L'énergie au Japon en suite à Fukushima 2010-2013

Bernard Laponche

Cet article a pour objet l'évolution du système énergétique du Japon entre les années 2010 et 2013, afin d'analyser les conséquences sur ce système de la baisse brutale de la production d'électricité d'origine nucléaire engendrée par la catastrophe de la centrale nucléaire de Fukushima en mars 2011. Cette évolution entre l'avant et l'après Fukushima est placée en perspective sur la période 1990-2013. À la fin de chaque chapitre, une comparaison des principales grandeurs entre l'Allemagne, la France et le Japon permet de placer celui-ci dans le cadre international.

Les données utilisées dans ce document proviennent, sauf mention contraire, de la base de données ENERDATA.

Résumé

Le produit intérieur brut (PIB) du Japon se retrouve en 2013 nettement au-dessus (2,8 %) de sa valeur en 2010.

Le secteur de l'électricité, le plus directement touché par la catastrophe de Fukushima, a vu la consommation finale baisser de 9,3 % entre 2010 et 2013 et la « compensation » de la perte de la production nucléaire (-275 TWh) par l'augmentation (à une valeur plus faible : 172,6 TWh) de la production thermique classique, à partir du pétrole et surtout du gaz et, à un degré moindre, du charbon.

Entre ces deux années, la consommation finale totale d'énergie (tous secteurs confondus) diminue de 4,6 % et la consommation primaire de 9,6 %. L'augmentation de la consommation primaire de combustibles fossiles de 30 Mtep, dont 20 Mtep de gaz, est à mettre en regard de la perte, en énergie primaire, de 70 Mtep de nucléaire dans le bilan global.

Depuis 1990, les intensités énergétiques ont augmenté jusqu'en 2000 puis ont décru de façon sensible au-delà, baisse qui se maintient en énergie primaire comme en énergie finale entre 2010 et 2013 (baisse respectivement de 13 % et 8 %).

En ce qui concerne les émissions de gaz carbonique (CO_2) et la facture énergétique extérieure (le Japon important les combustibles fossiles), les conséquences de la perte de la production nucléaire sont loin d'être négligeables mais nettement moins élevées qui ce qui était attendu et est souvent prétendu. Les émissions totales de CO_2 ont fortement augmenté entre 1990 et 2007 pour baisser ensuite par le double effet de la crise économique et de la montée en puissance du nucléaire. Entre 2010 et 2013, les émissions du secteur énergétique augmentent de 22 % mais les émissions totales de seulement 7 % : les émissions de 2013 se situent au niveau de celles de 2006.

La facture énergétique du Japon est passée de 195 milliards de dollars (Md$) en 2010 à 285 Md$ en 2013. Augmentation considérable de 46 %, mais dont 40 % sont à imputer à l'augmentation des prix des énergies importées et surtout du pétrole et 6 % seulement à la chute de la production d'électricité d'origine nucléaire.

Enfin, les énergies renouvelables, photovoltaïque surtout et éolien à un degré moindre, connaissent des développements importants. En 2013, le Japon est le quatrième pays au monde pour la puissance photovoltaïque installée. Les innovations les plus intéressantes portent sur les éoliennes et les centrales solaires « flottantes », tandis que les objectifs officiels sont ambitieux sur la gamme des sources d'énergie renouvelables pour la production d'électricité.

Préambule : Évolution de l'économie

Sur longue période

La population croît de 123,5 millions à 128 millions entre 1990 et 2004 et se stabilise ensuite à environ 128 millions d'habitants.

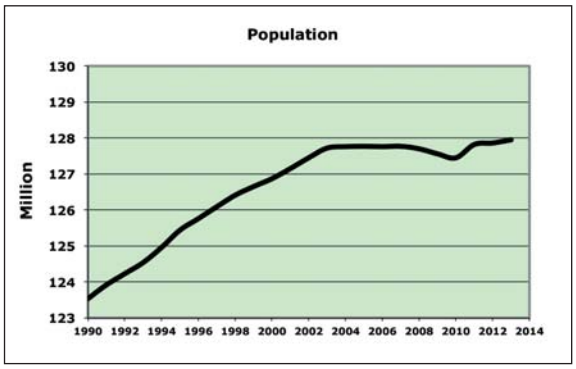
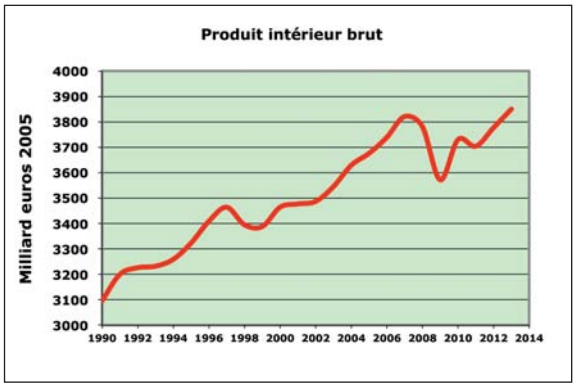
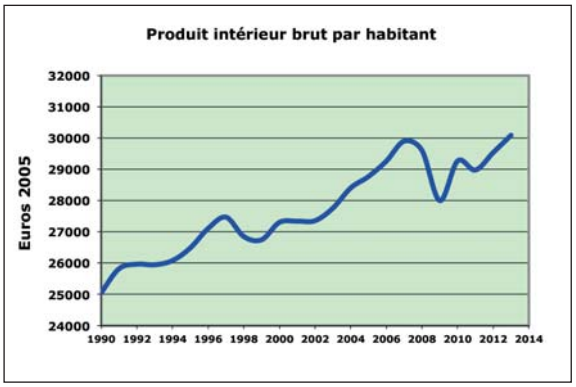


Figure 1

Le PIB croît de façon régulière et globalement linéaire de 1990 (3 097 Md €) à 2007 (3 821 Md €) de 42,5 Md € en moyenne annuelle. Puis, il connaît une baisse sensible en 2008 (3 781), puis 2 009 (3 572) du fait de la crise financière mondiale, pour remonter à 3 730 Md € en 20101. Il atteint 3 850 Md € en 2013, après une légère baisse en 2011 (3 704).





Figures 2 et 3

En ce qui concerne les valeurs ajoutées sectorielles, celle de l'industrie reste à peu près stable sur la période 1990-2013 (1 100 à 1 050 Md€), celle des services augmente nettement (1 910 à 2 729 Md€), celle de l'agriculture baisse (81 à 60 Md€). La part de l'industrie dans la somme des valeurs ajoutées diminue par conséquent de 35,6 % en 1990 à 27,3 % en 2013.

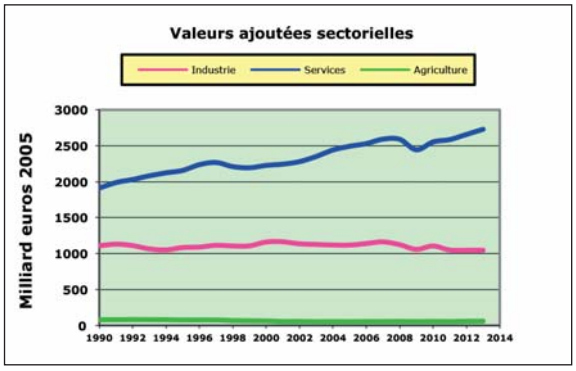


Figure 4

1 - Entre 2009 et 2010, le PIB a augmenté de 3,8 % et la consommation finale d'énergie de 4,4 %.

De 2010 à 2013

Lorsque l'on compare l'année 2011 à l'année 2010, ce qui frappe le plus est la faible diminution du PIB : 0,7 %. Si l'on admet que le premier trimestre de 2011 a été comparable à celui de 2010, cela signifie une baisse d'environ 1 % du PIB sur les trois derniers trimestres, ce qui tout à fait étonnant et remarquable, vu le tremblement de terre, le tsunami et la catastrophe nucléaire d'avril 2011. On ne saurait cependant oublier qu'une partie de ce PIB (symbole de « croissance » ?) est constituée de la réparation des dégâts, tout au moins matériels, de ces catastrophes.

En 2013 la valeur du PIB est supérieure de 3,2 % à sa valeur en 2010.

Le PIB par habitant, après avoir baissé de 1 % entre 2010 et 2011, se retrouve en 2013 à 2,8 % au-dessus de sa valeur en 2010.

Indicateurs	Unité	2010	2011	2012	2013	2013-2010	/2010 en %
Population	million	127,45	127,82	127,86	127,95	0,5	*0,4*
PIB	**milliard € 2005**	**3730**	**3704**	**3777**	**3850**	**120**	***3,2***
VA Industrie	milliard € 2005	1106	1049	1046	1046	-60	*-5,4*
VA Services	milliard € 2005	2553	2586	2657	2729	176	*6,9*
VA Agriculture	milliard € 2005	56	54	58	60	4	*7,1*
PIB par habitant	***€ 2005***	***29268***	***28979***	***29538***	***30091***	***823***	***2,8***

Tableau 1 : Évolutions macroéconomiques

Si l'on analyse les valeurs ajoutées, on voit qu'en ordres de grandeur, les services (secteur tertiaire) représentent en 2013 plus des deux tiers du PIB (70,9 %), l'industrie 27,2 % et l'agriculture 1,6 %.

Sur la période 2010-2013, la valeur ajoutée de l'industrie reste en dessous de sa valeur de 2010 (- 5,4 %), celle des services (secteur tertiaire) augmente (+6,9 %) et celle de l'agriculture augmente de 7,1 %.

