CONSOMMATION ET PRODUCTION D'ELECTRICITE EN ALLEMAGNE

Bernard Laponche – 2 juin 2014

*

Table des matières

1. CONSOMMATION FINALE D'ELECTRICITE 2

1.1 EVOLUTION SUR LA PERIODE 2000-2013 2
1.2 ENTRE 2010 ET 2013 2
1.3 DEUX INDICATEURS GLOBAUX 2

2. PRODUCTION TOTALE ET ECHANGES D'ELECTRICITE 3

3. LES COMPOSANTES DE LA PRODUCTION BRUTE D'ELECTRICITE 4

3.1 SUR LA PERIODE 2000-2013 4
3.2 ENTRE 2010 ET 2013 5
3.3 CONSOMMATION DES COMBUSTIBLES FOSSILES POUR LA PRODUCTION D'ELECTRICITE 6

4. LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE 8

4.1 LES EMISSIONS TOTALES DE GAZ A EFFET DE SERRE 8
4.2 LES EMISSIONS DE CO2 COMBUSTION PAR COMBUSTIBLE FOSSILE 9
4.3 LES EMISSIONS DE CO2 COMBUSTION PAR SECTEUR 9
4.4 LES EMISSIONS DE CO2 DE LA PRODUCTION D'ELECTRICITE ET DE CHALEUR 10

ANNEXE : BILANS ELECTRIQUES 11

*

Résumé

La consommation finale d'électricité est restée à peu près constante sur la période 2000-2013. Elle a baissé de 4% entre 2010 et 2013, tandis que l'intensité électrique a diminué de 8%.

La production brute d'électricité a augmenté de 8% entre 2000 et 2013. Entre 2010 et 2013, elle a baissé de 1% tandis que les exportations nettes augmentaient fortement. La production d'électricité à partir des trois combustibles fossiles est restée la même. Le charbon et le lignite contribuent pour 53% en 2000 et 48% en 2013 à la production totale. La baisse de la production d'origine nucléaire, accentuée en 2011, a été plus que compensée par l'augmentation de la production d'origine renouvelable. Cette production a également couvert l'augmentation de la production totale entre 2000 et 2013. La forte baisse de la production d'origine gaz naturel entre 2010 et 2013 a été à peu près compensée par l'augmentation de la production d'origine charbon et lignite. Le passage du gaz naturel importé au charbon entre 2010 et 2013 s'explique par l'augmentation rapide des prix du gaz à l'importation en Allemagne et par la forte baisse du prix du charbon importé à partir du début de 2011.

La consommation de charbon et lignite pour la production d'électricité a retrouvé en 2013 à peu près son niveau de 2000, après avoir cru jusqu'en 2007 et décru jusqu'en 2009. La consommation de gaz naturel se retrouve elle aussi en 2013 à son niveau de 2000, mais après une forte augmentation en 2008, suivie d'une baisse sur 2010-2013.

Les émissions de CO2 de la production d'électricité et de chaleur ont baissé de 10% sur l'ensemble de la période 1990–2013. Mais elles ont augmenté de 3,5% sur la période 2010–2013. Cette augmentation est essentiellement due à la production à partir du charbon (+8,6% : 21 Mt CO2), tandis que les émissions de la production à partir du gaz diminuent de 32,5% (10,5 Mt CO2).

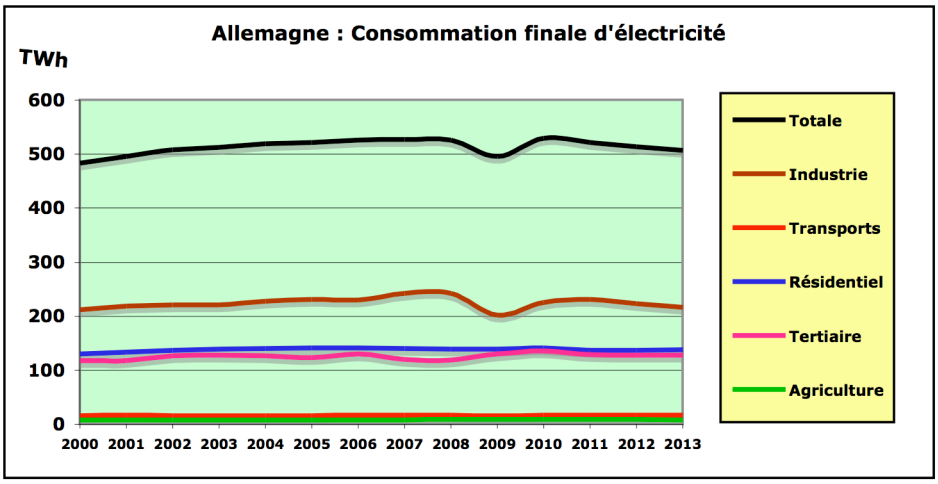
De 1990 à 2013, la baisse des émissions totales de gaz à effet de serre de l'Allemagne a été de 23,7%, atteignant par conséquent l'objectif de -21% fixé à l'Allemagne à l'horizon 2020 dans le cadre du « partage des efforts » au sein de l'Union Européenne décidé après l'engagement de l'Union dans le Protocole de Kyoto. La baisse des émissions de CO2 a joué un rôle prépondérant mais aussi la baisse des émissions des autres gaz et surtout le méthane.

