

ALLEMAGNE : TROIS CONTRE-VÉRITÉS SUR LA SORTIE DU NUCLÉAIRE

Bernard Laponche – Global Chance – 14 février 2020.

*

***“Je ne vois pas comment tu peux exercer une démocratie
quelconque si tu n’arrives pas à te mettre d’accord sur un
minimum de faits”***

Benjamin Dessus, 10 avril 2019

*

Table des matières

RÉSUMÉ.....	2
INTRODUCTION.....	2
1. DE LA CONSOMMATION FINALE À LA PRODUCTION BRUTE D’ÉLECTRICITÉ.....	3
1.1 LES ÉTAPES DE LA DEMANDE À L’OFFRE D’ÉLECTRICITÉ.....	3
1.2 LES POSTES INTERMÉDIAIRES.....	3
1.3 LES ÉCHANGES D’ÉLECTRICITÉ.....	4
1.4 LA CONSOMMATION FINALE D’ÉLECTRICITÉ.....	5
1.5 LE BILAN OFFRE-DEMANDE.....	7
2. LA PRODUCTION D’ÉLECTRICITÉ PAR SOURCE.....	8
2.1 PRODUCTION D’ÉLECTRICITÉ PAR GRANDE FILIÈRE.....	8
2. PRODUCTION D’ÉLECTRICITÉ PAR SOURCE RENOUVELABLE.....	9
3. LES ÉMISSIONS DES GAZ À EFFET DE SERRE DE LA PRODUCTION D’ÉLECTRICITÉ.....	10
CONCLUSION.....	12
ANNEXE.....	13
A1. CENTRALES ET RÉACTEURS NUCLÉAIRES EN 2017.....	13
A2. PROGRAMME D’ARRÊT DÉFINITIF DES RÉACTEURS ÉLECTRONUCLÉAIRES.....	13
A3. EMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE LA PRODUCTION D’ÉLECTRICITÉ.....	14

*

RÉSUMÉ

Depuis plusieurs années, on entend trois affirmations selon lesquelles la décision prise par l'Allemagne en 2000 de « sortir du nucléaire » a entraîné pour ce pays :

- Une augmentation de la production d'électricité à partir du charbon.*
- Une augmentation des émissions de CO₂ de la production d'électricité en Allemagne.*
- La nécessité pour l'Allemagne d'importer de l'électricité de la France, principalement d'origine nucléaire.*

Cet article, sur la base des données EUROSTAT, présente l'évolution de la consommation et de la production d'électricité en Allemagne de 1990 à 2018, avec une particulière attention portée à la période 2000-2018.

On constate tout d'abord que, sur la période 1991-2018, si la consommation énergétique finale totale par habitant a augmenté de 9%, la consommation par habitant des ménages a baissé de 11%, ce qui témoigne d'un effort important d'efficacité dans les usages de l'électricité dans le secteur résidentiel.

En ce qui concerne la production d'électricité, on constate que, sur la période 2000-2018, la baisse de la production d'origine nucléaire, de 94 milliards de kWh (TWh) a été largement compensée par l'augmentation de la production d'origine renouvelable, essentiellement par l'éolien et le photovoltaïque, de 191 TWh. Dans le même temps, la production d'origine fossile (charbon, lignite, gaz essentiellement) a diminué de 33 TWh.

Sur cette même période les émissions de gaz à effet de serre de la production électrique ont diminué de 16%.

Par ailleurs, l'Allemagne n'a pas eu à dépendre d'importations d'électricité de la France. Au contraire, ses exportations nettes vers la France ont toujours été positives sauf en 2011, année de l'arrêt de huit réacteurs électronucléaires après l'accident de Fukushima.

Ces résultats mettent sérieusement en cause les informations régulièrement propagées :

- Non, la production d'électricité à partir du charbon et du lignite n'a pas augmenté en Allemagne du fait de la sortie du nucléaire, au contraire, elle a décliné, tout comme la production à partir de l'ensemble des combustibles fossiles.*
- Oui, la production d'origine renouvelable a plus que compensé, et de loin, la baisse de la production d'origine nucléaire.*
- Non, l'Allemagne n'a pas été importateur net d'électricité de la France. Bien au contraire, les échanges d'électricité se font en sa faveur depuis 2013.*

INTRODUCTION

Depuis la décision prise en Allemagne en 2000¹ de « sortir du nucléaire », une opinion générale s'est répandue en France et fait florès encore aujourd'hui dans les milieux officiels et les médias, comme chez la plupart des citoyens, sur les conséquences qui en ont résulté.

Cette opinion, très particulière à notre pays, se traduit par deux affirmations péremptoires : la baisse de la production d'électricité d'origine nucléaire a entraîné une augmentation de la production à partir du charbon et du lignite, et donc une augmentation des émissions de gaz à effet de serre, essentiellement CO₂, par la production d'électricité en Allemagne et, accessoirement, l'obligation pour l'Allemagne d'importer de l'électricité de la France.

¹ La décision a été prise en 2000 et son application s'est accélérée en 2011 en suite à l'accident de Fukushima.

Il est donc temps de vérifier la véracité de ces assertions profondément ancrées dans la doxa française. C'est l'objet de cette note qui présente l'évolution de la consommation et de la production d'électricité en Allemagne depuis 1990, avec une attention particulière portée à la période 2000-2018 de la décroissance programmée de la production d'origine nucléaire.

1. DE LA CONSOMMATION FINALE À LA PRODUCTION BRUTE D'ÉLECTRICITÉ

Les données statistiques utilisées dans cette note proviennent, sauf mention contraire, de la base de données EUROSTAT. Ce choix est dicté par l'accès libre de cette base et aussi parce qu'elle permet des comparaisons internationales car les données de chaque pays de l'Union Européenne y sont traitées de la même façon.

Nous présentons dans cette première partie les différentes étapes allant de la consommation finale à la production brute d'électricité.

1.1 Les étapes de la demande à l'offre d'électricité

La consommation finale

La consommation finale est la quantité d'électricité consommée par l'ensemble des consommateurs finals d'électricité hors secteur de l'énergie : l'industrie, les transports, les ménages (secteur résidentiel), les activités tertiaires, l'agriculture et la pêche).

Le passage de la consommation finale à la production brute d'électricité se fait en plusieurs étapes :

La consommation intérieure

La consommation intérieure est la quantité d'électricité consommée par l'ensemble des consommateurs intérieurs au pays. Elle est égale à la somme de la consommation finale et de la **consommation des entreprises du secteur de l'énergie** (pétrole, gaz, charbon, renouvelables), hors secteur électrique.

