

Bilan des énergies 2014 – Comparaison Allemagne et France

Depuis quelques années, les débats vont bon train : en Allemagne sur l' « Energiewende » (littéralement : le virage énergétique) et en France sur la « transition énergétique ».

D'où l'idée d'élaborer une fiche synthétique du bilan des énergies pour chacun de ces deux pays : sur l'année 2014 dont les données statistiques sont publiées et accessibles.

Ces fiches (annexe 1 pour l'Allemagne, annexe 2 pour la France) comprennent 4 tableaux :

- 1)- Un tableau des énergies primaires (c'est-à-dire des ressources naturelles brutes utilisées pour l'approvisionnement du pays en énergie),
- 2)- Un tableau donnant le détail des diverses énergies renouvelables indiquées globalement dans le tableau 1,
- 3)- un tableau des énergies finales¹ (c'est-à-dire des énergies directement utilisées pour les diverses applications : industrie, transport, tertiaire, résidentiel,...),
- 4)- un tableau relatif à l'électricité, indiquant la répartition entre les différents moyens de production (en puissance installée [MW] et en production [TWh])².

De la comparaison de ces deux fiches, ressortent notamment les points suivants :

1)- Energies primaires

Les énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz) assurent environ 79% de l'approvisionnement en énergie primaire de l'Allemagne et 47% de celui de la France.

L'énergie nucléaire (uranium) fournit environ 8% de l'approvisionnement de l'Allemagne et 44% de celui de la France.

Les énergies renouvelables fournissent environ 12,7% de l'approvisionnement de l'Allemagne et 8,6% de celui de la France. A noter que :

- pour les deux pays, plus de la moitié provient du bois et de la « biomasse »,
- grâce à son potentiel hydroélectrique, la France compense son moindre développement des énergies éolienne et solaire.

¹ Les énergies finales sont obtenues par transformation des énergies primaires sous des formes directement utilisables (calorifique, mécanique, électrique,...)

² MW = mégawatt = mille kilowatt = million de watt

TWh = térawattheure = 10¹² wattheure = 10⁹ kilowattheure = milliard de kWh

2)- Energies finales utilisées

La part des énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz) dans l'énergie finale utilisée est d'environ 66% pour l'Allemagne et 68% pour la France : cela représente bien la dépendance des deux pays vis-à-vis des hydrocarbures liquides et gazeux très majoritairement importés³.

Dans l'énergie finale utilisée, la part de l'électricité est de 21,6% en Allemagne et de 22,4% en France.

L'industrie utilise 29,1% de l'énergie finale en Allemagne, seulement 17,6% en France.

3)- Electricité

La comparaison Allemagne – France fait l'objet du tableau suivant :

Electricité : Puissance installée (MW) et production (TWh)

Energie	Allemagne				France			
	MW	%	TWh	%	MW	%	TWh	%
Fossiles	80500	41	329,1	53,6	24400	18,9	27	5
Nucléaire	12000	6	97,1	15,8	63100	49,0	416	77
Hydraulique	14700	7,5	20,5	3,3	25400	19,7	68	13
ENR	88800	45,5	167,3	27,3	16000	12,4	30	5
Total	196000	100	614,0	100	128900	100	541	100

Fossiles = Charbon + lignite + pétrole + gaz

ENR = Eolien + Photovoltaïque +
divers(hors hydraulique)

Les combustibles fossiles fournissent 53,6% de l'électricité en Allemagne et 5% en France : d'où la différence dans les émissions de CO₂ par kWh (475 g en Allemagne contre 60 g en France), et la raison principale de la différence des émissions annuelles de CO₂ par habitant (9,2 t en Allemagne et 5,1 t en France).

Le nucléaire ne fournit plus que 15,8% de l'électricité en Allemagne alors qu'il fournit plus des trois quarts (77%) de l'électricité en France. Cela résulte de l'effort d'investissement en électronucléaire fait en France après les crises du pétrole des années 1973-74.

³ Pour la France, le coût des combustibles fossiles importés à 99% représente environ 54,6 milliards d'Euros en 2014, soit environ 2,7% du PIB, mais aussi plus que le déficit de sa balance commerciale. Pour l'Allemagne, le coût d'importation des combustibles fossiles représentait environ 98 milliards d'Euros en 2013, soit 3,5% du PIB (environ un tiers de cette somme sont des importations de Russie).

Les énergies renouvelables ENR (hors hydraulique) fournissent environ 27,3% de l'électricité en Allemagne et seulement 5% en France. On remarque que :

- la puissance installée allemande en énergies renouvelables ENR hors hydraulique (88800 MW, soit 45,5% du parc électrogène allemand) résulte de l'effort d'investissement fait en Allemagne pour l'éolien et le photovoltaïque depuis une dizaine d'années. Elle est supérieure à la puissance installée française en nucléaire (63100 MW, soit 49% du parc électrogène français).
- la production d'électricité allemande par les énergies renouvelables ENR hors hydraulique (167,3 TWh), ne représente que 27,3% de la production allemande. Ceci reflète l'inconvénient dû à l'intermittence de la production d'électricité éolienne et photovoltaïque.

L'hydroélectricité représente 3,3% de la production d'électricité en Allemagne, et 13% en France.

Le prix de l'électricité pour les ménages moyens est de 0,298 €/kWh en Allemagne et de 0,158 €/kWh en France.

Enfin l'exportation d'électricité est de 36 TWh soit 7,1% de la production en Allemagne et 67 TWh soit 12,4% de la production en France.