Toutefois, l'Allemagne s'est fixé un objectif de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2020 de -40% par rapport à 1990, ce qui implique une planification de la « sortie du charbon » qui n'est pas acquise.

1. CONSOMMATION FINALE D'ELECTRICITE[1]

1.1 Evolution sur la période 2000-2013

Figure 1 : Consommation finale d'électricité de 2000 à 2013



La consommation finale d'électricité est restée à peu près constante entre 2001 et 2013, avec une baisse sensible en 2009 du fait de la crise économique.

1.2 Entre 2010 et 2013[2]

Comme l'indique le tableau 1, cette consommation a baissé de 4% entre 2010 et 2013, de façon très sensible dans le secteur tertiaire et l'agriculture.

Tableau 1 : Consommation finale d'électricité de 2010 à 2013

TWh[3]	2010	2011	2012	2013	Ecart en %*
Total	529	521,5	513,1	507,3	-4,1
Industrie	225,4	230,7	223,4	216,3	-4
Transports	16,7	16,6	16,5	16,5	-1,2
Rés. Et Tert.	277,9	265,3	264,4	266,2	-4,2
Résidentiel	141,7	136,6	137	138,4	-2,3
Tertiaire	136,2	128,7	127,4	127,8	-6,2
Agriculture	9	9	8,9	8,3	-7,8

* (2013 – 2010) : 2010 x 100

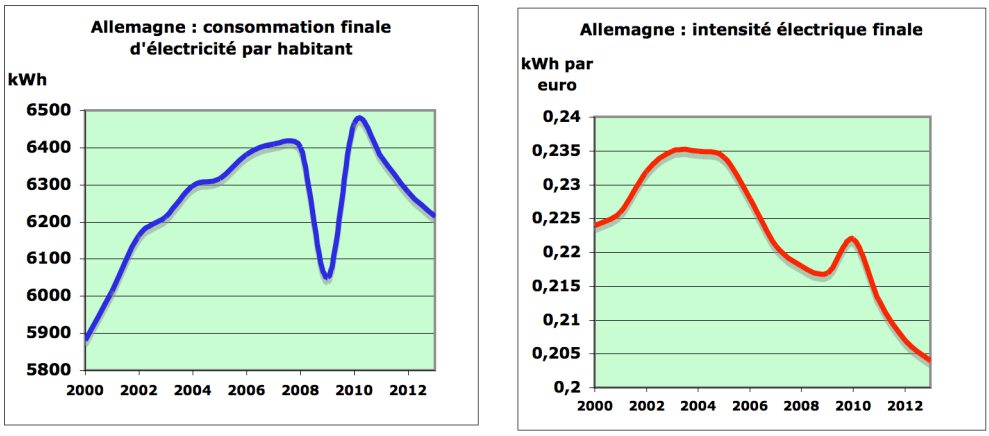
1.3 Deux indicateurs globaux

La consommation finale d'électricité par habitant a augmenté de 5881 kWh en 2000 à 6401 kWh en 2007, puis a diminué à 6051 kWh en 2009 pour remonter à 6468 kWh en 2010 et décroître ensuite jusqu'à 6215 kWh en 2013. Cette consommation a donc baissé de 3,9% entre 2010 et 2013.

[1] Les données utilisées dans cette note proviennent de la base de données ENERDATA (www.enerdata.net). Ces données sont les mêmes que celles de l'AIE et de Eurostat et peuvent présenter certaines différences mineures avec les données nationales les plus récentes (référence AGEB en Allemagne).
[2] Les bilans électriques des années 2010 et 2013 figurent en annexe .
[3] TWh : térawattheure ou milliard de kWh.

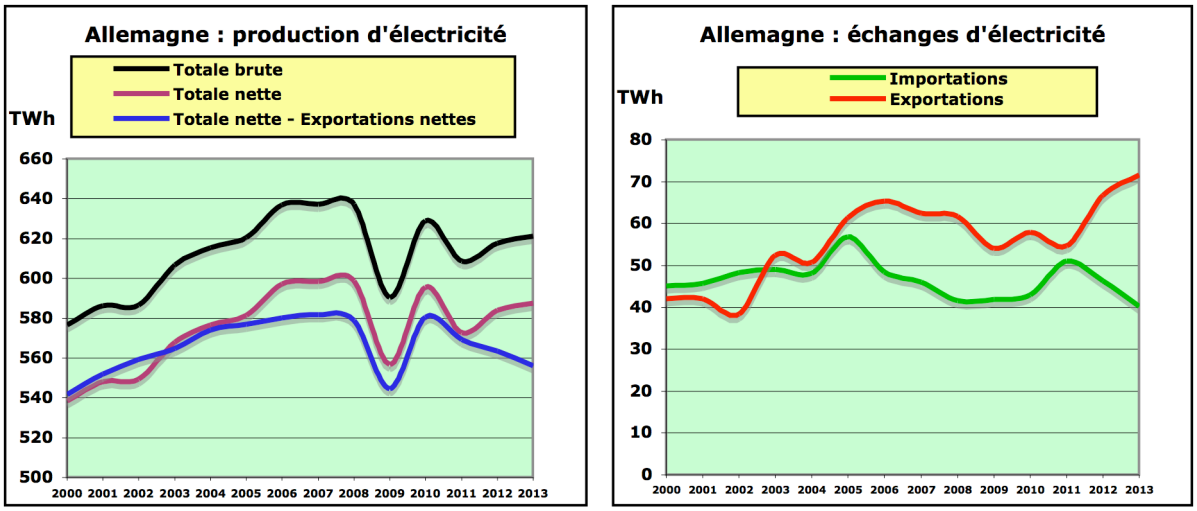
L'intensité électrique finale, rapport de la consommation finale d'électricité au produit intérieur brut et exprimée en kWh par Euro[4], a augmenté de 0,224 en 2000 à 0,228 en 2006 pour décroître ensuite de 0,221 en 2007 à 0,204 en 2013. Elle a diminué de 8% entre 2010 et 2013.