Comparaison internationale

	Unité	2010			2013			2013-2010/2010 en %		
		Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon
Population	million	81,78	65,08	127,45	81,62	66,15	127,95	-0,2	1,6	0,4
PIB	Md €	2379,4	1771,6	3730,2	2485,6	1805,2	3850,3	4,5	1,9	3,2
PIB/hab	€	29095	27222	29268	30453	27289	30092	4,7	0,2	2,8
Part VA Industrie	%	*30,2*	*21,5*	*29,8*	*28,7*	*21*	*27,3*	*-5*	*-2,3*	*-8,4*

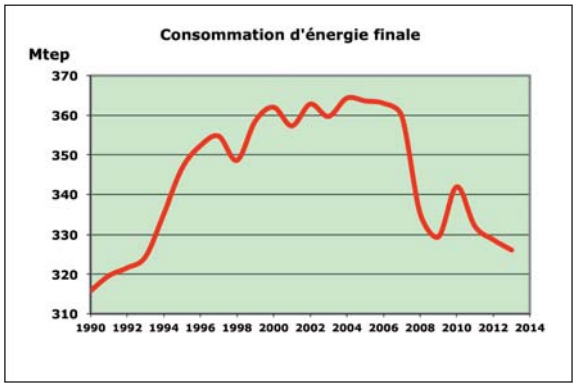
Tableau 2 : Comparaison économique

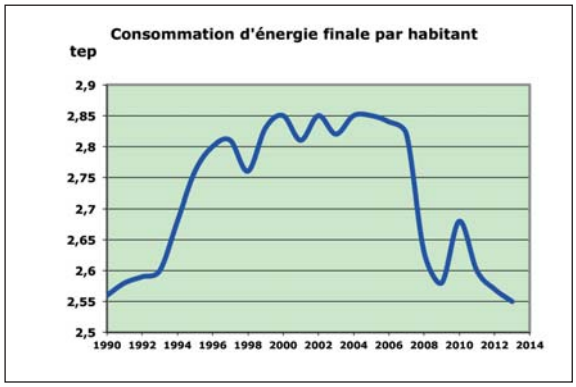
Les PIB par habitant de l'Allemagne et du Japon sont très voisins, celui de la France leur est inférieur de 6,5 %. Ils augmentent entre 2010 et 2013 pour les trois pays mais de façon inégale, celui de la France restant à peu près au même niveau en 2013 qu'en 2010. La part de l'industrie dans la somme des valeurs ajoutées sectorielles diminue dans les trois pays et plus fortement au Japon. Elle est nettement plus faible en France que dans les deux autres pays.

1. Du côté de la demande

1.1 Évolution de la consommation d'énergie finale

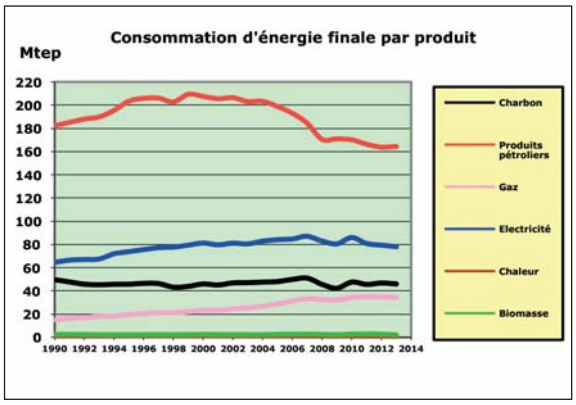
Sur longue période

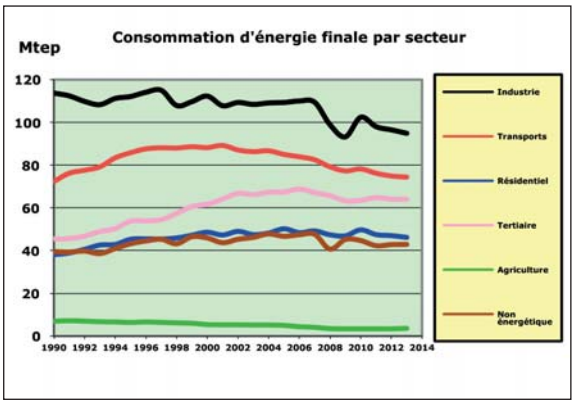




Figures 5 et 6

La consommation d'énergie finale, totale ou par habitant, augmente fortement entre 1990 (315,8 Mtep et 2,56 tep/habitant) et 1997 (354,7 Mtep et 2,81 tep/habitant), puis plus faiblement jusqu'en 2004 (364,3 Mtep et 2,85 tep/habitant) pour connaître une baisse sensible sur 2008 et 2009 (329,45 Mtep et 2,58 tep/habitant) et une forte remontée en 2010 à, respectivement, 341,9 Mtep et 2,68 tep par habitant. Elle diminue ensuite jusqu'en 2013 (respectivement 326,1 Mtep et 2,55 tep), alors que le PIB a augmenté.





Figures 7 et 8

L'évolution de la consommation d'énergie finale par produit met en évidence la part prépondérante des produits pétroliers sur l'ensemble de la période, avec cependant une baisse sensible (en valeur absolue et en pourcentage) à partir de 2005 : 182 Mtep en 1990 (58 %) et 209 Mtep (58 %) en 1999, 199 Mtep (55 %) en 2005 et 164 Mtep (50 %) en 2013.

L'électricité vient en second avec une stabilisation autour de 80 Mtep à partir de la fin des années 1990 (la part de l'électricité augmente de 20,4 % en 1990 à 23,9 % en 2013). Même stabilité du charbon autour de 40 Mtep et augmentation régulière du gaz de 15,2 Mtep en 1990 à 34,4 Mtep en 2013.

Tout au long de la période, le secteur de l'industrie reste le premier consommateur, avec une lente décroissance de 114 Mtep en 1990 à 95 Mtep en 2013. Le secteur des transports connaît une évolution comparable à celle des produits pétroliers, ce qui est logique, et sa consommation retrouve en 2013 son niveau de 1990 (74,4 Mtep en 2013 contre 72,4 Mtep en 1990), après un maximum à 89,2 Mtep en 2001. Si l'on ajoute les consommations du résidentiel et du tertiaire, on constate que le secteur des bâtiments (plus l'éclairage public) constitue le premier consommateur à partir de 2001 : 83,4 Mtep en 1990, 111,4 Mtep en 2001, 117,4 Mtep en 2005, 110,2 Mtep en 2013.

Remarque :

La consommation d'énergie finale de charbon, essentiellement d'ailleurs celle de l'industrie, comprend, outre la consommation directe de charbon (charbon bitumineux et charbon à coke), la consommation des produits dérivés de l'industrie du charbon et de la sidérurgie (coke, gaz de cokeries, gaz de hauts-fourneaux, gaz d'aciérie, goudron de houille). La consommation finale de charbon inclut donc une certaine quantité de produits dérivés de l'industrie du charbon, le reste des gaz dérivés étant consacré à la production d'électricité (voir paragraphe 2.1).

De 2010 à 2013

Le tableau 3 présente le bilan des consommations d'énergie finale par produit et par secteur pour les années 2010, 2011, 2012 et 2013.

PAR PRODUIT - Mtep	2010	2011	2012	2013	2013-2010	/2010 en %
Charbons	47,6	45,6	46,8	46	-1,54	-3,23
Produits pétroliers	170,1	166,3	163,8	164,4	-5,61	-3,3
Gaz	34,4	35,2	34,8	34,4	0,04	0,12
Electricité	86	80,8	79,4	78	-7,97	-9,27
Chaleur	1,2	1,1	1,1	1	-0,14	-12,36
Biomasse	2,8	3	2,8	2,2	-0,58	-21,04
TOTAL	**341,9**	**332,1**	**328,7**	**326,1**	**-15,8**	**-4,62**
PAR SECTEUR - Mtep	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2013-2010**	**/2010 en %**
Industrie	102,4	98	96,5	94,9	-7,54	-7,36
Transports	78,2	76,2	74,9	74,4	-3,8	-4,86
Résidentiel	49,7	47,5	47	46,2	-3,44	-6,92
Tertiaire	63,5	64,8	64,1	64	0,56	0,88
Agriculture	3,4	3,4	3,4	3,6	0,18	5,14
Usages non énergétiques	44,7	42,3	42,8	42,9	-1,76	-3,93
TOTAL	**341,9**	**332,1**	**328,7**	**326,1**	**-15,8**	**-4,62**
Par habitant	*2,68*	*2,6*	*2,57*	*2,55*		

Tableau 3 : Consommation d'énergie finale par produit et par secteur

La consommation finale d'énergie a baissé de 15,8 Mtep entre 2010 et 2013. Les consommations finales de charbon et de produits pétroliers ont baissé de 3,4 %, la consommation de gaz est restée constante et la consommation d'électricité a baissé de 9,3 %. Les baisses importantes de la part de la chaleur et de la biomasse ne sont pas vraiment significatives au vu des faibles valeurs absolues

Le seul secteur consommateur important dont la consommation augmente très légèrement entre 2010 et 2013 est le secteur tertiaire. Par contre les réductions de consommation sont notables dans l'industrie (- 7,3 %), les transports (- 4,9 %) et le résidentiel (- 7,0 %). L'ensemble des bâtiments des secteurs résidentiel et tertiaire (y compris pour celui-ci l'éclairage public) consomme 110,2 Mtep en 2013, soit 33,8 % de la consommation finale d'énergie (et 38,9 % de la consommation énergétique finale qui exclut les consommations des usages non énergétiques).

Comparaison internationale sur la consommation finale d'énergie

	Unité	2010			2013			2013-2010/2010 en %		
		Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon
CEF*	Mtep	235,1	165,6	341,9	233,4	159,7	326,1	-0,7	-3,6	-4,6
CEF/hab.	tep	2,88	2,54	2,56	2,86	2,41	2,55	-0,7	-5,1	-0,4
Part Pétrole	%	40,3	43,1	49,7	40,6	42,9	50,4	0,7	-0,5	1,4
Part électricité	%	19,3	23,1	25,1	18,7	23,7	23,9	-3,1	2,6	-4,8

Tableau 4 : Comparaison en énergie finale
** CEF : consommation d'énergie finale.*

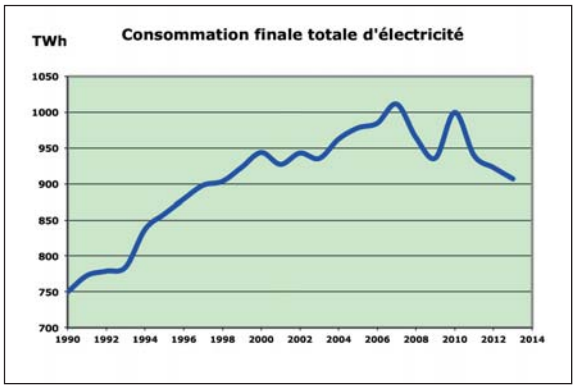
La consommation finale totale par habitant est plus élevée en Allemagne. La part du pétrole est plus importante au Japon tandis que celle d'électricité est plus importante en France.

