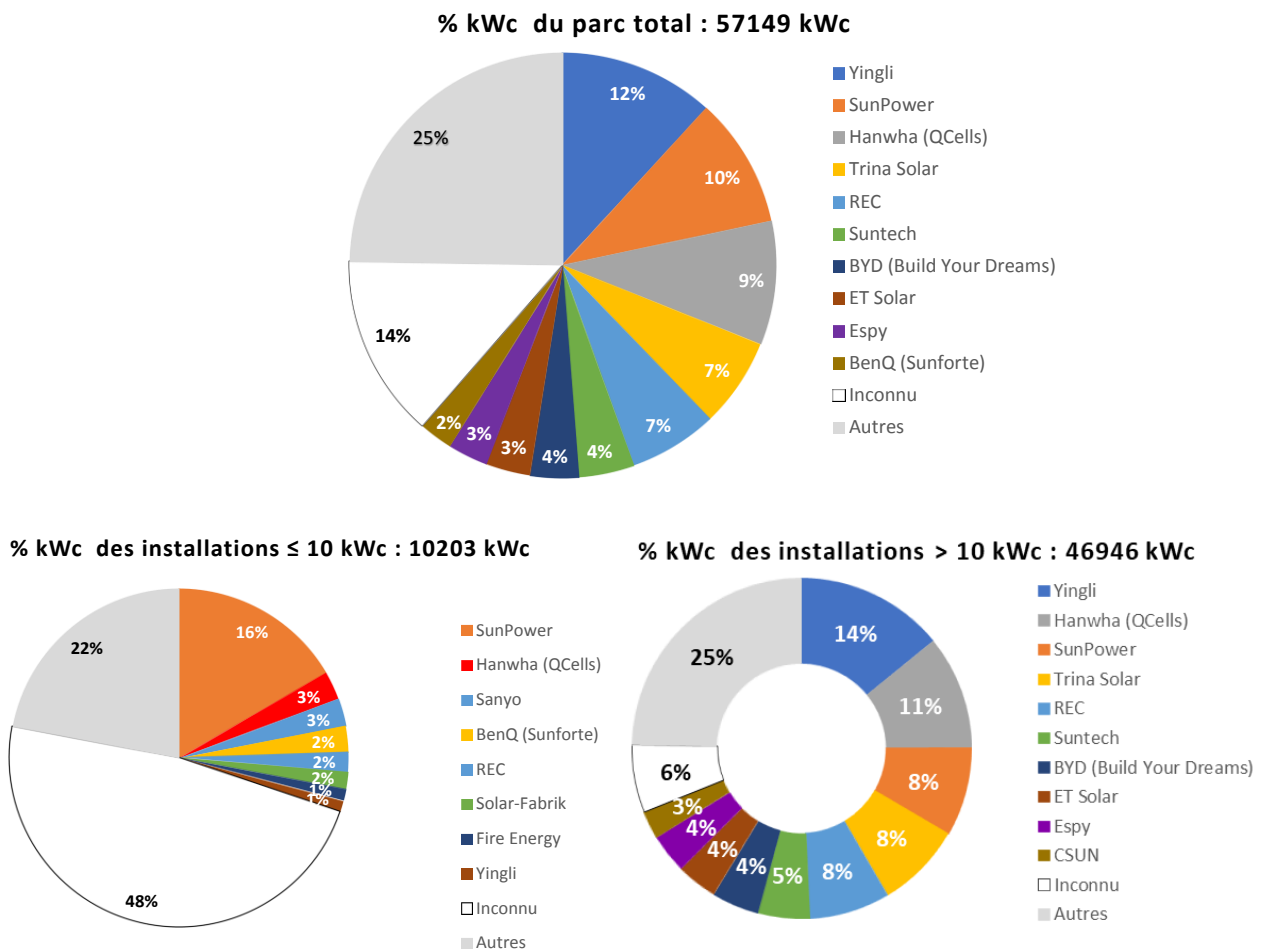


Figure 15 : Top 10 des marques de panneaux du parc PV en RBC fin 2016

Le top 10 des marques de panneaux concentre plus de 60% du marché en termes de puissance installée pour le parc total.

Pour les installations supérieures à 10 kWc, les 10 premières marques totalisent ensemble 69% du marché, dont 9 sont présentes dans le top 10. Pour les installations inférieures à 10 kWc, les 8 premières marques détiennent seulement 30% du marché, dont seules 5 marques figurent dans le top 10 des parts de marché (SunPower, Hanwha (QCells), BenQ (Sunforte), REC et Yingli).

La figure ci-dessous présente l'évolution des parts de marché des panneaux pour les cinq dernières années de mise en service, mais aussi les puissances totales installées, dont il faut noter le pic en 2013.

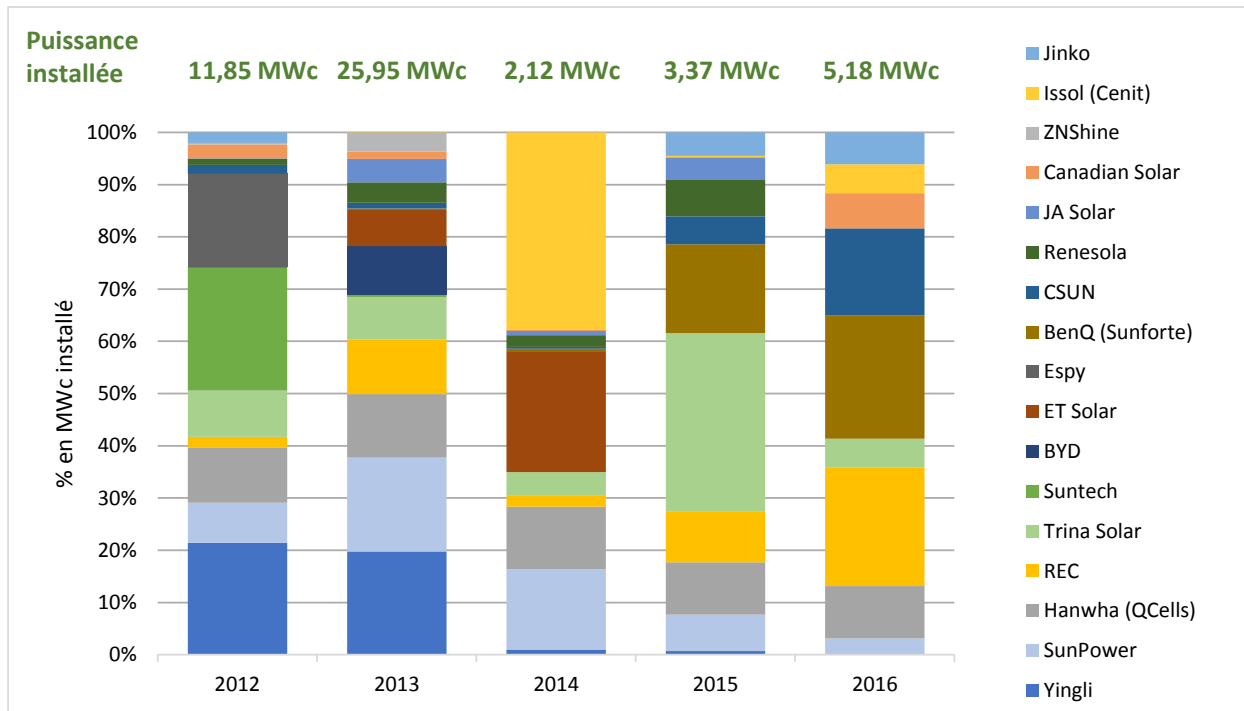


Figure 16 : Evolution des parts de marché des panneaux du parc PV en RBC mis en service entre 2012 et 2016

On constate qu'à partir de 2014, des marques comme Issol (Cenit), BenQ, Trina Solar ou REC occupent 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 (la somme des puissances installées de 2014 à 2016 n'atteint même pas la puissance installée en 2012).

Pour les puissances installées par les entreprises (privées et publiques), les 10 premières marques totalisent 68% du marché, dont 5 marques seulement se partagent pratiquement 50% de ce marché. Dans les 32% restants, 7% du jeu de données ne renseignent aucune information concernant le fabricant des panneaux.

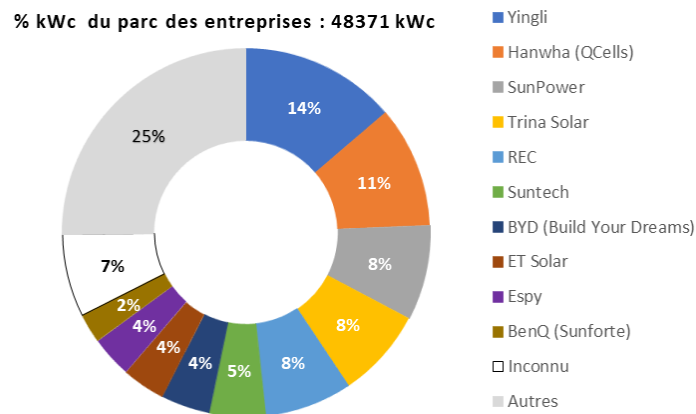


Figure 17 : Top 10 des marques de panneaux du parc PV fin 2016 en RBC installés par les entreprises

4.3.2.2 Comparaison avec les données du marché mondial de fabricants de panneaux

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 et 2016 au niveau mondial.

Tableau 7 : Principaux fabricants de modules photovoltaïques dans le monde en 2015 et 2016.

Entreprise	Pays	Localisation des lignes de production	Livraisons mondiales de modules en 2015 (MWc) ¹³	Livraisons mondiales de modules en 2016 (MWc) ¹⁴
Trina Solar	Chine	Chine	5 740	6 656
Jinko Solar	Chine	Chine, Malaisie, Afrique du Sud, Portugal	4 512	5 924
Canadian Solar	Canada, Chine	Canada, Chine	4 384	5 232
JA Solar	Chine	Chine	3 673	4 607
Hanwha Qcells	Corée du Sud, Allemagne	Chine, Allemagne	3 306	4 583
First Solar	Etats-Unis	Malaisie, Etats-Unis	2 900	3 300
Yingli Green Energy	Chine	Chine, Thaïlande	2 400	2 170
ReneSola	Chine	Chine, Pologne, Afrique du Sud, Inde, Malaisie, Corée du Sud, Turquie, Japon	1 600	n.c.
Solar World	Allemagne	Allemagne, Etats-Unis	1 159	n.c.
SunPower	Etats-Unis	Etats-Unis, Philippines	969	1 339
REC	Norvège	Singapour, Suède	920	n.c.

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

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

¹⁴ Source : Baromètre photovoltaïque – EurObserv'ER – Avril 2017

En comparant les données de ce tableau avec les marques de panneaux mis en service en RBC (cf. Figure 15), on constate que les cinq marques les plus utilisées en RBC (Yingli, SunPower, Hanwha-Qcells, Trina Solar et REC) font partie des principaux fabricants de modules dans le monde.

4.4 Parts de marché des fabricants d'onduleurs

4.4.1 Echantillon analysé

Aucun autre filtre n'a été appliqué, les données présentées pour cet indicateur se rapportent donc à l'ensemble des données fournies. Les informations sur le fabricant ne sont cependant pas toujours disponibles dans le jeu de données. Pour 1 679 installations (47% du parc) et 5 773 kWc (10% de la puissance), le nom du fabricant n'est pas disponible, ces installations ont été basculées dans la catégorie « inconnu ». Les marques les moins représentées sont regroupées dans la catégorie « autres ».

4.4.2 Résultats : tendances de l'indicateur

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

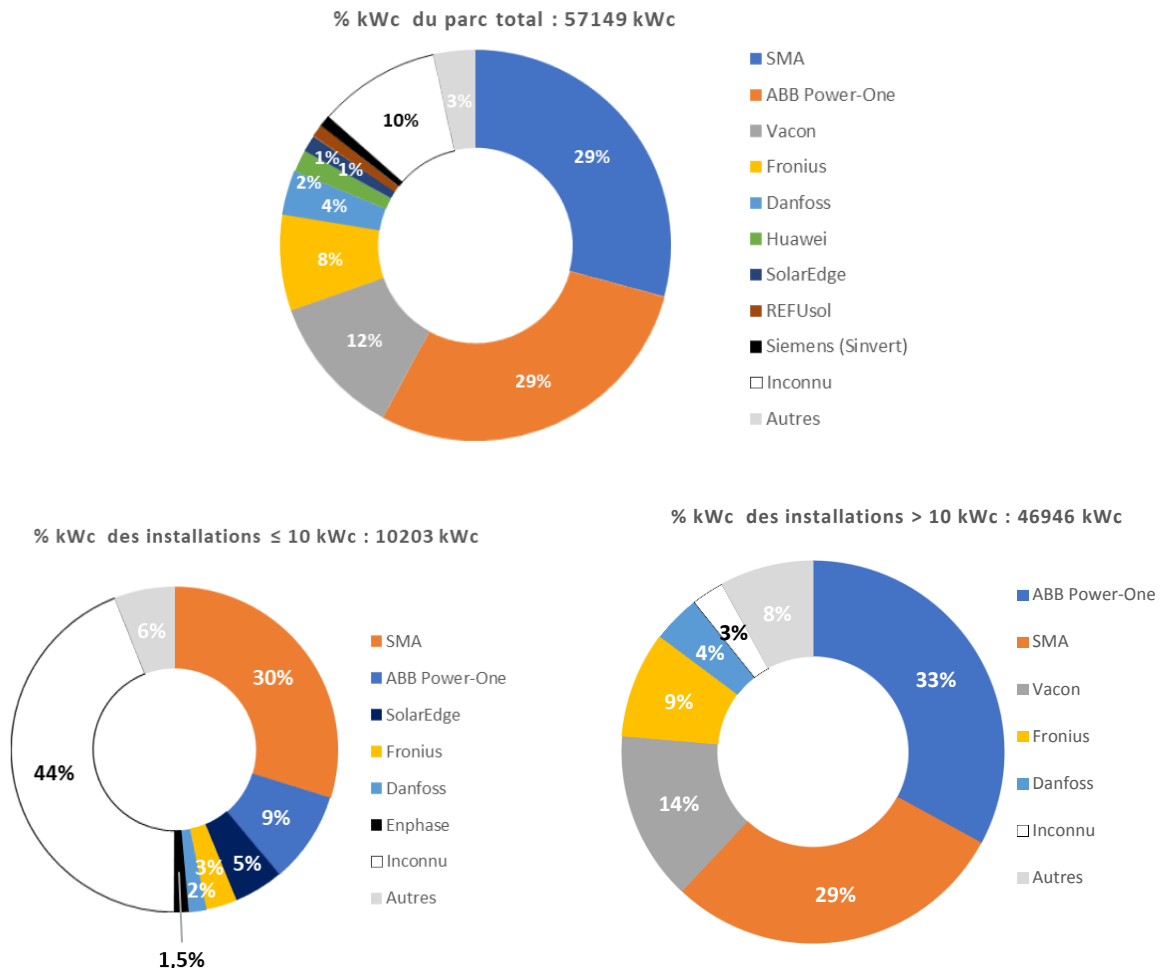


Figure 18 : Top 9 des marques d'onduleur du parc PV fin 2016 en RBC

On constate que le marché des onduleurs est plus concentré que celui des panneaux puisque le top 9 des marques d'onduleur concentre 86% du marché en RBC et que deux marques (SMA et ABB Power-

One) dominant le marché bruxellois avec 58% de parts de marché. Quant aux petites installations (≤ 10 kWc), SMA occupe la première place avec 30% 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 cinq dernières années de mise en service.