Figure 2 : Deux indicateurs globaux



2. PRODUCTION TOTALE ET ECHANGES D'ELECTRICITE

Figure 3 : Production totale et échanges d'électricité



La production brute d'électricité a augmenté de 8% sur la période 2000 à 2013 (de 576 TWh à 621 TWh). Il en est de même de la production nette (production brute moins autoconsommation). Les échanges d'électricité sont restés à peu près équilibrés de 2000 à 2011 mais, tandis que les importations restaient à peu près stables autour de 40 à 50 TWh, les exportations ont nettement augmenté en 2012 et en 2013.
Le tableau 2 montre les évolutions de ces deux productions et des échanges entre 2010 et 2013. Le phénomène marquant est l'augmentation des exportations de 24% entre 2010 et 2013. Il en résulte une baisse de 4% entre ces deux années de la production nette pour les besoins intérieurs[5] (total net moins exportations nettes).

[4] Euro constant de 2005.
[5] Les besoins intérieurs sont égaux à la consommation finale plus la consommation du secteur de l'énergie (y compris les pertes sur le réseau électrique et la consommation du pompage).

Tableau 2 : Production et échanges de 2010 à 2013

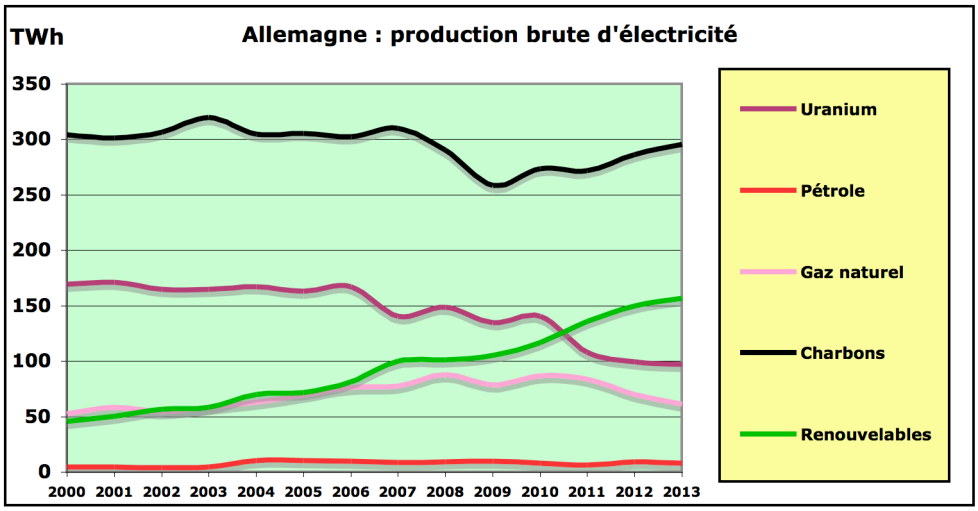
TWh	2010	2011	2012	2013	Ecart en %*
Total brut	628,9	608,7	617,6	621,3	-1,2
Total net	595,5	572,9	583,9	587,6	-1,3
Importations	43	51	46,3	40,2	-6,5
Exportations	57,9	54,8	66,8	71,7	23,8
Total net- export net	580,6	569,1	563,4	556,1	-4,2

* (2013 – 2010) : 2010 x 100

3. LES COMPOSANTES DE LA PRODUCTION BRUTE D'ELECTRICITE

3.1 Sur la période 2000-2013

Figure 4 : La production brute d'électricité par source



On constate que le charbon (et le lignite) reste la source principale de la production d'électricité. Sa contribution était restée stable de 2000 à 2007 au niveau de 300 TWh par an, puis a nettement baissé au profit du gaz naturel et surtout des énergies renouvelables entre 2007 et 2009. A partir de 2010, la production d'origine renouvelable continue d'augmenter fortement mais la production d'origine gaz naturel décroît, ainsi que la production d'origine nucléaire (source primaire : uranium), tandis que la production d'origine charbon (et lignite) augmente.

La figure 5 montre que, tandis que la production totale reste du même ordre et que la part du charbon diminue légèrement entre 2000 et 2013 et celle du nucléaire très fortement, la structure de la production est fortement modifiée par l'augmentation très importante de la production d'origine renouvelable.
Il est intéressant de noter que la production d'électricité à partir des trois combustibles fossiles est restée la même : 363 TWh en 2000 et 366 TWh en 2013.

La baisse de la production d'origine nucléaire, de 72,3 TWh (169,6 TWh en 2000 et 97,3 TWh en 2013) a été plus que compensée par l'augmentation de 111,4 TWh de la production d'origine renouvelable (45,5 TWh en 2000 et 156,9 TWh en 2013). Au total, cette production

a non seulement compensé la baisse du nucléaire mais également couvert l'augmentation de la production totale entre 2000 et 2013.

