

L'évolution du mix électrique dans le monde entre 1980 et 2010

En 2010, la production mondiale d'électricité est de 21 400 TWh. Celle-ci a été multipliée par 2,5 depuis 1980. Elle est essentiellement d'origine thermique, c'est-à-dire effectuée à partir de charbon, de gaz naturel et de produits pétroliers, à hauteur de 65 %. Toutefois, depuis 1980, le gaz naturel s'est largement substitué aux produits pétroliers. Les énergies renouvelables représentent un cinquième du mix électrique en 2010, avec une prépondérance

de l'énergie hydraulique (83 % de l'électricité renouvelable en 2010) par rapport aux nouvelles énergies renouvelables, éolien et solaire (9 % en 2010). Enfin, l'énergie nucléaire représente en 2010 13 % de la production mondiale d'électricité, chiffre en hausse de 4 points par rapport à 1980, mais en recul de 5 points par rapport à son maximum de 1996.

1 - Un mix électrique mondial relativement stable entre 1980 et 2010

Tableau 1 - Part des différentes filières dans le mix électrique en 1980 et 2010

Pays	1980					2010				
	Renouvelable	Nucléaire	Thermique	Total	Solde du commerce extérieur d'électricité	Renouvelable	Nucléaire	Thermique	Total	Solde du commerce extérieur d'électricité
	%	%	%	TWh	TWh	%	%	%	TWh	TWh
Allemagne ¹	4,7	11,9	83,4	466	-0,6	16,7	22,6	60,7	622	1,3
Belgique	1,1	23,6	75,3	53	0,2	6,9	51,1	41,9	94	-0,1
Brésil	93,8	0,0	6,2	139	0,0	84,7	2,8	12,5	516	-3,0
Canada	67,6	10,2	22,2	373	2,3	60,9	14,9	24,2	608	2,2
Chine	18,6	0,0	81,4	313	0,0	18,1	1,7	80,1	4 247	0,4
Danemark	0,2	0,0	99,8	27	0,1	32,1	0,0	67,9	39	0,1
Espagne	27,4	4,7	67,9	109	0,1	32,5	20,7	46,8	300	0,7
États-Unis	11,7	11,0	77,3	2 427	-2,3	10,1	19,3	70,6	4 354	-2,2
France	27,3	23,8	48,9	257	-0,3	13,8	75,9	10,3	564	2,6
Inde	39,0	2,5	58,4	119	0,0	14,2	2,7	83,1	960	-0,5
Italie	26,8	1,2	72,0	183	-0,5	25,8	0,0	74,2	299	-3,8
Japon	15,6	14,4	70,0	573	0,0	10,1	25,9	64,0	1 111	0,0
Norvège	99,8	0,0	0,2	84	0,0	95,7	0,0	4,3	124	-0,7
Pologne	2,1	0,0	97,9	121	0,0	6,9	0,0	93,1	157	0,1
Royaume-Uni	1,4	13,0	85,6	284	0,0	6,8	16,4	76,8	378	-0,2
Russie ²	16,4	5,6	78,0	1 294	1,6	16,1	16,4	67,4	1 036	1,5
Suède	61,9	27,5	10,6	96	-0,1	55,3	38,9	5,8	149	-0,2
Suisse	68,5	29,8	1,8	48	0,7	56,7	39,9	3,4	66	0,0
UE-15	17,2	12,6	70,1	1 673	-1,2	21,2	28,9	49,8	2 854	-2,0
OCDE	19,7	10,9	69,4	5 668	-1,3	17,7	21,1	61,2	10 854	-0,9
Hors OCDE	25,2	3,5	71,3	2 614	0,7	21,2	4,4	74,4	10 577	0,3
Monde	21,4	8,6	70,0	8 282	-0,7	19,4	12,9	67,7	21 431	-0,6

¹ RFA et RDA en 1980.

² URSS en 1980.

Source : Agence internationale de l'énergie

Le nucléaire progresse dans le mix électrique mondial entre 1980 et 2010

La production mondiale d'électricité a été multipliée par 2,5 entre 1980 et 2010, passant de 8 300 à 21 400 TWh.