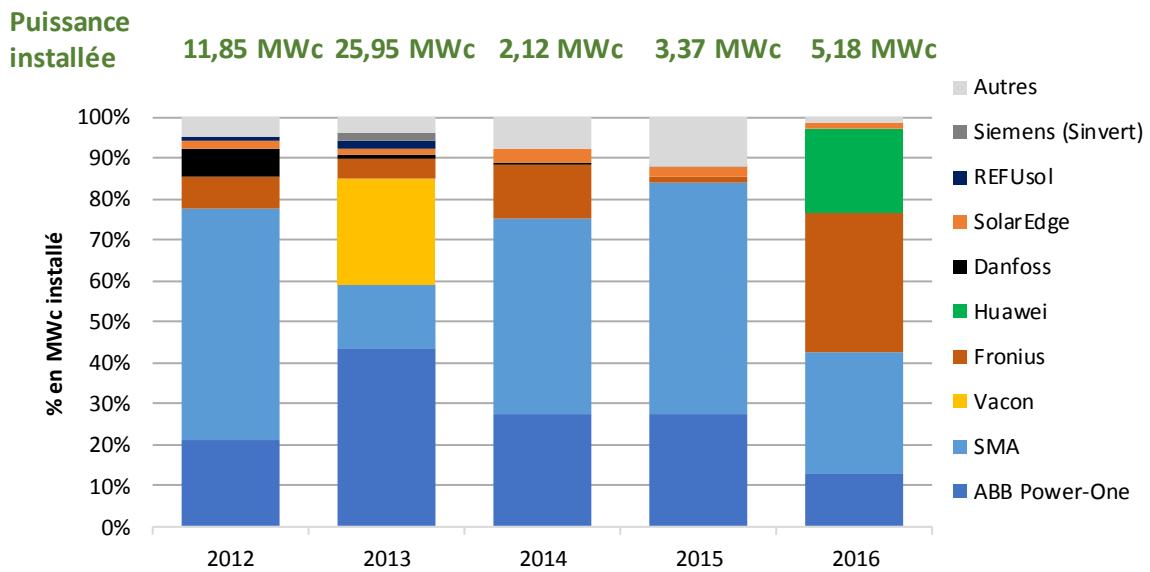


Figure 19 : Evolution des parts de marché des onduleurs du parc PV en RBC mis en service entre 2012 et 2016

Comme l'illustre la figure 18, ABB Power-One et SMA dominant le marché des onduleurs sur la période 2012-2016. En 2016, Fronius fait une nouvelle percée, avec un tiers du marché des onduleurs.

4.5 Origine des modules

L'objectif de cette section est de présenter l'origine (lieu de production de la chaîne principale) des panneaux installés en RBC ainsi que les tendances d'évolution dans le temps de ces origines.

4.5.1 Echantillon analysé

Aucun autre filtre n'a été appliqué, les données présentées pour cet indicateur se rapportent donc à l'ensemble des données fournies. Les informations sur le fabricant ne sont cependant pas toujours disponibles dans le jeu de données. L'origine est définie comme 'indéterminée' lorsque c'était le cas.

4.5.2 Résultats : tendances de l'indicateur

La figure ci-dessous présente l'évolution des parts de marché par origine des panneaux pour les cinq 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.

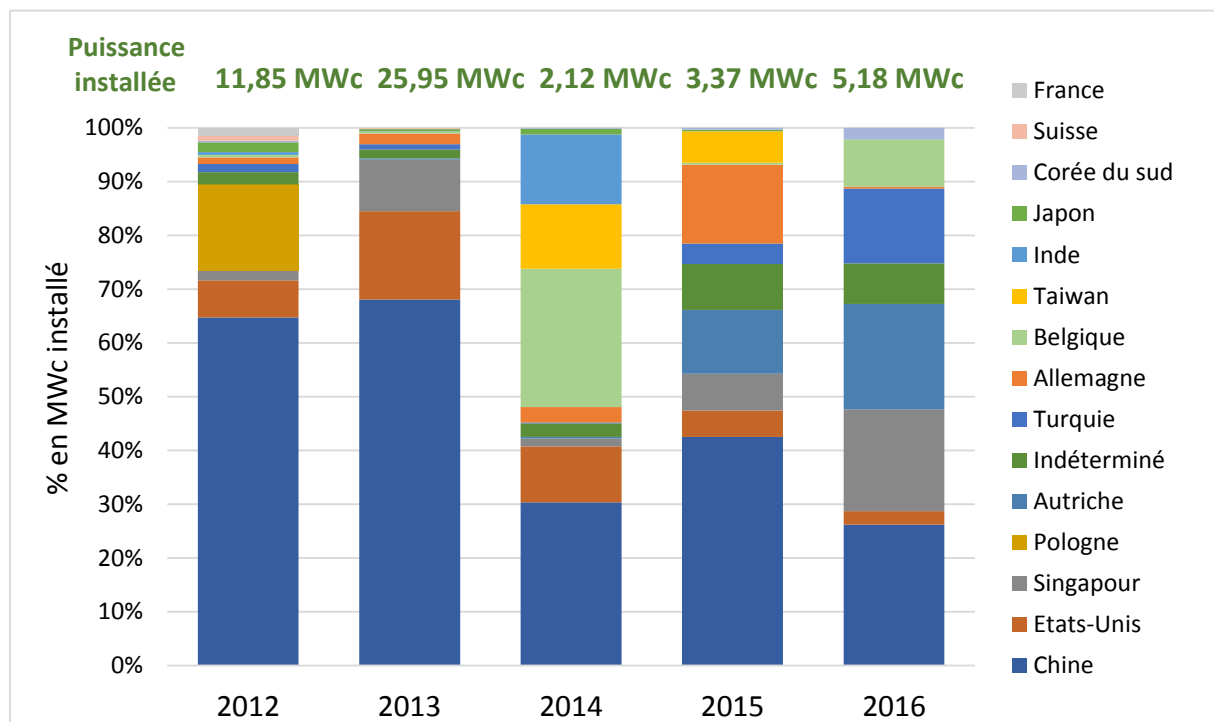


Figure 20 : Evolution des parts de marché des panneaux du parc PV en RBD mis en service entre 2012 et 2016 en fonction de leur pays d'origine (% en MWc installés)

On constate que les panneaux fabriqués en Chine dominent le marché en termes de puissance installée, comme le confirme la figure 21 où la Chine y représente 58% du parc installé.

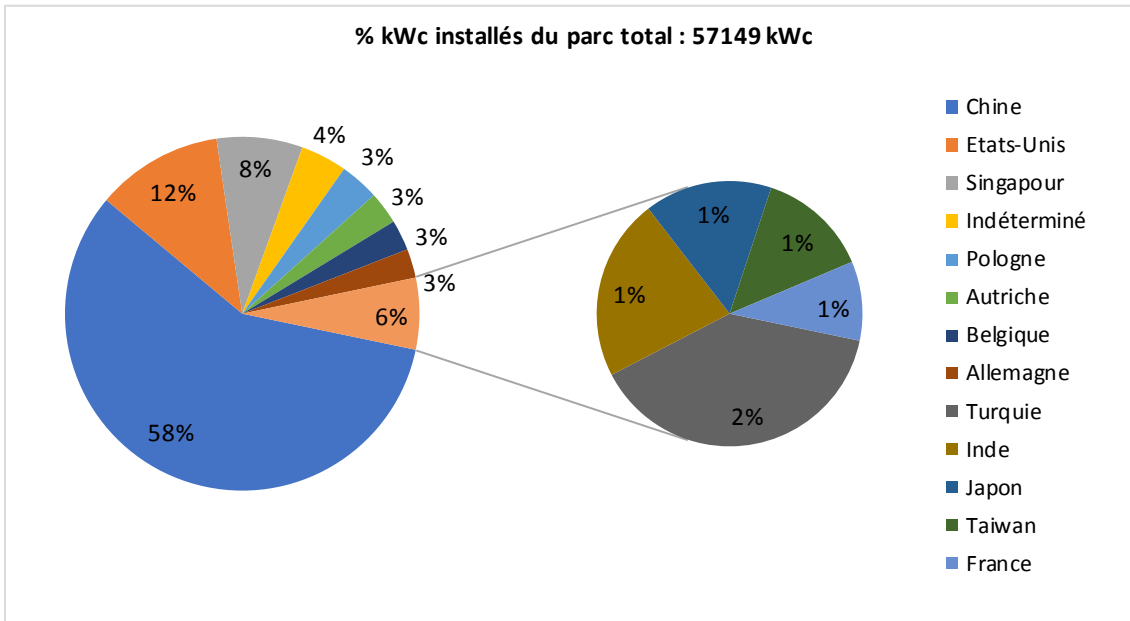


Figure 21 : Parts de marché du parc total des panneaux du parc PV fin 2016 en RBC en fonction de leur pays d'origine (% en MWc installés)

5 Prix des installations

L'analyse des prix des installations de panneaux photovoltaïques pratiqués sur le marché bruxellois sur la période 2012-2016 présentée ci-dessous complète l'analyse des prix réalisée annuellement par BRUGEL pour actualiser les 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 projet¹⁵ 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 TVA¹⁶. Le prix indiqué dans les différentes analyses ci-dessous est toujours exprimé par rapport à la puissance installée de l'installation (EUR/ kWc).

5.1 Résumé des faits marquants

On observe une réduction des prix des installations entre 2012 (moyenne pondérée de 2093 €/kWc) et 2016 (moyenne pondérée de 1620 €/kWc).

On observe une réduction du prix des installations (en €/kWc) avec l'augmentation de la taille de l'installation.

Des différences de prix importantes sont observées dans les prix en fonction de l'origine des panneaux (moyenne pondérée variant entre 1542 €/kWc et 4071 €/kWc).

Il ne semble pas y avoir de lien entre les prix et les rendements des installations.

¹⁵ Toutefois, le surcoût lié aux études (stabilité, vent, etc.) et le coût du compteur SIBELGA ne sont pas pris en compte.

¹⁶ La TVA est de 6% pour les travaux et de 21% pour les équipements.

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

5.2.1 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 2012-2016.

Tableau 8 : Taille et représentativité de l'échantillon

Année de mise en service	2012	2013	2014	2015	2016	2012-2016
Nombre d'installations de l'échantillon total	423	435	120	147	223	1 348
Nombre d'installations analysées	357	394	101	126	181	1 159
% de l'échantillon total	84%	90%	84%	87%	81%	86%
Nombre d' <i>outliers</i>	13	25	8	21	11	78
<i>Outliers</i> en % de l'analyse	4%	6%	8%	17%	6%	7%

Quatre-vingt-six pourcents des installations sont prises en compte dans l'analyse. Dans les 189 installations rejetées, 148 n'ont pas de montant d'achat renseigné, 18 ont un prix d'achat supérieur à 10 000 €/kWc, 18 ont une productivité spécifique supérieure à 215 Wc/m² et enfin 6 installations ont une surface nulle.

Septante-huit *outliers* sont observés, soit un peu moins de 7% de l'échantillon analysé.

Les années antérieures à 2012 ne sont pas analysées, essentiellement parce que les données de prix sont peu disponibles et donc ne sont pas représentatives statistiquement.

L'analyse porte sur le prix moyen par kWc pour les 5 années de MES de 2012 à 2016, indépendamment de la puissance installée.

5.2.2 Résultats : tendances de l'indicateur

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

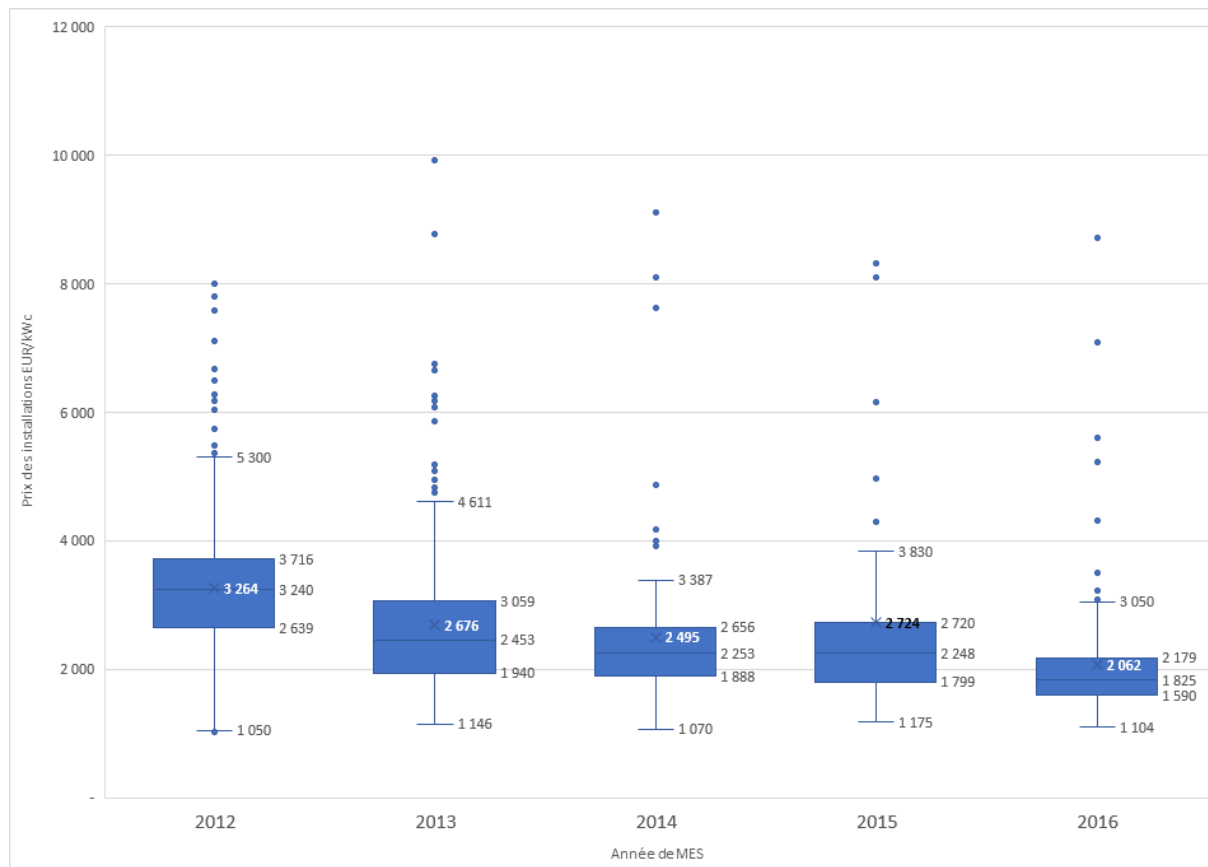


Figure 22 : Prix des installations sur la période 2012-2016 (EUR/kWc)

L'analyse de la **médiane** permet de constater que le prix total des installations (TVAc) a diminué de 44% entre 2012 et 2016, passant de 3 240 EUR/kWc à 1 825 EUR/kWc. La dispersion de l'échantillon de données se resserre autour de la médiane pour les 3 dernières années, du fait d'un nombre d'installations plus faible de l'échantillon, et sans doute d'un resserrement des prix des installations ces dernières années.

En 2016, l'analyse des quartiles permet de constater que 50% des installations ont coûté entre 1 590 et 2 179 EUR/kWc. Le prix moyen entre toutes les installations est de 2 062 €/kWc, si l'on tient compte de la puissance des installations, la moyenne pondérée est de 1 620 €/kWc.

Le tableau ci-dessous reprend les moyennes arithmétiques simple et pondérée du prix des installations PV.