Figure 5 : Evolution de la structure de production d'électricité entre 2000 et 2013

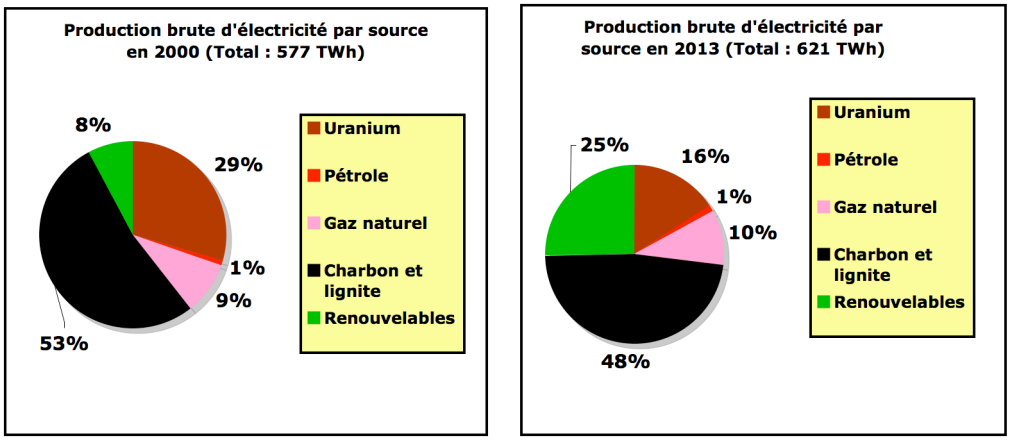
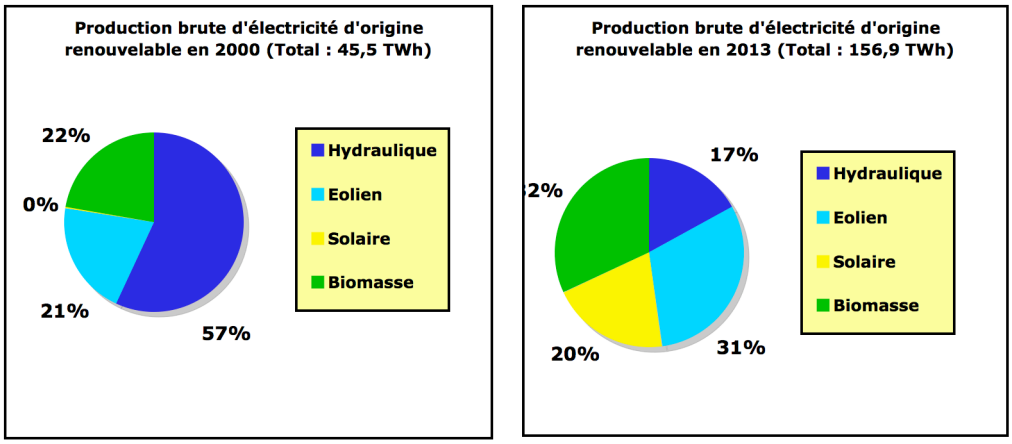


Figure 6 : Structure de la production d'électricité d'origine renouvelable en 2010 et 2013



3.2 Entre 2010 et 2013

Tableau 3 : Evolution de la production d'électricité entre 2010 et 2013

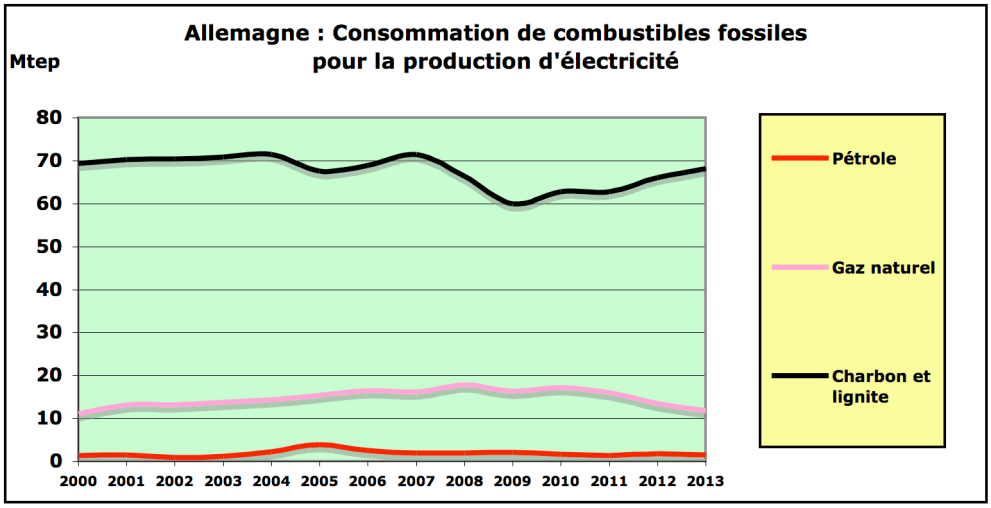
TWh	2010	2011	2012	2013	Ecart en %*
Total	628,9	608,6	617,6	621,3	-1,2
Uranium	140,6	108	99,5	97,3	-30,8
Fossiles	368,7	362,1	365,9	364,8	-1,1
Renouvelables	116,7	135,7	149,9	156,9	34,4
Divers	2,9	2,8	2,3	2,3	-20,7
Fossiles					
Pétrole	8,3	6,6	9,5	8	-3,6
Gaz naturel	86,8	83,6	70	61,2	-29,5
Charbons	273,6	271,9	286,4	295,6	8
Renouvelables					
Hydraulique	27,4	23,5	28,1	26,4	-3,6
Eolien	37,8	48,9	46	48,5	28,3
Solaire	11,7	19,3	28	31,8	171,8
Biomasse	39,9	44	47,8	50,2	25,8