Cette croissance a été forte dans les pays membres de l'OCDE, (10 900 TWh en 2010 contre 5 700 TWh en 1980) mais plus encore dans les pays non-membres. Ces derniers représentent désormais 49 % de la production mondiale d'électricité, contre 32 % en 1980. La Chine représente presque la moitié de la progression des pays hors OCDE en niveau. La production de la France est passée de 4,5 % du total des pays de l'OCDE en 1980 à 5,2 % en 2010.

Au niveau mondial, en 1980, la production d'électricité était principalement d'origine thermique (70 % du mix), loin devant les énergies renouvelables (21 %) et le nucléaire (9 %). En trente ans, le mix électrique mondial a légèrement évolué : le nucléaire a progressé de 4 points, à 13 % du mix, au détriment des renouvelables et de la

production thermique, en recul de 2 points chacun. Le nucléaire décroît toutefois après avoir atteint en 1996 un pic à 18 % du mix. Ce recul de 5 points sur la seconde période tient notamment à la progression de la production chinoise (20 % de la production électrique mondiale en 2010, contre 8 % en 1996), alors que le nucléaire n'y dépasse pas 2 % du mix électrique. Sans la Chine, ce recul ne serait que de 3 points entre 1996 et 2010.

En trente ans, le mix électrique des pays de l'OCDE a évolué dans le même sens qu'au niveau mondial, mais la progression du nucléaire est plus prononcée (+ 10 points, à 21 %), au détriment surtout du thermique (- 8 points). En France, cette évolution est beaucoup plus forte : le nucléaire est passé de 24 % à 76 %, tandis que le thermique reculait de 49 % à 10 %.

Une grande hétérogénéité des mix électriques selon les pays

La production d'électricité est majoritairement d'origine renouvelable au Canada, au Brésil, et plus encore en Norvège (99,8 % du mix en 1980 et encore 96 % en 2010). Dans tous ces pays, c'est l'importance de la production hydraulique qui explique la prépondérance des renouvelables. En revanche, quand les énergies renouvelables progressent dans le mix électrique entre 1980 et 2010, comme en Allemagne ou au Danemark, c'est en raison du succès des nouvelles filières, éolien et solaire photovoltaïque.

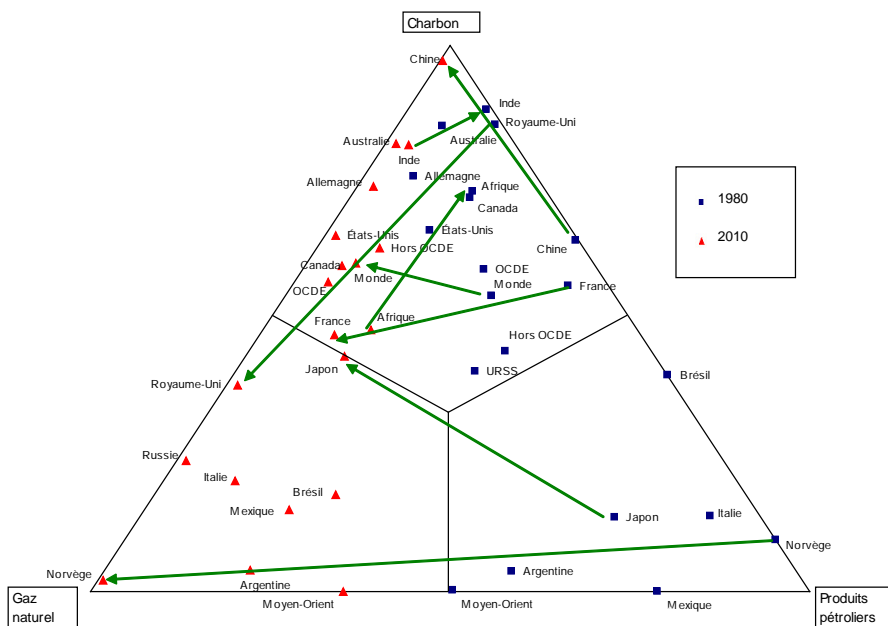
Certains pays n'ont jamais eu recours à l'énergie nucléaire, en raison de sa complexité technique ou de la difficulté à la faire accepter par la population. L'Italie qui utilisait, de façon marginale, cette filière en 1980, l'a aujourd'hui abandonnée. À l'inverse, les pays qui étaient largement engagés dans cette filière en 1980 ont confirmé leur choix : le nucléaire est en 2010 à l'origine de 76 % de la production d'électricité en France ou de 51 % en Belgique.