Tableau 9 : Prix moyen des panneaux par année de MES en €/kWc (2012-2016)

Année de mise en service	2012	2013	2014	2015	2016
Moyenne simple	3 264	2 676	2 495	2 724	2 062
Moyenne pondérée	2 093	3 172	1 867	1 657	1 620
2012 = 100	100	152	89	79	77

5.3 Prix au kWc en fonction des catégories de puissance

L'analyse en fonction de la puissance ne peut se faire que sur peu d'années pour éviter d'induire une grande variabilité résultant de l'évolution importante du prix des installations ces dernières années (voir chapitre précédent). Nous avons dès lors choisi d'illustrer le prix au kWc (€/kWc) en fonction des années de puissance pour l'année 2016 uniquement avant d'évaluer si les tendances observées en 2016 sont vérifiées pour les années antérieures également.

5.3.1 Echantillon analysé MES 2016

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 10 kWc. Cette dégradation est principalement due au fait qu'on ne travaille ici qu'avec une année d'observation et au manque d'information sur le prix pour un nombre important d'installations de plus grande puissance. Le nombre d'installations dans la catégorie 100 – 1000 est relativement faible et il n'y a pas d'installations mise en service en 2016 de plus de 1000 kWc.

Tableau 10 : Taille et représentativité de l'échantillon – année 2016

Catégorie de puissance (kWc)	[0-5]	]5-10]	]10-100]	]100-1 000]	> 1 000	Total
Nombre d'installations de l'échantillon	153	36	23	11	0	223
Nombre d'installations analysées	126	32	15	8	0	181
% de l'échantillon	82%	89%	65%	73%		81%
Nombre d'outliers	5	1	0	0	0	6
Outliers en % de l'analyse	4%	3%	0%	0%	-	3%

Quatre-vingt-un pourcents des installations seront prises en compte dans l'analyse. On compte 6 outliers dans le jeu de données à analyser, soit 3% de l'échantillon.

5.3.2 Résultats

5.3.2.1 Prix des installations en 2016 par catégorie de puissance installée

La figure suivante illustre la distribution du prix des installations (EUR/kWc) en fonction de la catégorie de puissance des installations pour l'année 2016. On constate que le prix médian diminue avec la taille de l'installation.

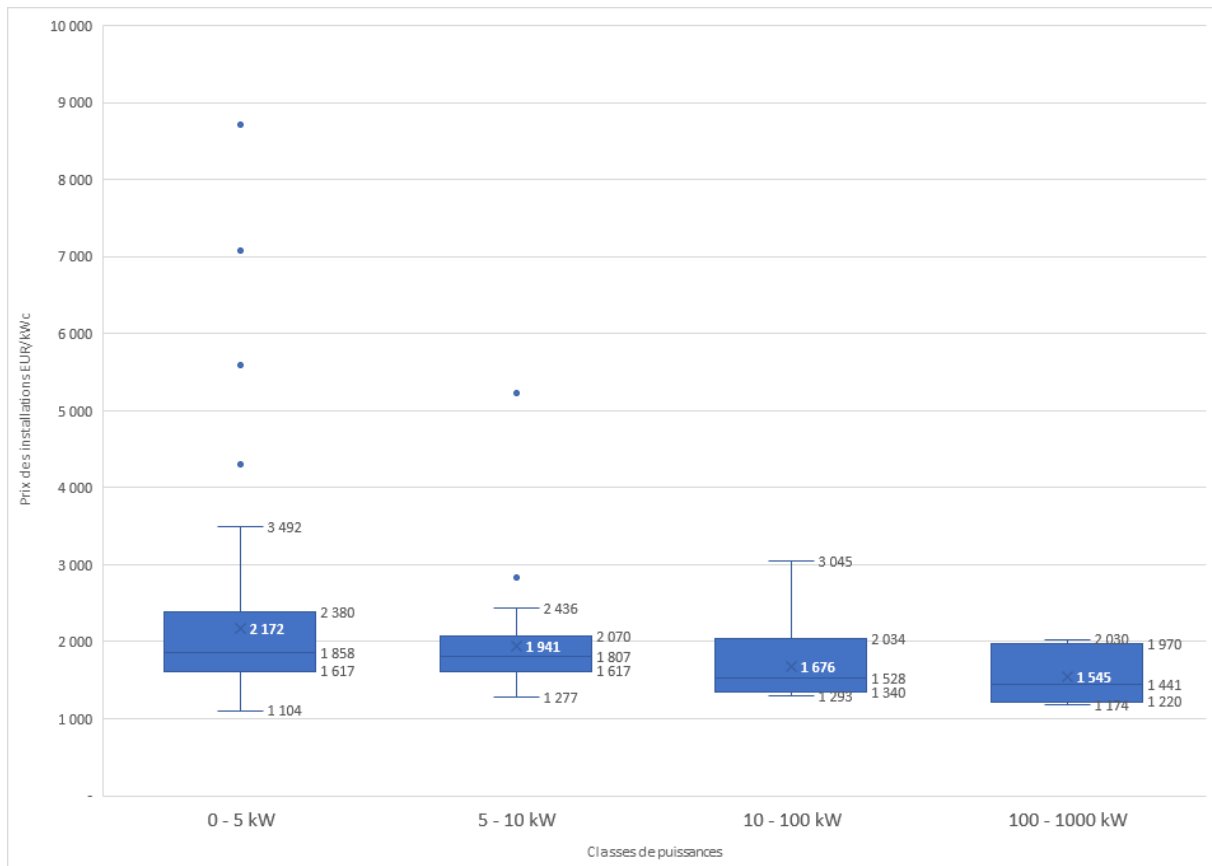


Figure 23 : Prix des installations par catégorie de puissance (EUR/kWc) – année 2016

5.3.2.2 Effet d'échelle

L'analyse réalisée sur l'année 2016 indiquant clairement une diminution du prix au kWc des installations en fonction de la puissance installée, il nous a semblé intéressant de voir si cette réduction était également observée pour les années antérieures par le biais d'une estimation de l'effet d'échelle pour chaque les années 2013 à 2016. 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 relation obtenue avec une loi de puissance pour les années 2015 et 2016 ($R^2=93\%$), pour 2013 ($R^2=90\%$) et dans une moindre mesure pour l'année 2014 ($R^2=85\%$).

Pour cette analyse, les *outliers* du Tableau 8 ne sont pas pris en compte, ils influencent trop fortement les résultats en diminuant la qualité du coefficient de régression.

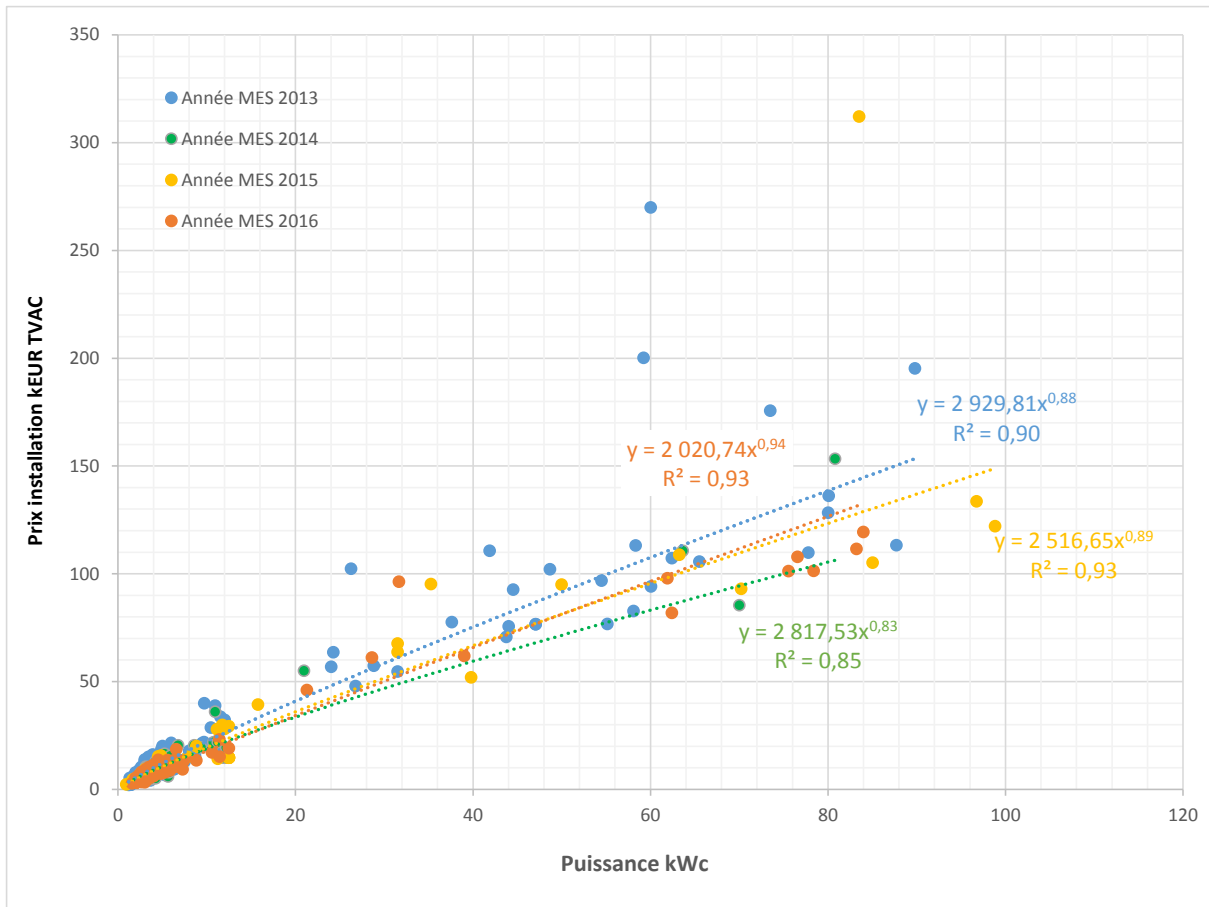


Figure 24 : Prix des installations du parc PV en RBC par année de mise en service en fonction de la puissance installée. En surimpression : courbes de tendances de type puissance.

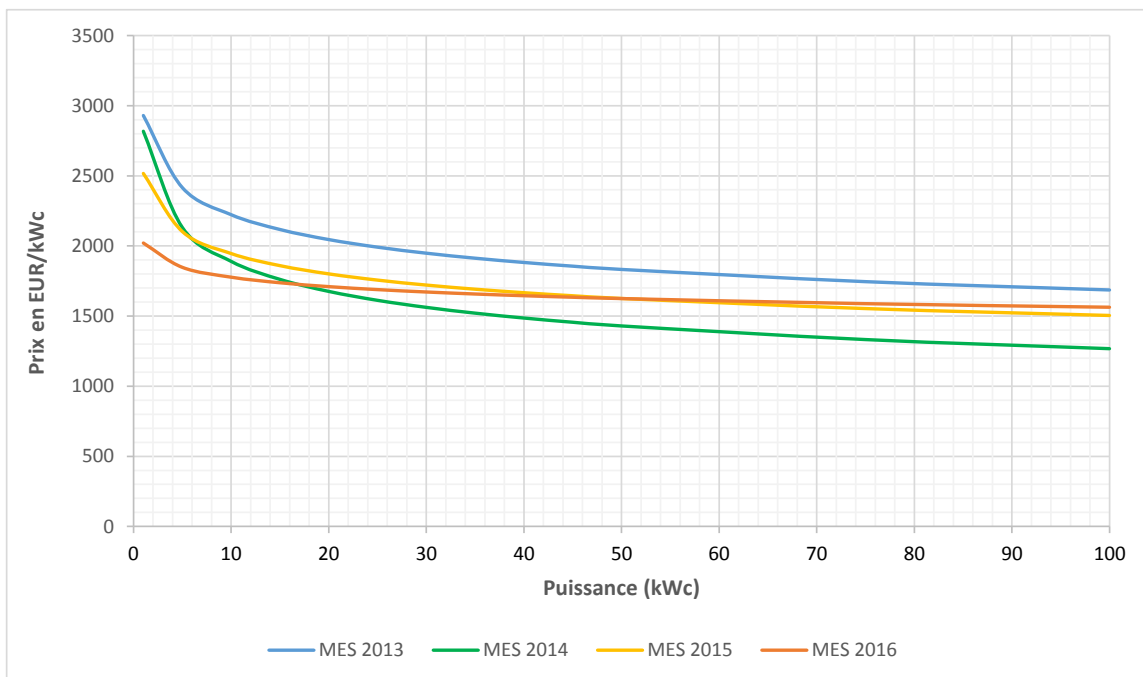


Figure 25 : Lois d'échelle obtenues pour les installations de puissance 0-100 kWc du parc PV en RBC

Sur base des équations de régression obtenues à la Figure 24, il est possible de recalculer un prix théorique au kWc installé, pour une gamme de puissance progressive. Les résultats obtenus sont illustrés à la figure ci-dessous pour les 4 années de MES étudiées.

On remarque que le prix des panneaux de petite puissance étaient beaucoup plus élevés avant 2016 dont le coût de départ est d'environ 1 000 euros/kWc plus faible.

Par contre la baisse des coûts en fonction de la puissance semble moins marquée en 2016 que pour les années précédentes qu'elle croise.

5.4 Comparaison des prix en fonction de l'origine des panneaux

5.4.1 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. Il n'y a pas de distinction de classe de puissance ou d'année de mise en service appliquée à cette comparaison.

L'analyse porte sur les années de MES de 2012 à 2016, afin de limiter l'impact de l'évolution des prix dans le temps.

Tableau 11 : Taille et représentativité de l'échantillon (2012-2016)

Origine des panneaux	Etats-Unis	Chine	Autriche	Singapour	Japon	Total
Nombre d'installations de l'échantillon	378	341	80	43	45	887
Nombre d'installations analysées	341	285	60	40	38	764
% de l'échantillon total	83%	79%	75%	90%	54%	78%
Nombre d' <i>outliers</i>	20	3	1	9	0	33
<i>Outliers</i> en % de l'analyse	7%	5%	3%	3%	0%	4%

Les pourcentages d'installations prises en compte dans l'analyse dépendent du pays analysé et varient entre 54% et 90% de l'échantillon analysé.

Trente-trois *outliers* sont dénombrés, soit 4% de l'échantillon analysé.

5.4.2 Résultats

La figure 26 illustre les caractéristiques de la distribution du prix des installations (EUR/kWc) en fonction des principaux pays d'origine de fabrication des panneaux.

L'analyse de la **médiane** permet de constater des différences de prix marquées entre les différents pays d'origine des panneaux. Le prix médian d'une installation avec des panneaux fabriqués en Chine est 58% plus faible que celui d'une installation avec panneaux fabriqués aux Etats-Unis, et plus de la moitié (57%) du prix d'une installation avec panneaux fabriqués au Japon.

Il est important à ce stade de souligner que des effets d'influences diverses 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.