Orsay, le 6 mars 2016
Jean-Michel GAMA

Sources utilisées :

1)-International :

- *Agence Internationale de l'Energie,*

2)- Europe :

- *Organisme européen des statistiques EUROSTAT,*
- *European Network of Transmission System Operators for Electricity ENTSOE : L'électricité en Europe 2014 – Synthèse de la consommation, de la production et des échanges d'électricité au sein de l'ENTSO-E,*

3)- Allemagne :

- *Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie,*
- *Arbeitsgemeinschaft Energie Bilanzen,*
- *Monitoring Bundesnetzagentur,*

4)- France :

- *Ministère du Développement Durable et de l'Energie : Commissariat Général au Développement Durable (CGDD),*
- *Réseau de Transport de l'Electricité RTE - Bilan électrique 2014,*
- *Commissariat à l'Energie Atomique CEA – Memento sur l'énergie / Edition 2014*

Bilan des énergies en Allemagne 2012

A partir des données statistiques des organismes allemands Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Arbeitsgemeinschaft Energie Bilanzen, Monitoring Bundesnetzagentur, de l'organisme européen EUROSTAT, de l'European Network of Transmission System Operators for Electricity ENTSOE, de l'Agence Internationale de l'Energie et du CEA – Memento sur l'énergie, a été établi un bilan des énergies pour l'Allemagne en 2014 :

- Energies primaires consommées, produites et importées : voir tableau 1.
- Détail des énergies primaires renouvelables : voir tableau 2.
- Energies finales utilisées : voir tableau 3.
 - Parts des diverses énergies primaires,
 - Répartition par secteur d'utilisation.
- Electricité répartie par énergies primaires : voir tableau 4.
 - Puissance installée, en MW,
 - Production d'électricité, en TWh.

Quelques ordres de grandeur – L'Allemagne :

- compte environ 82,1 millions d'habitants ; l'Europe 509 millions.
- est le 1^{er} pays consommateur d'énergie primaire d'Europe avec environ 3,87 tep par habitant et un total de 314 Mtep, devant la France (3,84 tep/hbt et 257 Mtep) ; pour l'Europe entière : 3,19 tep/hbt et 1626 Mtep. L'Allemagne est aussi le 6^{ème} consommateur mondial d'énergie primaire après la Chine, les Etats Unis, l'Inde, la Russie et le Japon.
- est le 1^{er} pays émetteur de gaz à effet de serre d'Europe avec environ 9,2 t de CO₂ dû aux combustibles fossiles par habitant et par an et un total de 755 Mt de CO₂ par an, devant la Grande Bretagne (7,2 t de CO₂/ hbt et un total de 461 Mt de CO₂) et la France (5,1 t de CO₂/ hbt et un total de 337 Mt de CO₂) ; pour l'Europe entière : 6,9 t de CO₂/ hbt et un total 3512 Mt de CO₂.
- émet : 475 g de CO₂ par kWh d'électricité produit, ,
 - la France : 60 g de CO₂,
 - l'Europe entière : 350 g de CO₂.

Rappel sur les unités de mesure :

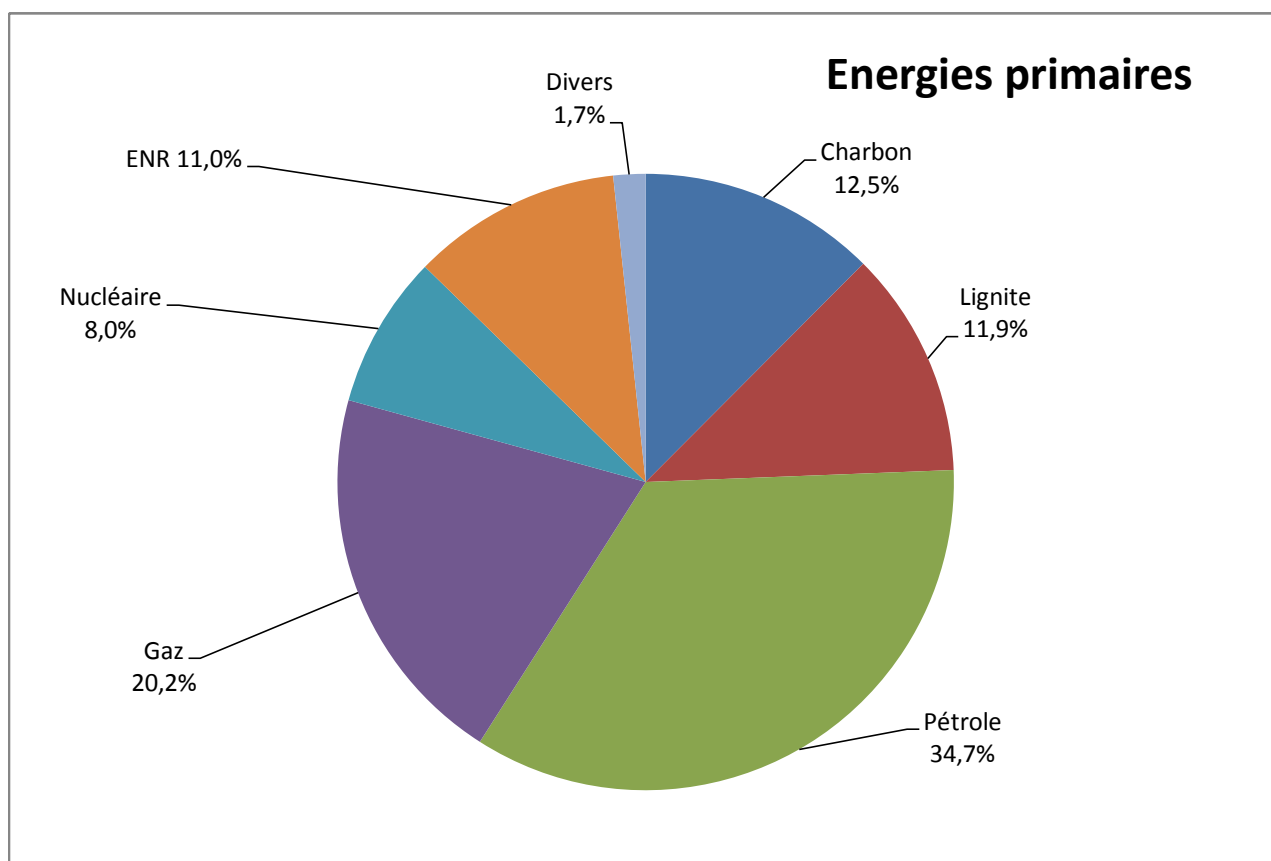
Dans le système international de mesures MKS (mètre, kilogramme masse, seconde) :