* (2013 – 2010) : 2010 x 100

a) La production totale d'électricité en 2013 est légèrement inférieure à celle de 2010 (-1,2%). Cette baisse résulte de la combinaison de la baisse de la consommation finale (- 4,1%) et de l'augmentation des exportations nettes (4,0% de la production nette).
b) La production d'électricité d'origine nucléaire a baissé de 31% (43,3 TWh).
c) Cette baisse est compensée par l'augmentation de la production d'origine renouvelable de 34% (40,2 TWh).
d) La production d'origine fossile est pratiquement stable (-1,1% : -3,9 TWh).
Cette production, qui reste prépondérante (58,7% de la production totale), a vu sa structure modifiée par une forte baisse de 25,6 TWh (-29,5%) de la production d'origine gaz naturel, à peu près compensée par une augmentation de 8% de la production par charbon et lignite (+22 TWh).
e) Du côté des énergies renouvelables, la contribution de l'hydraulique baisse légèrement de 3,6% (1 TWh), celle de la biomasse augmente de 26% (10,3 TWh), celle de l'éolien de 28,3% (10,7 TWh) et celle du solaire photovoltaïque d'un facteur 2,7 (20,1 TWh).

3.3 Consommation des combustibles fossiles pour la production d'électricité

Figure 7 : Consommation des combustibles fossiles pour la production d'électricité



La consommation de charbon et lignite a retrouvé en 2013 à peu près son niveau de 2000 : 68,3 Mtep contre 69,3 Mtep, après avoir cru jusqu'à 71,5 Mtep en 2007 et décru jusqu'à 60 Mtep en 2009.
La consommation de gaz naturel se retrouve elle aussi en 2013 à son niveau de 2000 , 11,8 Mtep contre 10,1 Mtep, mais après avoir atteint 17,8 Mtep en 2008.
Le passage du gaz naturel importé au charbon s'explique par l'augmentation rapide des prix du gaz à l'importation en Allemagne : 219 € par tep en 2010, 270 en 2011 et 314 en 2012 (figure 8) et par la forte baisse du prix du charbon importé à partir du début de 2011 (figure 9).
Trois effets se conjuguent pour cette substitution du gaz par le charbon pour la production d'électricité :
- Le doublement du prix du gaz à l'importation entre 2005 et 2012 (figure 8).
- Une baisse très rapide du prix d'importation du charbon en Europe à partir de janvier 2011 comme le montre la figure 9[6].

[6] Source : AIE, « Coal medium-term market report 2013 ».

- La faiblesse structurelle du signal prix carbone à moins de 5 € par tonne de CO2, là où il faudrait un prix de l'ordre de 45 à 50 € pour rétablir la compétitivité de la production d'électricité à partir du gaz par rapport au charbon, au niveau actuel des prix.

Figure 8 : Les prix à l'importation de la tep de combustible fossile importée en Allemagne[7]