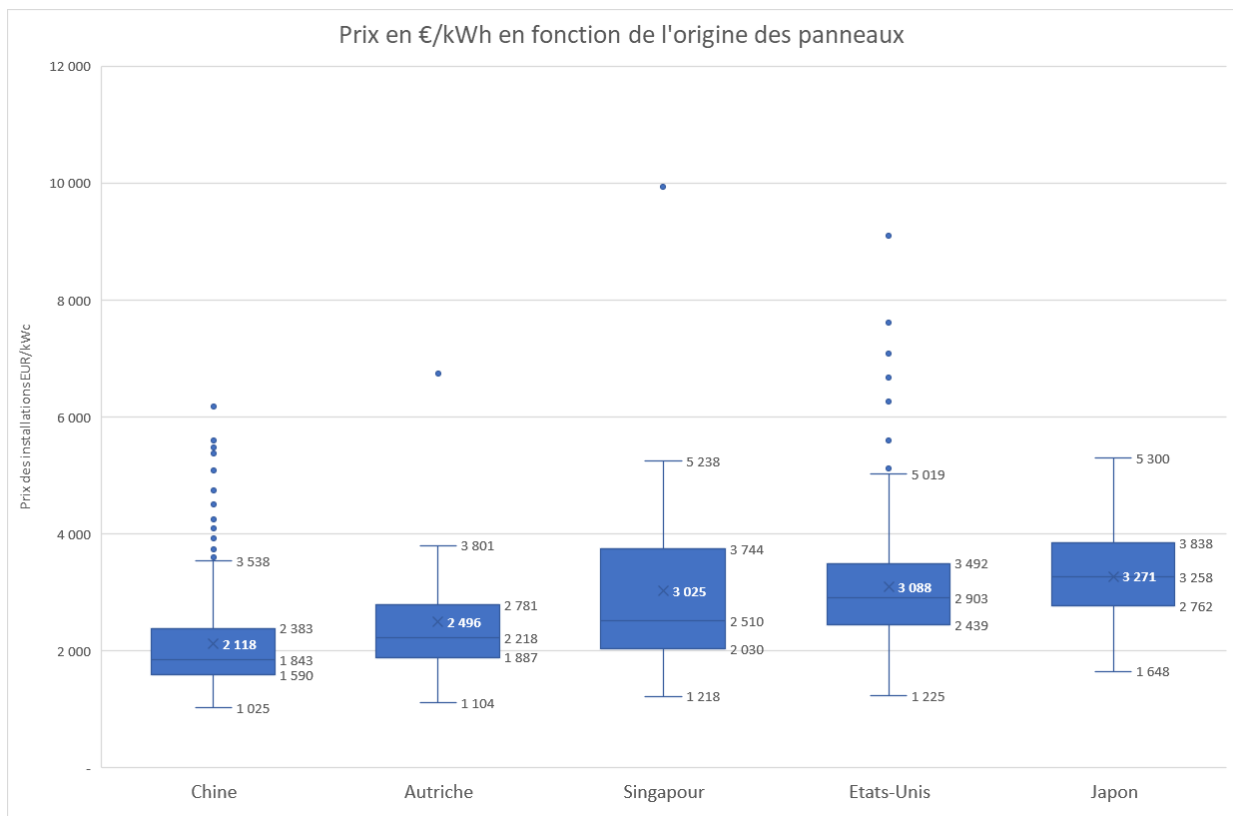


Figure 26 : Prix [EUR/kWc] des installations du parc PV en RBC par pays d'origine des panneaux (2012-2016)

Le tableau ci-dessous reprend les moyennes arithmétiques simple et pondérée du prix des panneaux, au cours des 5 dernières années étudiées.

Tableau 12 : Prix moyen des panneaux par pays d'origine en EUR/kWc (2012-2016)

Pays d'origine	Chine	Autriche	Singapour	Etats-Unis	Japon
Moyenne simple	2 118	2 496	3 025	3 088	3 271
Moyenne pondérée	2 256	1 542	4 071	2 734	2 975
Chine = 100	100	68	180	121	132

En tenant compte des puissances installées, le prix moyen pondéré montre que ce sont les installations fabriquées en Autriche qui sont les moins chères, 32% moins chères que celles fabriquées en Chine. Les installations de Singapour apparaissent comme les plus chères de l'échantillon.

Comme démontré au point précédent, on observe une réduction du prix de l'installation en fonction de l'augmentation de sa taille (effet d'échelle) (voir Figure 25). Il se pourrait dès lors que les différences de prix observées entre les panneaux produits dans les différents pays soient juste dues au fait que les fournisseurs les plus chers sont plus souvent installés pour les petites classes de puissances installées et que les fournisseurs les moins chers sont plus souvent installés dans des installations de plus grande puissance. L'analyse des classes de puissances installées par pays d'origine ne permet cependant pas de vérifier cette hypothèse pour expliquer les différences de prix observées.

5.5 Comparaison des prix en fonction de la puissance spécifique

5.5.1 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 (voir 0-B, page 27).

Tableau 13 : Taille et représentativité de l'échantillon d'étude du prix en fonction de la puissance spécifique du parc PV en RBD entre 2012 et 2016

Technologie	Faible rendement	Moyen rendement	Haut rendement	Total
Nombre d'installations de l'échantillon	46	758	516	1 320
Nombre d'installations analysées	35	656	468	1 159
% de l'échantillon total	76%	87%	91%	88%
Nombre d'outliers	9	33	14	56
Outliers en % de l'analyse	26%	5%	3%	5%

5.5.2 Résultats

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

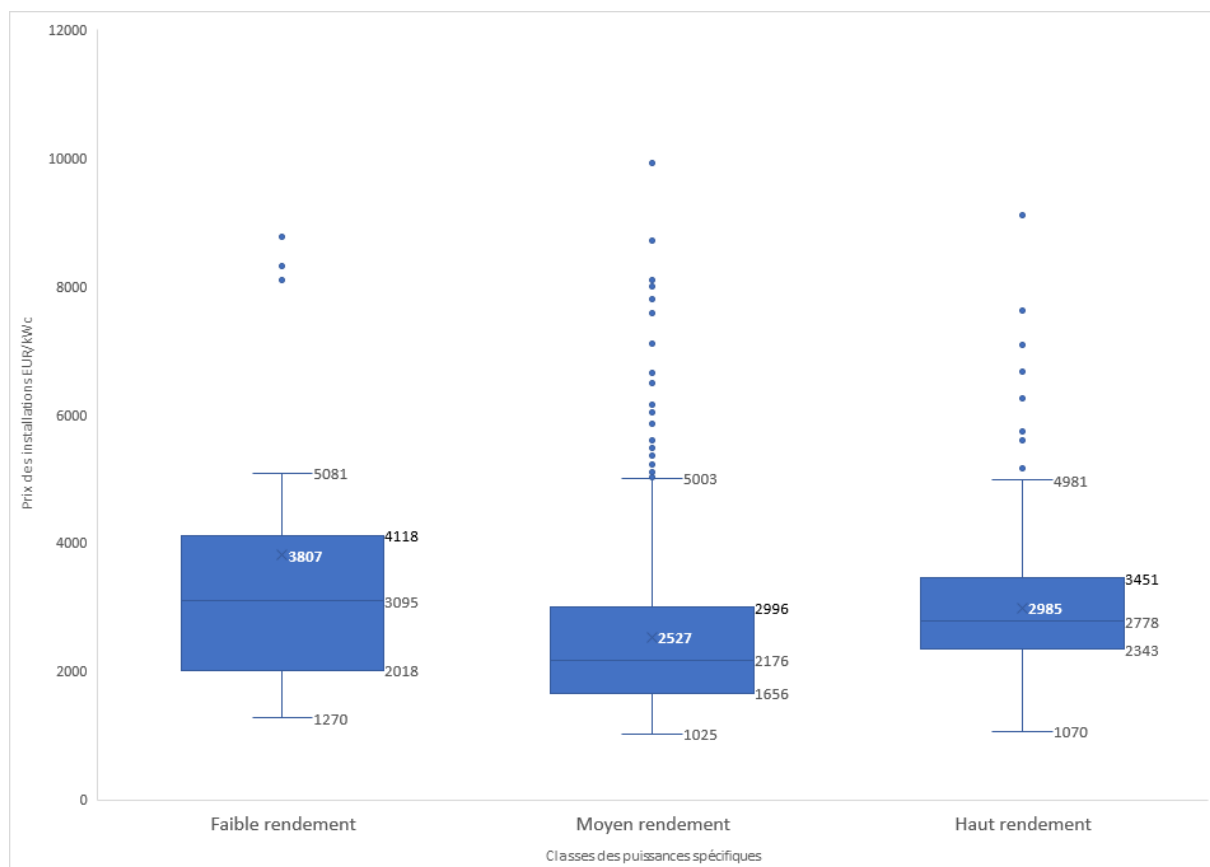


Figure 27 : Prix [EUR/kWc] des installations du parc PV en RBC en fonction du type de technologie

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 2 176 EUR/kWc à 2 778 EUR/kWc.

Le tableau ci-dessous présente la répartition des installations par classe de rendement, ainsi que leurs poids respectifs dans le nombre et la puissance installée.

Il est intéressant de constater que la moyenne pondérée (qui tient compte de la puissance installée et du prix payé) montre que les installations à plus faible rendement (puissance spécifique <125 kWc/m²) sont 20% moins chère au kWc que les installations avec un meilleur rendement.

Tableau 14 : Répartition des installations du parc PV en RBC selon la classe de rendement (2012-2016)

	% du nombre d'installations	% de la puissance installée	Moyenne des prix en EUR/kWc	
			Simple	Pondérée
Faible rendement	3,0%	2,5%	3 807	2 063
Moyen rendement	56,6%	89,3%	2 527	2 582
Haut rendement	40,4%	8,1%	2 985	2 571
Total	100%	100%	2 751	2 568

6 Productivité des installations

L'analyse de la productivité des installations a pour objectif de quantifier la production électrique par puissance installée et d'établir la qualité générale du parc de PV en RBC.

L'analyse de l'évolution de cet indicateur 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.

6.1 Résumé des faits marquants

L'augmentation annuelle de la productivité jusqu'en 2014 semble s'être stabilisée en 2016, avec 2015 qui affiche une légère baisse.

En 2016, les grandes installations (>100kWc) présentent une productivité d'environ 10% supérieure aux petites installations (<10 kWc).

La productivité est en croissance avec la date de mise en service des installations, les années de MES plus récentes sont plus performantes que les anciennes.

La performance, définie comme la productivité d'un panneau par rapport à une productivité de référence est bonne pour les installations PV en RBC (moyenne de 77%). Trente-six pourcents des installations ayant produit en 2016 (indépendamment de leur année de MES) ont une performance inférieure à 75%, ce qui peut être considéré comme le seuil minimal en-deçà duquel une installation est jugée non performante.

6.2 Productivité du parc

6.2.1 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 du 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 2011 à 2016.

Tableau 15 : Indices de normalisation climatique sur base du rayonnement solaire global ¹⁷

Année	Normale IRM	2011 ¹⁸	2012 ²²	2013 ²²	2014 ²²	2015 ²²	2016
Rayonnement solaire global	990	1 087	1 041	1 037	1 064	1 112	1 045
Indice de normalisation	100	109,8	105,2	104,8	107,5	112,3	105,6

De plus, la production d'une installation diminue avec le temps en raison d'une perte de rendement due au vieillissement des cellules¹⁹. 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.

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'APERÉ, orienté sud, avec une inclinaison de 35°C, située dans la commune d'Uccle et sans ombrage²⁰.

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.

Tableau 16 : Productivité de référence pour une installation PV en RBC

Année de production	1981- 1990 ²¹	1998- 2009 ¹⁹	2010 ²²	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Productivité de référence (kWh/kWc)	850	950	923	1 032	964	938	1 003	1 049	996

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.

¹⁷ Source : IRM, Rayonnement solaire global annuel à Uccle

¹⁸ Source : APERÉ (<http://www.meteo-renouvelable.be/Photovoltaique/Historique>)

¹⁹ La valeur typiquement retenue est de -0,5% par an (NREL, 2012)

²⁰ Voir APERÉ pour plus d'information (<http://www.meteo-renouvelable.be/Photovoltaique/Historique>)

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

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

6.2.2 Evolution en fonction de l'année de production : de 2012 à 2016

6.2.2.1 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.

Tableau 17 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité par année de production

Année de production	2012	2013	2014	2015	2016
Nombre d'installations en RBC fin 2016 = 3 549					
Nombre d'installations analysées	2 066	2 467	2 840	2 856	2 568
% de l'échantillon total	58%	70%	80%	80%	72%
Nombre d' <i>outliers</i>	37	51	55	70	32
<i>Outliers</i> en % de l'analyse	2%	2%	2%	2%	1%

Entre 58 et 80% des installations sont prises en compte dans l'analyse, ce qui est représentatif du parc de production. Il y a en moyenne 2% de valeurs considérées comme *outliers* dans l'analyse du diagramme en boîte à moustache.

Toutes les installations qui présentent une productivité supérieure à 1 250 kWh/kWc ou inférieure à 300 kWh/kWc sont filtrées et non présentes dans l'échantillon analysé.

6.2.2.2 Résultats

La Figure 28 illustre la distribution des installations PV en RBC en fonction de leur productivité normalisée pour les années de production 2012 à 2016. Les résultats sont présentés ici indépendamment de l'année de mise en service ou de la catégorie de puissance.

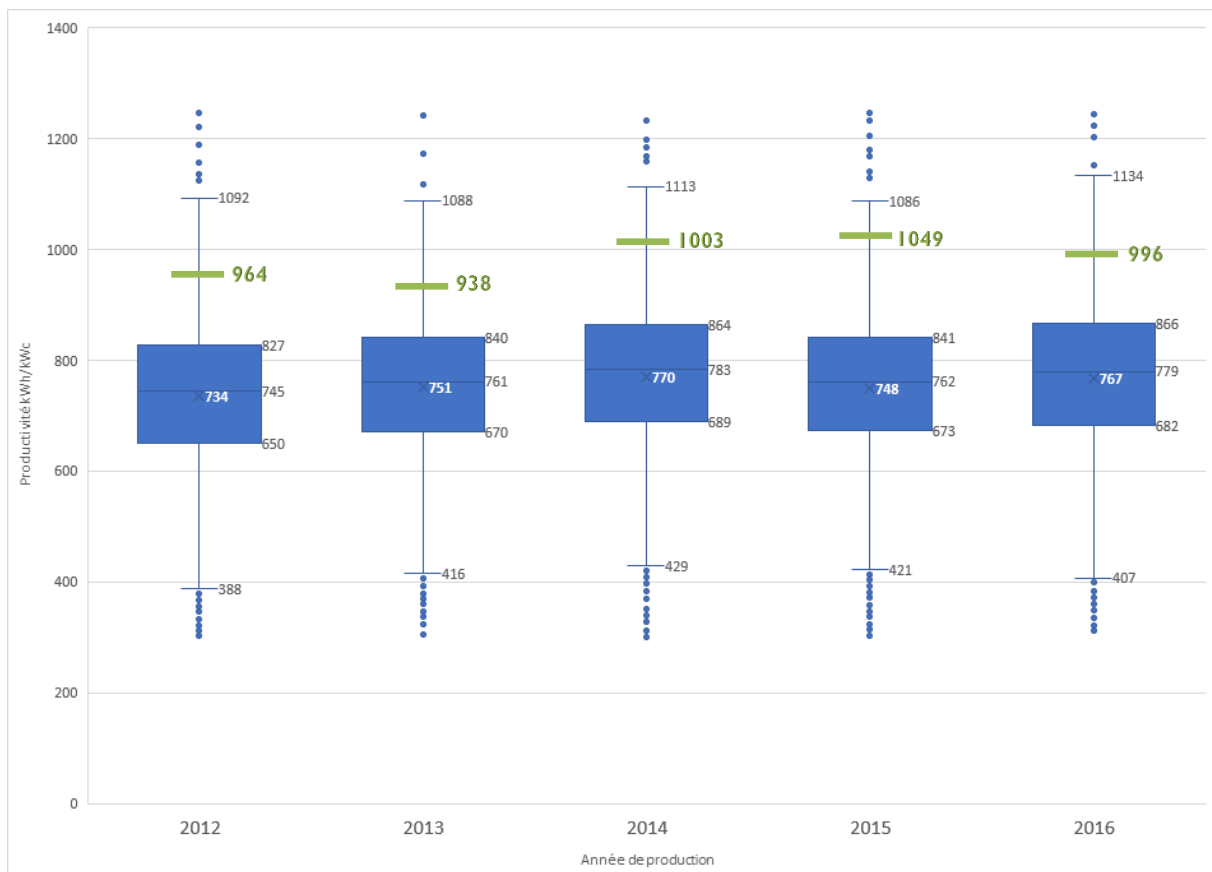


Figure 28 : Productivité normalisée des installations PV en RBC sur la période 2012-2016. La productivité de référence est indiquée par la barre verte et le chiffre associé.