Le disponible pour la consommation intérieure

Le disponible pour la consommation intérieure est la quantité d'électricité mise à la disposition de l'ensemble des consommateurs du pays. Cette quantité est obtenue en ajoutant à la consommation intérieure les **pertes de transport et distribution de l'électricité** sur le réseau de transport et distribution de l'électricité (essentiellement par effet joule).

La production nette

La production nette est obtenue en ajoutant à la disponibilité pour la consommation intérieure l'exportation nette d'électricité (exportation – importation) et la consommation du pompage pour le stockage hydraulique de l'électricité.

La production brute

La production brute est obtenue en ajoutant à la production nette l'autoconsommation du secteur électrique.

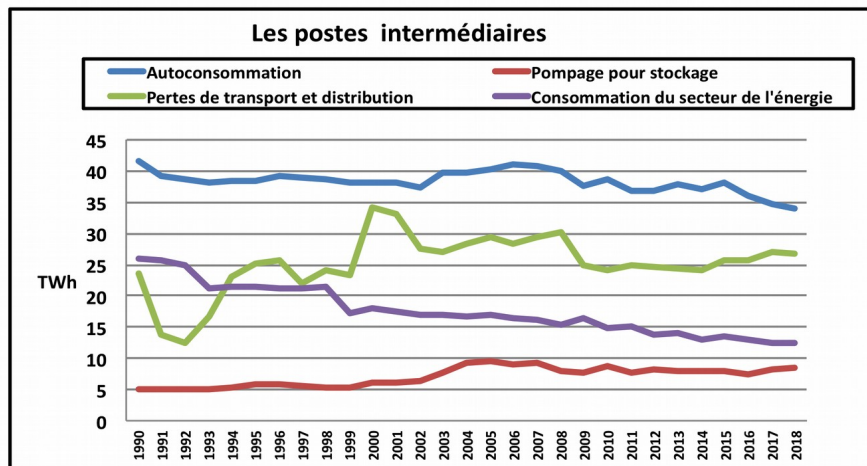
Remarque

Nous procédons ici par une progression à partir de la consommation finale. On peut aussi procéder de façon inverse en partant de la production brute et en effectuant les mêmes opérations dans l'autre sens : à partir de la production et de la production nette, l'une et l'autre mesurées sur chaque équipement de production d'électricité, auto-producteurs compris. Du point de vue statistique la valeur de l'autoconsommation utilisée est la différence entre la production brute et la production nette.

1.2 Les postes intermédiaires

La figure 1 montre l'évolution des quatre « postes intermédiaires » qui interviennent dans ces différentes étapes : consommation du secteur de l'énergie, hors secteur électrique; pertes sur les réseaux de transport et distribution de l'électricité; consommation du pompage pour stockage hydraulique; autoconsommation de la production d'électricité.

Figure 1



On note la baisse de l'autoconsommation, essentiellement due à la baisse de la production d'origine nucléaire, ainsi que celle du secteur de l'énergie, et, d'autre part, la modeste augmentation de la consommation du pompage pour stockage. Les fortes évolutions des pertes de transport et distribution paraissent curieuses (et non expliquées).

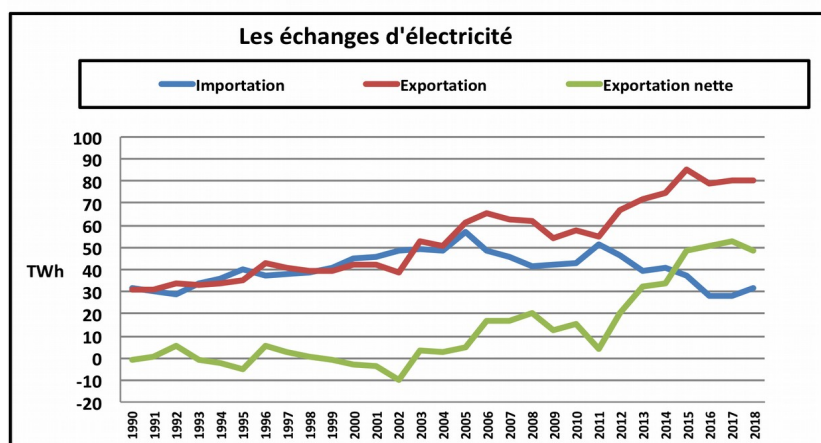
1.3 Les échanges d'électricité

Le tableau 1 et la figure 2 présentent les échanges d'électricité : importation, exportation, exportation nette.

Tableau 1 – Importation, exportation, exportation nette

TWh	1990	2000	2005	2011	2017	2018
Importation	31	40,4	56,9	51	27,8	31,7
Exportation	30,7	42,7	61,4	54,8	80,3	80,5
Exportation nette	-0,3	2,3	4,6	3,8	52,5	48,7

Figure 2



De 1990 à 2005, importation et exportation augmentent, à peu près au même rythme, de 30 TWh à 61 TWh avec une alternance d'exportation nette positive ou négative selon les années. A partir de 2005 (57 TWh) l'importation diminue (42 TWh en 2008), puis remonte à 51 TWh en 2011 pour décroître ensuite jusqu'à 28 TWh en 2017 et 32 TWh en 2018.

L'exportation augmente jusqu'en 2006 (baisse ponctuelle en 2002), décroît en 2011, année de l'arrêt définitif de neuf réacteurs nucléaires, pour remonter ensuite et atteindre le record de 81 TWh en 2018.

L'exportation nette augmente nettement à partir de 2011 pour atteindre 49 TWh en 2018.

L'exportation nette d'électricité vers la France

Les valeurs des exportations nettes de l'Allemagne vers la France proviennent de la base de données de RTE (« Réseau de transport de l'électricité » en France), de 2006 à 2014.

Depuis 2015, RTE n'a publié que les échanges de la France avec l'ensemble des autres pays de la zone CWE (Allemagne, Autriche, Belgique, France, Luxembourg, Pays-Bas).

Pour les années suivantes, à l'exception de 2015, les données proviennent de l'organisme allemand AGORA qui les a publiées pour les années 2016, 2017 et 2018.