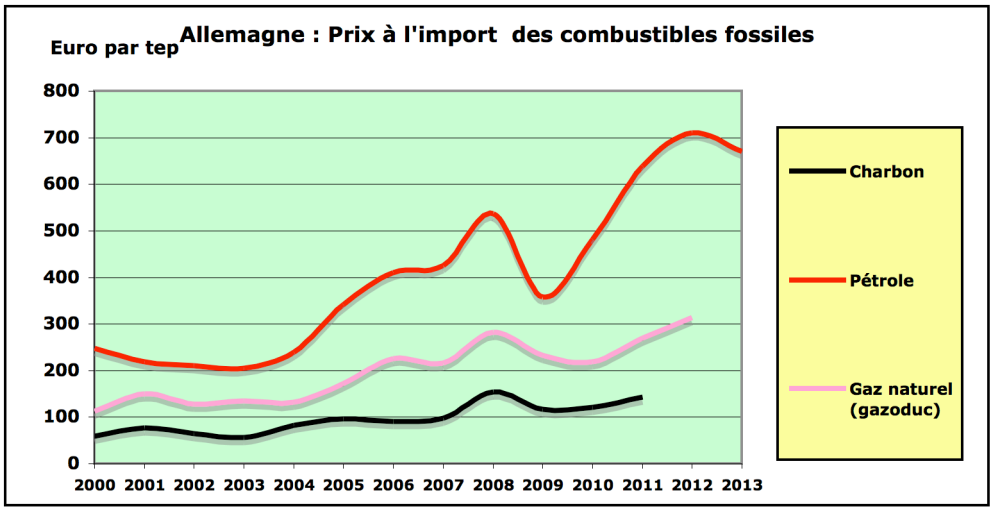
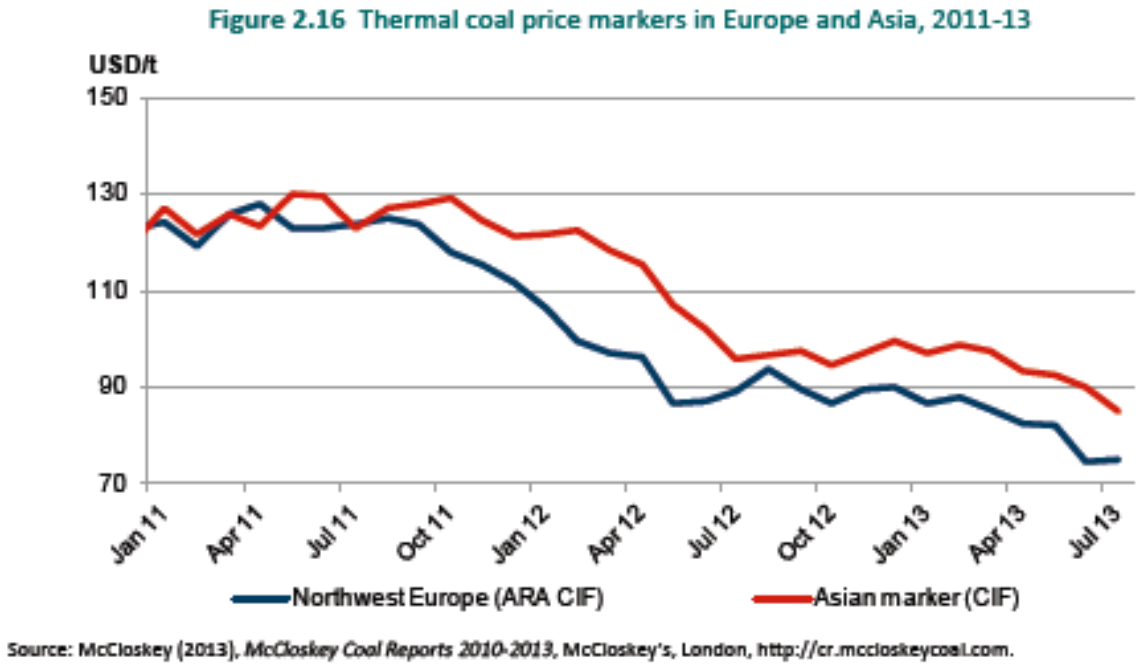


Figure 9 : Evolution récente du prix d'importation du charbon



Remarque : Certains font valoir que si la production d'origine nucléaire avait été maintenue à son niveau de 2000, la production d'origine renouvelable aurait permis de réduire la production à partir du charbon et du lignite. C'est exact du point de vue arithmétique. Mais il ne faut pas oublier que l'essor de la production d'origine renouvelable s'est justement produit à partir de 1998 dans le cadre de la nouvelle politique énergétique de l'Allemagne marquée par la sortie du nucléaire.

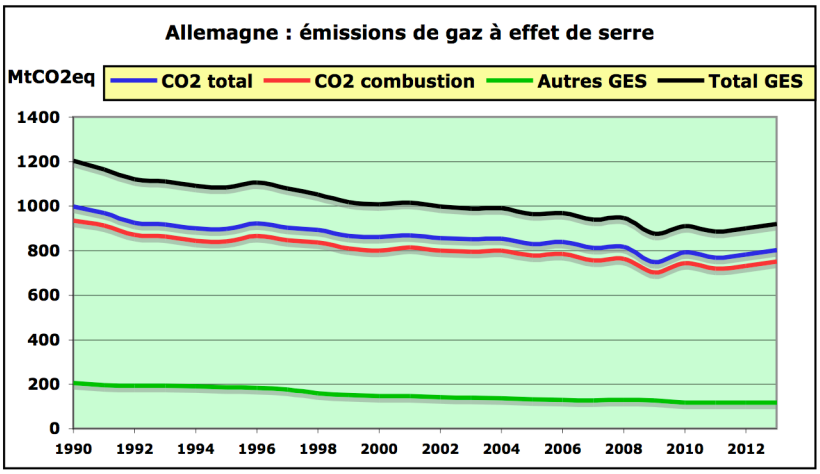
[7] Les valeurs pour le gaz en 2013 et pour le charbon en 2012 et 2013 ne figurent pas dans Enerdata ;

4. LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

4.1 Les émissions totales de gaz à effet de serre

Les émissions des gaz à effet de serre autres que le CO2, sont exprimées de façon conventionnelle en « tonne CO2 équivalent », tCO2eq, afin de pouvoir les comparer entre elles ou les additionner. La conversion des tonnes d'un GES en tCO2eq se fait en divisant la valeur des émissions réelles (en tonne) par le « potentiel de réchauffement global », PRG, à l'horizon de 100 ans après la date de l'émission. Les valeurs du PRG utilisées dans la base de données sont celles fixées dans le cadre du protocole de Kyoto : 21 pour le méthane (CH4) et 310 pour l'oxyde nitreux (N2O) qui sont les deux principaux GES après le CO2[8].