L'analyse de la **médiane** permet de constater que de 2012 à 2014 la moitié des installations affichait une productivité qui est passée de 745 kWh/kWc à 779 kWh/kWc. On constate pour l'année 2015 une légère diminution par rapport à 2014, et pour 2016 une valeur quasi identique à 2014. Pour rappel la production présentée est normalisée et donc indépendante des conditions climatiques.

Tableau 18 : productivité des installations, par année de production (2012-2016)

Année de production	2012	2013	2014	2015	2016
Moyenne simple	734	751	770	748	767
Moyenne pondérée	743	786	831	812	829
Total = 100	91	96	102	100	102

Si l'on regarde la moyenne pour 2016 (767 kWh/kWc) et qu'on la compare à la valeur de référence en 2016 observée à Uccle (Tableau 16), soit 996 kWh/kWc, on obtient une performance en RBC qui est égale à 77% de la performance de référence.

Or, on peut considérer qu'une installation dont la productivité est supérieure à 75%²³ de la productivité de l'installation de référence est performante. On peut donc en conclure que la moyenne de productivité en RBC est performante.

Cette information mérite d'être objectivée par l'analyse d'un graphique qui présente des résultats plus fins qu'une moyenne générale. La Figure 29 présente la performance cumulée des installations en 2016, indépendamment de leur année de mise en service. La courbe rouge nous indique de 36% des installations si situent en dessous du seuil de 75% de performance par rapport à la productivité de référence.

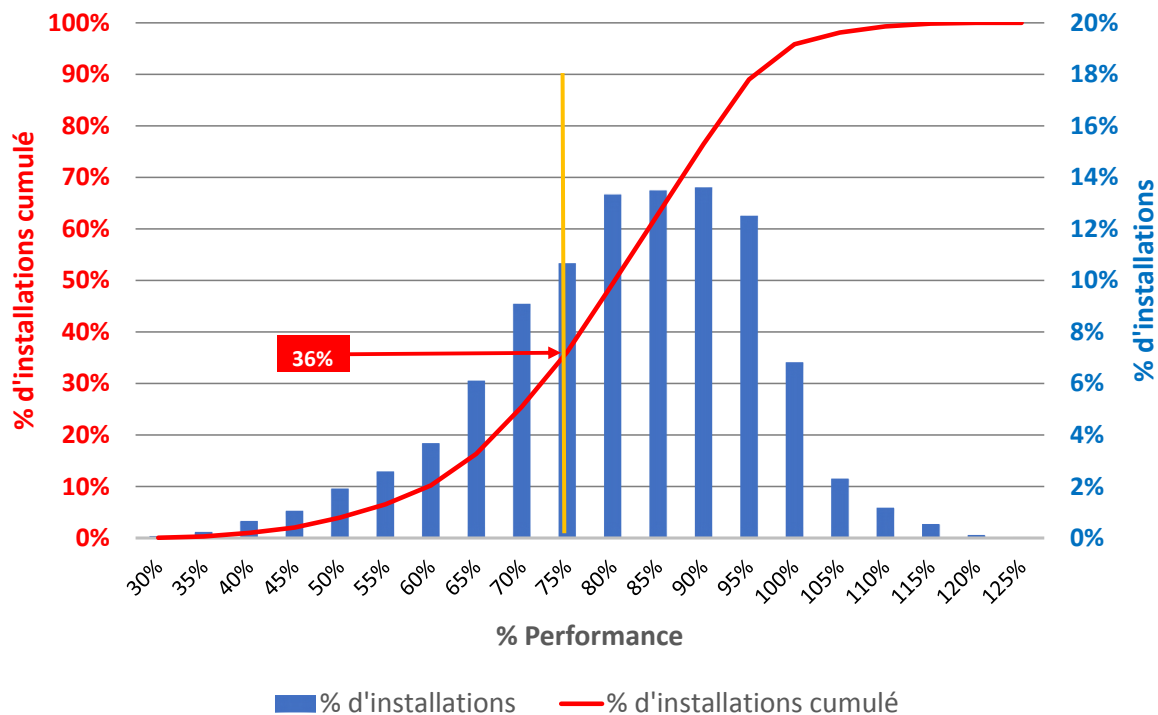


Figure 29 : Pourcentage de performance observé en 2016 (ratio entre la productivité des installations en RBC (kWh/kWc) et la productivité de référence), indépendamment de l'année de MES (années considérées : 2011 à 2015). La ligne orange indique le seuil à partir duquel on peut considérer une installation comme étant performante (75%)

²³ 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'écartent de manière déraisonnable des conditions optimales.

6.2.3 Evolution en fonction de l'année de mise en service

6.2.3.1 Echantillon analysé

Le tableau ci-dessous reprend la taille de l'échantillon par année de mise en service de 2010²⁴ à 2015²⁵ pour l'année de production 2016 normalisée sur base de l'indice de normalisation 105,6 (cf. Tableau 15) sur lequel l'analyse a été réalisée après application des filtres.

Tableau 19 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité normalisée en 2016 par année de mise en service des installations

Année de mise en service	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Nombre d'installations en RBC	315	300	423	435	120	147	1 740
Nombre d'installations analysées	229	248	338	341	91	109	1 356
% de l'échantillon total	73%	83%	80%	78%	76%	74%	78%
Nombre d'outliers	0	3	5	22	1	4	35
Outliers en % de l'analyse	0%	1%	1%	6%	1%	4%	3%

Les échantillons portant au minimum sur 73% des données pour chacune des années de mise en service analysées, ils sont considérés comme significativement représentatif. Il y a 3% d'outliers définis par l'analyse statistique.

6.2.3.2 Résultats

La Figure 30 nous permet d'approfondir l'analyse sur l'année de production 2016. Elle illustre la distribution des installations du parc PV en fonction de leur productivité pour les années de mise en service de 2010 à 2015.

L'analyse de la **médiane** permet de constater qu'entre 2010 et 2015, la productivité augmente passant d'une productivité médiane de 742 kWh/kWc pour les installations installées en 2010 à 830 kWh/kWc pour celles installées en 2015. Les installations de 2014 présentent une médiane de 783 kWh/kWc, soit une légère baisse dans la tendance qui peut s'expliquer en partie par un échantillon plus faible (91 établissements analysés).

Tableau 20 : productivité des installations en 2016, par année de MES (2010-2015)

Année de MES	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Moyenne
Moyenne simple	746	752	785	786	780	810	774
Moyenne pondérée	774	781	847	840	816	826	835
Total = 100	93	94	101	101	98	99	100

²⁴ 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.

²⁵ Les données de production pour les installations mises en service dans le courant 2016 ne couvrant pas une année entière, elles ne peuvent pas être analysées de manière pertinente.

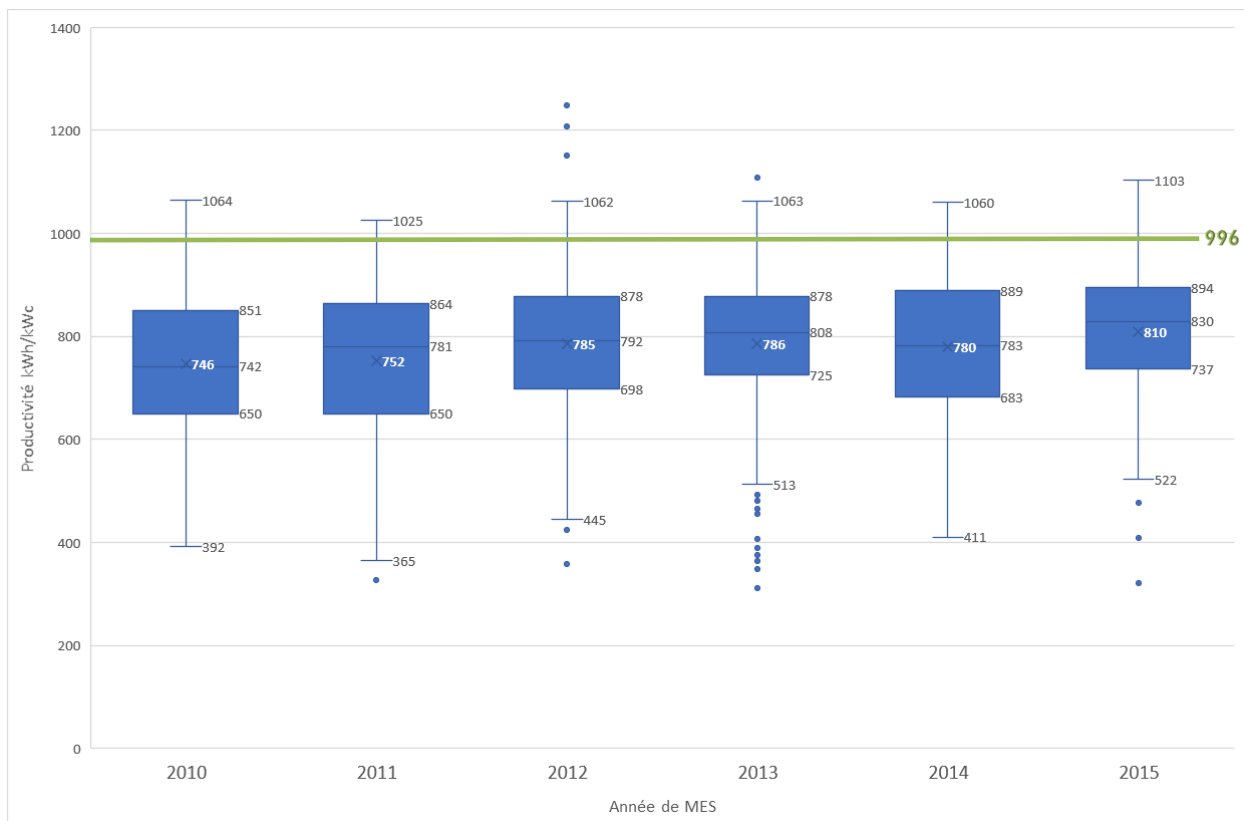


Figure 30 : Productivité normalisée des installations PV en RBC en 2016 ventilée par année de mise en service. La productivité de référence est indiquée par la barre verte (996 pour l'année 2016).

6.2.4 Analyse en fonction des catégories de puissance

6.2.4.1 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 2016. Les échantillons sont largement représentatifs (>69%). Les outliers ne représentent que 2% de l'échantillon analysé.

Tableau 21 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de la productivité normalisée en 2016 par catégorie de puissance des installations

Catégorie de puissance (kWc)	[0 – 5]	]5 – 10]	]10 – 100]	]100-1 000]	> 1 000	Total
Nombre d'installations fin 2015	2 862	378	213	87	9	3 549
Nombre d'installations analysées	2 068	260	156	75	9	2 568
% de l'échantillon total	72%	69%	73%	86%	100%	72%
Nombre d'outliers	31	1	8	3	0	43
Outliers en % de l'analyse	2%	0%	5%	4%	0%	2%

6.2.4.2 Résultats

La Figure 31 se concentre également sur les données de production normalisées de 2016. 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.

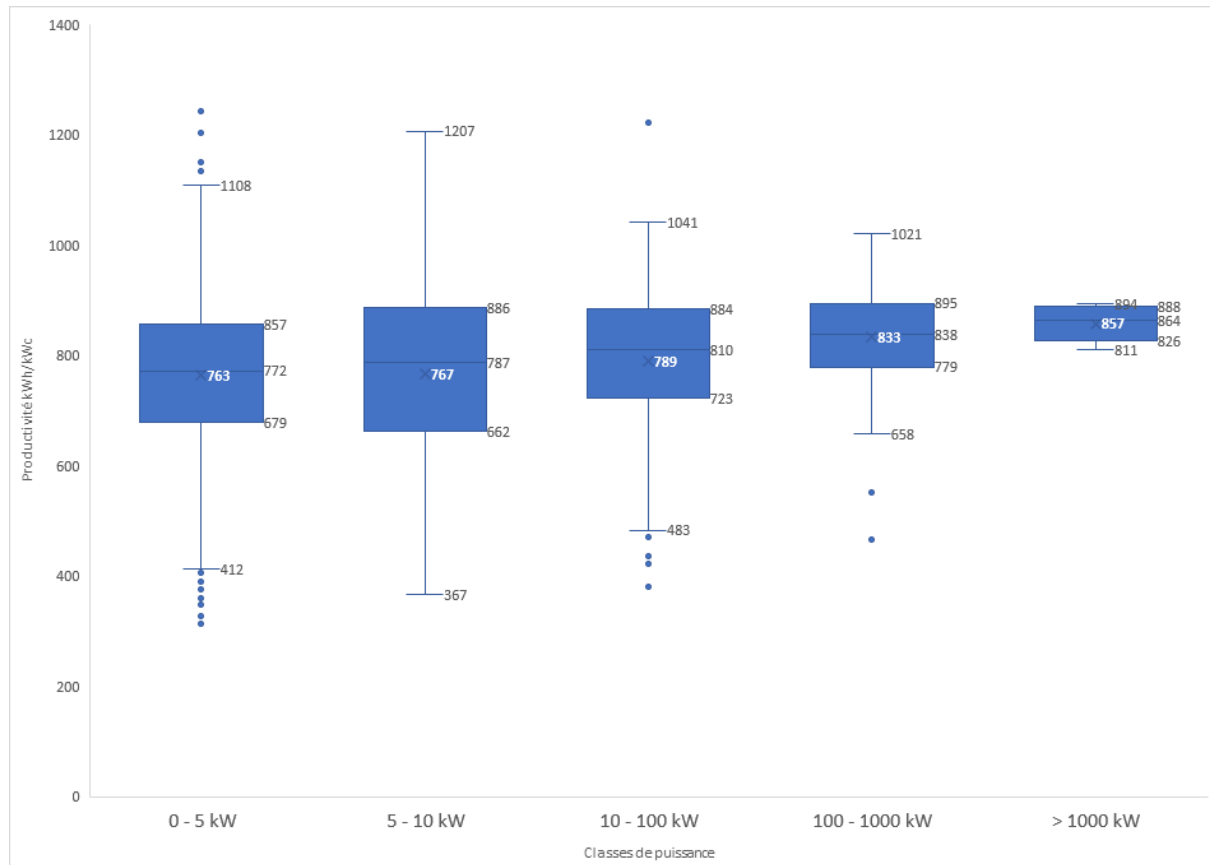


Figure 31 : Productivité normalisée des installations PV en 2016, ventilée par catégorie de puissance

Tableau 22 : productivité moyenne des installations en 2016, par classe de puissance

Classe de puissance (kWc)	[0-5]	]5-10]	]10-100]	]100-1 000]	> 1 000	Total
Moyenne simple	763	767	789	833	857	767
Moyenne pondérée	767	763	806	842	857	829
Total = 100	92	92	97	102	103	100

L'analyse de la **médiane** permet de constater que plus la puissance installée augmente, plus la productivité augmente, passant d'une installation médiane de 772 kWh/kWc pour les petites installations de 0-5 kW à 864 kWh/kWc pour les plus grandes installations d'une puissance supérieure à 1000 kWc. Attention toutefois que pour les toutes grandes installations (>1000 kWc), la taille de l'échantillon est relativement faible (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 (<5 kWc) est très dispersée, avec 50% des installations situées entre 679 et 857 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.