Figure 3

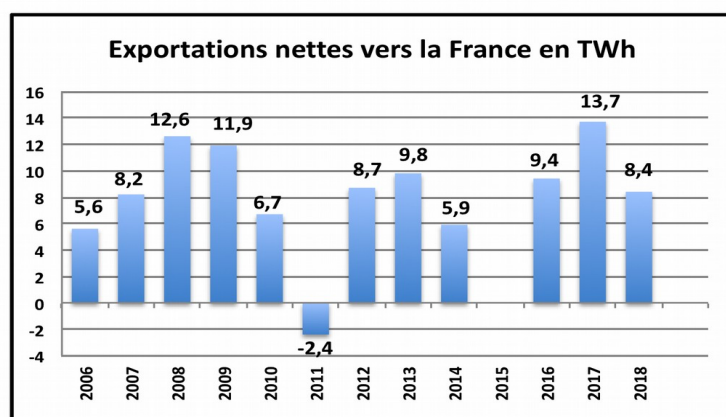


Tableau 2 – Exportations nettes d'électricité vers la France

Exportation nette RTE	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
TWh	5,6	8,2	12,6	11,9	6,7	-2,4	8,7	9,8	5,9
Exportation nette AGORA	2016	2017	2018						

TWh	9,4	13,7	8,9					
------------	-----	------	-----	--	--	--	--	--

L'échange d'électricité avec la France est toujours au bénéfice de l'Allemagne sur la période 2006-2018, sauf pour l'année 2011 dont le caractère est très particulier (arrêt de huit réacteurs électronucléaires en Allemagne).

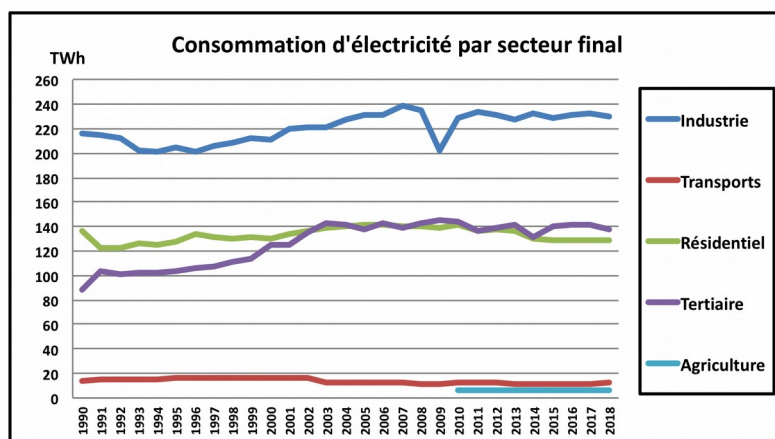
Figure 3

1.4 La consommation finale d'électricité

La consommation finale par secteur

Les évolutions des consommations finales des différents secteurs d'activité (hors secteur de l'énergie), sont présentées dans la figure 4 et le tableau 3.

Figure 4



Note : Jusqu'en 2010, la consommation d'électricité de l'agriculture est prise en compte dans celle du secteur tertiaire

Tableau 3 – Consommation d'électricité des secteurs finals

TWh	1990	2000	2008	2009	2010	2018
Industrie	216,5	211,6	235	202	228,5	230,5
Transports	13,7	15,9	11,1	11,6	12,1	12,1
Résidentiel	137,1	130,6	139,6	139,3	141,8	128,3
Tertiaire	87,9	125,5	142,7	145,2	144,4	137,1
Agriculture	0	0	0	0	5,9	5,9
TOTAL	455,1	483,6	528,4	498,2	532,7	513,9
TWh	1990-2000	2000-2010	2000-2018	2010-2018		
Industrie	-4,9	16,9	18,9	2		
Transports	2,2	-3,8	-3,8	0		
Résidentiel	-6,5	11,2	-2,3	-13,5		
Tertiaire	37,6	18,9	11,6	-7,3		
Agriculture	0	5,9	5,9	0		
TOTAL	28,5	49,1	30,3	-18,8		

Le secteur de l'industrie reste le premier consommateur tout au long de la période de 1990 (47,5%) à 2018 (45%), avec la chute brutale en 2009 du fait de la crise financière et économique, devant les secteurs du résidentiel (30%, 25%) et tertiaire (19%, 27%). Si la consommation de l'ensemble « résidentiel et tertiaire », donc celle dans les bâtiments non industriels reste dominante (49%, 52%), la consommation du résidentiel, donc des ménages, après une augmentation faible mais régulière de 1990 à 2010 décroît nettement de 2010 (142 TWh) à 2018 (128 TWh), et celle du tertiaire, après une forte augmentation de 1990 (88 TWh) à 2010 (144 TWh), décroît également fortement à 137 TWh en 2018.

La consommation finale par habitant

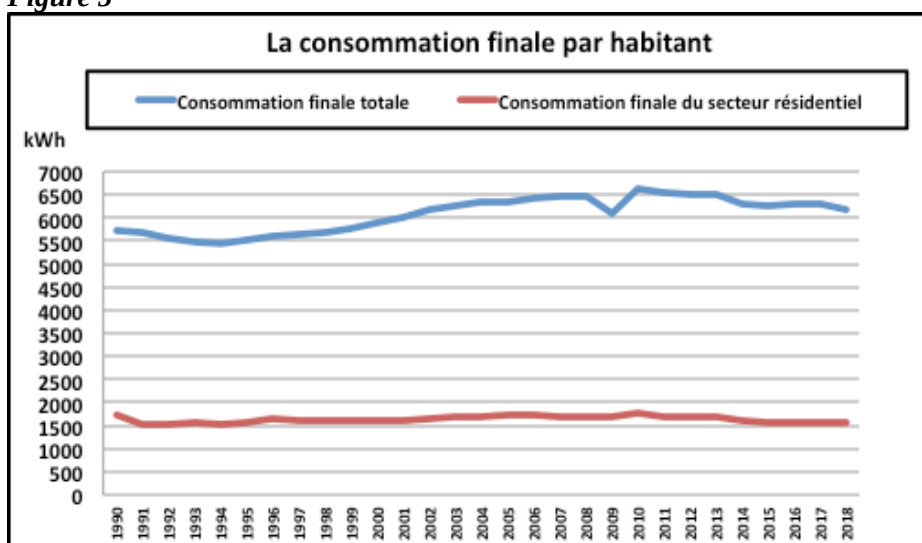
La figure 5 indique la consommation finale totale par habitant et la consommation finale par habitant dans le secteur résidentiel (consommation des ménages).