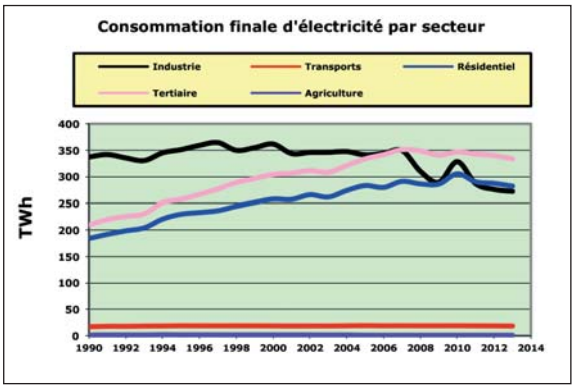
1.2 Évolution de la consommation finale d'électricité

Sur longue période

La consommation totale d'électricité a augmenté régulièrement et de façon quasi linéaire de 1990 (750 TWh) à 2007 (1 011 TWh), soit autour de 15 TWh par an. On retrouve, comme pour l'énergie totale, la baisse de consommation en 2008 et 2009 due à la crise financière et économique (936 TWh en 2009) et la remontée à 1 000 TWh en 2010, puis la baisse les trois années suivantes (907 TWh en 2013).

La répartition par secteur montre, à partir d'une situation de nette domination de l'industrie en 1990 (45 %), la convergence des trois grands secteurs consommateurs. Le tertiaire dépasse l'industrie à partir de 2007. Le transport et l'agriculture restent à de faibles niveaux de consommation.





Figures 9 et 10

De 2010 à 2013

TWh	2010	2011	2012	2013	2013 - 2010	/2010 en %
TOTAL	999,7	939,4	922,7	907	-92,7	-9,3%
Industrie	328,2	286,7	275,9	272,2	-56	-17,1%
Transports	18,9	18,7	18,6	18,3	-0,6	-3,2%
Résidentiel	305,3	290,2	287,3	282	-23,3	-7,6%
Tertiaire	346,5	342,9	339,9	333,6	-12,9	-3,7%
Agriculture	0,9	0,9	0,9	0,9	0	0%

Tableau 5 : Les consommations finales d'électricité par secteur

La consommation finale totale d'électricité a baissé de 9,3 % entre 2010 et 2013. Celle de l'industrie a baissé à un taux nettement plus élevé que la baisse de sa valeur ajoutée (-5,4 %). Baisse également dans les transports, le résidentiel et le tertiaire. On peut raisonnablement attribuer la baisse des consommations d'électricité à des actions d'efficacité et de sobriété énergétiques. En 2013, la somme des consommations du résidentiel et du tertiaire, soit la consommation dans tous les bâtiments (sauf bâtiments industriels) plus l'éclairage public, s'élève à 615,6 TWh, soit 68 % de la consommation finale totale d'électricité. C'est un secteur dont le potentiel d'économies d'électricité est considérable.

Comparaison internationale sur la consommation finale d'électricité

	Unité	2010			2013			2013-2010/2010 en %		
		Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon
Cons. totale	TWh	529	444,1	999,7	507,3	440,8	907	-4,1	-0,7	-9,3
Par hab.	kWh	6468	6824	7844	6215	6663	7089	-3,9	-2,4	-9,6
Industrie	%	*42,6*	*26,6*	*32,8*	*42,6*	*25,6*	*30*	*0*	*-3,8*	*-8,5*
Bâtiments	%	*52,5*	*69*	*65,2*	*52,5*	*69,6*	*67,9*	*0*	*0,9*	*4,1*

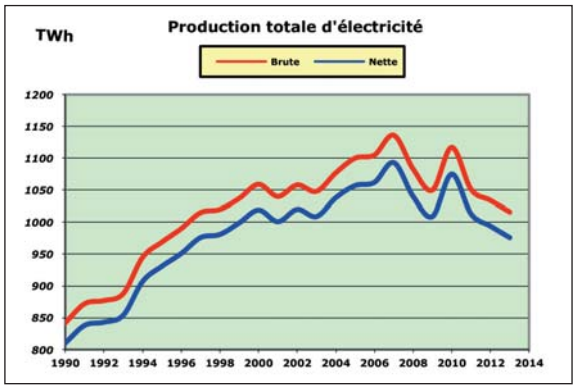
Tableau 6 : Comparaison en électricité finale

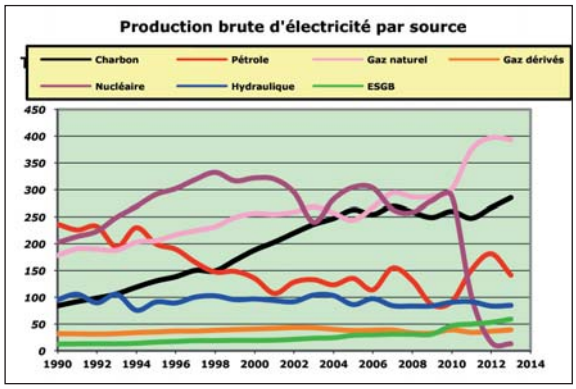
La consommation finale d'électricité par habitant est nettement plus élevée au Japon qu'en France et en Allemagne. La part de l'industrie dans cette consommation est la plus faible en France et très nettement plus élevée en Allemagne. Par contre, la part de la consommation dans les bâtiments (secteur résidentiel et tertiaire incluant l'éclairage public) est 17 à 15 % plus élevée en France et au Japon.

2. Du côté de l'offre

2.1 La production d'électricité

Sur longue période





Figures 11 et 12
- ESGB : éolien, solaire, géothermie, biomasse.

La production totale brute d'électricité a augmenté de façon régulière et quasi linéaire de 1990 (842 TWh) à 2007 (1 136 TWh) par pas annuel de 17 TWh. Elle a ensuite décru en 2008 et 2009 (1 950 TWh) pour décroître ensuite à 1 016 TWh en 2013.

On a fait figurer dans la production par source celle qui provient des gaz dérivés de l'industrie charbonnière et de la sidérurgie (gaz de cokeries, gaz de haut fourneaux, gaz d'aciéries).

La contribution du pétrole, en tête en 1990, se réduit sur la période et l'augmentation de la production se fait grâce au nucléaire, au charbon et au gaz naturel, ce dernier prenant la première place après l'effondrement du nucléaire en 2011. La production d'origine hydraulique reste à peu près constante sur la période autour de 100 TWh et la contribution des autres énergies renouvelables n'augmente que très lentement dans la période pré-Fukushima, de 1,7 TWh en 1990 à 10 TWh en 2010 mais décolle ensuite pour atteindre 23 TWh en 2013.

La production à partir des gaz dérivés reste à peu près constante sur la période, entre 30 et 40 TWh.

De 2010 à 2013

Avant l'accident nucléaire de Fukushima du 11 avril 2011, le Japon comptait 54 réacteurs nucléaires électrogènes en service, répartis dans 18 centrales. 34 appartiennent à la filière des réacteurs à eau bouillante (REB) et 20 à celle des réacteurs à eau pressurisée (REP).

Le système de production d'électricité a été le premier touché par la catastrophe de Fukushima puisque tous les réacteurs nucléaires ont été progressivement arrêtés après le 11 mars 2011 et le sont restés jusqu'à la fin de l'année 20112. Cela a représenté une perte immédiate de la production d'origine nucléaire, situation qui s'est prolongée en 2012 et en 2013 : la production d'électricité comptait seulement 2 réacteurs en février 2012, puis plus aucun en septembre 2013.

Le tableau 7 analyse les bilans électriques du Japon pour les années 2010, 2011, 2012 et 2013, jusqu'à la consommation finale présentée dans le tableau 5. Par rapport à un bilan électrique classique (celui de la France par exemple), les bilans électriques du Japon diffèrent en ce qu'ils ne comprennent pas les rubriques « importation » et « exportation » du fait du caractère insulaire de ce pays.

Du fait de la très faible variation des consommations intermédiaires (autoconsommations, pompage, secteur de l'énergie), on retrouve au niveau de la production brute une baisse de 9,1 %, soit 101,1 TWh, la baisse de 9 % de la consommation finale (-92,7 TWh).

2 - Après l'accident nucléaire de Fukushima, au moins quatre des six réacteurs de Fukushima Daiichi sont définitivement hors service.

3 - C'est toujours le cas en octobre 2014. Au 15 septembre 2014, une année entière venait de s'écouler sans aucune production d'électricité d'origine nucléaire.

Unité : TWh	2010	2011	2012	2013	2013-2010	/2010 en %
PRODUCTION BRUTE, dont	**1117,1**	**1051,3**	**1034,3**	**1016**	**-101,1**	*-9,1*
Thermique, dont	727,8	845,3	920,3	900,4	**172,6**	*23,7*
ex-charbon	260	247,6	266,8	285,3	**25,4**	*9,8*
ex-pétrole	91,7	151	181,3	141,4	**49,7**	*54,2*
ex-gaz naturel	300,8	375	397,2	393,4	**92,6**	*30,8*
ex-gaz dérivés	39,2	34,4	36,5	39	**-0,2**	*-0,5*
ex-biomasse*	36,2	37,3	38,6	41,3	**5,1**	*14,1*
Nucléaire	***288,2***	***101,8***	***15,9***	***12,9***	***-275,3***	*-95,5*
Hydraulique, dont	90,7	91,7	83,6	84,8	**-5,9**	*-6,5*
Pompage	8,5	8,5	8,2	6,8	**-1,7**	*-20*
Eolien	4	4,7	4,8	5,1	**1,1**	*27,5*
Solaire	3,8	5,2	7	10,1	**6,3**	*165,8*
Géothermique	2,6	2,7	2,6	2,6	**0**	*0*
DISPONIBILITE BRUTE	**1117,1**	**1051,3**	**1034,3**	**1016**	**-101,1**	*-9,1*
Autoconsommations	-42,4	-37,9	-40,7	-40	**2,4**	*-5,7*
PRODUCTION NETTE	**1074,8**	**1013,4**	**993,6**	**976**	**-98,8**	*-9,2*
Consommation du pompage	-9,8	-9,7	-10,2	-8,5	**1,3**	*-13,3*
Disponibilité intérieure	1064,9	1003,7	983,4	967,5	**-97,4**	*-9,1*
Pertes de transport/distribution	-49,4	-49	-45,4	-45,4	**4**	*-8,1*
CONSOMMATION TOTALE	**1015,5**	**954,7**	**938**	**922,1**	**-93,4**	*-9,2*
Consommation secteur énergie	-15,8	-15,3	-15,3	-15,1	**0,7**	*-4,4*
CONSOMMATION FINALE	**999,7**	**939,4**	**922,7**	**907**	**-92,7**	*-9,3*

Tableau 7 : Bilans électriques des années 2010, 2011, 2012 et 2013

** La production d'électricité à partir de biomasse renouvelable est respectivement, pour chaque année : 33,4, ; 34,3 ; 35,6 ; 38,1 TWh.*

L'évolution la plus marquante de la structure de la production brute d'électricité est évidemment la chute de la production d'origine nucléaire de 288,2 TWh en 2010 à 12,9 TWh en 2013. La part de la production d'origine nucléaire dans la production totale passe de 26 % en 2010 à 1 % en 2013.