Figure 10 : Emissions totales de GES

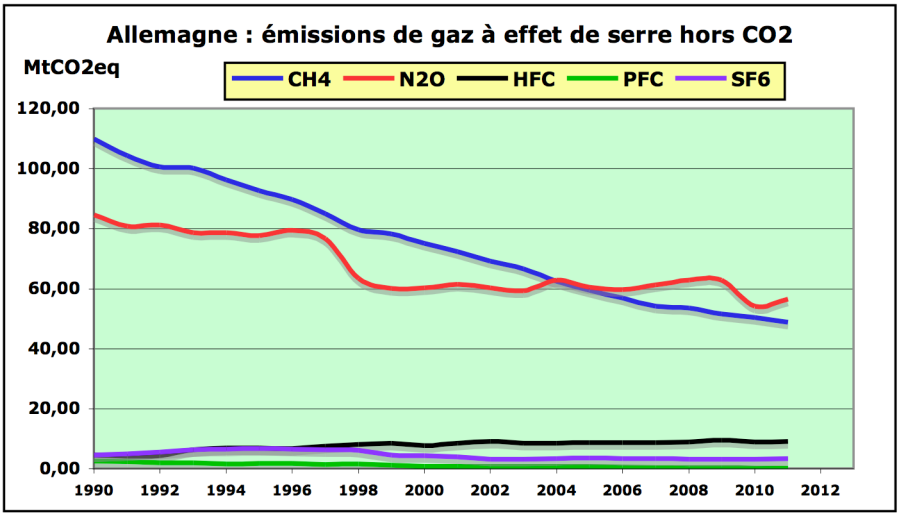


***Note** : la valeur des émissions de CO2 combustion est fournie par la base de données jusqu'à l'année 2013. Les valeurs pour « CO2 hors combustion » et pour les autres GES ne sont fournies que jusqu'à l'année 2011. La courbe « CO2 total » est obtenue en ajoutant, pour les années 2012 et 2013 les valeurs de l'année 2011 de ces dernières.*

Les émissions totales de GES ont diminué régulièrement de 1205 MtCO2eq en 1990 à 909 MtCO2eq en 2010 pour remonter légèrement à 920 MtCO2eq en 2010. De 1990 à 2013, la baisse a été de 23,7%, atteignant par conséquent l'objectif de -21% fixé à l'Allemagne à l'horizon 2020 dans le cadre du « partage des efforts » au sein de l'Union Européenne décidé après l'engagement de l'Union dans le Protocole de Kyoto.
La baisse des émissions de CO2 joue un rôle prépondérant (- 246 Mt) mais elle est accentuée par la baisse des émissions des autres GES (88 MtCO2eq), spectaculaire pour le CH4 (61 MtCO2eq, soit 55%) comme le montre la figure 10.
Toutefois, si l'engagement « Kyoto » est bien respecté, l'Allemagne s'est fixé un objectif de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2020 de -40% par rapport à 1990, ce qui implique une planification de la « sortie du charbon » qui n'est pas acquise.

[8] Les valeurs du PRG du CH4 ont été depuis Kyoto réévaluées à la hausse, notamment dans le dernier rapport du GIEC et, d'autre part, le PRG est beaucoup plus élevé si on s'intéresse à un horizon plus proche, de 50 ans par exemple.

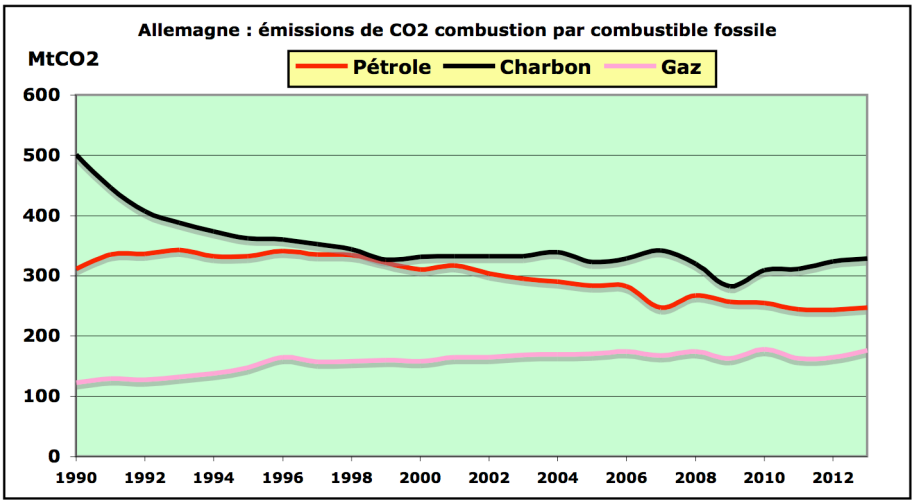
Figure 11 : Emissions des GES hors CO2



4.2 Les émissions de CO2 combustion par combustible fossile

Les émissions dues au charbon entre connaissent une forte baisse entre 1990 (501 Mt) et 1999 (327) suivie d'une période de fluctuations : 342 Mt en 2007, 283 en 2009, 309 en 2010 et 329 en 2013.

