

Quinzième inventaire
Édition 2013

La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde

COLLECTION CHIFFRES ET STATISTIQUES



FONDATION ÉNERGIES POUR LE MONDE

Cet inventaire a été réalisé par
Observ'ER et la Fondation Énergies pour le Monde
avec le soutien financier d'EDF.

1. La production d'électricité dans le monde : perspectives générales

1.1. Développement économique et production d'électricité

• La production d'électricité, un indicateur de développement à manier avec précaution

L'électricité est un facteur essentiel au développement économique, dans tous les pays du monde. Son importance relative s'accroît avec les progrès techniques, l'industrialisation et le besoin de confort moderne. L'augmentation de sa production est synonyme d'amélioration de la qualité de vie et de création de richesse. La production d'électricité, ramenée au nombre d'habitants, est donc un bon indicateur permettant de mesurer les écarts de développement entre les différentes régions du monde. L'Amérique du Nord est comme toujours la région où l'on produit le plus d'électricité par habitant (14 167 kWh/hab.). C'est plus de deux fois plus qu'en Europe de l'Ouest (6 646 kWh/hab.), plus de trois fois plus qu'en Europe centrale (4 411 kWh/hab.), encore plus de quatre fois plus qu'en Asie de l'Est et du Sud-Est (3 400 kWh/hab.), huit fois plus qu'en Afrique du Nord (1 771 kWh/hab.) et près de trente fois plus qu'en Afrique subsaharienne (490 kWh/hab.).

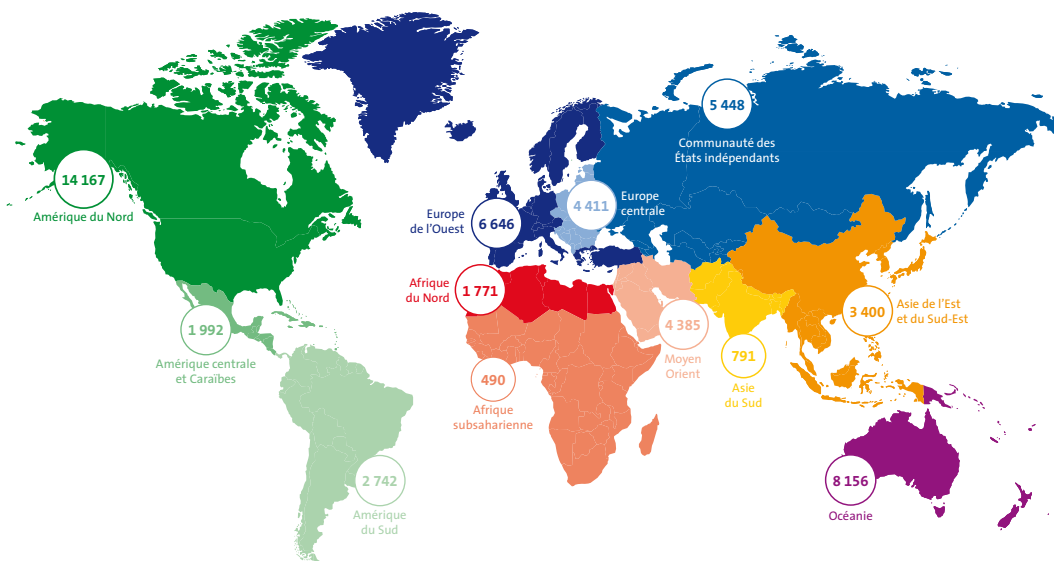
Cet indicateur exige toutefois d'être manié avec précaution. Cela n'aurait pas de sens de s'en servir pour mesurer arithmétiquement le niveau de développement d'un pays. Dans certaines régions, une production d'électricité par tête plus élevée ne signifie pas un niveau de développement supérieur. Par exemple, la production d'électricité par habitant de la CEI (Communauté des États indépendants) est presque deux fois plus importante qu'en Amérique du Sud (0,49 kWh par unité de PIB pour la CEI comparé à 0,26 kWh par unité de PIB pour l'Amérique du sud), alors que le revenu par habitant en parité de pouvoir d'achat (PPA) de ces deux régions est très proche (11 069 \$/hab. pour la CEI contre 10 645 \$/hab. pour l'Amérique du sud).