Entre 2010 et 2013, la baisse de 275,3 TWh de la production nucléaire à laquelle s'ajoute la baisse conjoncturelle de 5,9 TWh de l'hydraulique, est d'abord compensée par la baisse de 101,1 TWh du besoin total de production, due à la baisse de la demande finale. On note également une baisse de 4 TWh (10 %) des pertes de transport et distribution.

Du côté de l'offre, la compensation se fait donc par une production supplémentaire d'électricité d'origine thermique fossile de 172,6 TWh (25,4 TWh ex-charbon, +8 % ; 49,7 TWh ex-pétrole, +54 %) ; 92,6 TWh ex-gaz naturel, +31 %) et de 7,4 TWh d'origine renouvelable : éolien (1,1 TWh) et surtout solaire (6,3 TWh).

En 2010, la part de la consommation d'électricité dans la consommation finale d'énergie était de 25 %. La part du nucléaire dans la production brute d'électricité était de 26 %. Par conséquent, la contribution du nucléaire à la consommation finale d'énergie était de 6,5 %.

Comparaison internationale de la production d'électricité

		2010			2013			(2013-2010)/2010 en %		
	Unité	Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon
Total*	**TWh**	629	569	1117	621	575	1016	*-1,2*	*1*	*-9,1*
Par hab.	**kWh**	7690	8746	8765	7612	8694	7940	*-1*	*-0,6*	*-9,4*
Fossile	**%**	58,6	9,8	61,9	58,7	7,9	84,6	*0,2*	*-19,4*	*36,7*
Nucléaire	**%**	22,3	75,3	25,8	15,7	73,7	1,3	*-29,6*	*-2,1*	*-95*
Renouvelables	**%**	17,8	14,5	12	24,4	17,8	13,9	*37,1*	*22,8*	*15,8*

Tableau 8 : Comparaison en production d'électricité

Entre 2010 et 2013 la part du nucléaire se réduit presque à zéro au Japon, se réduit en Allemagne et reste constante en France au niveau très élevé de 75-74 % du total. La production d'origine fossile domine en Allemagne et au Japon où elle augmente nettement sur la période. La part des renouvelables augmente nettement en Allemagne, un peu moins en France et au Japon.

2.2 La consommation d'énergie primaire

Sur longue période

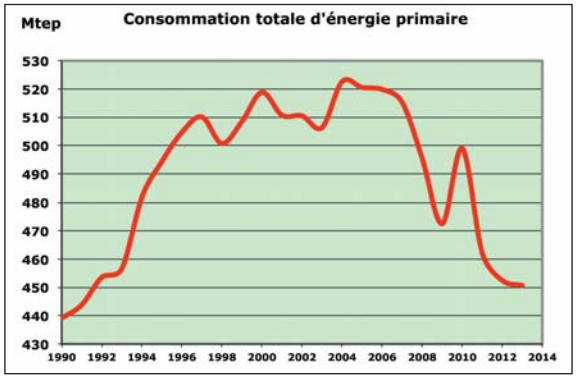
Pour la consommation primaire totale, on retrouve l'évolution en cloche de la consommation finale, avec un maximum à 523 Mtep atteint sur la période 2004-2005, puis une décroissance accentuée jusqu'en 2009 (472 Mtep) et la remontée en 2010, fluctuations qui suivent le profil du PIB.

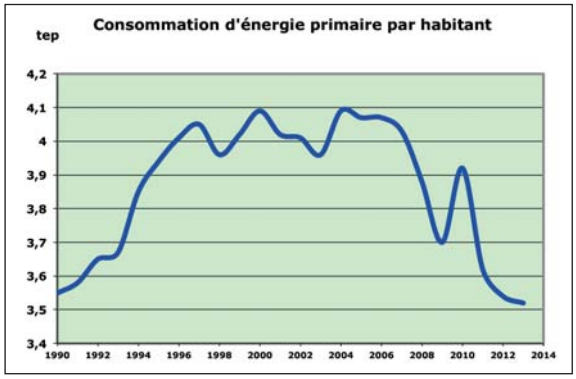
Les consommations décroissent ensuite entre 2010 et 2013, année où elles se situent à peu près au niveau de 1990 (et même un peu moins pour la consommation par habitant), essentiellement du fait de la baisse de la consommation finale analysée précédemment.

La répartition par source montre la domination du pétrole qui représente près de la moitié de la consommation primaire. Cependant sa contribution baisse à partir de 2000 et, en part relative, de 57 % en 1990 à 48 % en 2000 et 45 % en 2013.

Les consommations de charbon et de gaz naturel augmentent sur l'ensemble de la période, tandis que la contribution des énergies renouvelables reste faible.

La contribution de l'uranium en énergie primaire (chaleur produite dans les réacteurs nucléaires), augmente de 1990 (50 Mtep, 12 % de la consommation primaire totale) à 1998 (87 Mtep, 17 %) et fluctue ensuite autour de 70 Mtep jusqu'en 2010 (75 Mtep, 15 %) pour chuter à 0,7 % en 2013.





Figures 13 et 14

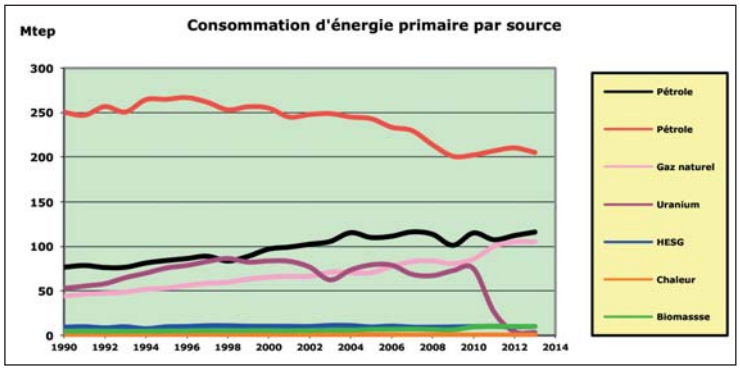


Figure 15
HESG : hydraulique, éolien, solaire PV, géothermie (électricité).
Chaleur primaire : chauffe-eau solaire et géothermie (chaleur).

La baisse importante de la consommation totale d'énergie primaire (48 Mtep, soit 9,6 %) est due à plusieurs facteurs :

- La baisse de 4,6 % de la consommation d'énergie finale.
- Le remplacement des centrales thermiques nucléaires (combustible uranium) de faible rendement (33 %) par des centrales thermiques fossiles de rendement plus élevé, en particulier pour les centrales à gaz, ce qui fait que la production d'une même quantité d'électricité nécessite une consommation moindre de combustible primaire.

Cet effet devrait s'accroître avec la montée de la production d'électricité d'origine renouvelable non thermique (éolien et solaire photovoltaïque4) pour laquelle c'est l'électricité produite qui est comptabilisée directement en énergie primaire. Cela joue également un peu dès 2013.

4 - C'est également le cas pour l'hydraulique et, dans le futur, l'utilisation de l'énergie de la houle ou des courants.

De 2010 à 2013

Mtep	2010	2011	2012	2013	2013-2010	/2010 en %
Charbon	115,3	107,7	112,4	116,3	1	0,9
Pétrole	202,3	206,9	210,2	205,1	2,8	1,4
Gaz naturel	86	100,1	105,3	105,3	19,3	22,4
Uranium	75,1	26,5	4,2	3,4	-71,7	-95,5
HESG	10	10,3	9,7	10,2	0,2	2
Chaleur	0,6	0,6	0,5	0,5	-0,1	-16,7
Biomassse	9,6	10,1	10,2	10,1	0,5	5,2
TOTAL	**498,9**	**462,2**	**452,5**	**450,9**	**-48**	**-9,6**
dont fossiles	*403,6*	*414,7*	*427,9*	*426,7*	*23,1*	*5,7*
Par habitant	**4,03**	**4,01**	**3,92**	**3,96**	**3,84**	**3,52**

Tableau 9 : Les consommations d'énergie primaire par source

On constate donc que, sur le bilan primaire, la perte de 71,7 Mtep d'énergie primaire « uranium » doit être mise en regard d'une augmentation de consommation de 23,1 Mtep de sources d'énergies fossiles et de 0,6 Mtep de sources d'énergies renouvelables.

Les consommations des combustibles fossiles primaires pour la production d'électricité

Mtep	2010	2011	2012	2013	2013-2010	(2013-2010) /2010 en %
Charbon	53,27	51	54,51	58,29	5,02	9,4
Pétrole	18,14	30,49	36,8	28,68	10,54	58,1
Gaz naturel	56,4	70,42	74,4	73,68	17,28	30,6
TOTAL	**127,81**	**151,91**	**165,71**	**160,65**	**32,84**	**25,7**
Part* en %						
Charbon	*46,2*	*47,4*	*48,5*	*50,1*		
Pétrole	*9*	*14,7*	*17,5*	*14*		
Gaz naturel	*65,6*	*70,3*	*70,7*	*70*		
Total	*25,6*	*32,9*	*36,6*	*35,6*		

Tableau 10 : Consommation de combustibles fossiles primaires pour la production d'électricité

** Part de la consommation consacrée à a production d'électricité dans la consommation totale.*

*** Même rapport pour l'ensemble des combustibles fossiles primaires.*

On constate d'abord l'augmentation de la quantité de combustibles fossiles primaires pour la production d'électricité (32,8 Mtep). Cette augmentation est relativement faible pour le charbon (9,4 %), nettement plus élevée pour le gaz naturel (30,6 %) et très élevée pour le pétrole (58,1 %), probablement du fait de la mise en fonctionnement de capacités existantes, mises à l'arrêt dans la période précédente (nous avons vu précédemment la baisse de la production d'électricité à partir du pétrole sur la période 1990-2010), mais conservées en état de marche.

Mais, comme nous l'avons vu ci-dessus, l'augmentation totale de ces combustibles dans la consommation primaire n'atteint que 23,1 Mtep. Cela provient d'une baisse de leur contribution pour les utilisations finales (voir 1.1, tableau 3).

De façon cohérente, la part de cette consommation pour la production d'électricité dans la consommation totale des combustibles fossiles primaires augmente de 35,6 %.