7 Autoconsommation et autosuffisance

Comme déjà expliqué précédemment, la particularité de la Région de Bruxelles Capitale est de disposer de compteurs électriques qui mesurent l'injection d'électricité sur le réseau issue de la production du PV et le prélèvement d'électricité du réseau par le consommateur final. L'objectif de cette section est de présenter les notions d'autoconsommation et d'autosuffisance et de définir les tendances d'évolution de ces indicateurs.

7.1 Définition des indicateurs

L'autoconsommation se définit comme étant la différence entre la production des panneaux PV et l'injection de cette production sur le réseau. La partie de la production qui n'est pas injectée sur le réseau est consommée sur place, il s'agit d'autoconsommation. Le taux d'autoconsommation est donc la part de l'électricité autoconsommée PV sur la production totale des panneaux PV.

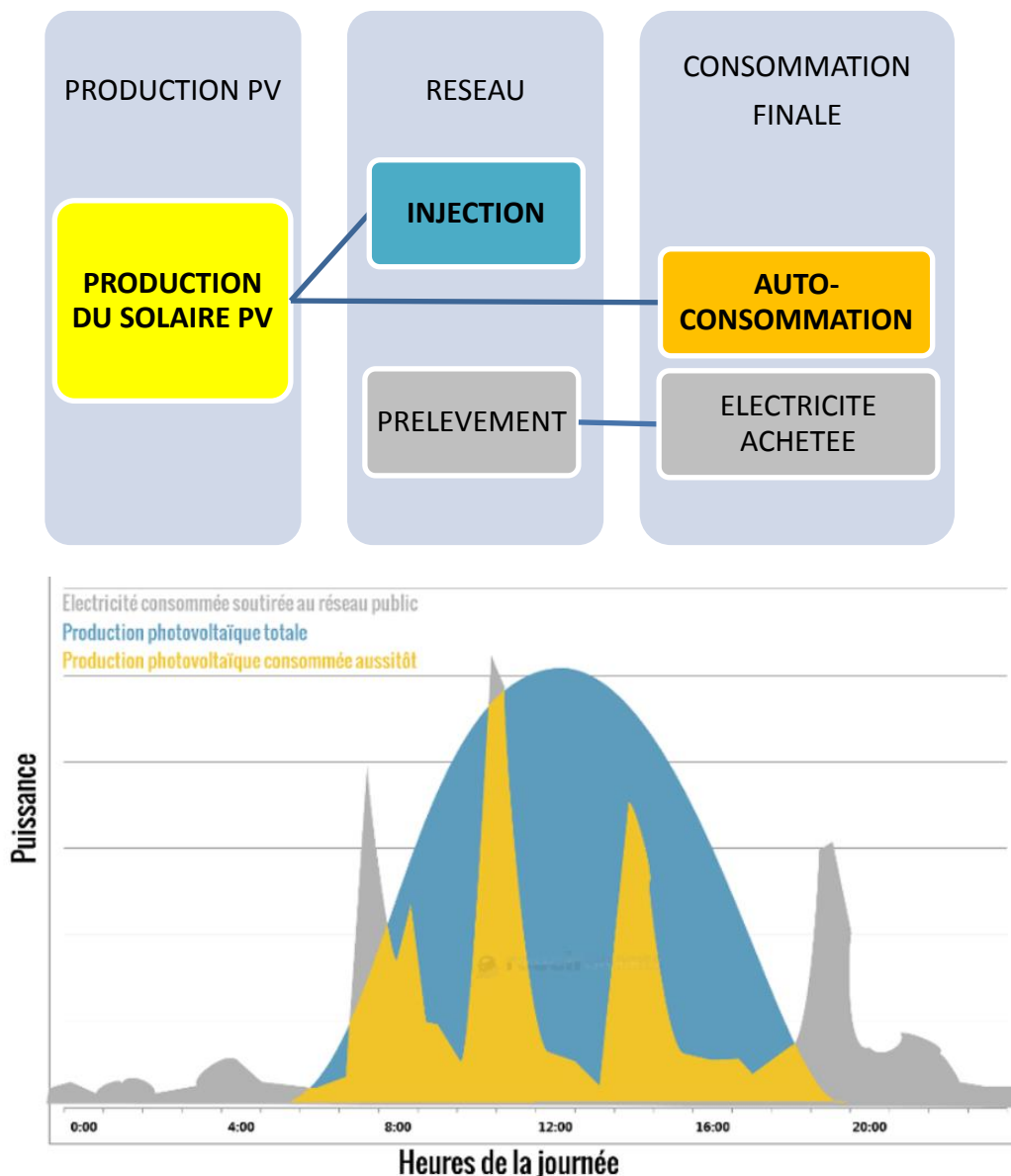


Figure 32 : Schéma d'explication de l'autoconsommation et de l'autosuffisance
Source : <http://www.rouchenergies.fr>

La consommation électrique finale du titulaire des panneaux est la somme de l'autoconsommation du PV et du prélèvement électrique sur le réseau. C'est deux données sont connues précisément en RBC.

L'autosuffisance se définit comme étant la part de l'électricité autoconsommée du PV sur la consommation totale d'électricité. Dans l'absolu, s'il n'y a pas de prélèvement électrique du réseau, le consommateur est autosuffisant avec sa production d'électricité PV.

Les données transmises par SIBELGA ne concernent que l'année de production 2014.

7.2 Résumé des faits marquants

47% des installations présentant un taux d'autoconsommation supérieur à 50%. La moyenne du parc est située à 55% d'autoconsommation.

Dans la consommation finale d'électricité des titulaires de PV, 1 kWh sur 5 est fourni par les panneaux.

7.3 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 Europe²⁶. Il convient par conséquent de suivre avec attention l'évolution du taux d'autoconsommation des installations photovoltaïques bruxelloises.

L'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.

Les résultats de cette analyse n'ont pas été mis à jour en 2016, nous invitons donc le lecteur à se référer au précédent rapport afin de trouver le détail de l'analyse.

Pour rappel, le constat en 2014 est que 53% des installations ont un taux d'autoconsommation inférieur ou égal à la classe d'autoconsommation²⁷ de 50%. Près de 12% ont un taux d'autoconsommation supérieur à 75% et 4% inférieur ou égal à 25%. Près de 6% des installations autoconsomment totalement l'électricité produite par les panneaux.

La moyenne globale de l'autoconsommation du parc PV bruxellois (Autoconsommation totale / Production totale) est estimée à 54,8%, pour l'année 2014.

²⁶ Voir notamment : European Commission, *Best practices on Renewable Energy Self-consumption*, SWD (2015) 141 final

²⁷ Les données ont été rassemblées par catégorie d'autoconsommation sur base de leur valeur arrondie (catégorie 50% = [47,5% – 52,5%])

7.4 Taux d'autosuffisance

Le calcul de l'indicateur porte sur les données de 2014 transmises par SIBELGA à BRUGEL et reprennent par compteur EAN les données d'injection de la production du PV sur le réseau et les données de prélèvement d'électricité du réseau.

7.4.1 Echantillon analysé

Le tableau ci-dessus reprend la taille de l'échantillon sur lequel l'analyse a été réalisée, sa représentativité et le nombre d'*outliers* identifiés. Afin de disposer de données de production couvrant l'entièreté de l'année, seules les installations pour lesquelles des relevés de production couvrant toute l'année 2014 sont prises en considération. Les installations sont donc *de facto* mises en service avant le 1^{er} janvier 2014.

Tableau 23 : Taille de l'échantillon pour l'analyse de l'autosuffisance du parc PV 2014 en RBC

Catégorie de puissance [kWc]	[0-5]	[5-10]	[10-100]	[100-1 000]	Total
Nombre d'installations fin 2014	2569	284	146	71	3070
Nombre d'installations analysées	2228	205	90	44	2567
% du nombre total d'installations	87%	72%	62%	62%	84%
Nombre d' <i>outliers</i>	143	15	10	4	172
<i>Outliers</i> en % de l'analyse	6%	7%	11%	9%	7%

Environ 84% des installations pourront être analysées, l'échantillon est donc représentatif du parc. Parmi les 503 installations rejetées, 376 ne disposent pas des données de production PV et 127 n'ont pas de données d'autoconsommation.

Le jeu de données restant compte 172 *outliers*, soit un peu moins de 7% de l'échantillon total analysé.

7.4.2 Résultats

L'autosuffisance moyenne en RBC est de 31%. Cette dernière est de 19% lorsqu'on la pondère par les consommations individuelles. Cela revient à dire qu'un cinquième de la consommation électrique des titulaires de panneaux provient de la production solaire PV.

Tableau 24 : Pourcentage d'autosuffisance des panneaux du parc PV 2014 en RBC

Classe de puissance (kWc)	[0-5]	[5-10]	[10-100]	[100-1 000]	Total
% du nombre d'installations	80,7%	10,5%	6,0%	2,5%	100%
Cons. Moy. par EAN (MWh/an)	5,8	11,3	216,4	1 800, 5	43,5
Moyenne simple	30,3%	37,4%	31,4%	33,2%	30,9%
Moyenne pondérée	25,3%	29,6%	14,7%	18,7%	19,0%

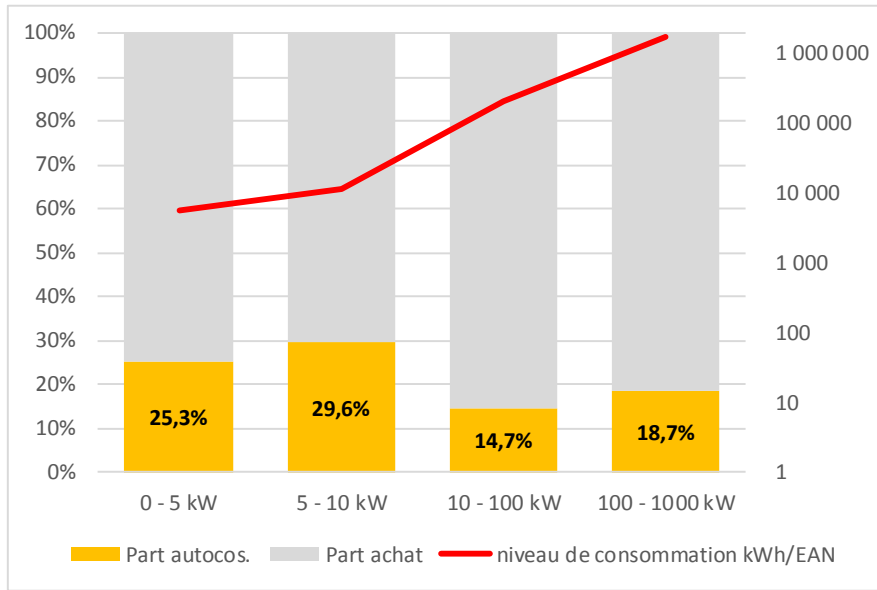


Figure 33 : part de l'autoconsommation dans la consommation finale d'électricité et niveau de consommation moyen par compteur (en kWh/an)

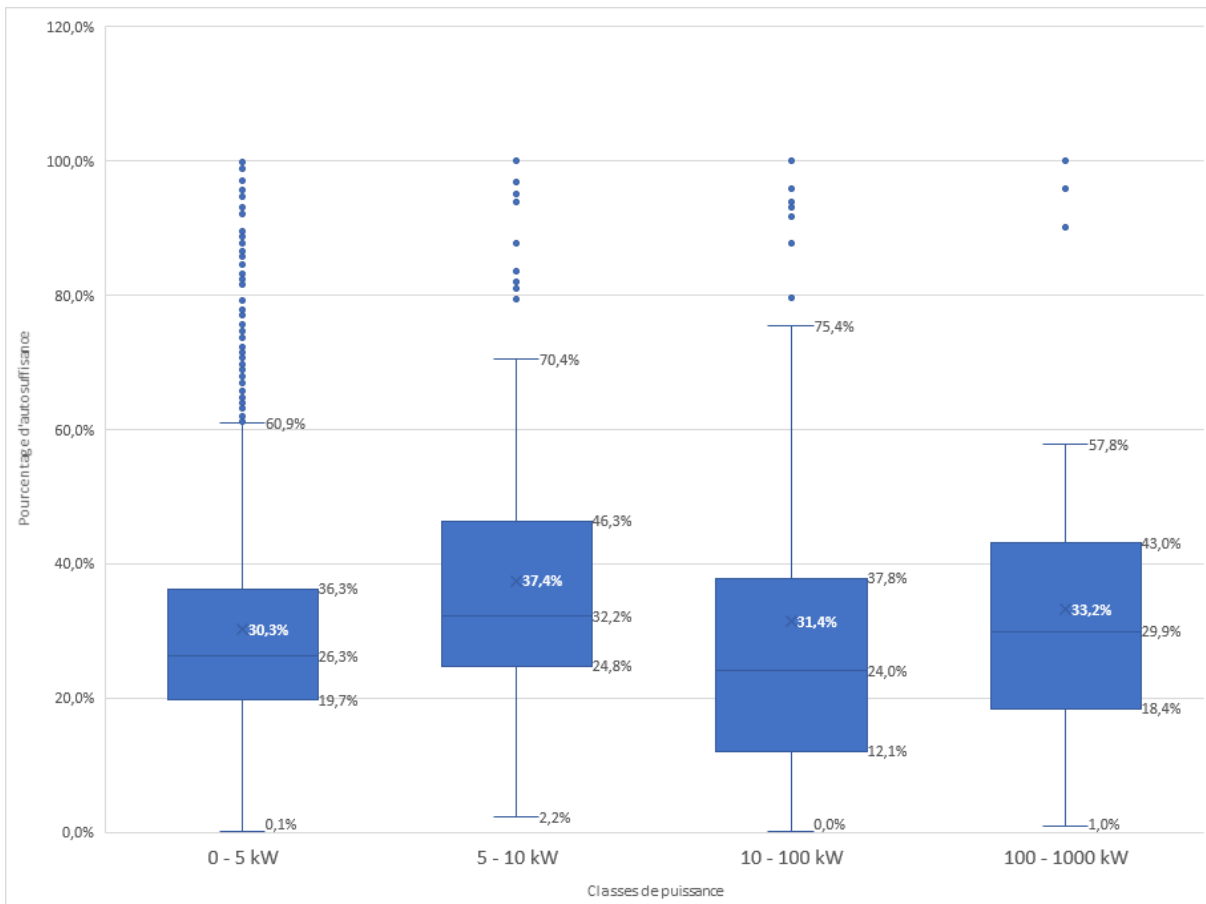


Figure 34 : Part de l'autosuffisance par catégorie de puissance – année 2014

8 Analyse communale du parc photovoltaïque

L'objectif de cette section est de présenter les données du parc photovoltaïque en Région de Bruxelles-Capitale au niveau communal (situation fin 2016). Elle détaille les informations présentées dans les autres parties du présent rapport au niveau communal, et plus particulièrement les tendances communales en matière de nombre d'installations, de puissance installée, de prix des installations et finalement de productivité des installations.

Les données communales sont présentées en annexe sous forme de tableaux chiffrés (cf. 10 Annexe : Tableaux chiffrés des données communales).

8.1 Résumé des faits marquants

Le nombre d'installations varie fortement d'une commune à l'autre, on observe notamment une grande disparité spatiale des installations sur le territoire régional pour la catégorie de puissance inférieure à 5 kWc.