Il faut savoir que les écarts liés à la production d'électricité par habitant ne reflètent pas uniquement des disparités en matière de revenus. Ils tiennent aussi à des différences au niveau du contenu électrique de la croissance économique (quantité d'électricité nécessaire pour produire une unité de PIB). En raison d'une dotation plus riche en énergie primaire, d'une géographie et d'une histoire particulières, de la qualité des infrastructures électriques mises en place, de l'extension du réseau, des importations ou exportations d'électricité ou encore d'une économie basée sur des secteurs ou des technologies qui requièrent plus ou moins d'électricité, la production d'électricité peut suivre des trajectoires distinctes à niveaux économiques comparables. Le prix de l'électricité entre aussi en ligne de compte. Il varie notamment selon la dotation du pays en combustibles fossiles (Moyen-Orient, Afrique du Nord, Russie, Australie, Chine), le potentiel hydraulique (Brésil, Canada, Norvège, Suède), l'importance de la filière nucléaire (France) ou le choix politique de subventionner le prix de l'électricité pour améliorer la compétitivité de son industrie.

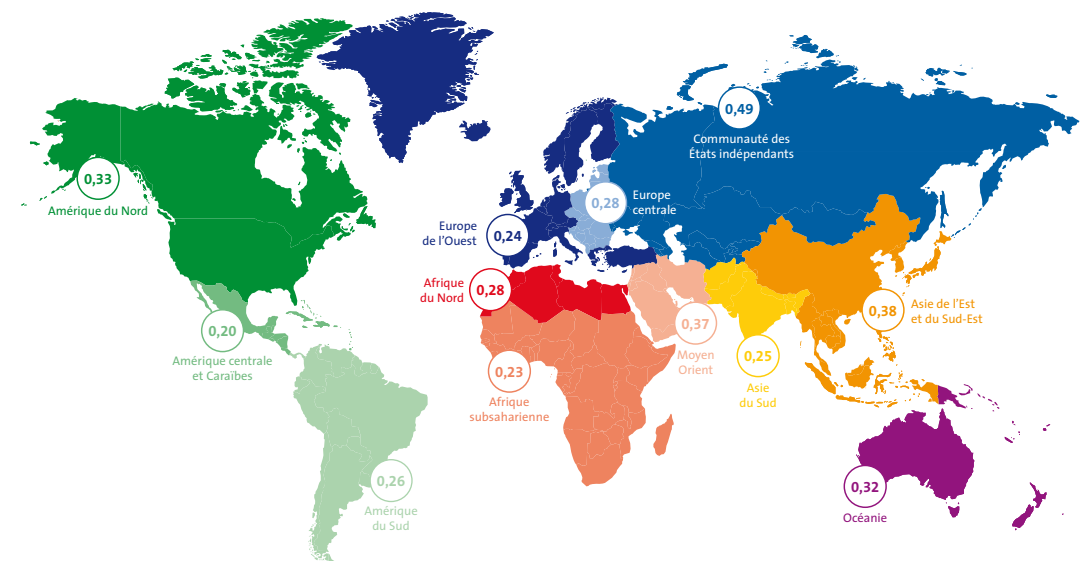
Dans le monde, il faut en moyenne 0,32 kWh pour produire un dollar de valeur ajoutée (dollar constant de 2005 exprimé en parité de pouvoir d'achat). Ce chiffre est relativement constant sur la dernière décennie.

Les écarts peuvent être très importants entre les régions du monde. L'Amérique centrale et Caraïbes est la région du monde qui nécessite le moins d'électricité pour produire une unité de richesse (0,20 kWh/\$). À l'inverse, la CEI est la région qui nécessite le plus d'électricité pour produire une unité de richesse (0,49 kWh/\$). On peut également remarquer que l'Europe de l'Ouest fait partie des régions qui en utilisent le moins (0,24 kWh/\$). L'Asie de l'Est et du Sud-Est, région fortement industrialisée, fait partie de celles où il faut le plus d'électricité pour produire une unité de richesse (0,38 kWh/\$).