La population de l'Allemagne augmente de 79,75 millions en 1990 à 83,02 millions en 2018.

La consommation finale totale par habitant augmente de 5706 kWh en 1990 à 6640 kWh en 2010 pour décroître ensuite à 6190 kWh en 2018.

La consommation finale par habitant du secteur résidentiel (consommation directe des ménages) décroît de 1990 (1718 kWh) à 1991(1523 kWh), augmente ensuite à 1768 kWh en 2010 et décroît à 1566 kWh en 2018, soit au niveau de 1991 (1523 kWh), ce qui est une performance remarquable, résultat des efforts d'efficacité dans la consommation d'électricité des ménages depuis une vingtaine d'années.

Figure 5



1.5 Le bilan offre-demande

La figure 6 et le tableau 4 présentent les évolutions des productions brute et nette et la consommation finale d'électricité de 1990 à 2018.

Figure 6

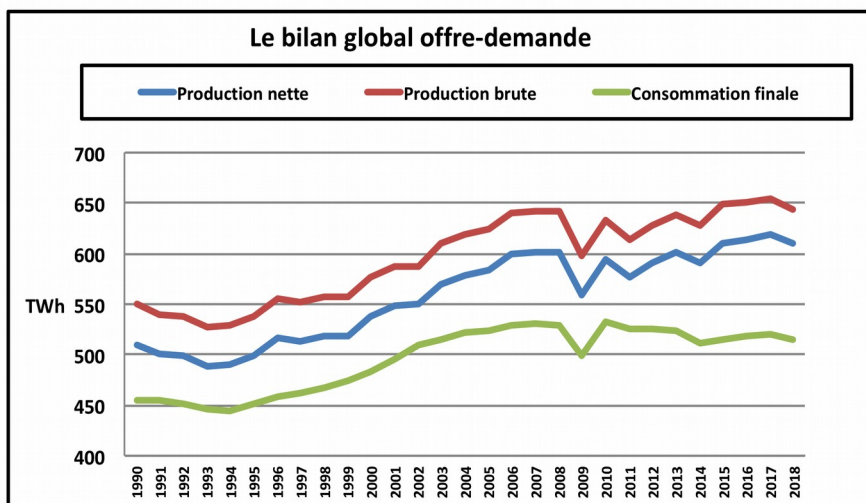


Tableau 4: Consommation finale, production nette et production brute d'électricité.

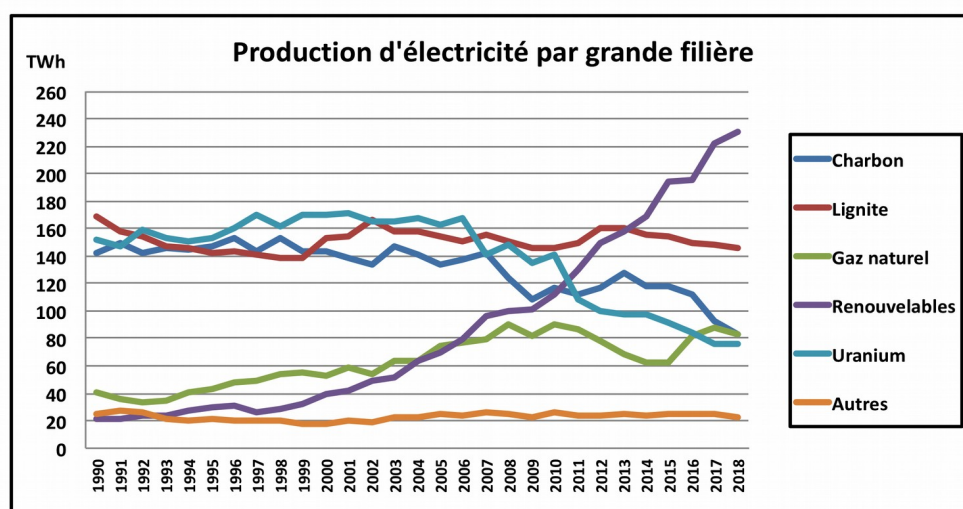
TWh	1990	2000	2008	2009	2010	2018
Consommation finale	455,1	483,63	528,41	498,16	532,71	513,93
Production nette	508,6	538,5	601,7	559,3	594,9	609,2
Production brute	550	576,5	641,8	597	633,7	643,2
TWh	1990-2000	2000-2018	2010-2018			
Consommation finale	28,53	30,3	-18,78			
Production nette	29,9	70,7	14,3			
Production brute	26,5	66,7	9,5			

A part une légère baisse en début de période, les trois grandeurs augmentent régulièrement sur la période 1990-2008. Après la baisse ponctuelle en 2009, l'augmentation se poursuit de façon irrégulière pour les productions jusqu'en 2018, tandis qu'une légère baisse de la consommation finale s'amorce dès 2010 (533 TWh) et jusqu'à 2018 (514 TWh).

2. La production d'électricité par source

2.1 Production d'électricité par grande filière

Figure 7



Autres :

- Gaz manufacturés, TWh : 10,8 en 1990, 7,5 en 2000, 10,8 en 2018.
- Produits pétroliers, TWh : 10,4 en 1990, 4,8 en 2000, 5,2 en 2018.

- Déchets non renouvelables, TWh : 3,6 en 1990, 5,8 en 2000, 7,1 en 2018.

Sur l'ensemble de la période

La production à partir du charbon augmente légèrement de 1990 (142 TWh) à 1998 (153 TWh), décroît ensuite jusqu'en 2009 (108 TWh), remonte à 127 TWh en 2013 pour descendre à 83 TWh en 2018. La production à partir du lignite est fluctuante de 1990 (169 TWh) à 2013 (161 TWh), pour décroître ensuite à 146 TWh en 2018.

La production à partir du gaz naturel, de 41 TWh en 1990, augmente jusqu'à 90 TWh en 2010, baisse à 63 TWh en 2015 pour remonter à 88 TWh en 2017, et se situe à 83 TWh en 2018.

Au total, la production d'origine fossile (charbon, lignite, gaz naturel, gaz manufacturés, produits pétroliers), baisse de 373 TWh en 1990 à 361 TWh en 2000 et 328 TWh en 2018.

Toujours dans les énergies de stock, la production à partir de l'uranium, de 153 TWh en 1990, augmente à 170 TWh en 1997, pour suivre un plateau jusqu'en 2006 (167 TWh). Ensuite vient la baisse programmée de la production d'origine nucléaire (voir A1 et A2 en Annexe) à 141 TWh en 2010, 97 TWh en 2013 et 76 TWh en 2018.