Cette disparité est également observée si l'on analyse les plus grosses installations des entreprises publiques et privées. Cela s'explique notamment par des disparités en matière de politique communale et de répartition d'activité socio-économique sur le territoire.

Le prix des installations et leur productivité sont plus homogènes sur le territoire régional. Certaines exceptions notoires sont cependant à soulever comme notamment la commune d'Etterbeek qui présente un prix moyen d'environ 1000 €/kWc supérieur à la moyenne régionale ou la commune de Schaerbeek au sein de laquelle la productivité est nettement plus faible que la moyenne régionale.

8.2 Indicateurs présentés

Les indicateurs présentés sont calculés selon les mêmes règles et convention que précédemment. Pour obtenir un meilleur point de comparaison d'une commune à l'autre, le nombre d'installations et la puissance installée ont été divisés par le nombre total d'habitant. Les unités des indicateurs résultants étant donc le nombre d'installation/1000 habitants et la puissance installée/1000 habitants.

8.3 Echantillon analysé

Les données présentées ci-après n'ont fait l'objet d'aucun filtre particulier. Ce sont les données du parc total qui sont donc utilisées.

8.4 Résultats

8.4.1 Nombre d'installations

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.

En 2016, Bruxelles-Ville, Uccle et Woluwé-St-Pierre forment le trio de tête en nombre d'installations implantées dans la commune.

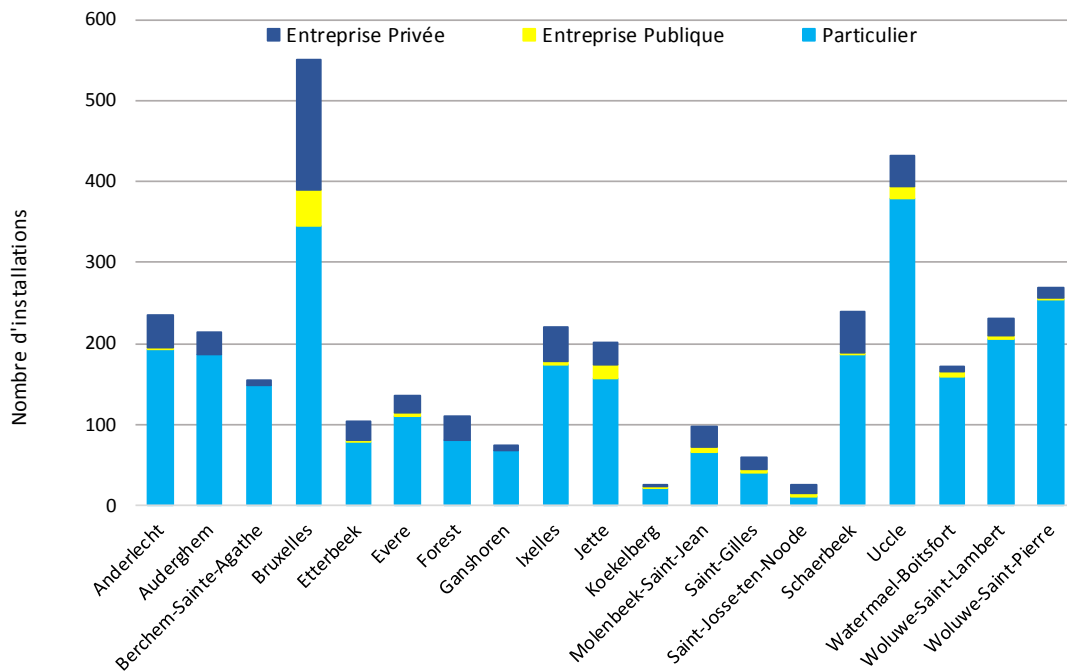


Figure 35 : Nombre d'installations du parc PV fin 2016 en RBC en fonction du type de titulaire et de la commune

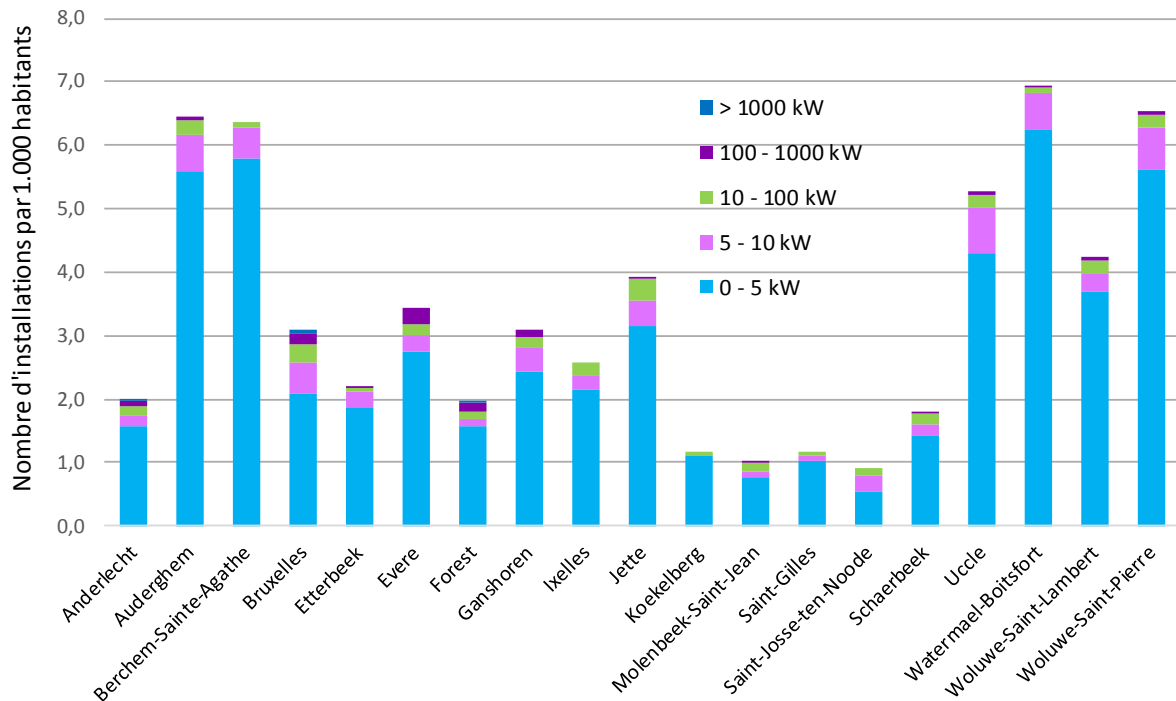


Figure 36 : Densité du nombre d'installations du parc PV fin 2016 en RBC par 1 000 habitants en fonction de la catégorie de puissance et de la commune

Comme le montre la figure 36, le croisement des données spécifiques aux installations photovoltaïques telles que le nombre d'installations avec des données de population communale 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 0,9 (Saint-Josse-ten-Noode) à 6,9 (Watermael-Boisfort).

8.4.2 Puissance installée

La figure 37 présente la répartition de la puissance installée du parc PV exprimée en % par type de titulaire au niveau communal. En termes de puissance, on constate que les entreprises privées sont majoritaires dans de nombreuses communes alors qu'en termes de nombre d'installations, elles sont souvent minoritaires. On constate à nouveau une forte disparité entre communes ; disparité à probablement mettre en relation avec la politique communale (Koekelberg) et la distribution des activités socio-économiques (densité des tissus industriels et résidentiels, cf. Anderlecht et Berchem-Sainte-Agathe).

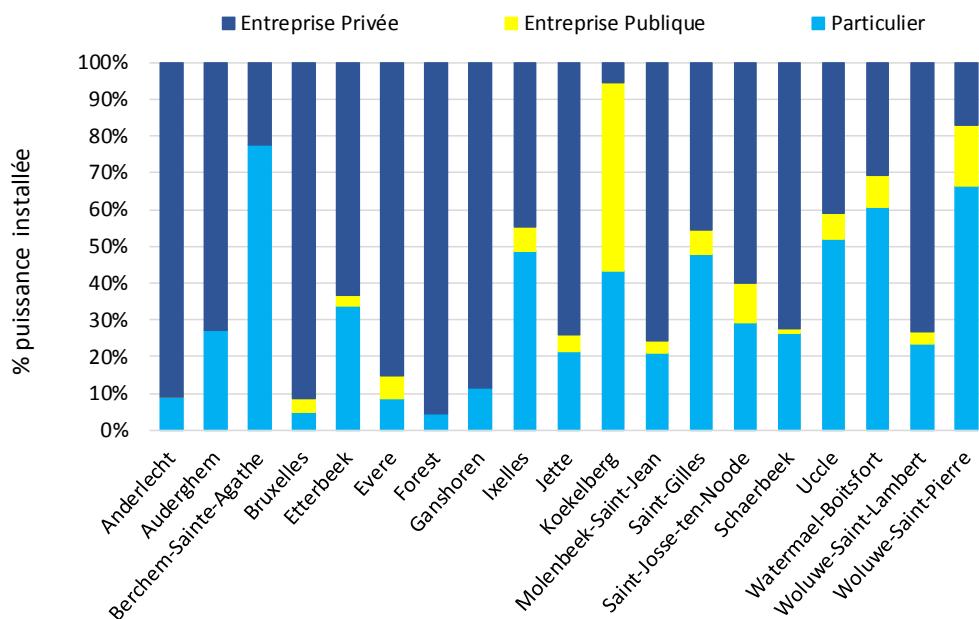


Figure 37 : Part de la puissance installée du parc PV fin 2016 en RBC en fonction du type de titulaire et de la commune

Le cas particulier de Koekelberg (grande proportion de puissance installée chez les entreprises publiques) peut s'expliquer par deux facteurs : d'une part, l'installation sur l'atelier communal d'une installation PV puissante et un nombre relativement faible d'autres installations chez les particuliers et les entreprises privées dans la commune d'autre part.

La figure ci-dessous classe les communes par ordre décroissant de l'indicateur (puissance par 1 000 habitants). La répartition est fort différente de celle du nombre d'installations par 1 000 habitants, l'impact des grandes puissances installées par les entreprises étant prépondérant par rapport aux petites installations des particuliers.

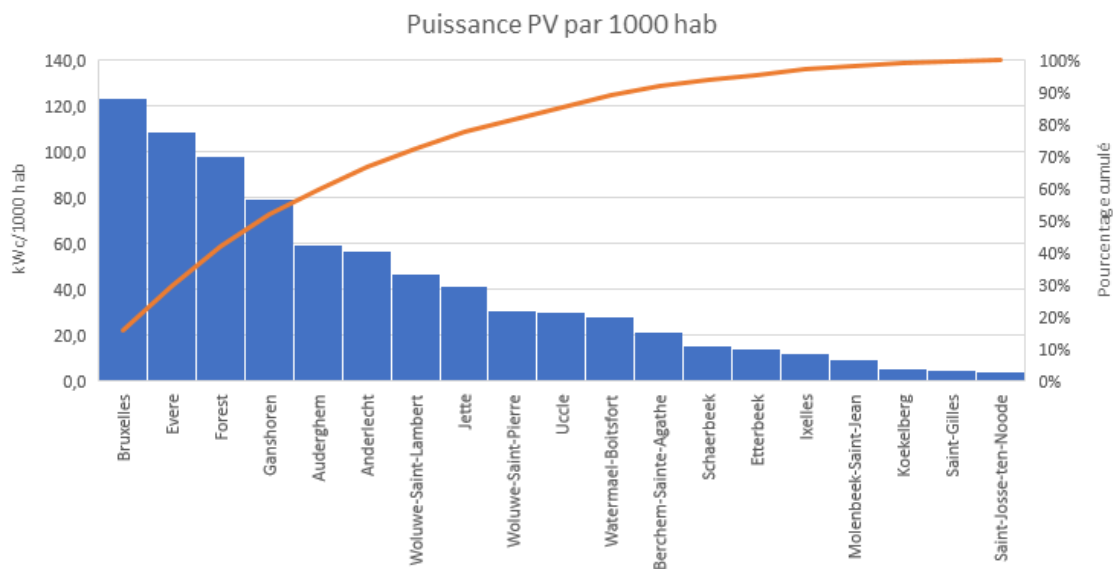


Figure 38 : Puissance installée du parc PV fin 2016 en RBC par 1000 habitants et par commune

8.4.3 Représentation communale

Le tableau suivant classe le top 5 des communes par nombre et puissance par 1 000 habitants.

	Nombre PV / 1 000 hab.	Puissance kWc/1 000 hab.
1	Watermael-Boitsfort	Bruxelles
2	Woluwe-Saint-Pierre	Evere
3	Auderghem	Forest
4	Berchem-Sainte-Agathe	Ganshoren
5	Uccle	Auderghem

Afin d'enrichir l'analyse du parc photovoltaïque en Région de Bruxelles – Capitale en 2016, 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 d'une part le nombre d'installations PV et ce nombre divisé par la population du territoire communal (Figure 39) et d'autre part la puissance installée et cette puissance divisée par la population du territoire communal (Figure 40).

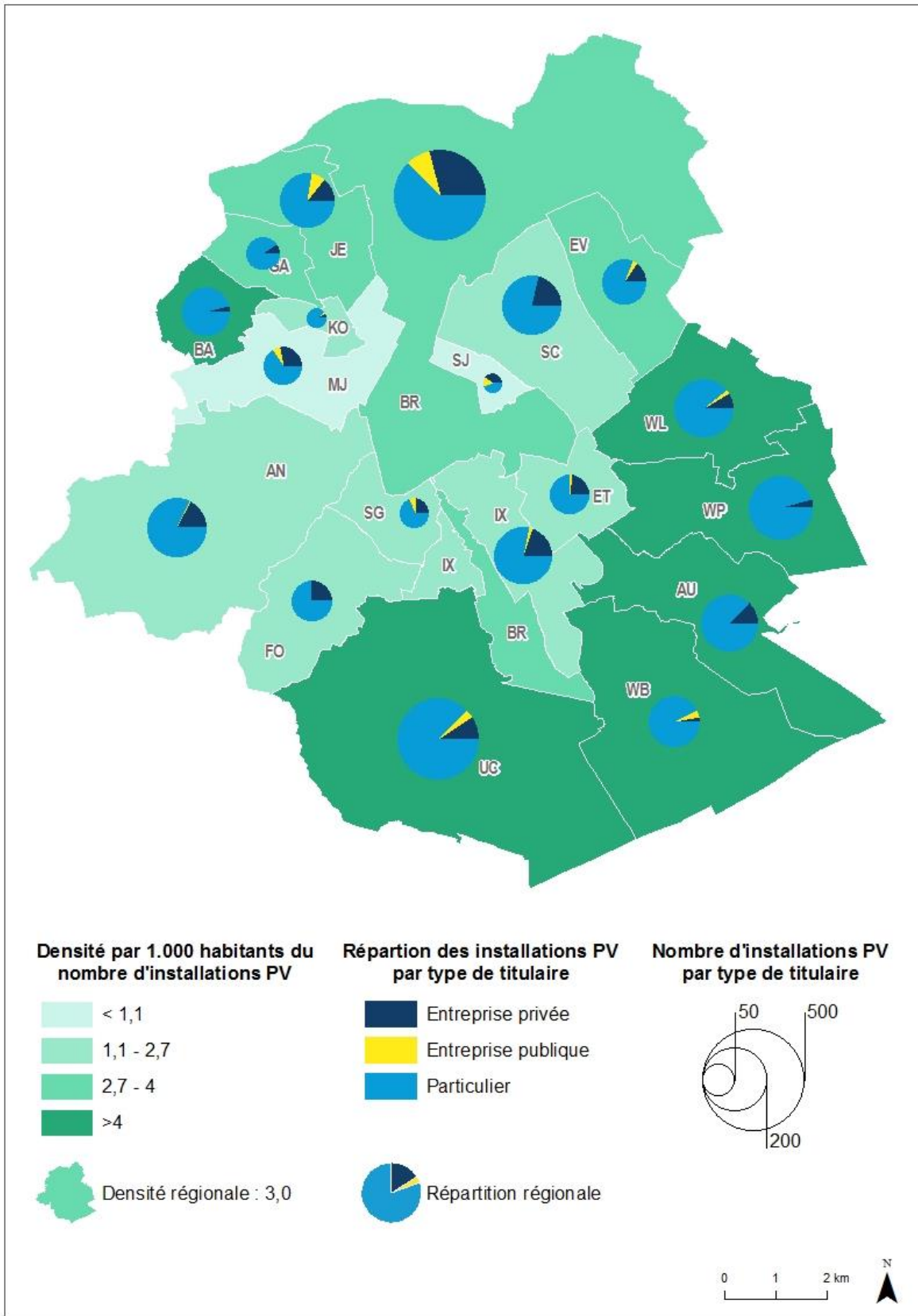


Figure 39 : Carte 1- Nombre d'installations PV et densité par 1.000 habitants en RBC