Production d'électricité par habitant en 2012 dans les régions du monde (kWh/hab.)



Production d'électricité par unité de PIB dans les régions du monde en 2012 (kWh/\$2005 ppa)



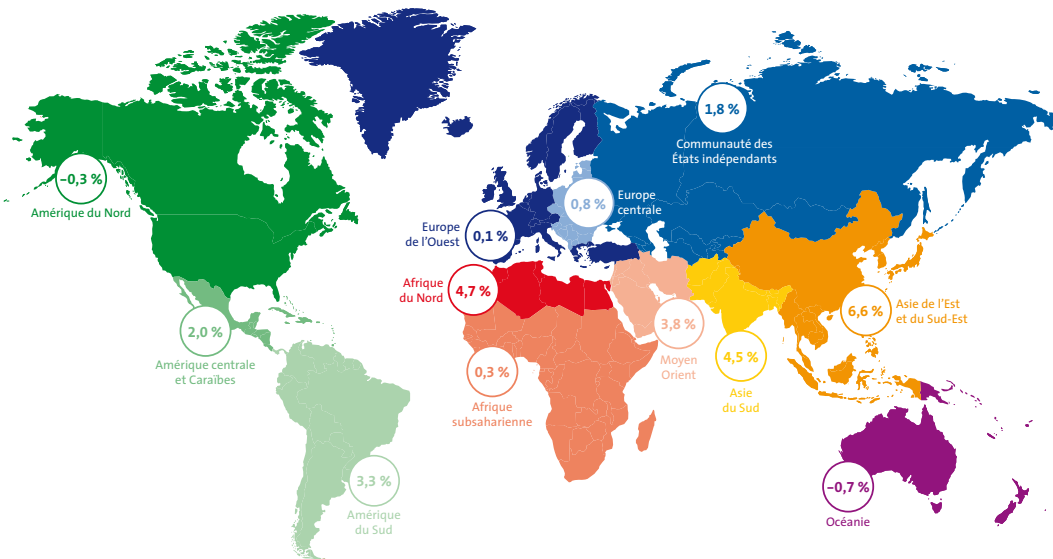
• Une croissance de la production d'électricité par habitant entre 2002 et 2012 qui ne ralentit que dans les pays postindustriels

Une analyse dynamique de la production d'électricité permet de distinguer les régions en phase d'industrialisation, où l'augmentation de la consommation d'électricité par habitant est rapide, des régions déjà développées, où l'augmentation de la consommation est plus modérée. L'Asie de l'Est et du Sud-Est est la région qui augmente le plus rapidement sa production d'électricité par habitant (+6,6 % par an en moyenne). Elle est suivie par l'Afrique du Nord (+4,7 % par an en moyenne), l'Asie du Sud (+4,5 % par an en moyenne) et le Moyen-Orient (+3,8 % par an en moyenne). La croissance de la production d'électricité par habitant est presque stable dans les régions développées comme l'Europe de l'Ouest (+0,1 % par an en moyenne), voire même légèrement négative en Amérique du Nord (-0,3 % par an en moyenne), où de plus en plus d'efforts sont réalisés pour maîtriser la consommation d'énergie et où une part de plus en plus importante des produits manufacturés est importée. La présence de l'Afrique subsaharienne dans le groupe des régions où la croissance de la production d'électricité par habitant est très faible (0,3 % par an en moyenne) s'explique de deux manières : d'abord, une croissance démographique très importante (la plus importante au niveau mondial). Ensuite, la présence sur son territoire de l'Afrique du Sud, pays qui possède les caractéristiques d'un pays développé et représente 65 % de l'électricité de cette région.