En pour cent, l'augmentation est la plus forte pour le pétrole, mais sa contribution en 2013 reste relativement faible au regard de sa consommation totale (14 %). Vient ensuite le gaz dont 70 % de la consommation est consacrée en 2013 à la production d'électricité ; c'est d'ailleurs dans ce secteur qu'elle augmente le plus puisque sa consommation totale n'augments que de 19,3 Mtep (tableau 9). Quant au charbon, sa consommation pour la production d'électricité augmente de 9 %, la part de cette consommation dans la consommation totale de charbon augmente de 4,1 % et comme nous l'avons vu dans la tableau 9, sa consommation totale n'augmente que de 0,9 %.

Comparaison internationale sur la consommation primaire d'énergie

		2010			2013			(2013-2010)/2010 en %		
	Unité	Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon
Total*	**Mtep**	330	261	499	323	254	451	*-2,1*	*-2,7*	*-9,6*
Par hab.	**tep**	4,03	4,01	3,92	3,96	3,84	3,52	*-1,7*	*-4,2*	*-10,2*
Charbon	**%**	*23,4*	*4,6*	*23,1*	*25,3*	*4,7*	*25,8*	*8,1*	*2,2*	*11,7*
Pétrole	**%**	*31,8*	*29*	*40,5*	*32*	*28,4*	*45,5*	*0,6*	*-2,1*	*12,3*
Gaz naturel	**%**	*23*	*16,3*	*17,2*	*23,3*	*15,3*	*21,1*	*1,3*	*-6,1*	*22,7*
Nucléaire	**%**	*11,1*	*42,8*	*15,1*	*7,7*	*42,3*	*0,7*	*-30,6*	*-1,2*	*-95,4*
Renouvelables	**%**	*11*	*8,4*	*3,6*	*12,3*	*9,6*	*4,2*	*11,8*	*14,3*	*16,7*

Tableau 11 : Comparaison en énergie primaire

** Consommation totale d'énergie primaire.*

Les consommations d'énergie primaire par habitant des trois pays sont très voisines.

Par contre la structure de cette consommation diffère nettement : le pétrole représente un peu moins d'un tiers en Allemagne et en France mais 40 % en 2010 et 45 % en 2013 au Japon. L'uranium domine en France, très loin devant l'Allemagne (où il baisse nettement entre 2010 et 2013) et au Japon (15 % en 2010 et 0,7 % en 2013). Le charbon représente à peu près le quart en Allemagne et au Japon (et augmente d'environ 10 % pour les deux pays entre 2010 et 2013) et reste très faible en France. Le gaz naturel se situe entre 15 % (France 2013) et 23 % (Allemagne). La part des énergies renouvelables augmente dans les trois pays entre 2010 et 2013, plus nettement au Japon et en France qu'en Allemagne.

Il faut cependant tenir compte dans cette comparaison du fait que, à même production d'électricité, la production des sources renouvelables non thermiques hydraulique, éolien, solaire, est défavorisée en énergie primaire du fait des faibles rendements de la production d'origine thermique fossile et nucléaire.

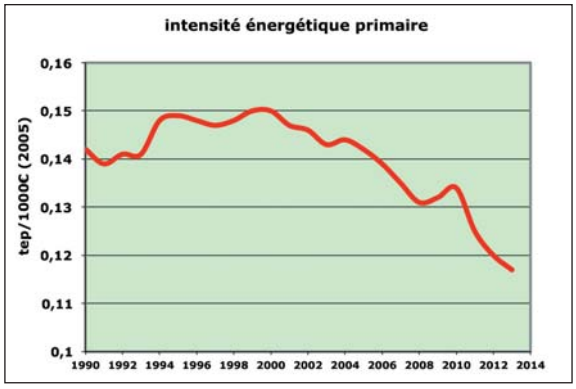
3. Indicateurs et impacts

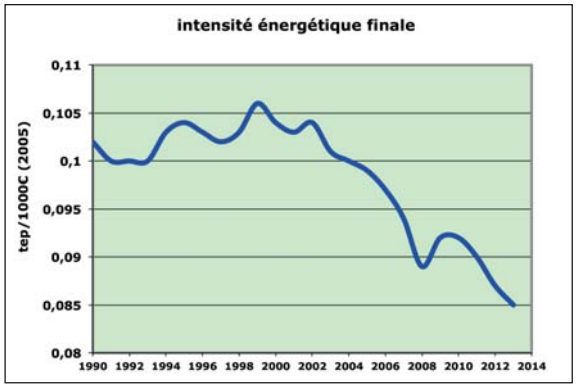
Nous mettons ici en perspective sur la période 1990-2013 les valeurs de plusieurs indicateurs et impacts significatifs de l'évolution des consommations d'énergie et de leur lien avec l'économie du pays : intensités énergétiques, émissions de gaz carbonique du système énergétique et facture énergétique extérieure. Enfin nous examinons l'essor de la production d'électricité d'origine éolienne et photovoltaïque, conséquence de la chute de la production d'origine nucléaire.

3.1 Les intensités énergétiques

L'intensité énergétique est le rapport de la consommation d'énergie, primaire ou finale, au produit intérieur brut (PIB). Cet indicateur s'exprime en tep par unité de PIB. Son évolution dépend de changements de structure dans les activités de production et traduit également la variation de l'efficacité de la consommation d'énergie.

Sur longue période





Figures 16 et 17

L'intensité énergétique primaire augmente entre 1990 (0,142) et 1999-2000 (0,15), puis diminue nettement entre 2000 et 2008 (0,131) pour remonter en 2012 (0,134) pour redescendre ensuite jusqu'en 2013 (0,117). L'intensité énergétique finale se comporte de façon assez similaire et atteint 0,085 en 2013

Il est frappant de constater la dérive qui s'est produite avant 2000 et qui a marqué une augmentation de l'intensité énergétique, ce qui est assez rare parmi les pays dits « développés ». On a bien l'impression d'assister à un « rattrapage » depuis 2000, tendance qui se poursuit entre 2010 et 2013 après la remontée de 2012.

De 2010 à 2013

	Unité	2010	2011	2012	2013	2013-2010	/2010 en %
Produit intérieur brut	Md € 2005	3730	3704	3777	3850	120	*3,22*
Consommation énergie primaire	Mtep	499	462	452	451	-48	*-9,62*
Intensité énergétique primaire	***tep/1000 €***	***0,134***	***0,125***	***0,12***	***0,117***	**-0,017**	***-12,69***
Consommation énergie finale	Mtep	342	332	329	326	-16	*-4,68*
Intensité énergétique finale	***tep/1000 €***	***0,092***	***0,09***	***0,087***	***0,085***	**-0,007**	***-7,61***
Consommation finale électricité	TWh	1000	939	923	907	-92,7	-9,3
Intensité électrique finale	***kWh/€***	***0,268***	***0,254***	***0,244***	***0,236***	**-0,032**	**-12,6**

Tableau 12 : Les intensités énergétiques et électrique

Entre 2010 et 2013, malgré une augmentation du PIB de 3,2 %, les intensités énergétiques primaire et finale ont baissé respectivement de 12,6 % et 7,6 %. L'intensité électrique, rapport de la consommation finale d'électricité au PIB, a décru de 12,6 % sur cette période.

Comparaison internationale des intensités énergétiques

	Unité	2010			2013			(2013-2010)/2010 en %		
		Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon
IEP	tep/1000€	0,139	0,147	0,134	0,13	0,141	0,117	*-6,5*	*-4,1*	*-12,7*
IEF	tep/1000€	0,099	0,093	0,092	0,094	0,088	0,085	*-5,1*	*-5,4*	*-7,6*
Iélec fin	kWh/€	0,222	0,251	0,268	0,204	0,244	0,236	*-8,1*	*-2,8*	*-11,9*

Tableau 13 : Comparaison des intensités énergétiques

Les intensités énergétiques primaires des trois pays décroissent, plus fortement au Japon, et celle de la France est nettement supérieure aux deux autres (notamment du fait de la forte proportion de nucléaire).

Les intensités énergétiques finales diminuent également, ici encore de façon plus importante pour le Japon, et celles de la France et du Japon sont inférieures à celle de l'Allemagne.

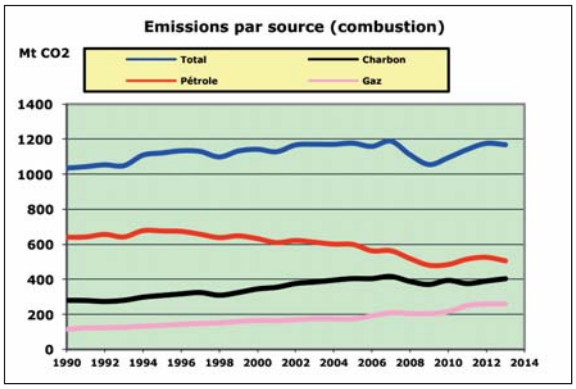
L'intensité électrique finale de l'Allemagne est très nettement inférieure à celle des deux autres pays. Les intensités électriques diminuent dans les trois pays, plus nettement au Japon.

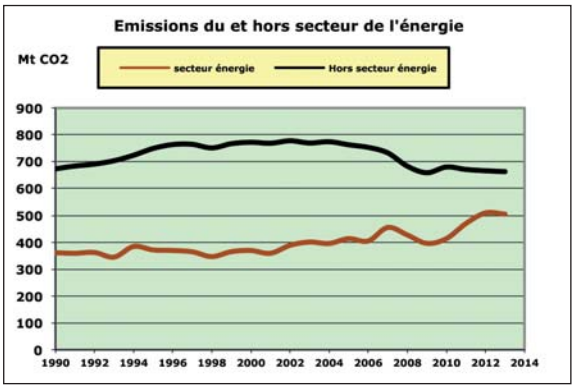
3.2 Les émissions de gaz carbonique (CO_2)

Sur longue période

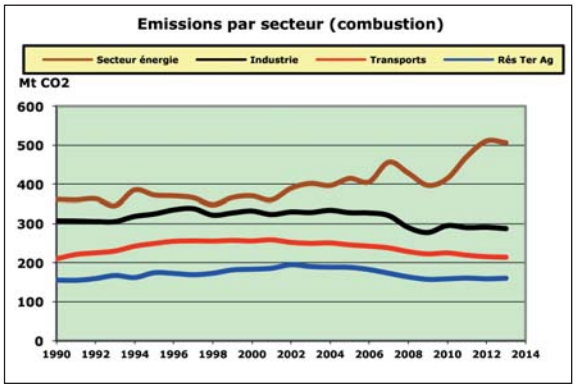
Les émissions totales de CO_2 n'ont cessé d'augmenter de façon quasi linéaire de 1990 (1 034 Mt) à 2002 (1 167 Mt) par pas annuel de 11,1 millions de tonnes. Les émissions ont ensuite augmenté à un rythme beaucoup plus faible jusqu'en 2007 (1 189 Mt), puis elles ont chuté en 2008 (1 111 Mt) et 2009 (1 055 Mt) du fait de la crise économique, pour remonter ensuite en 2010 (1 094 Mt), jusqu'à 2013 (1 168 Mt), année où le niveau des émissions se situe à peu près au niveau de 2006 (1 158 Mt).