La production à partir des énergies renouvelables (voir 2.2), de 22 TWh en 1990, augmente de façon régulière de 9% en moyenne annuelle, pour atteindre 40 TWh en 2000, 110 TWh en 2010 et 231 TWh en 2018.

Le tableau 6 montre que la progression de la production d'origine renouvelable sur la période 2000-2018, soit 191,2 TWh, est très largement supérieure à la réduction de la production d'origine uranium (94 TWh). Elle est également supérieure à la somme des baisses des productions d'origine charbon, lignite et uranium (162 TWh). Mais, sur la même période, la production à partir du gaz naturel a augmenté de 31 TWh.

En 2018, la part de la production d'électricité d'origine renouvelable dans la production totale (36%) est égale à la part de la production d'origine charbon + lignite (35,6%).

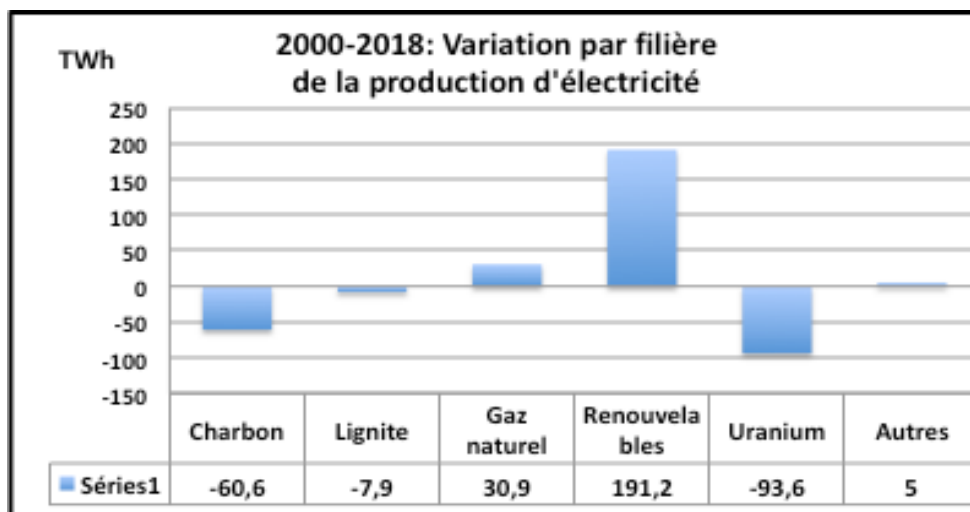
De 2000 à 2018

Tableau 5 – Production d'électricité par grandes filières

TWh	1990	2000	2018	1990-2018	2000-2018
Charbon	141,8	143,2	82,6	-59,2	-60,6
Lignite	169	153,5	145,6	-23,4	-7,9
Gaz naturel	40,5	52,5	83,4	42,9	30,9
Renouvelables	21,5	39,7	230,9	209,4	191,2
Uranium	152,5	169,6	76	-76,5	-93,6
Autres	24,8	18,1	23,1	-1,7	5

L'histogramme de la figure 7 met en évidence les variations comparées des contributions de chaque grande filière sur la période 2000-2018 de baisse de la production d'origine nucléaire.

Figure 8



2. Production d'électricité par source renouvelable

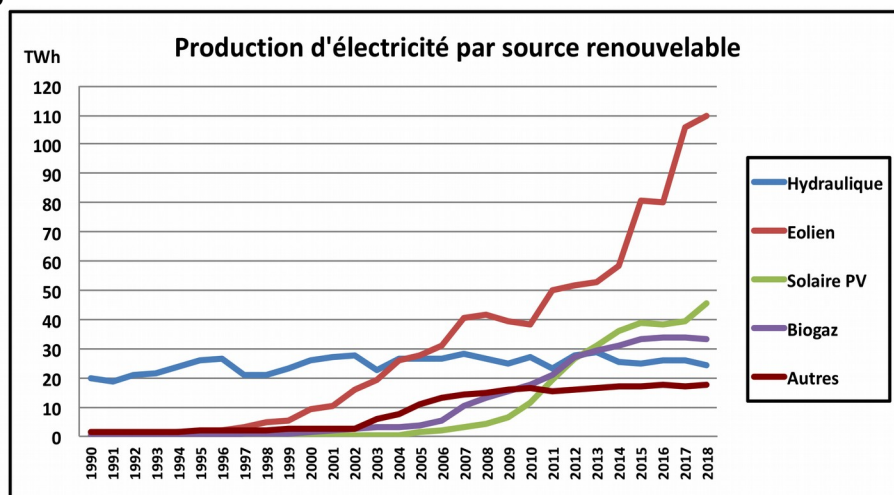
Jusqu'au milieu des années 1990, la seule contribution notable est celle de l'hydraulique qui reste à peu près au même niveau sur l'ensemble de la période étudiée, allant de 20 TWh en 1990 à 27 TWh en 1996, 21 TWh en 1998, 28 TWh en 2002, pour se stabiliser ensuite entre 25 et 29 TWh pour descendre à 24 TWh en 2018.

La production de l'éolien amorce sa croissance au début des années 1990 et connaît ensuite une croissance de 9% par an en moyenne, avec quelques fluctuations d'une année sur l'autre, pour aboutir à 110 TWh en 2018.

La production du photovoltaïque décolle plus tard, au début des années 2000, et croît très rapidement ensuite pour atteindre 12 TWh en 2010, 31 TWh en 2013 et 46 TWh en 2018.

Bien que moins spectaculaire, la production à partir du biogaz, des biocarburants et des déchets augmente également à partir de 1,5 TWh en 1990 à 2,5 TWh en 2000, 4,3 TWh en 2000, 14 TWh en 2005, 33 TWh en 2010, et 51 TWh en 2018. Cette contribution d'une production thermique (comparable à celle à partir du charbon) est très importante car elle permet de compenser, comme l'hydraulique, la variabilité des productions à partir de l'éolien ou du photovoltaïque. C'est donc un élément très important de l'équilibre du système de production d'électricité dans son ensemble.

Figure 9



Autres : essentiellement,

- Biocarburants solides, TWh : 0,1 en 1990 ; 0,8 en 2002, 10,8 en 2018

- Déchets municipaux renouvelables, TWh : 1,2 en 1990 ; 1,8 en 2002 ; 6,2 en 2018.