- Unité de force = 1 N (Newton) = 1 kg masse x 1m/s²,
- Unité de travail (énergie) = 1 J (Joule) = 1 N x 1m,
 - Unités courantes : 1 Wh = (1 J / 1 s) x 3600 s = 3600 J
 - 1 kWh = 3 600 000 J
 - 1 MWh = 1000 kWh / 1 TWh (térawattheure) = 1 000 000 MWh
 - 1 tep (tonne équivalent pétrole) = 42 GJ (gigajoule) = 11,66 MWh (mégawattheure)
 - 1 Mtep (million de tonnes équivalent pétrole) = 11,66 TWh = 42.10⁶ GJ = 42 PJ
 - 1 tec (tonne équivalent charbon) = 0,697 tep
 - 1 PJ (pétajoule) = 0,27771 TWh = 0,0238 Mtep
- Unité de puissance = 1 W = 1 J / 1 s = 1 N x 1 m / 1 s = 1 kg masse x (1m)² / s³
 - 1 kW (kilowatt) = 1000 W – 1 MW (mégawatt) = 1 000 000 W
 - 1 ch (cheval vapeur) = 735,5 W

Tableau 1 : Allemagne 2014 - Energies primaires

Energie primaire	Production		Importation		Total	
	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%
Charbon	5,45	5,90%	33,75	15,21%	39,20	12,48%
Lignite	38,51	41,70%	-1,11	-0,50%	37,40	11,90%
Pétrole	2,48	2,69%	106,42	47,97%	108,90	34,66%
Gaz	7,69	8,33%	55,91	25,20%	63,60	20,24%
Nucléaire		0,00%	25,20	11,36%	25,20	8,02%
ENR	34,58	37,44%		0,00%	34,60	11,01%
Divers	3,64	3,94%	1,66	0,75%	5,30	1,69%
Total	92,35	100,00%	221,83	100,00%	314,20	100,00%

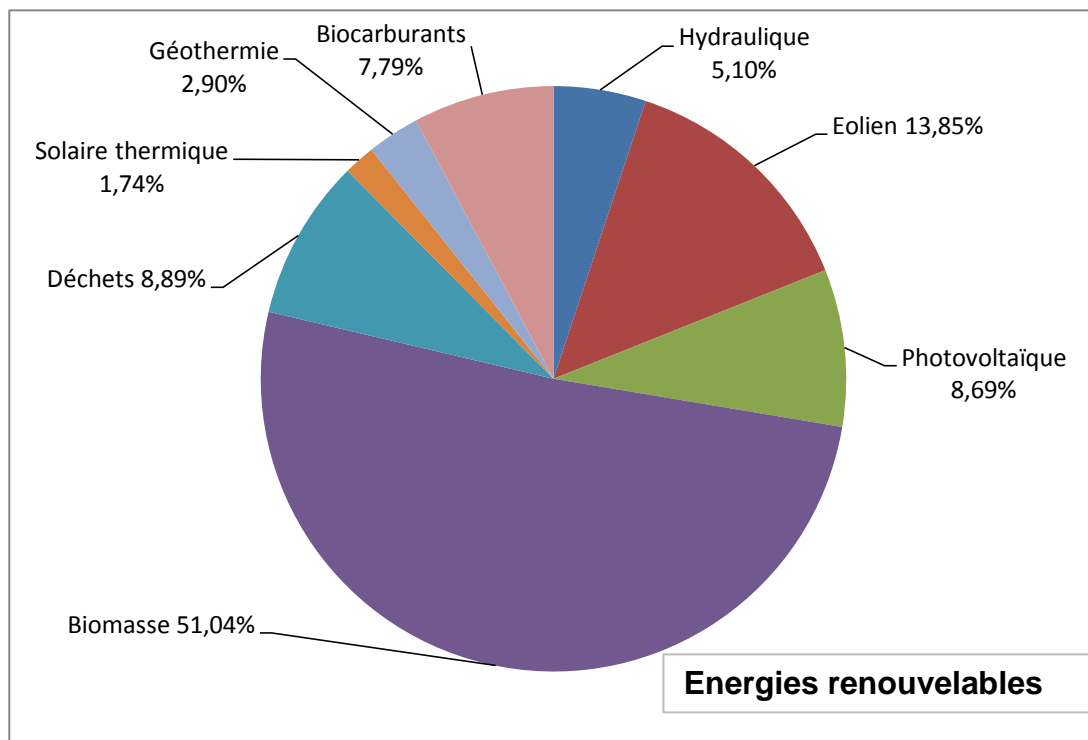
ENR = Energies renouvelables



Source : Arbeits Gemeinschaft Energie Bilanzen in Jahr 2014

Tableau 2 : Allemagne 2014 - Energies renouvelables

Type ENR	Mtep	%
Hydraulique	1,76	5,10%
Eolien	4,78	13,85%
Photovoltaïque	3,00	8,69%
Biomasse	17,62	51,04%
Déchets	3,07	8,89%
Solaire thermique	0,60	1,74%
Géothermie	1,00	2,90%
Biocarburants	2,69	7,79%
TOTAL	34,52	100,00%