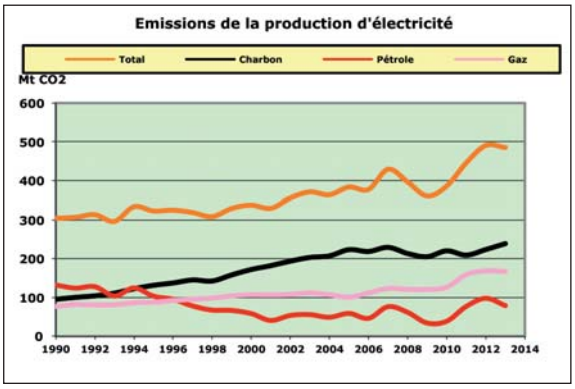
Sur toute la période 1990-2013, les émissions les plus importantes proviennent du secteur de l'énergie, avec une forte augmentation entre 2010 et 2013 (22 %). La part des émissions du secteur de l'énergie dans les émissions totales augmente de 35 % en 1990 à 38 % en 2010 et 43 % en 2013.





Figures 18 et 19





Figures 20 et 21

Du point de vue sectoriel, l'industrie domine, suivie des transports et de l'ensemble résidentiel, tertiaire, agriculture pour lesquels les valeurs sont relatives aux émissions directes (combustion). Les émissions de ces secteurs ont tendance à baisser à partir du début des années 2000 : chacune retrouve en 2013 à peu près son niveau de 1990.

Entre 2010 et 2013

Mt CO_2	2010	2011	2012	2013	2013-2010	%*	%**
Totales	1094,2	1141,4	1176,1	1168,4	74,2	*6,8*	*100*
Charbon	394,1	375,7	390,5	403,4	9,3	*2,4*	*34,5*
Pétrole	484,6	515,4	525,8	505,4	20,8	*4,3*	*43,3*
Gaz	215,5	250,3	259,8	259,6	44,1	*20,5*	*22,2*
Secteur énergie	414,6	471	510,5	506,1	91,5	*22,1*	*43,3*
Autres secteurs	679,6	670,4	665,6	662,2	-17,3	*-2,6*	*56,7*

Tableau 14 : Émissions de CO_2 entre 2010 et 2013 (combustion)

** (2013-2010)/2010*

*** Part de chaque valeur en ligne dans les émissions totales.*

Du fait de la quasi-disparition de la production d'électricité d'origine nucléaire, les émissions du secteur de l'énergie (essentiellement la production d'électricité) augmentent de 22 % (91,5 Mt) entre 2010 et 2013. Les émissions « hors secteur de l'énergie » restent en 2013 nettement supérieures à celles du secteur de l'énergie et diminuent de 17,3 Mt (17 %).

On constate que, en 2013, près de la moitié des émissions (43,3 %) proviennent de la combustion du pétrole.

Au total, les émissions de CO_2 du Japon n'ont augmenté que de 6,8 % entre 2010 et 2013, en dépit de la chute quasi totale de la production d'électricité d'origine nucléaire en 2011.

Comparaison internationale des émissions de CO_2

Emissions	Unité	2010			2013			(2013-2010)/2010 en %		
		Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon	Allemagne	France	Japon
TOTALES	Mt	754,2	349,7	1094,2	762,9	330,6	1168,4	1,15	-5,46	6,78
Sect. énergie	Mt	313,4	59,3	414,6	325,8	51,7	506,1	3,96	-12,82	22,07
Sect. énergie	%	41,6	17	37,9	42,7	15,6	43,3	2,64	-8,24	14,25
Autres	Mt	440,8	290,4	679,6	437,1	278,9	662,3	-0,84	-3,96	-2,55
Autres	%	58,4	83	62,1	57,3	84,4	56,7	-1,88	1,69	-8,7
PAR HABITANT										
Total	t	9,22	5,37	8,59	9,35	5	9,13	1,41	-6,89	6,29
Sect. énergie	t	3,83	0,91	3,25	3,99	0,78	3,96	4,18	-14,29	21,85
Autres	t	5,39	4,46	5,34	5,36	4,22	5,17	-0,56	-5,38	-3,18

Tableau 15 : Comparaison des émissions de CO_2 (combustion)

Les émissions par habitant sont très supérieures en Allemagne et au Japon à celles de la France, essentiellement du fait de la production d'électricité d'origine nucléaire. Cette différence se voit bien lorsque l'on compare les émissions du secteur de l'énergie. Par contre, les émissions « autres », c'est-à-dire hors secteur de l'énergie, sont beaucoup plus proches dans les trois pays, tout en étant plus faibles en France, essentiellement du fait d'une plus faible activité industrielle, notamment dans les industries grosses consommatrices.

Entre 2010 et 2012, les émissions totales diminuent de 5,5 % en France, augmentent au Japon (6,8 %) et plus légèrement en Allemagne.

Il ne faut pas oublier que si la très forte proportion du nucléaire en France réduit nettement les émissions de CO_2, la baisse de cette production au Japon et en Allemagne réduit proportionnellement la production de déchets nucléaires hautement radioactifs sur de très longues périodes.

3.3 La facture énergétique extérieure

Les importations nettes des trois combustibles fossiles sont également fournies par ENERDA et sont pratiquement égales aux consommations primaires. La même base de données nous fournit les valeurs des prix des énergies importées, en dollars US courants, jusqu'en 2013 pour le pétrole et le gaz naturel et 2011 pour les charbons (bitumineux et à coke).

La combinaison des deux permet de calculer la facture énergétique extérieure pour ces trois combustibles[5].

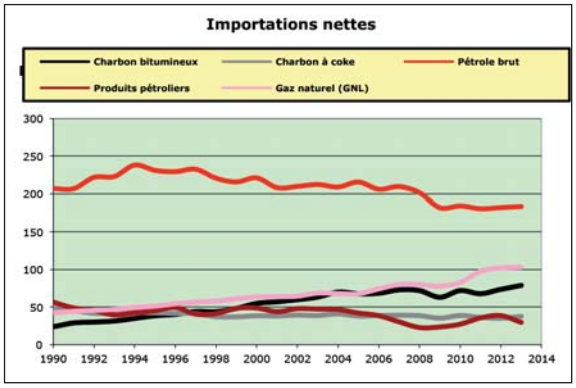
Précisons que pour les années 2012 et 2013, les prix des charbons ne sont pas indiqués : nous avons pris ceux de 2011. Pour l'année 2013, seul le chiffre total d'importation du charbon est connu et nous avons fait le partage entre charbon bitumineux et à charbon à coke en utilisant les proportions de 2012, ainsi que les prix de 2011 pour ces deux qualités de charbon[6]. D'autre part, faute de donnée particulière, nous avons attribué le prix du pétrole brut aux produits pétroliers, ce qui minore la facture totale mais la quantité concernée est très nettement inférieure à celle du pétrole brut.

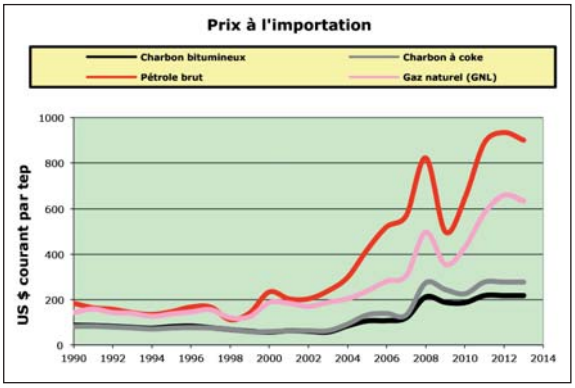
5 - Nous n'avons pas d'indications sur le coût d'importation du combustible nucléaire.

6 - Ce qui constitue probablement une surestimation des coûts du charbon importé ces années-là.

Moyennant ces hypothèses, on obtient la facture énergétique extérieure totale et sa décomposition par combustible sur l'ensemble de la période 1990-2013.

Sur longue période





Figures 22 et 23

Les importations nettes sont très proches des consommations primaires car le Japon n'a pratiquement pas de ressources fossiles sur son territoire[7].

Les prix des combustibles fossiles sont à peu près stables entre 1990 et 2000 et augmentent ensuite jusqu'en 2008, pour chuter en 2009 du fait de la crise économique et remonter ensuite jusqu'en 2013.

- Charbon bitumineux : respectivement 87, 57, 212 et 188 US$ par tep en 1990, 2000, 2008 et 2009.
- Charbon à coke : respectivement 82,62, 274 et 225 US$ par tep en 1990, 2000, 2008 et 2009.
- Pétrole brut : respectivement 184, 234, 821 et 498 US$ par tep en 1990, 2000, 2008 et 2009.
- Gaz naturel (GNL) : respectivement 144, 187, 497 et 355 US$ par tep en 1990, 2000, 2008 et 2009.

Les augmentations les plus fortes sont celles du pétrole et du gaz naturel.

On constate par exemple que le prix du pétrole brut importé a été 3,5 fois plus élevé en 2008 qu'en 2000, en dollars courants.

Les valeurs pour les années 2010 à 2013 sont présentées ci-dessous.

On voit sur la figure 24 que la facture énergétique totale est dominée sur l'ensemble de la période par le pétrole, à la fois parce qu'il représente la plus forte consommation et parce qu'il est le plus cher à la tep. La facture énergétique des combustibles fossiles a ainsi varié, en milliards de dollars, de 61 en 1990 à 80 en 2000, 166 en 2008, 151 en 2009, 195 en 2010 et 285 en 2013.