La part du thermique dans le mix électrique varie également dans de larges proportions selon les pays. Celle-ci n'est que de 3 % en Suisse, de 4 % en Norvège, de 6 % en Suède, de 10 % en France. Dans ces pays, les centrales thermiques, rapidement mobilisables, ne sont pas utilisées pour produire de l'électricité « en base », pour répondre à la demande permanente, mais « en pointe », prenant ainsi le relais des autres moyens de production en cas de forte demande d'électricité. À l'inverse, cette part est en 2010 de 93 % en Pologne, de 83 % en Inde et de 80 % en Chine, trois pays producteurs de charbon, ressource qu'ils mobilisent prioritairement dans leur production électrique domestique.

La France, en trente ans, a répondu à la hausse globale du besoin en électricité par le nucléaire, et reporté une bonne part de la production thermique sur le nucléaire. La part du renouvelable dans le total a baissé de 27 % à 14 %, mais a légèrement progressé en niveau, passant de 70 TWh à 78 TWh.

2 - Électricité d'origine thermique : le gaz s'est substitué aux produits pétroliers entre 1980 et 2010

Diagramme ternaire des parts respectives du gaz naturel, du charbon et des produits pétroliers dans le mix électrique, en 1980 et en 2010



Lecture

Chacun des trois sommets représente une énergie thermique : produits pétroliers, gaz naturel et charbon. Un pays est d'autant plus proche d'un sommet que le produit qu'il représente est présent dans le mix électrique. Pour faciliter la lecture, le triangle est séparé en trois zones se rejoignant au centre du triangle. Il s'agit des zones de prépondérance de chaque énergie. Par exemple, la Chine en 2010 utilise essentiellement des centrales thermiques au charbon. Elle est donc dans la zone de prépondérance du charbon.

Source : Agence internationale de l'énergie

Au niveau mondial, entre 1980 et 2010, le mix d'énergie fossile pour la production d'électricité, qu'on appellera désormais mix fossile dans cette étude, s'est considérablement transformé. On utilise aujourd'hui nettement moins de produits pétroliers (7 % du mix fossile, contre

29 % en 1980), mais davantage de charbon (60 %, contre 54 % en 1980) et surtout près de deux fois plus de gaz naturel, en part relative (33 %, contre 17 % en 1980).

Plusieurs facteurs influent sur l'évolution du mix au niveau mondial

La rupture technologique des turbines à gaz à cycle combiné apparues dans les années 1990 a contribué, en partie, au basculement de la part respective des énergies dans le mix électrique. Les mécanismes institutionnels visant à limiter les émissions de gaz à effet de serre ont également favorisé ces dernières années le gaz en raison de ses émissions comparativement plus faibles : - 20 % par tonne équivalent pétrole par rapport aux produits pétroliers et - 40 % par rapport au charbon.

L'évolution relative des prix des énergies peut également avoir un

impact sur le mix électrique fossile. Les prix du pétrole et du gaz ont augmenté beaucoup plus fortement que celui du charbon depuis le premier choc pétrolier, moins depuis 1980 cependant. Au-delà du niveau, le prix du pétrole brut est beaucoup plus volatil que celui du charbon et que celui du gaz, pour lequel la pratique est de signer des contrats d'approvisionnement de long terme. Cela peut expliquer la désaffection actuelle des producteurs d'électricité pour le pétrole, alors que la volatilité du prix du pétrole s'est fortement accrue ces dernières années.

Les mix des pays fortement liés à la disponibilité et à la proximité des ressources

Le mix fossile d'un pays dépend en priorité de ses ressources énergétiques. La Chine, l'Inde et l'Australie, pays où le charbon est prépondérant dans le mix fossile (97 % en Chine par exemple), sont respectivement premier, troisième et quatrième producteurs mondiaux de charbon. De même, la Russie et la Norvège, exportateurs nets de gaz naturel, l'utilisent majoritairement dans leur mix fossile (97 % en Norvège, 75 % en Russie). Au Moyen-Orient, les produits pétroliers représentent encore en 2010 35 % du mix.