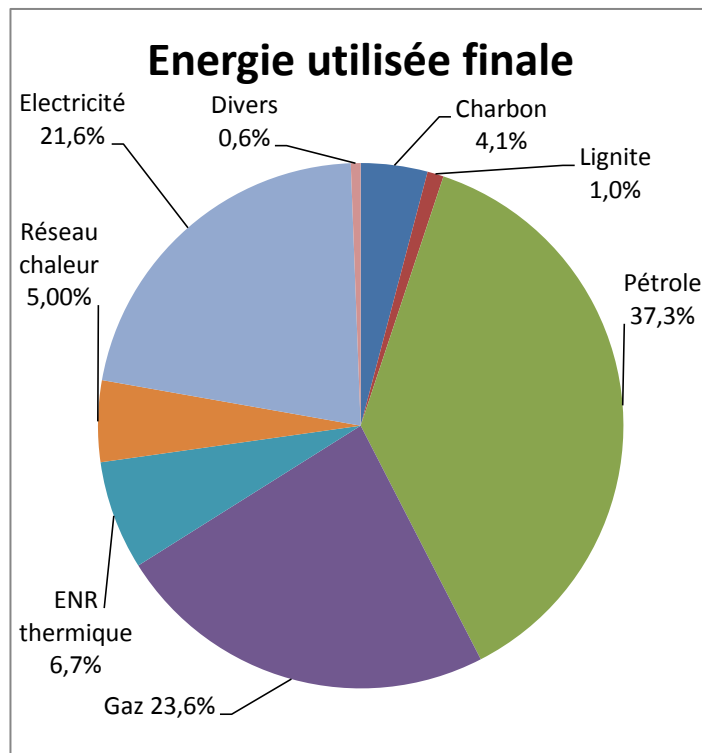


Source : Arbeits Gemeinschaft Energie Bilanzen in Jahr 2014

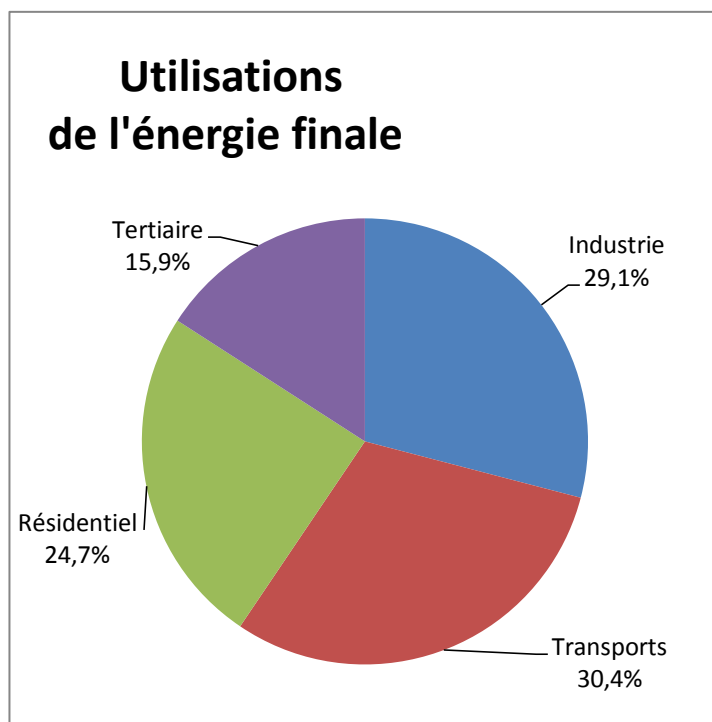
Tableau 3 : Allemagne 2014 - Energies finales utilisées

Energie finale	Mtep	%
Charbon	7,93	4,1%
Lignite	1,80	1,0%
Pétrole	81,90	37,3%
Gaz	49,76	23,6%
ENR Thermique	13,23	6,7%
Réseau chaleur	9,15	5,00%
Electricité	44,09	21,6%
Divers	1,02	0,6%
Total	208,88	100%