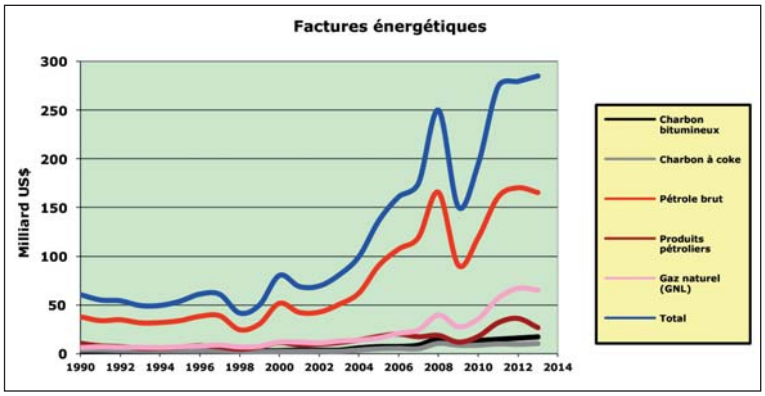


Figure 24

De 2010 à 2013

Le tableau 15 détaille le calcul des factures énergétiques pour les années 2010 à 2013, avec les hypothèses présentées ci-dessus pour les données manquantes.

La dernière ligne du tableau, intitulée « 2013 bis » indique pour chaque combustible et pour l'année 2013 quelle eut été la facture énergétique si les prix des combustibles avaient été les mêmes en 2013 qu'en 2010. Les prix des énergies étant les mêmes, la variation de la facture énergétique totale traduit l'évolution des importations de combustibles fossiles, à la fois en quantité et en structure.

7 - Sauf 3 Mtep de production de gaz naturel.

	Unité	Année	Charbon bitumineux	Charbon à coke	Pétrole brut	Produits pétroliers	GNL	Total	Par rapport à 2010	
									Mtep	%
Importations nettes	Mtep	2010	72	38,9	184,5	27,3	82,8	405,5	0	0%
	Mtep	2011	67,9	36,3	180,8	35,7	97,7	418,4	12,9	3,2%
	Mtep	2012	73,7	35,2	182,4	38,7	102,1	432,1	26,6	6,6%
	Mtep	2013	78,9	37,7	183,8	29,7	103,1	433,2	27,7	**6,8%**
Prix à l'importation	$/tep	2010	186,4	225,4	646	646	430,5			
	$/tep	2011	217,6	277	888,9	888,9	581,6			
	$/tep	2012	217,6	277	933,2	933,2	656,9			
	$/tep	2013	217,6	277	899,6	899,6	633,2			
									Md $	%
Facture énergétique	Md $	2010	13,4	8,8	119,2	17,6	35,6	**194,6**	0	0%
	Md $	2011	14,8	10,1	160,7	31,7	56,8	**274,1**	79,5	40,9%
	Md $	2012	16	9,7	170,2	36,1	67,1	**299,1**	104,5	53,7%
	Md $	2013	17,2	10,4	165,3	26,7	65,3	**284,9**	90,3	**46,4%**
2013 bis	*Md $*	*2013*	*14,7*	*8,5*	*118,7*	*19,2*	*44,4*	***205,5***		***5,60%***

Tableau 16 : Factures énergétiques de 2010 à 2013

On constate que l'augmentation des importations de combustibles fossiles entre 2010 et 2013 n'a été que de 6,8 % (26,6 Mtep) à peu près stable par rapport à l'augmentation en 2012 (6,6 %). L'augmentation la plus forte est celle de gaz naturel (GNL) de 23,3 Mtep.

Les prix du pétrole ont considérablement augmenté sur la période 2010-2013 avec un léger recul en 2013 par rapport à 2012 et c'est cette augmentation qui est la cause essentielle de l'augmentation de 46,4 % de la facture énergétique entre 2010 et 2013.

La facture énergétique (importation nette des combustibles fossiles) a bien augmenté de 46 % entre 2010 et 2013. Cette augmentation se partage entre environ 6 % dus à l'évolution du système énergétique dont l'élément le plus important est la chute de la production d'électricité d'origine nucléaire et 40 % dus à l'augmentation des prix des combustibles importés et tout particulièrement du prix du pétrole, prix international dont l'augmentation (comme la baisse éventuelle) n'a pas de rapport avec la chute de la production d'origine nucléaire au Japon.

Comparaison internationale des factures énergétiques

Commerce extérieur

Le tableau 16 analyse sur la période 2000-2011 l'évolution des échanges extérieurs totaux et énergétiques des trois pays[8].

MdUS$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Balance totale*												
Allemagne	54,6	85,5	125,5	146,9	194,1	193,8	201,4	266,2	261,1	193,7	204,1	218,3
France	-11,3	-5,2	2,5	-6,8	-18,8	-40,7	-46,1	-71,2	-100,6	-76,1	-86,2	-117,8
Japon	99,7	54,4	79,5	88,9	111,1	79,1	67,7	92,1	18,9	28,7	75,8	-32,4
Balance énergie*												
Allemagne	-34,7	-34	-32,1	-40,5	-48,3	-68	-81,2	-80,6	-124	-80,8	-96,7	-132,6
France	-24,7	-23,3	-22,4	-28,5	-38,5	-49,3	-59,2	-64,1	-91,3	-58,4	-66,1	-90,4
Japon	-75,5	-68,6	-63,9	-79,1	-96,4	-127,7	-154,8	-163	-249	-141,8	-185,6	-257,7
Import énergie												
Allemagne	42,7	42,5	41,2	52,1	65,5	89	109,1	110,9	161,2	104,3	121	166,7
France	33,9	31,6	30,6	38,9	51,5	68,3	80,5	85,5	122,4	75,7	85,3	117,8
Japon	77,3	70,3	65,5	80,9	98,9	132,3	160,7	172,2	267,6	152,5	199	274,2
Importations énergie/importations totales												
Allemagne	8,6	8,8	8,4	8,6	9,2	11,5	12	10,5	13,6	11,3	11,5	13,3
France	10	9,6	9,3	9,8	10,9	13,6	14,9	13,6	17,1	13,5	14	16,5
Japon	20,4	20,1	19,4	21,1	21,8	25,6	27,8	27,7	35,1	27,6	28,7	32,1

Tableau 17 : Importations et exportations d'énergie sur la période 2000-2011

** Exportations moins importations.*

8 - Ces valeurs sont fournies par la base de données ENERDATA jusqu'en 2011.

La balance commerciale « Exportations – Importations » est toujours positive en Allemagne et croît régulièrement sur la période, avec un fléchissement en 2009 suivi d'une reprise en 2010 et 2011. À part l'année 2002, la balance de la France est toujours négative avec une hausse en 2009 et la reprise de la baisse en 2010 et 2011 (en 2011, le déficit est dix fois supérieur à celui de 2000). La balance japonaise est toujours positive, avec des variations entre 50 et 100 milliards de dollars jusqu'en 2007, descend à 20 et 30 milliards en 2008 et 2009, remonte à 76 en 2010 mais redescend à -32 milliards en 2011

La balance des échanges d'énergie est toujours négative pour les trois pays et augmente fortement à partir de 2005 (à part le décrochage de 2009 lié à la crise économique). Les importations énergétiques suivent à peu près le même profil : en 2011, elles sont quatre fois supérieures qu'en 2000.

En 2011, le rapport des importations d'énergie aux importations totales est un peu supérieur en France (16,5 %) qu'en Allemagne (13,3 %) et près du double au Japon par rapport à la France : à 32 % on comprend le fardeau que représente les importations énergétiques pour le Japon et, au premier chef, comme nous l'avons vu précédemment, les importations pétrolières.

Facture pétrolière

Nous avons analysé l'évolution de la facture d'importation du pétrole brut qui constitue la première importation énergétique en valeur pour les trois pays.

Les importations de pétrole brut ont peu augmenté en Allemagne et au Japon et ont nettement diminué en France.

Les prix du pétrole brut ont augmenté d'environ 40 % pour les trois pays.

Du fait de cette augmentation, la facture d'importation nette du pétrole brut a augmenté dans les trois pays, dans des proportions analogues en Allemagne et au Japon et à un moindre degré en France du fait de la baisse du niveau d'importation (par ailleurs l'importation nette de produits pétroliers a augmenté en France).

	Unité	2010	2011	2012	2013	2013-2010	/2010
Prix du pétrole brut à l'importation							
Allemagne	**US$/tep**	638,4	899,8	912,6	891,5	253,1	*39,7*
France	**US$/tep**	648,9	909,1	911	891,1	242,2	*37,3*
Japon	**US$/tep**	646	888,9	933,3	899,6	253,6	*39,3*
Importations nettes de pétrole brut							
Allemagne	**Mtep**	94,4	91,9	95,2	92,2	-2,2	*-2,3*
France	**Mtep**	64,2	64	56,7	55,9	-8,3	*-12,9*
Japon	**Mtep**	184,5	180,8	182,4	183,8	-0,7	*-0,4*
Facture d'importation du pétrole brut							
Allemagne	**Md US$**	60,3	82,7	86,9	82,2	21,9	*36,3*
France	**Md US$**	41,7	58,2	51,7	49,8	8,1	*19,4*
Japon	**Md US$**	119,2	160,7	170,2	165,3	46,1	*38,7*

Tableau 18

3.4 L'essor de l'éolien et du photovoltaïque[9]

Eolien

Figures 25 et 26

9 - Avec la contribution de Yves Lenoir (http://enfants-tchernobyl belarus.org/doku.php ?id=actualite).

La production d'électricité d'origine éolienne reste peu développée au Japon : 5,1 TWh en 2013, à comparer à 49 TWh en Allemagne et 16 TWh en France.

Cependant, la volonté d'un développement de l'éolien « off-shore » flottante est illustrée par la mise en service le 11 novembre 2013, au large de la côte de Fukushima, d'une éolienne de 2 MW (figure 25) qui devrait être suivie en 2014 de deux autres éoliennes de 7 MW chacune[10 11]. La capacité totale du projet devrait atteindre 1 GW.

Photovoltaïque

La production d'électricité d'origine photovoltaïque occupe déjà une place assez importante et a augmenté de 3,8 TWh en 2010 à 10,1 TWh en 2013, plaçant le Japon en quatrième position au niveau mondial[12].

Les projets photovoltaïques (PV) importants nécessitent une décision officielle. On mesure la détermination du gouvernement au nombre et à l'importance des programmes autorisés. D'énormes installations sont en chantier, souvent avec le concours d'entreprises allemandes. À titre d'exemple :

- 400 MW par KEPCO à Nagasaki et un autre de 300 MW est en cours de développement par la même compagnie ;
- 400 MW par HEPCO dans le Hokkaïdo ;
- un autre projet de 800 MW a été approuvé par KEPCO fin janvier 2013 ;
- fin mai 2013, un plan gouvernemental additionnel comprenant 689 MW (centrales solaires) et 200 MW dans le résidentiel a été approuvé.