Tableau 6 – Production d’électricité par source renouvelable

TWh	1990	2000	2002	2004	2010	2012	2018
Hydraulique	19,79	25,96	27,86	26,46	27,35	27,85	24,14
Eolien	0,07	9,35	15,86	26,02	38,55	51,68	109,95
Solaire PV	0	0,06	0,19	0,56	11,73	26,38	45,78
Biogaz	0,25	1,68	2,8	3,09	17,55	27,31	33,42
Autres	1,35	2,64	2,51	7,55	16,41	15,92	17,64
TOTAL	21,46	39,69	49,22	63,68	111,59	149,14	230,93

3. LES ÉMISSIONS DES GAZ À EFFET DE SERRE DE LA PRODUCTION D’ÉLECTRICITÉ

La présentation la plus complète sur l’ensemble de la période 1990-2018 des émissions de gaz à effet de serre du système de production d’électricité est celle de l’Agence fédérale de l’environnement, UBA (Umwelt Bundesamt), présentée par AGORA (voir A3 en Annexe).

Les émissions diminuent rapidement de 1990 à 1999 (366 à 314 Mt eqCO₂), puis augmentent jusqu’à 2005 (344 Mt), baissent nettement en 2009 (295 Mt), remontent jusqu’en 2013 (324 Mt) pour descendre nettement et régulièrement jusqu’à 274 Mt en 2018.

Les émissions de gaz à effet de serre diminuent de 25% sur l’ensemble de la période 1990-2018, de 16% sur la période 2000-2018 et de 15% sur la période 2013-2018.

Figure 10

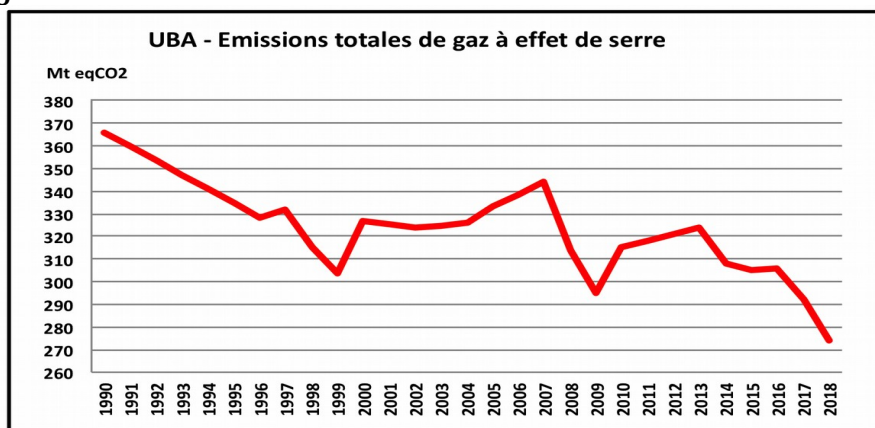


Figure 11

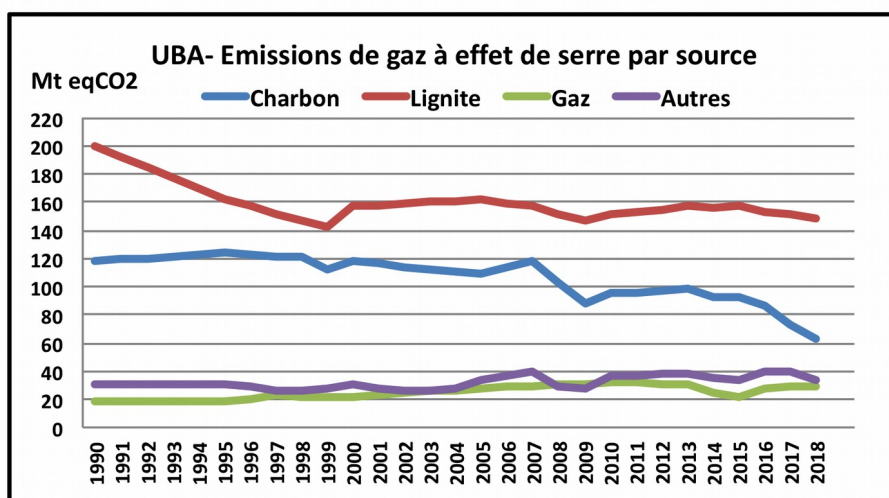


Tableau 7 – Emissions de gaz à effet de serre de la production d'électricité

Mt eqCO2	1990	1995	1999	2000	2005	2007	2009	2010	2013	2018
Charbon	118	124	112,9	118	109	117,8	88,3	95	98,2	63
Lignite	200	162	142,3	157	162	157,1	147,2	151	157,1	149
Gaz	18	19	21,6	22	28	29,4	31,4	32	30,4	29
Autres*	30	30	27,2	30	34	39,7	28,1	37	38,3	33
TOTAL	366	335	304	327	333	344	295	315	324	274

*Autres : Fioul, déchets, énergies renouvelables, nucléaire.

Les émissions diminuent rapidement de 1990 à 1999 (366 à 304 Mt eqCO₂), puis augmentent jusqu'à 2005 (344 Mt), baissent nettement en 2009 (295 Mt), remontent jusqu'en 2013 (324 Mt) pour descendre nettement et régulièrement jusqu'à 274 Mt en 2018.

Les émissions de gaz à effet de serre diminuent de 25% sur l'ensemble de la période 1990-2018, de 16% sur la période 2000-2018 et de 15% sur la période 2013-2018.

Globalement, sur la période 2000-2018, les émissions ont augmenté de 5% de 2000 à 2007 (0,7% par an) et diminué de 15% (3% par an) de 2013 à 2018.

L'augmentation des émissions de 2000 à 2007 est cohérente avec l'augmentation de la consommation finale et la hausse des exportations.

Tableau 8 – Evolution des émissions de gaz à effet de serre

	1990-2018		2000-2018		2013-2018	
	Mt eqCO2	%	Mt eqCO2	%	Mt eqCO2	%
Charbon	-55	-46,6	-55	-47	-35,2	-36
Lignite	-51	-25,5	-8	-5	-8,1	-5
Gaz	11	61,1	7	32	-1,4	-5
Autres*	3	10	3	10	-5,3	-14
TOTAL	-92	-25,1	-53	-16	-50	-15

*Autres : Fioul, déchets, énergies renouvelables.