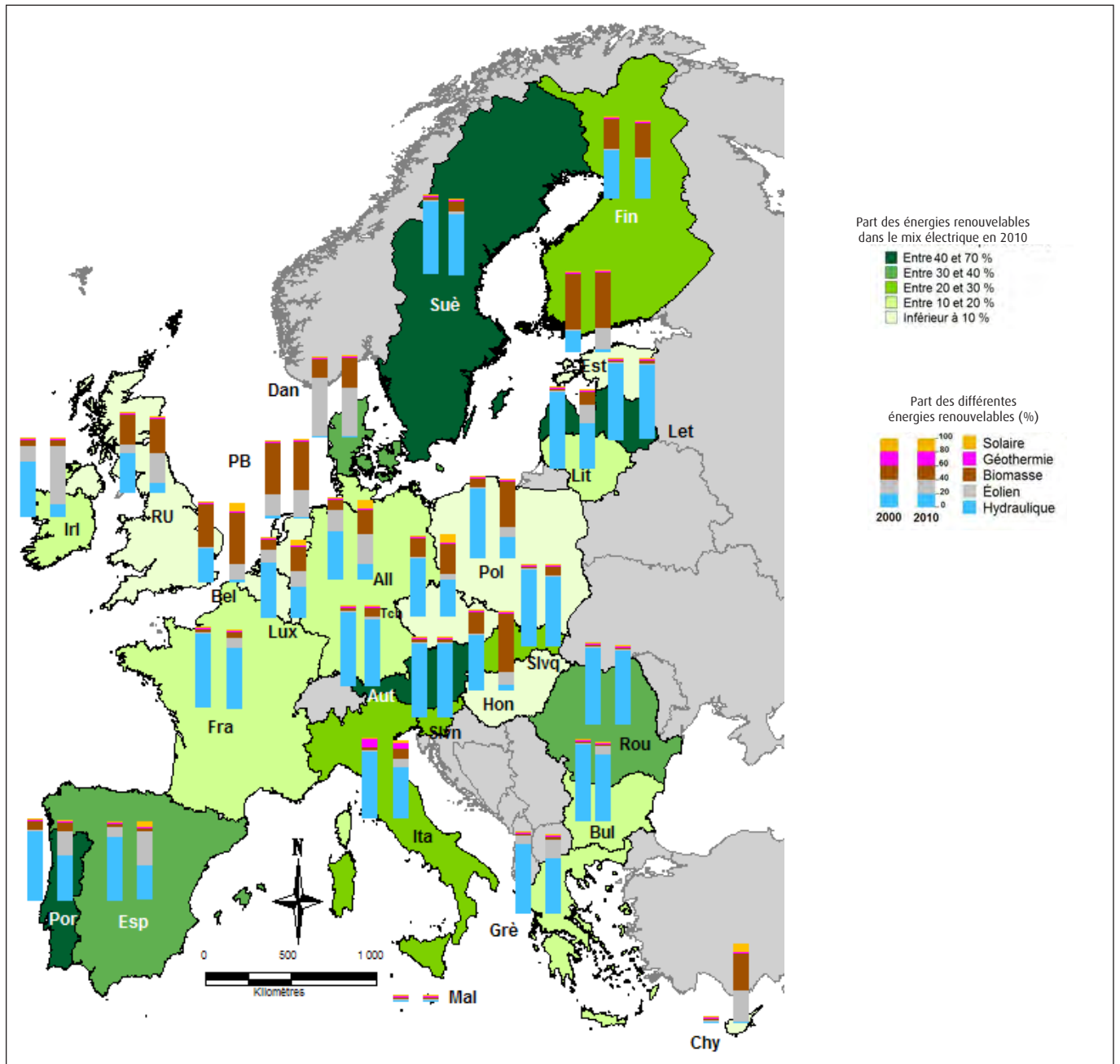
Entre 1980 et 2010, des pays comme l'Allemagne ou l'Australie n'ont que légèrement modifié leur mix fossile pour la production d'électricité. *A contrario*, ce dernier a été bouleversé dans d'autres pays. Le mouvement général de substitution des produits pétroliers par du gaz a été nettement amplifié en Italie : les produits pétroliers dominaient à 79 % le mix en 1980, c'est désormais le gaz naturel qui en représente 70 %. Ce mouvement est encore plus net en Norvège. Le Brésil n'utilisait pas de gaz naturel en 1980, celui-ci constitue désormais 57 % de son mix.