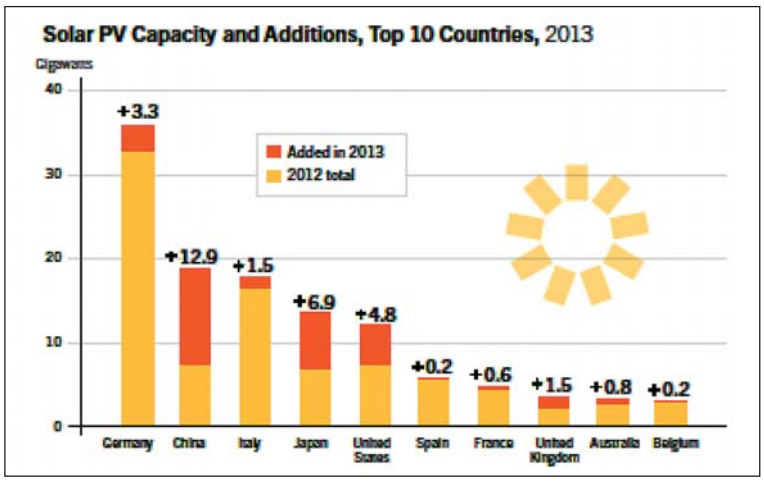


Figure 27

L'innovation la plus intéressante du développement du photovoltaïque au Japon est le projet de construction de centrales solaires flottantes telles que celle de 1,7 MW sur le lac Nishihira annoncé par Kyocera et Ciel et Terre International en septembre 2014 (figure 28)[13].

Figure 28

10 - Projet « Fukushim Forward » de « Fukushima Offshore Wind Consortium » (Université de Tokyo et dix grandes entreprises, dont Mitsubishi).

11 - https ://www.marubeni.com/business/project_story/wind/#category_head

12 - Renewables 2014 – Global Status Reortt REN 21 (Renewable Energy POlicy Networks for the 21st Century. http://www.ren21.net/ren21activities/globalstatusreport.aspx

13 - http://www.japantoday.com/category/technology/view/kyocera-to-build-worlds-largest-floating-solar-plant. Notons que certaines critiques se manifestent sur une telle implantation sur un lac, espace fermé.

Plus globalement

Les autorités ont donné leur feu vert pour 21,1 GW de puissance électrique installée supplémentaire à partir des énergies renouvelables pour l'année fiscale qui se termine le 31 mars 2014, un total qui inclut la petite hydraulique, la géothermie, l'éolien (0,8 GW) et la biomasse. Le solaire PV s'y taille la place du lion, avec 20 GW. Durant les seuls mois d'avril et mai 2013, on a installé 1,24 GW de PV (pour 2,1 GW d'énergies renouvelables au total), dont 77,5 % dans le non résidentiel. Le taux de croissance du PV ne laisse que peu de doutes sur la capacité du pays à atteindre ses objectifs. La puissance installée de 7,4 GW fin 2012 va doubler d'ici fin 2013. Le directeur de Japan Renewable Energy, Takahisa Nakagawa, prévoit que le montant total des investissements atteindra 390 Md$ durant les cinq prochaines années.

Source	Puissance installée (GW)	
	2020	2030
Biomasse	3,3	6
Géothermie	0,53	3,88
Hydraulique	49	
Houle et marée		1,5
Solaire photovoltaïque	28	
Eolien	5	8,03 offshore

Tableau 19 : Objectifs du Japon en énergies renouvelables (REN 21) pour la production d'électricité

Conclusion

Alors que la catastrophe nucléaire de Fukushima, qui est loin d'être terminée, inflige pour longtemps des blessures humaines, sociales et environnementales considérables, la perte en quelques mois de 26 % de la production d'électricité du pays du fait de l'arrêt de la quasi-totalité des centrales nucléaires n'a pratiquement pas affecté l'activité économique, tout au moins dans sa mesure globale et habituelle (et critiquable), le produit intérieur brut (PIB). Celui-ci se retrouve même en 2013 nettement au-dessus (2,8 %) de sa valeur en 2010.

Mais comment le système énergétique lui-même a-t-il évolué ?

Après avoir constaté l'évolution du PIB et de sa structure (moins d'industrie et plus de tertiaire), nous avons vu que la demande finale d'énergie avait évolué sur « longue période » (1990-2013) selon une espèce de « courbe en cloche » assez inhabituelle, atteignant son sommet autour de l'année 2000 et retrouvant en 2013 une valeur un peu inférieure à celle de 1990, après la dépression due à la crise économique suivie d'une remontée jusqu'à 2010 pour redescendre ensuite entre 2010 et 2013. La baisse entre 2010 et 2013 est ainsi de 4,6 % et se vérifie pour tous les produits et presque tous les secteurs.

Composante de la consommation finale d'énergie, la consommation finale d'électricité mérite une attention particulière puisque c'est le système de production d'électricité qui a été fortement perturbé par la perte presque totale de la production d'origine nucléaire qui représentait 26 % de la production totale d'électricité en 2010. Sur longue période, la consommation finale d'électricité a cru de 1990 à 2007, s'est ensuite à peu près stabilisée puis a baissé en 2009 et a remonté en 2010 au niveau de 2007. Ensuite, on constate une baisse de la demande finale d'électricité de 9,3 % entre 2010 et 2013 : l'économie d'électricité est la première réponse à la perturbation du système d'offre.

Celui-ci est, depuis 1990, dominé par la production d'origine thermique, fossile et nucléaire : charbon, pétrole et gaz naturel en début de période ; charbon, gaz naturel et nucléaire en 2010. Entre 2010 et 2013, la chute de la production d'origine nucléaire (combustible uranium) est « compensée » pour une partie importante (près de 40 %) par la baisse de la demande finale et, pour le reste, par l'augmentation de la production d'origine fossile (surtout gaz naturel) et un peu de production d'origine renouvelable (solaire photovoltaïque). Au total, la consommation de combustibles fossiles pour la production d'électricité augmente de 33 Mtep entre 2010 et 2013, à comparer à la perte de 72 Mtep d'énergie primaire « nucléaire ».

On constate que la consommation totale d'énergie primaire n'augmente que de 23,1 Mtep, soit 5,7 % de sa valeur en 2010, du fait de la baisse de la consommation « hors secteur de l'énergie ». Les consommations de charbon et de pétrole augmentent peu (respectivement de 0,9 % et 1,4 %), tandis que celle du gaz naturel augmente de 22 %.

Au total, en prenant en compte la baisse de 72 Mtep de la consommation primaire nucléaire, la consommation primaire totale d'énergie baisse de 48 Mtep entre 2010 et 2013, soit 9,6 % de sa valeur en 2010.

Cette baisse des consommations d'énergie primaire et finale permet à la période « post-Fukushima » de s'inscrire dans la baisse tendancielle des intensités énergétiques primaire et finale amorcée autour de l'an 2000. Ces intensités baissent respectivement de 13 % et 8 % entre 2010 et 2013.

L'évaluation de deux impacts importants de l'évolution du système énergétique ont ensuite retenu notre attention : les émissions de gaz carbonique (CO_2) et la facture énergétique extérieure, dans la mesure où les trois combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel) sont totalement importés[14]. Ces impacts ont été souvent commentés, parfois avec une certaine exagération.

Effectivement, les émissions de CO_2 dues à la production d'électricité ont augmenté de l'ordre de 20 % entre 2010 et 2013. Mais les émissions totales de CO_2 dues à la combustion des fossiles n'ont augmenté que de 6,8 %. C'est la combustion du pétrole qui est le premier émetteur, tandis que les émissions dues au charbon ne sont que de 2 % supérieures en 2013 à celles de 2010.

De fait, le plus surprenant a été de constater que les émissions totales de CO_2 du Japon ont augmenté fortement entre 1990 et 2002 (malgré le Protocole de Kyoto), pour se stabiliser ensuite et, après la chute de 2009 liée à la crise économique, remonter pour aboutir en 2013 à une valeur très proche de celle de 2006.

L'étude de l'évolution de la facture énergétique extérieure due à l'importation des combustibles fossiles aboutit elle aussi à un résultat qui contredit pas mal d'idées reçues. Cette facture énergétique a bien augmenté de 46 % entre 2010 et 2013 mais cette augmentation se partage entre 6 % dus à l'évolution du système énergétique dont l'élément le plus important est la chute de la production d'électricité d'origine nucléaire et 40 % dus à l'augmentation des prix des combustibles importés et surtout du prix du pétrole[15].

Ces résultats ne sont pas totalement surprenants lorsque l'on prend conscience que la contribution du nucléaire à la consommation finale d'énergie n'était que de 6,5 % en 2010.

Nous retiendrons également comme un impact important l'accent mis sur la sobriété et l'efficacité énergétique qui a permis de réduire la consommation finale d'électricité de 9 % et la consommation finale totale de 6,5 % en trois ans. Mais aussi la relance du développement des énergies renouvelables pour la production d'électricité, notamment éolien (centrales flottantes) et surtout photovoltaïque.

La dépendance énergétique extérieure du Japon est colossale. Sa balance commerciale et son économie sont plombées par les importations pétrolières. Son système énergétique basé presque entièrement sur les énergies de stock, toutes importées (charbon, pétrole, gaz naturel, uranium), n'est pas soutenable. La nécessité d'une nouvelle politique énergétique s'impose, bien au-delà de la question nucléaire.

La question nucléaire, quand à elle, dépasse ces considérations économiques. Il est admis par de nombreux experts du nucléaire que le risque sismique dans l'archipel du Japon est tel que ce pays n'aurait pas dû implanter des centrales nucléaires (en plus, forcément en bord de mer pour les besoins de refroidissement). Aujourd'hui toutes les centrales nucléaires sont arrêtées. Il faut espérer qu'aucune ne redémarrera et que le Japon s'engagera résolument dans la voie de la transition énergétique plutôt que d'infliger à sa population l'angoisse permanente d'un nouveau Fukushima : il en a les moyens.

14 - Pour être précis, il y a une production locale de 3 Mtep de gaz naturel (pour une consommation de 105 Mtep en 2013).

15 - Rappelons que la facture énergétique de la France est passée, en milliards d'euros courants, de 14 en 1990 à 47 en 2010, 69 en 2012 et 66 en 2013.