L'exportation nette d'électricité étant toujours positive depuis 2003 et atteignant 53 TWh en 2007 et 49 TWh en 2018, une partie des émissions de gaz à effet de serre causées par la production (partie pour laquelle il est difficile de séparer les parts respectives des fossiles et des renouvelables) correspond à des consommations extérieures à l'Allemagne, y compris en France.

CONCLUSION

Cette étude de l'évolution de la consommation et la production d'électricité en Allemagne sur la période 1990-2018, a porté une attention particulière à la période 2000-2018 pendant laquelle ce pays a mis en place la réduction de la production d'origine nucléaire et, en parallèle, l'augmentation de la production à partir des énergies renouvelables, dans le cadre de sa politique énergétique globale de transition des énergies de stock (fossiles, uranium) aux énergies renouvelables et de développement de l'efficacité énergétique (*Energiewende*).

On constate que l'augmentation de la production d'électricité d'origine renouvelable sur la période 2000-2018, soit 191 TWh, est très largement supérieure à la baisse de la production d'origine uranium (94 TWh). Elle est également supérieure à la somme des baisses des productions à partir du charbon, du lignite et de l'uranium (162 TWh). Mais, sur la même période, la production à partir du gaz a augmenté de 44 TWh. La production d'origine fossile (charbon, lignite, gaz, produits pétroliers), baisse de 45 TWh sur la période 1990-2018 et de 33 TWh sur la période 2000-2018. En 2018, la part des énergies renouvelables dans la production totale d'électricité (36%) est égale à celle à partir du charbon plus du lignite (35,6%) mais reste inférieure à celle à partir de l'ensemble des combustibles fossiles (49%). Les émissions des gaz à effet de serre ont diminué de 25% sur l'ensemble de la période 1990-2018 et de 16% sur la période 2000-2018.

A partir de 2003, les exportations nettes sont toujours positives et atteignent leur maximum en 2017 (53 TWh). A l'exception de l'année 2011 qui est un cas à part, l'exportation nette vers la France est toujours positive sur la période 2006-2018.

Ces résultats mettent sérieusement en cause les affirmations couramment propagées sur les ondes ou dans les dîners en ville. Non, la consommation de charbon et de lignite n'a pas augmenté du fait de la sortie du nucléaire, elle a décréu, comme la production à partir de l'ensemble des combustibles fossiles. Oui, la production d'origine renouvelable a plus que compensé, et de loin, la baisse de la production électronucléaire. Non, les émissions de gaz à effet de serre n'ont pas augmenté sur la même période, elles ont même décréu. Non, l'Allemagne n'a pas importé un excédent d'électricité de la France, bien au contraire, sauf pour l'année 2011, quand huit réacteurs électronucléaires ont été arrêtés.

ANNEXE

A1. Centrales et réacteurs nucléaires en 2017

UNITÉS Units	PUISSANCE NETTE Net Capacity MW(e)	PUISSANCE BRUTE Gross Capacity MW(e)	CONSTRUCTION (DÉBUT) (start) (mois-an)	DIVERGENCE First Criticality (mois-an)	CONNECTION RESEAU Grid Connection (mois-an)	MSI Commercial (mois-an)	KP NET 2017 (%) 2017 net Load Factor	KD NET 2017 (%) 2017 net UCF	FOURNISSEUR RÉACTEUR Reactor Supplier	OPÉRATEUR Operator
Unités en fonctionnement au 31/12/2017										
ALLEMAGNE	9 515	10 013								Unités 6
PWR	8 227	8 669					74,27	77,44		
BROKDORF	1 410	1 480	01/1976	10/1986	10/1986	12/1986	44,37	48,23	KWU	E.ON
EMSLAND	1 335	1 406	08/1982	04/1988	04/1988	06/1988	91,94	93,13	KWU	KLE
GROHNDE	1 360	1 430	06/1976	09/1984	09/1984	02/1985	76,66	82,15	KWU	KWG
ISAR-2	1 410	1 485	09/1982	01/1988	01/1988	04/1988	88,26	91,15	KWU	E.ON
NECKARWESTHEIM-2	1 310	1 400	11/1982	12/1988	01/1989	04/1989	86,10	88,60	KWU	EnKK
PHILIPPSBURG-2	1 402	1 468	07/1977	12/1984	12/1984	04/1985	60,10	63,12	KWU	EnKK
BWR	1 288	1 344					83,86	85,93		1
GUNDREMMINGEN-C	1 288	1 344	07/1976	10/1984	11/1984	01/1985	83,86	85,93	KWU	KGG