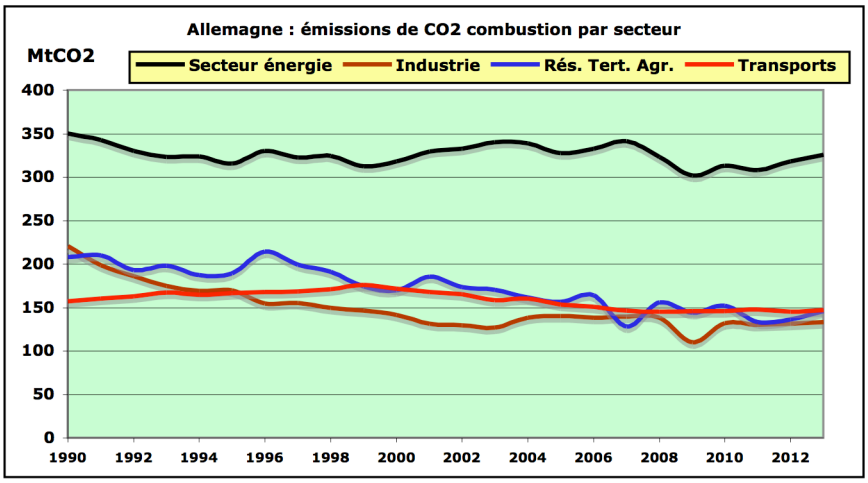
Figure 12 : Emissions de CO2 combustion par combustible fossile



4.3 Les émissions de CO2 combustion par secteur

Les émissions du secteur de l'énergie représentent environ 40% des émissions totales. Le reste se partage de façon à peu près égale entre les trois grands secteurs de consommation énergétique finale : industrie, transports et l'ensemble résidentiel – tertiaire - agriculture.

Figure 13 : Emissions de CO2 combustion par secteur



4.4 Les émissions de CO2 de la production d'électricité et de chaleur

Ce sont ces émissions qui nous intéressent très directement.

Figure 14 : Emissions de CO2 de la production d'électricité et de chaleur

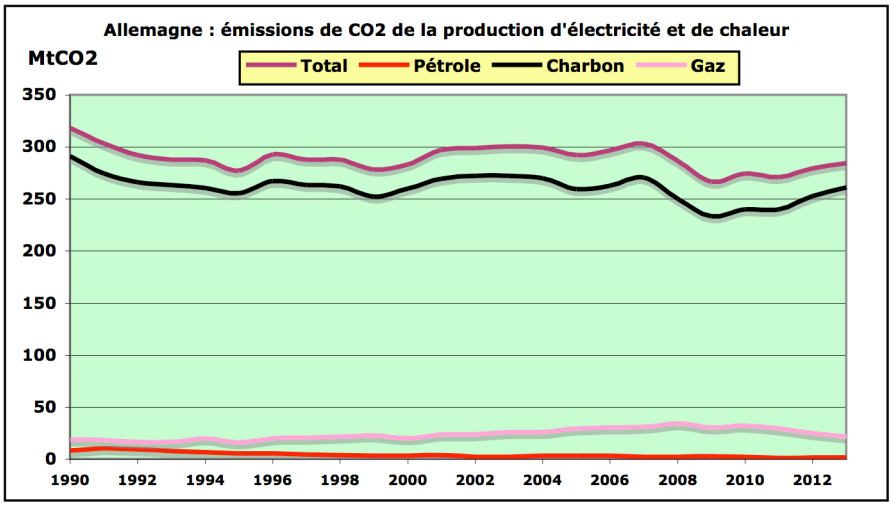


Tableau 3 : Emissions de CO2 de la production d'électricité et de chaleur

Mt	1990	1995	2000	2005	2007	2009	2010	2011	2012	2013
Total	318,4	277,3	283,5	292,4	303,3	266,9	274,7	271,1	279,7	284,4
Pétrole	8,2	5,7	3,2	3,3	2,1	2,8	2,2	1,4	1,8	1,5
Charbon	291,4	255,6	260	259,5	270,4	233,4	240,3	240,1	252,9	261,1
Gaz	18,8	16	20,2	29,6	30,8	30,7	32,3	29,6	25	21,8

Les émissions de CO2 de la production d'électricité et de chaleur baissent de 10% sur l'ensemble de la période 1990 – 2013 (+ 10,3 Mt CO2). Mais elles augmentent de 3,5% sur la période 2010 – 2013. Cette augmentation est essentiellement due à la production à partir du charbon (+8,6% : 21 Mt CO2), tandis que les émissions de la production à partir du gaz diminuent de 32,5% (10,5 MtCO2).

Annexe : Bilans électriques

Unité : TWh	2010	2013
PRODUCTION BRUTE, dont	**628,90**	**621,33**
Thermique, dont	408,52	414,98
ex-charbon	273,55	295,62
ex-pétrole	8,27	7,97
ex-gaz	86,83	61,20
ex-biomasse	39,87	50,18
Nucléaire	140,56	97,30
Hydraulique, dont	27,36	26,42
Pompage	6,93	6,26
Eolien	37,79	48,47
Solaire	11,68	31,83
Géothermique	0,03	0,03
IMPORTATIONS	**42,96**	**40,20**
EXPORTATIONS	**-57,92**	**-71,67**
Disponibilité brute	613,94	589,85
Autoconsommations	-33,35	-33,76
PRODUCTION NETTE	**595,54**	**587,57**
Consommation du pompage	-8,62	-7,89
Disponibilité intérieure	571,97	548,21
Pertes de transport/distribution	-28,24	-24,86
CONSOMMATION TOTALE	**543,82**	**524,60**
Consommation secteur énergie	-14,86	-17,33
CONSOMMATION FINALE	**528,96**	**507,28**
Industrie	225,39	216,26
Transport	16,70	16,50
Résidentiel	141,7	138,4
Tertiaire	136,2	127,8
Agriculture	9	8,3