À l'inverse, certaines trajectoires vont à rebours du mouvement d'ensemble. Au Royaume-Uni, le charbon est passé de 86 % à 38 % du mix fossile en trente ans, en raison du développement dans les années 1990 de l'extraction de gaz en mer du Nord. En Afrique, les produits pétroliers n'ont reculé que de 1 point, à 15 %. En Chine, en raison de la prépondérance du charbon, le gaz naturel ne représente toujours que 2 % du mix, chiffre quand même supérieur au 0,3 % de 1980. Cela pourrait toutefois changer à l'avenir si le pays exploite ses gisements de gaz non conventionnel, comme prévu dans le livre blanc sur la politique énergétique présenté le 24 octobre 2012 par le gouvernement chinois.

Dans les pays de l'OCDE, en trente ans, la part du gaz naturel dans le mix fossile a augmenté de 23 points, à 39 %, au détriment du charbon (- 2 points, à 57 %) et surtout des produits pétroliers (- 21 points, à 5 %). L'évolution du mix fossile de la France va dans le même sens mais de manière plus prononcée : hausse de 37 points du gaz naturel, à 47 %, recul de 9 points du charbon, à 43 %, et de 28 points des produits pétroliers, à 10 %.

3 - Un essor des nouvelles énergies entre 1980 et 2010

Graphique 1 - Les énergies renouvelables dans le mix électrique au sein de l'Union européenne (UE)



Lecture : la couleur de chaque pays représente la part des énergies renouvelables dans son mix électrique en 2010. Pour chaque pays, deux bâtons figurent la part de chaque énergie dans le mix renouvelable pour la production d'électricité. Le bâton de gauche représente l'année 2000 et celui de droite l'année 2010. Le bâton 2010 repose dans la zone de la carte correspondant au pays. Malte, en 2000 et en 2010, et Chypre, en 2000, n'utilisaient pas d'énergie renouvelable pour leur production d'électricité.

Source : Agence internationale de l'énergie

Les énergies renouvelables représentent 20 % du mix électrique dans l'UE en 2010. Pour quatre pays, ce taux est supérieur à 40 % : l'Autriche (66 %), la Suède (55 %), la Lettonie (55 %) et le Portugal

(52 %). À l'inverse, ce taux n'est que de 1 % à Chypre, et de 7 % en Belgique, en Pologne, en République Tchèque et au Royaume-Uni.

Encadré**Les énergies renouvelables pour la production d'électricité**

Les énergies renouvelables ont été regroupées par filières. En plus de la géothermie et de l'éolien, on distingue trois filières :

- la filière hydraulique, qui comprend les centrales hydrauliques des fleuves, des rivières et des lacs, et les énergies marines : houlomotrices (vagues), marémotrices (marées) ou hydroliennes (courants) ;
- la filière biomasse, qui comprend la biomasse solide (bois), les biogaz et les déchets urbains, uniquement pour leur valorisation électrique et non thermique ;
- la filière solaire, qui comprend le solaire photovoltaïque et le solaire thermodynamique. Le solaire thermique n'est pas pris en compte car il fournit de la chaleur et non de l'électricité.

Les nouvelles filières d'énergies renouvelables progressent fortement

Depuis 2000, on assiste à une forte progression des nouvelles filières dans le mix électrique d'origine renouvelable au sein de l'UE. L'éolien en représente 22 % en 2010, en hausse de 17 points par rapport à 2000 ; le solaire, quasi inexistant en 2000, représente aujourd'hui 3,5 % de ce mix. La biomasse est également en forte hausse : + 10 points, à 18 %. En contrepartie, l'hydraulique recule de 85 % en 2000 à 55 % en 2010, malgré une production d'électricité hydraulique en hausse légère sur cette période. Enfin, la géothermie recule de 1,2 % à 0,8 %.