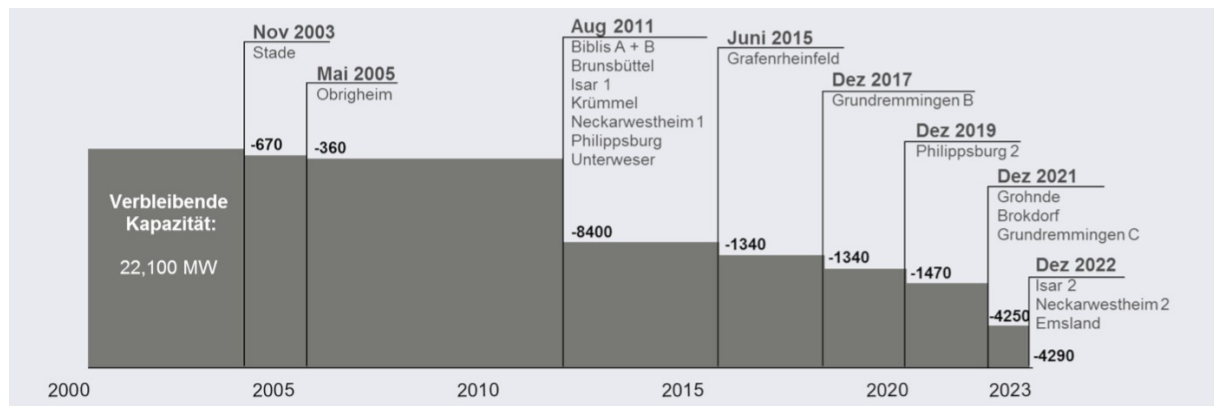
Unités arrêtées

ALLEMAGNE	16 860	17 849	29							
HTGR	309	323	2							
AVR JUELICH	13	15	08/1961	12/1967	05/1969	12/1988	BBK	AVR		1 293,44
THTR-300	296	308	05/1971	11/1985	06/1987	09/1988	HRB	HKG		2 891,10
PWR	10 113	10 721	14							
BIBLIS-A	1 167	1 225	01/1970	08/1974	02/1975	08/2011	KWU	RWE		233 363,19
BIBLIS-B	1 240	1 300	02/1972	04/1976	01/1977	08/2011	KWU	RWE		247 843,87
GRAFENRHEINFELD	1 275	1 345	01/1975	12/1981	06/1982	06/2015	KWU	E.ON		315 240,26
GREIFSWALD-1	408	440	03/1970	12/1973	07/1974	02/1990	AEE	EWN		2 716,90
GREIFSWALD-2	408	440	03/1970	12/1974	04/1975	02/1990	AEE	EWN		2 654,34
GREIFSWALD-3	408	440	04/1972	10/1977	05/1978	02/1990	AEE	EWN		2 783,69
GREIFSWALD-4	408	440	04/1972	09/1979	11/1979	07/1990	AEE	EWN		2 522,87
GREIFSWALD-5	408	440	12/1976	04/1989	11/1989	11/1989	AEE	EWN		nd
MUELHEIM-KAERLICH	1 219	1 302	01/1975	03/1986	08/1987	09/1988	BBR	KGG		10 291,26
NECKARWESTHEIM-1	785	840	02/1972	06/1976	12/1976	08/2011	KWU	EnKK		186 297,70
OBRIGHEIM	340	357	03/1965	10/1968	03/1969	05/2005	SIEM,KWU	EnBW		84 773,91
RHEINSBERG	62	70	01/1960	05/1966	10/1966	06/1990	AEE	EWN		nd
STADE	640	672	12/1967	01/1972	05/1972	11/2003	KWU	E.ON		145 896,36
UNTERWESER	1 345	1 410	07/1972	09/1978	09/1979	08/2011	KWU	E.ON		289 742,62
BWR	6 269	6 621	10							
BRUNSBUETTEL	771	806	04/1970	07/1976	02/1977	08/2011	KWU	KKB		120 490,11
GUNDREMMINGEN-A	237	250	12/1962	12/1966	04/1967	01/1977	AEG,GE	KGB		10 346,60
GUNDREMMINGEN-B	1 284	1 344	07/1976	03/1984	07/1984	12/2017	KWU	KGG		314 380,87
HDR GROSSWELZHEIM	25	27	01/1965	10/1969	08/1970	04/1971	AEG,KWU	HDR		6,20
ISAR-1	878	912	05/1972	12/1977	03/1979	08/2011	KWU	E.ON		198 061,77
KRUEMMEL	1 346	1 402	04/1974	09/1983	03/1984	08/2011	KWU	KKK		201 792,15
LINGEN	183	268	10/1964	07/1968	10/1968	01/1977	AEG	KWL		6 697,40
PHILIPPSBURG-1	890	926	10/1970	05/1979	03/1980	08/2011	KWU	EnKK		187 093,35
VAK KAHL	15	16	07/1958	06/1961	02/1962	11/1985	GE,AEG	VAK		2 102,40
WUERGASSEN	640	670	01/1968	12/1971	11/1975	08/1994	AEG,KWU	PE		69 682,27
FBR	17	21	1							
KNK II	17	21	09/1974	04/1978	03/1979	08/1991	IA	KBG		373,10

Source: ELECNUC (CEA), édition 2018.

A2. Programme d'arrêt définitif des réacteurs électronucléaires

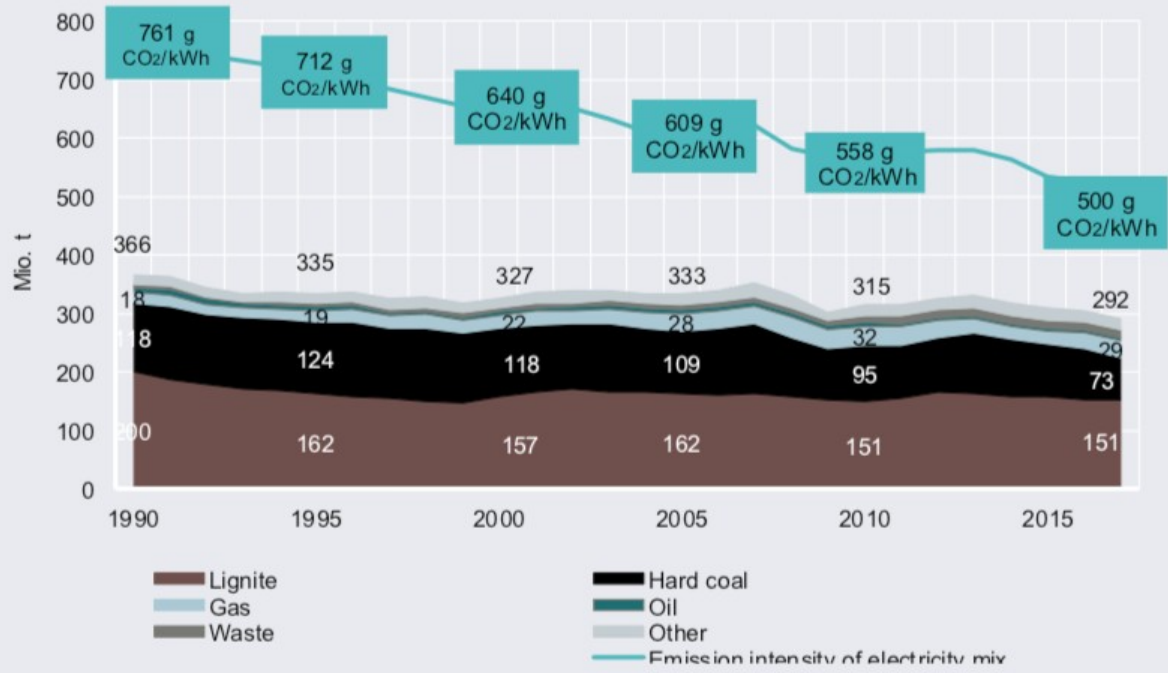
Figure 12 – Le programme d'arrêt des réacteurs électronucléaires en Allemagne



A3. Emissions de gaz à effet de serre de la production d'électricité

Exemple de graphique présenté par l'organisme AGORA dans : « *Insights from Germany's Energiewende* », Mars 2018.

CO₂-Emissions in the power sector 1990–2017



UBA, own calculations

UBA : Umwelt Bundesamt, Agence fédérale pour l'environnement.