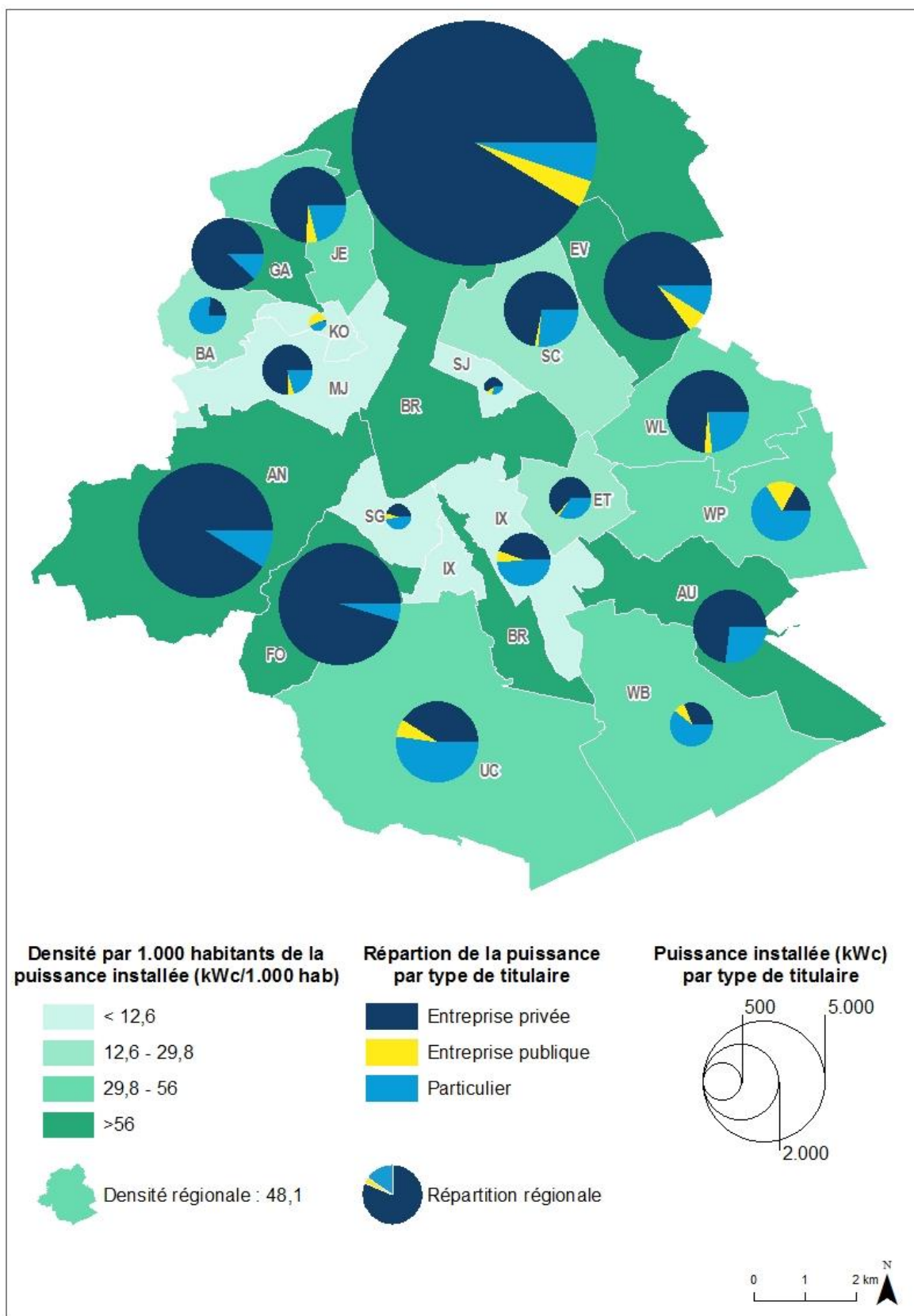


Figure 40 : Carte 2 - Puissance installée et densité par 1.000 habitants en RBC

8.4.4 Prix des installations par commune

Le prix moyen des installations en RBC est de 2 751 €/kWc. La répartition du prix des installations par commune présente une relative homogénéité, à la relative exception d'Etterbeek qui présente un prix moyen d'environ 1 000 €/kWc supérieur à la moyenne régionale.

L'analyse des figure 35 et figure 37 ne permet pas de mettre en avant une particularité de la commune en termes de classe de puissances ou de titulaire des installations.

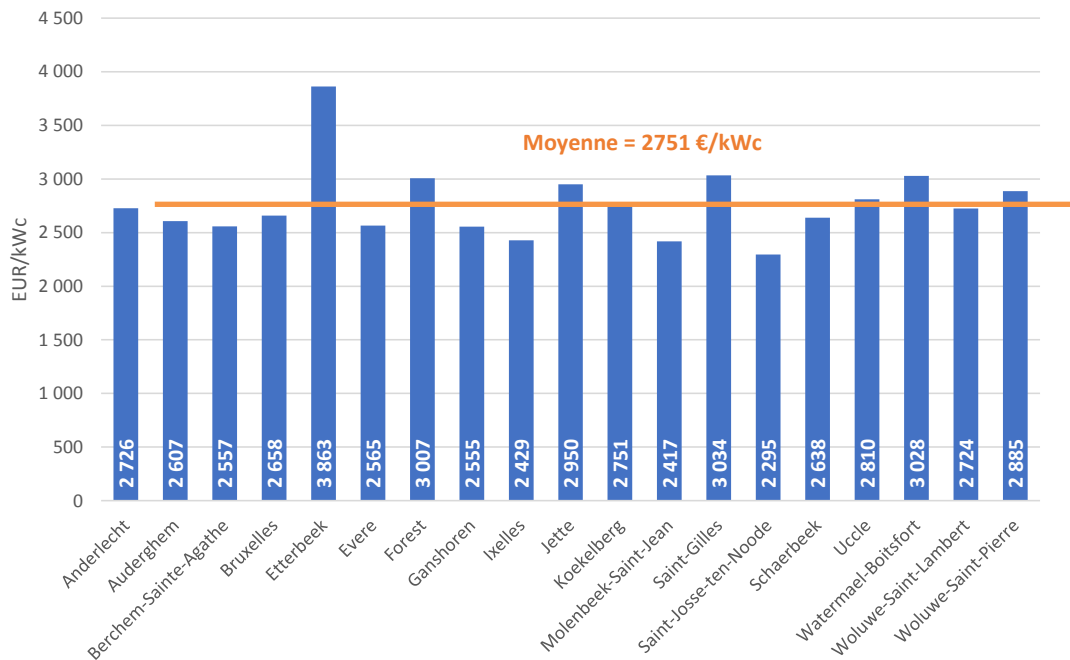


Figure 41 : Prix [€/kWc] des installations du parc PV fin 2016 en RBC en fonction de la commune

8.4.5 Productivité des installations par commune

La productivité moyenne en 2016 en RBC est de 767 kWh/kWc. Lorsqu'on ramène cette productivité par commune, indépendamment du type de titulaire ou de catégorie de puissance, on observe peu de variabilité d'une commune à l'autre, à l'exception de Schaerbeek qui présente la productivité la plus basse.

L'analyse des figure 35 et figure 37 ne permet pas de mettre en avant une particularité de la commune en termes de classe de puissances ou de titulaire des installations. L'explication sera à rechercher dans des données non disponibles actuellement comme l'orientation, l'inclinaison ou l'ombrage des installations.

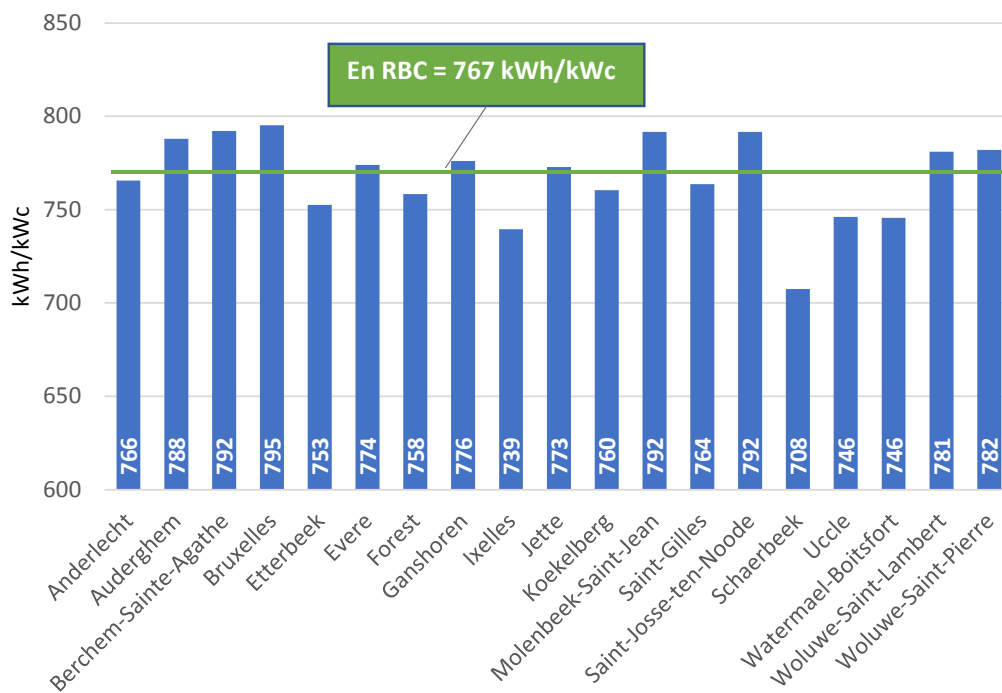


Figure 42 : Productivité [kWh/kWc] des installations du parc PV fin 2016 en RBC en fonction de la commune

* *
*

9 Glossaire

MES : mise en service (année de l'installation des panneaux)

kEUR : kiloeuros ou milliers d'euros

kWc : kilowatt crête, puissance maximale des panneaux

PV : photovoltaïque

BRUGEL : régulateur bruxellois pour les marchés du gaz et de l'électricité

SIBELGA : gestionnaire des réseaux gaz et électricité à Bruxelles

RBC : Région de Bruxelles-Capitale

]5-10] : Un crochet tourné vers l'intérieur indique un intervalle fermé (la valeur est donc prise en compte) et un crochet tourné vers l'extérieur indique un intervalle ouvert (la valeur n'est pas incluse dans l'intervalle)

Entreprise privée : Etablissement appartenant à une entreprise privée tel que commerce, bureaux privé, banques, assurance, hôpitaux privé, enseignement libre...

Entreprise publique : bâtiment appartenant à une institution publique tel que : administration, enseignement communal, ateliers communaux. ;

Particulier : une personne physique qui a installé des panneaux pour son usage personnel, sur son logement.

Abréviation des communes de la RBC

AN	Anderlecht
AU	Auderghem
BA	Berchem-Sainte-Agathe
BR	Bruxelles
ET	Etterbeek
EV	Evere
FO	Forest
GA	Ganshoren
IX	Ixelles
JE	Jette
KO	Koekelberg
MJ	Molenbeek-Saint-Jean
SG	Saint-Gilles
SJ	Saint-Josse-ten-Noode
SC	Schaerbeek
UC	Uccle
WB	Watermael-Boitsfort
WL	Woluwe-Saint-Lambert
WP	Woluwe-Saint-Pierre

I0 Annexe : Tableaux chiffrés des données communales

I0.I Tableau A : Nombre d'installations PV par titulaire (2015-2016)

Commune (2015)	Nombre d'habitants ²⁸	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

Commune (2016)	Nombre d'habitants ²⁹	Nombre d'installations PV suivant le type de titulaire			
		Particulier	Entreprise Publique	Entreprise Privée	Total
Anderlecht	117 412	192	3	40	235
Auderghem	33 161	186		28	214
Berchem-Sainte-Agathe	24 224	148		6	154
Bruxelles	178 552	345	45	160	550
Etterbeek	47 180	78	2	24	104
Evere	39 556	110	5	21	136
Forest	55 613	81		28	109
Ganshoren	24 269	68		7	75
Ixelles	85 541	173	4	44	221
Jette	51 426	156	17	29	202
Koekelberg	21 638	22	1	2	25
Molenbeek-Saint-Jean	96 586	65	6	27	98
Saint-Gilles	50 659	41	4	14	59
Saint-Josse-ten-Noode	27 402	11	4	10	25
Schaerbeek	132 590	187	1	51	239
Uccle	81 944	378	16	39	433
Watermael-Boitsfort	24 619	158	8	5	171
Woluwe-Saint-Lambert	54 311	206	4	20	230
Woluwe-Saint-Pierre	41 207	255	2	12	269
Total général	1 187 890	2 860	122	567	3 549

²⁸ Source : SPF Economie (Population de droit par commune au 1 janvier 2015)

²⁹ Source : SPF Economie (Population de droit par commune au 1 janvier 2016)

I0.2 Tableau B : Puissance installée par commune par titulaire (2015-2016)

Commune (2015)	Nombre d'habitants	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

Commune (2016)	Nombre d'habitants	Puissance installée suivant le type de titulaire (en kWc)			
		Particulier	Entreprise Publique	Entreprise Privée	Total
Anderlecht	117 412	600	7	6 071	6 677
Auderghem	33 161	532		1 431	1 963
Berchem-Sainte-Agathe	24 224	404		116	520
Bruxelles	178 552	1 120	786	20 160	22 066
Etterbeek	47 180	221	17	413	651
Evere	39 556	377	262	3 662	4 301
Forest	55 613	243		5 188	5 432
Ganshoren	24 269	221		1 705	1 926
Ixelles	85 541	513	70	474	1 057
Jette	51 426	454	98	1 572	2 124
Koekelberg	21 638	53	63	6	123
Molenbeek-Saint-Jean	96 586	194	31	702	927
Saint-Gilles	50 659	114	16	109	239
Saint-Josse-ten-Noode	27 402	34	13	69	116
Schaerbeek	132 590	543	24	1 484	2 051
Uccle	81 944	1 299	169	1 021	2 489
Watermael-Boitsfort	24 619	424	60	215	698
Woluwe-Saint-Lambert	54 311	592	79	1 851	2 522
Woluwe-Saint-Pierre	41 207	841	208	218	1 267
Total général	1 187 890	8 778	1 904	46 467	57 149