L'hydraulique recule en proportion, mais progresse de 4 % en niveau entre 2000 et 2010 et demeure la principale source d'électricité renouvelable. Dans les quatre pays où les énergies renouvelables représentent plus de la moitié du mix électrique, l'hydraulique domine. Elle représente 97 % du mix renouvelable en Lettonie, plus de 80 % en Autriche et en Suède, et encore 57 % au Portugal. Inversement, dans tous les pays où l'hydraulique représente moins de 1 % du mix électrique, les énergies renouvelables dans leur ensemble représentent moins de 10 % de ce mix, excepté au Danemark.

Le Danemark en avance pour l'éolien, l'Espagne pour le solaire

Les filières renouvelables sont mobilisées avec des intensités variables selon les pays. L'éolien représente en moyenne 4,5 % du mix électrique en Europe mais atteint 20 % au Danemark et est compris entre 10 % et 20 % au Portugal, en Espagne et en Irlande. À l'inverse, sa part est inférieure à 1 % dans sept pays, essentiellement des pays d'Europe centrale et orientale. Le solaire représente 2,4 % du mix électrique en Espagne et 1,9 % en Allemagne, mais moins de 0,1 % dans seize pays, pour une moyenne européenne de 0,7 %. L'ensoleillement est moins déterminant que les politiques nationales de soutien : en Grèce, le solaire représente 0,3 % du mix électrique, un taux très inférieur à celui de l'Allemagne, qui bénéficie pourtant d'un ensoleillement moindre. L'Allemagne est devenue le premier producteur mondial d'électricité solaire, grâce à la construction de parcs photovoltaïques de grande puissance.

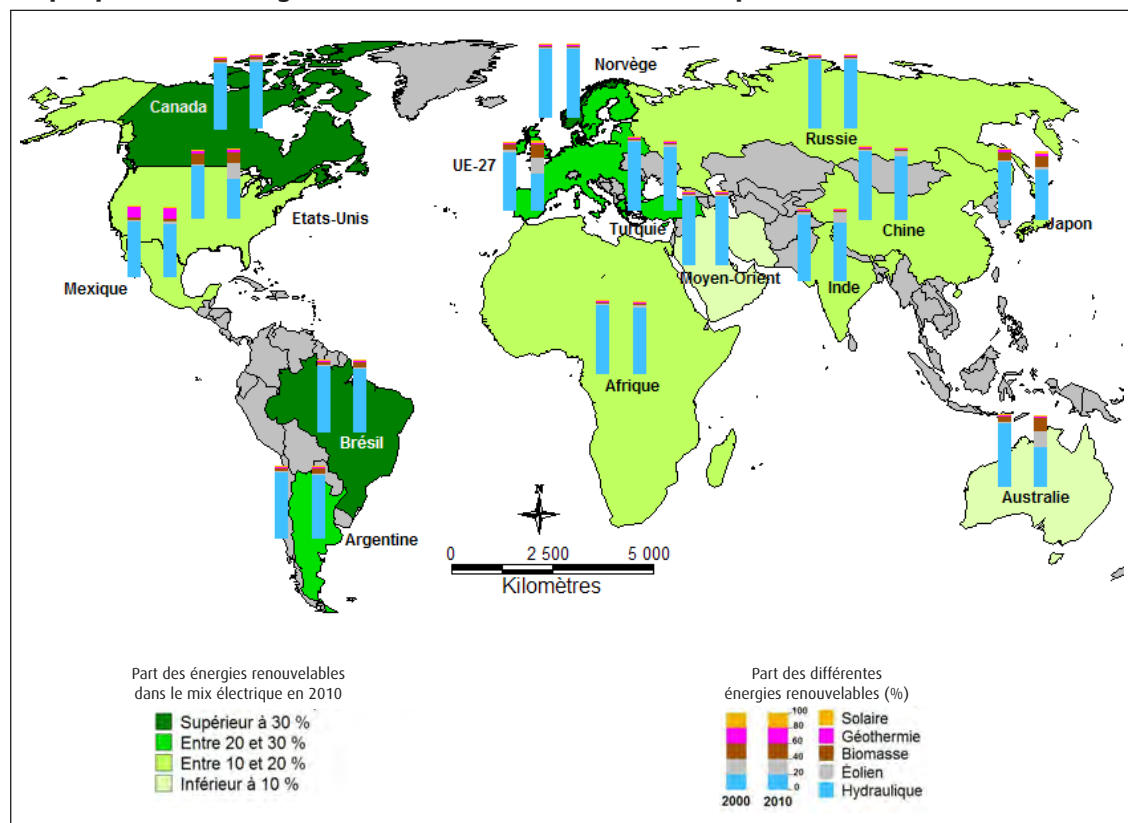
La Hongrie, l'Estonie, la Belgique, les Pays-Bas et la Pologne utilisent en majorité de la biomasse dans leur mix électrique renouvelable. Cela ne tient pas à un développement particulier de cette ressource,