ENR = Energies renouvelables



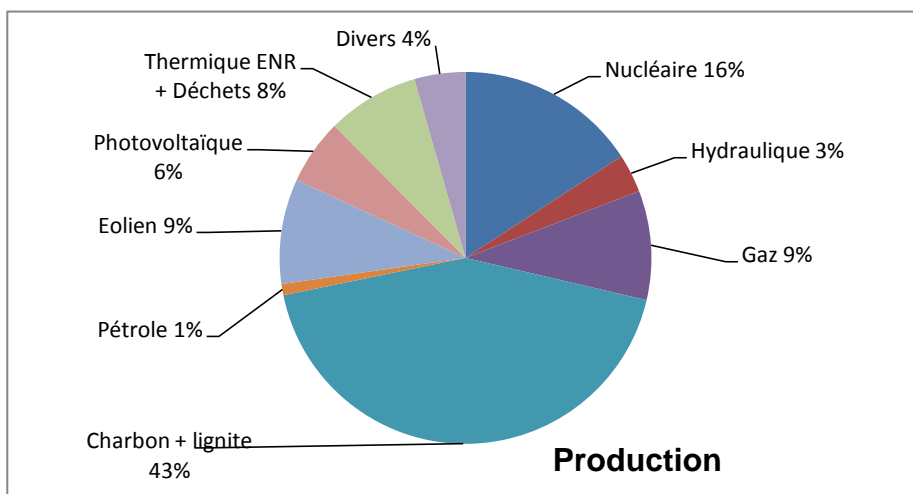
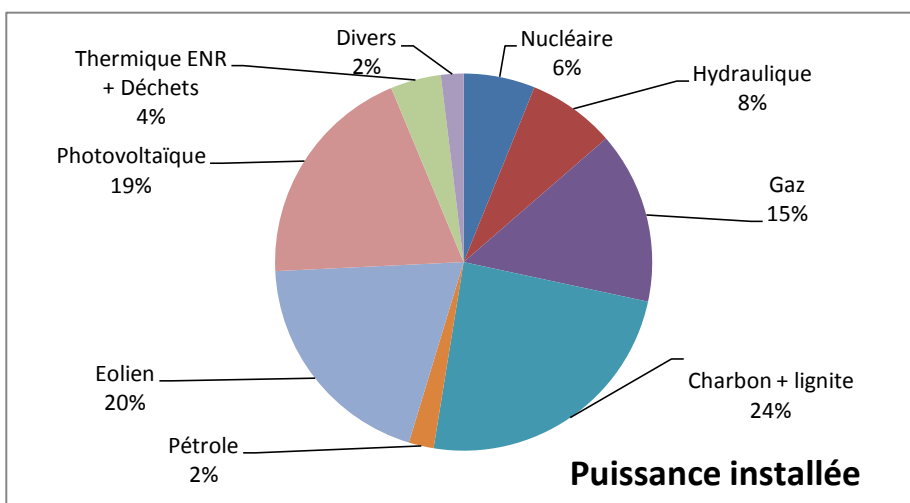
Utilisation	Mtep	%
Industrie	60,71	29,1%
Transports	63,46	30,4%
Résidentiel	51,52	24,7%
Tertiaire	33,19	15,9%
Total	208,88	100,0%



Source : Communauté Européenne – Eurostat

Tableau 4 : Allemagne 2014 - Electricité
Puissance installée MW et production TWh

Sources d'énergie	Puissance installée		Production d'électricité	
	MW	%	TWh	%
Nucléaire	12 000	6%	97,1	16%
Hydraulique	14 700	8%	20,5	3%
Fossiles				
Gaz	28 900	15%	58,3	9%
Charbon + lignite	47 400	24%	264,8	43%
Pétrole	4 200	2%	6	1%
Eolien	38 300	20%	56	9%
Photovoltaïque	38 200	19%	34,9	6%
Thermique ENR + Déchets	8 500	4%	49,2	8%
Divers	3 800	2%	27,2	4%
Total	196 000	100%	614	100%



Source : Statistisches Bundesamt - Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

Bilan des énergies en France 2014

A partir des données recueillies dans la littérature (CEA – Memento sur l'énergie / Edition 2014 ; Agence Internationale de l'Energie ; Ministère du Développement Durable et de l'Energie, ...), le bilan 2014 des énergies en France a été établi :

- Energies primaires produites en France et importées : voir tableau 1.
- Détail des énergies renouvelables primaires : voir tableau 2.
- Energies finales utilisées : voir tableau 3.
 - Parts des diverses énergies primaires,
 - Répartition par secteur d'utilisations.
- Electricité répartie par énergies primaires : voir tableau 4.
 - Puissance installée, en MW,
 - Production d'électricité, en TWh.

Quelques ordres de grandeur – La France :

- compte environ 66 millions d'habitants ; l'Europe 509 millions.
- est le 2^{ème} pays consommateur d'énergie primaire d'Europe, avec environ 3,84 tep par habitant et un total de 257 Mtep, après l'Allemagne (3,87 tep/hbt et 314 Mtep) ; pour l'Europe entière : 3,19 tep/hbt et 1626 Mtep.
- est le 3^{ème} pays émetteur de gaz à effet de serre d'Europe avec environ 5,1 t de CO₂ dû aux combustibles fossiles par habitant et par an et un total de 337 Mt de CO₂ par an, après l'Allemagne (9,2 t de CO₂ / hbt et 755 Mt de CO₂) et la Grande Bretagne (7,2 t de CO₂ / hbt et 461 Mt de CO₂) ; pour l'Europe entière : 6,9 t de CO₂ t/hbt et 3512 Mt de CO₂ équivalent.
- émet 60 g de CO₂ par kWh d'électricité produit, ,
 - l'Allemagne : 475 g de CO₂,
 - l'Europe entière : 350 g de CO₂.