mais plutôt à la faiblesse des énergies renouvelables dans le mix électrique : toujours moins de 10 %, et moins de 4 % pour les énergies renouvelables autres que la biomasse. C'est en fait dans les pays du Nord de l'Europe que la biomasse participe le plus à la production. Ainsi, en Finlande et en Suède, les deux pays les plus boisés d'Europe, la biomasse participe à la production d'électricité à hauteur respectivement de 14 % et 8 %.

Enfin, l'Italie utilise la géothermie à 1,8 % dans son mix électrique. C'est le seul pays de l'UE où cette énergie représente en 2010 plus de 0,4 % de ce mix. Cette production est fortement concentrée en Toscane, où la géothermie fournit plus de 25 % de l'électricité. Les deux principales zones de production sont situées à Larderello-Travale (754 MW) et Monte Amiata (88 MW).

En France, l'hydraulique reste prépondérante, malgré un recul de 16 points en 10 ans, 80 % en 2010 contre 96 % en 2000, et de 8 % en niveau. En contrepartie, l'éolien a progressé de 13 points et la biomasse de 3 points.

Graphique 2 - Les énergies renouvelables dans le mix électrique au niveau mondial



Lecture : cf. graphique 1.

Source : Agence internationale de l'énergie

Les énergies renouvelables représentent 19,4 % du mix électrique dans le monde en 2010, soit une progression de 1 point seulement par rapport à 2000. Sans l'UE, les énergies renouvelables seraient même en léger recul, exprimé en part de la production totale d'électricité : 19,3 % contre 19,6 % en 2000.

Dans le « mix renouvelables », les nouvelles filières sont en forte progression par rapport à 2000 : 8 % pour l'éolien, contre 1 % en 2000, et 0,8 % pour le solaire, contre 0,05 % en 2000. La biomasse progresse également : + 2 points, à 7 %. En contrepartie, l'hydraulique recule de 92 % en 2000 à 83 % en 2010 et la géothermie de 1,8 % à 1,6 %,

malgré une production d'électricité en hausse de 31 % pour chacune de ces deux sources.

Les niveaux atteints par les nouvelles énergies renouvelables sont plus faibles en dehors de l'UE. L'éolien dépasse quand même 2 % du mix électrique en 2010 en Australie, aux États-Unis et en Inde, contre 4,5 % dans l'UE et le solaire atteint 0,3 % de ce mix au Japon, contre 0,7 % dans l'UE.

En Islande, la géothermie représente 26 % du mix électrique. Le reste provenant de l'hydroélectricité, l'électricité y est donc entièrement renouvelable.

Méthodologie

Toutes les données présentes dans ce « Chiffres & statistiques » sont issues de la base de données de l'Agence Internationale de l'énergie (AIE). Les données sont transmises par les États à l'AIE ; celles de la France

le sont par le SOES. Il peut exister des divergences entre les données présentes sur le site de l'AIE et celles issues du bilan de l'énergie, notamment en raison de différences de champ.

Chiffres & statistiques

Commissariat général
au développement
durable

Service
de l'observation
et des statistiques

Tour Voltaire
92055 La Défense cedex
Mel :
diffusion.soes.cgdd@
developpement-
durable.gouv.fr
Télécopie :
(33/0) 1 40 81 13 30

Directeur
de la publication
Sylvain Moreau

ISSN : 2102-6378

© SOES 2013

Yacine RABAI