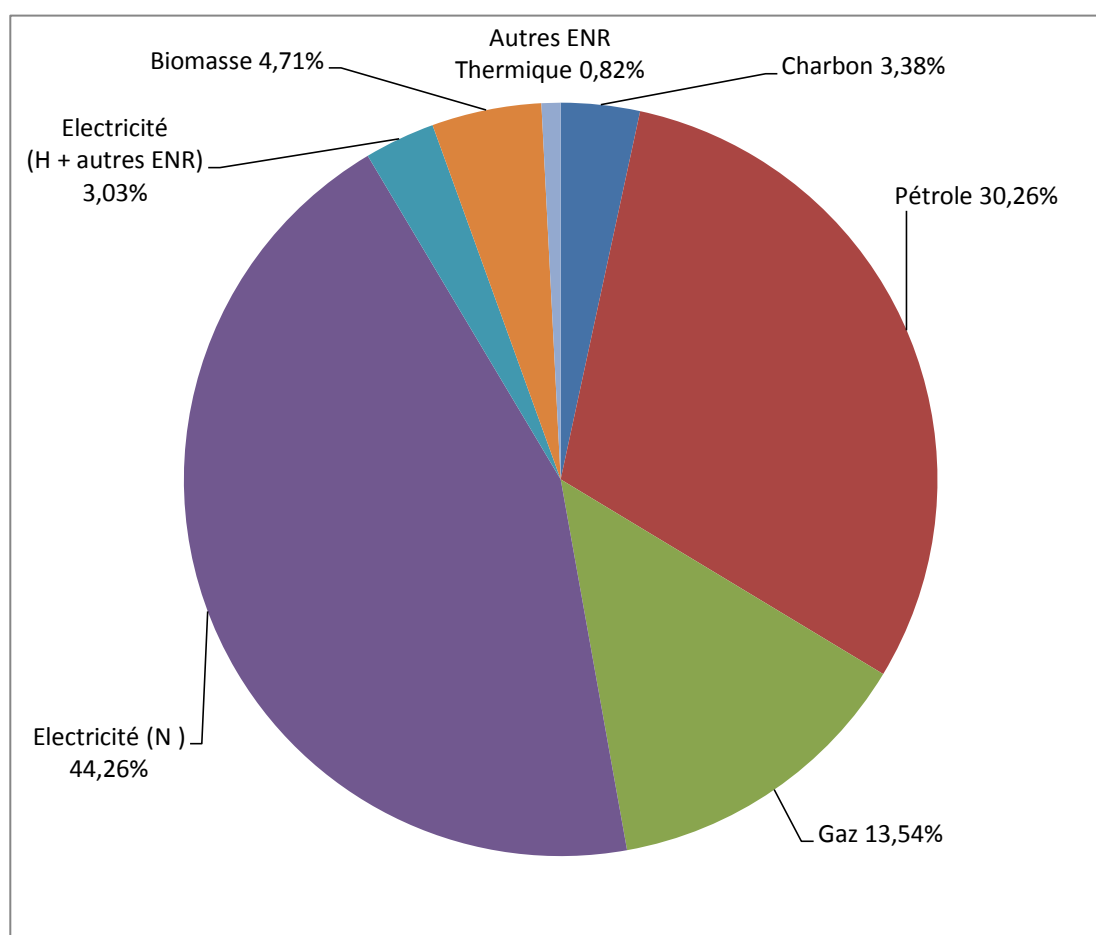
Rappel sur les unités de mesure :

Dans le système international de mesures MKS (mètre, kilogramme masse, seconde) :

- Unité de force = 1 N (Newton) = 1 kg masse x 1m/s²,
- Unité de travail (énergie) = 1 J (Joule) = 1 N x 1m,
 - Unités courantes : 1 Wh = (1 J / 1 s) x 3600 s = 3600 J
 - 1 kWh = 3 600 000 J
 - 1 MWh = 1000 kWh
 - 1 TWh (térawattheure) = 1 000 000 MWh
 - 1 tep (tonne équivalent pétrole) = 42 GJ (gigajoule) = 11,66 MWh (mégawattheure)
 - 1 Mtep (million de tonnes équivalent pétrole) = 11,66 TWh
- Unité de puissance = 1 W = 1 J / 1 s = 1 N x 1 m / 1 s = 1 kg masse x (1m)² / s³
 - 1 kW (kilowatt) = 1000 W – 1 MW (mégawatt) = 1 000 000 W
 - 1 ch (cheval vapeur) = 735,5 W

Tableau 1 : France 2014 Energies primaires

Ressources	Production		Importation		Total	
	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%
Charbon	0,10	0,07%	8,60	7,23%	8,70	3,38%
Pétrole	1,10	0,80%	76,70	64,51%	77,80	30,26%
Gaz	1,20	0,87%	33,60	28,26%	34,80	13,54%
Electricité (N)	113,80	82,34%			113,80	44,26%
Electricité (H + autres ENR)	7,80	5,64%			7,80	3,03%
Biomasse	12,10	8,76%			12,10	4,71%
Autres ENR Thermique	2,10	1,52%			2,10	0,82%
Total	138,20	100,00%	118,90	100,00%	257,10	100,00%



ENR = Energies renouvelables

H = Hydraulique

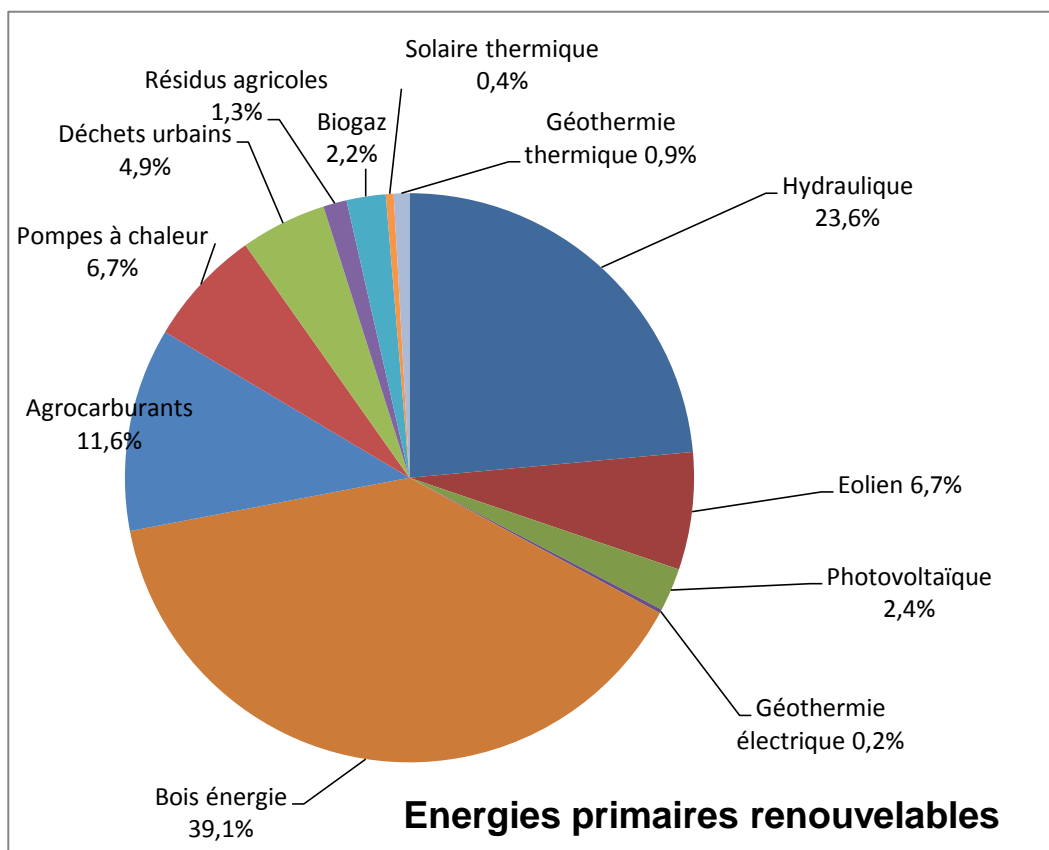
N = Nucléaire

Source : Commissariat Général au Développement Durable

Repères - Chiffres clés de l'énergie

Tableau 2 : France 2014 - Energies renouvelables primaires

Energie	Mtep	%		Mtep	%
Hydraulique	5,3	23,6 %			
Eolien	1,5	6,7%			
Photovoltaïque	0,55	2,4%			
Géothermie électrique	0,05	0,2%			
			Sous total ENR électriques	7,4	32,9%
Bois énergie	8,8	39,1 %			
Agrocarburants	2,6	11,6 %			
Pompes à chaleur	1,5	6,7%			
Déchets urbains	1,1	4,9%			
Résidus agricoles	0,3	1,3%			
Biogaz	0,5	2,2%			
Solaire thermique	0,1	0,4%			
Géothermie thermique	0,2	0,9%			
			Sous-total ENR thermiques	15,1	67,1%
			Total	22,5	100,0%

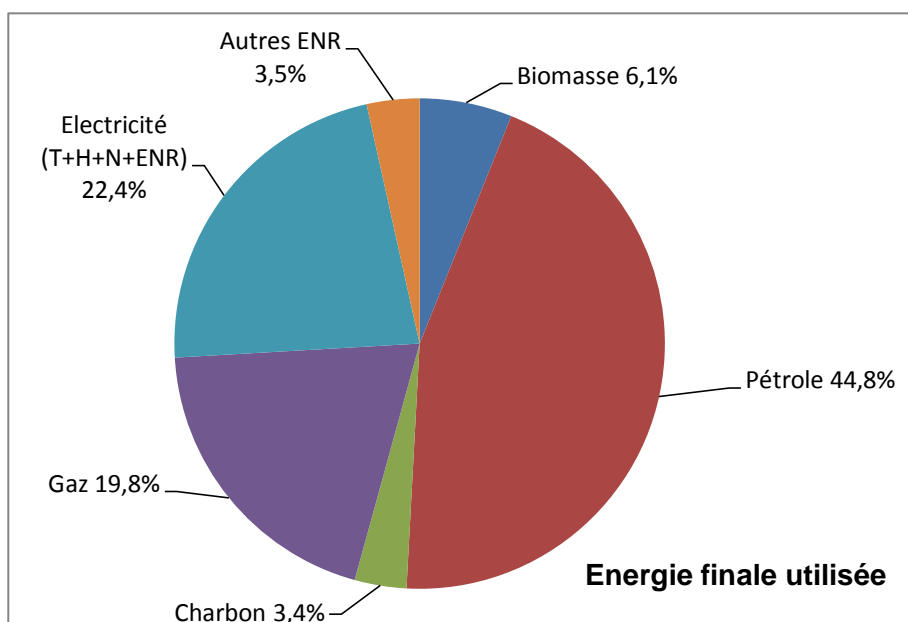


Source : Commissariat Général au Développement Durable - Repères - Chiffres clés de l'énergie

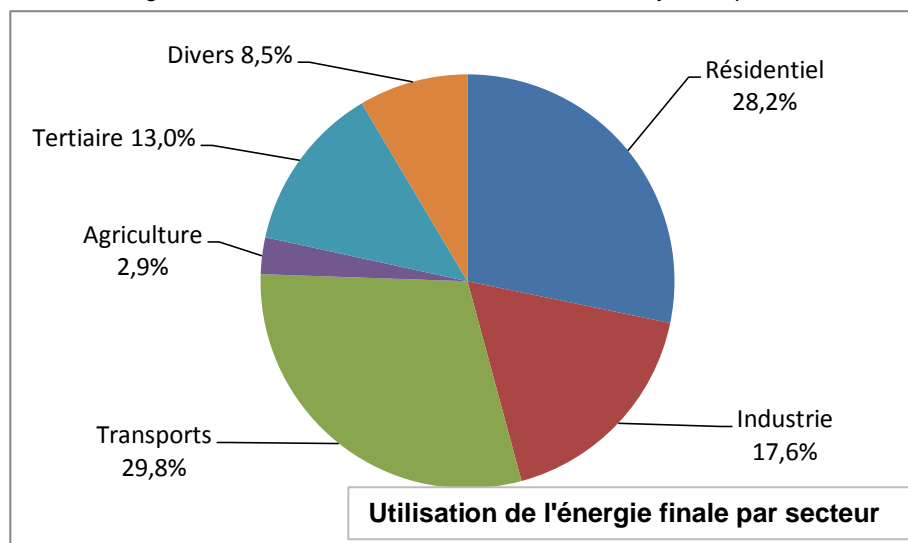
Tableau 3 : France 2014 - Energie finale utilisée

Energie utilisée finale	Mtep	%
Biomasse	10,00	6,1%
Pétrole	73,40	44,8%
Charbon	5,60	3,4%
Gaz	32,50	19,8%
Electricité (T+H+N+ENR)	36,80	22,4%
Autres ENR	5,70	3,5%
Total	164,00	100%

Utilisation	Mtep	%
Résidentiel	46,30	28,2%
Industrie	28,80	17,6%
Transports	48,80	29,8%
Agriculture	4,70	2,9%
Tertiaire	21,40	13,0%
Divers	14,00	8,5%
Total	164,00	100%



ENR = Energies renouvelables N = Nucléaire H = Hydraulique T = Thermique

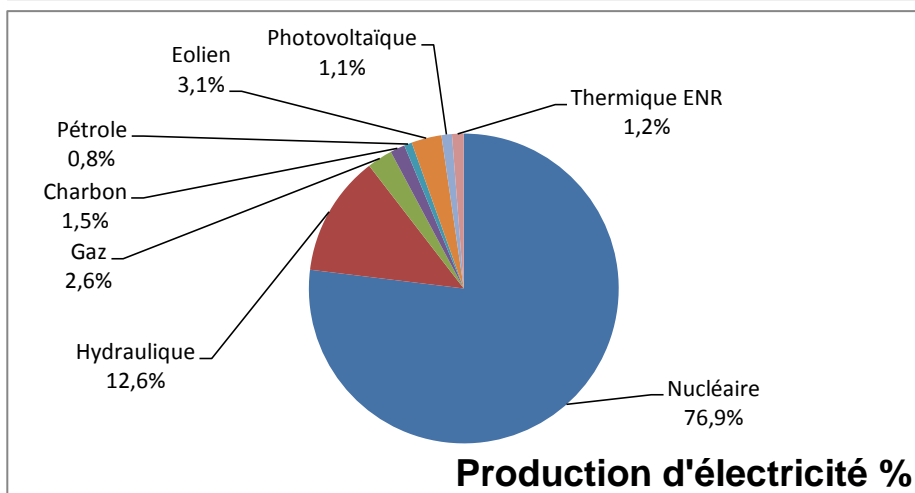
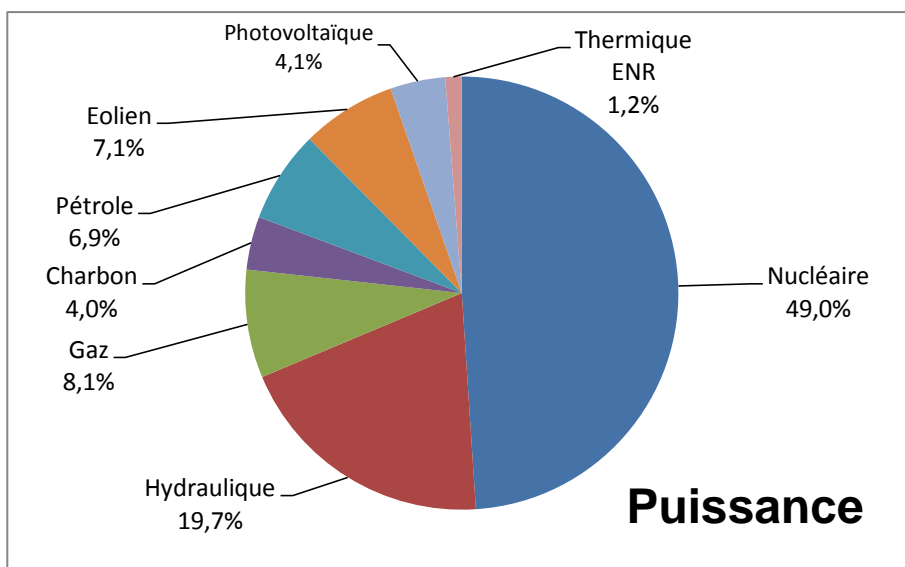


Source : CGDD - Repères - Chiffres clés de l'énergie

Tableau 4 : France 2014 - Electricité

Puissance installée MW et production annuelle TWh

Sources d'énergie	Puissance installée		Production d'électricité	
	MW	%	TWh	%
Nucléaire	63 130	49,0%	415,9	76,9%
Hydraulique	25 411	19,7%	68,2	12,6%
Fossiles	24 411	18,9%	27,0	5,0%
Gaz	10 409	8,1%	14,3	2,6%
Charbon	5 119	4,0%	8,3	1,5%
Pétrole	8 883	6,9%	4,4	0,8%
Eolien	9 120	7,1%	17,0	3,1%
Photovoltaïque	5 292	4,1%	5,9	1,1%
Thermique ENR	1 579	1,2%	6,6	1,2%
Total	128 943	100,0%	540,6	100,0%



Source : RTE - Bilan électrique 2014