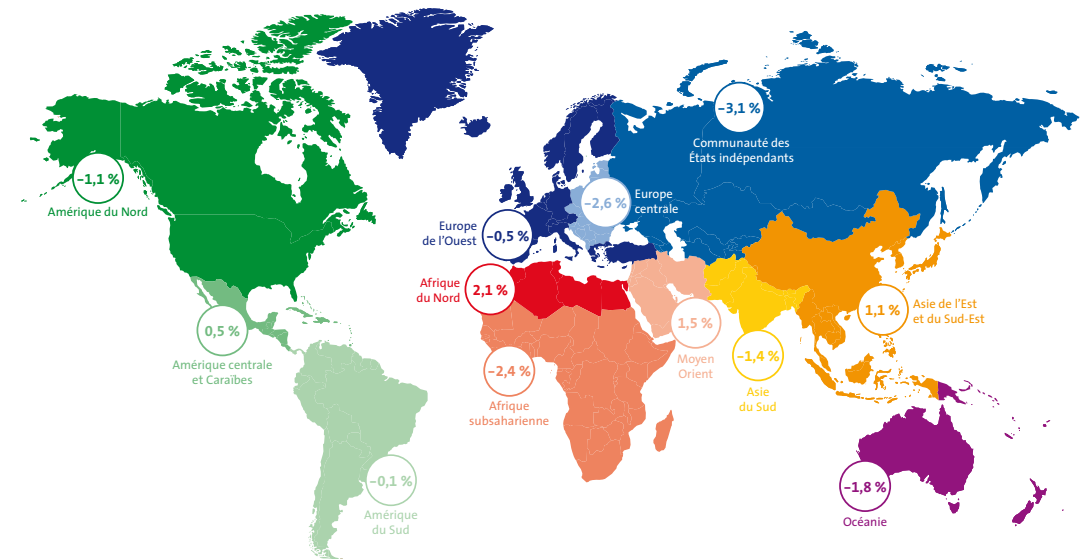
Au niveau mondial, l'évolution de la production d'électricité est assez bien corrélée avec la création de richesse, avec une légère tendance à la diminution. La production électrique par unité de PIB a baissé en moyenne dans le monde de 0,3 % par an entre 2002 et 2012. Ce chiffre masque cependant des écarts entre les régions "postindustrielles", dont l'activité économique tend à se "tertiariser" et à se "dématérialiser" et qui demandent moins d'électricité, et les régions en phase d'industrialisation rapide, poussée notamment par les exportations de biens manufacturés, qui ont besoin de plus en plus d'électricité pour produire une unité de PIB supplémentaire. La dématérialisation de l'économie des pays développés nécessite la production de biens d'équipements électroniques produits dans les pays en phase d'industrialisation rapide, ce qui accentue d'autant plus les écarts.

La déconnexion entre la croissance économique et la production d'électricité est particulièrement marquée en Amérique du Nord (-1,1 % par an en moyenne) et en Europe de l'Ouest (-0,5 % par an en moyenne). Ces deux régions produisent en effet de plus en plus de services à forte valeur ajoutée qui requièrent peu d'énergie, et elles importent de plus en plus de biens industriels. La situation de la CEI et de l'Europe centrale est particulière. La restructuration en cours des secteurs industriel et électrique, de moins en moins "énergivores", a pour effet de diminuer les besoins en électricité pour produire une unité de PIB supplémentaire (respectivement -3,1 % et -2,6 % par an en moyenne). Le Moyen-Orient, l'Afrique du Nord, l'Asie de l'Est et du Sud-Est et l'Amérique centrale sont des régions où la création d'une unité de PIB supplémentaire nécessite de plus en plus d'électricité. C'est notamment le cas de l'Asie de l'Est et du Sud-Est (+1,1 % par an en moyenne) où la Chine, qui se trouve dans une phase d'industrialisation très poussée, limite l'influence des pays déjà industrialisés comme le Japon et la Corée du Sud.

Croissance de la production d'électricité par habitant dans les régions du monde (taux de croissance annuel moyen, TCAM 2002-2012)



Croissance de la production d'électricité par unité de PIB dans les régions du monde (taux de croissance annuel moyen, TCAM 2002-2012)



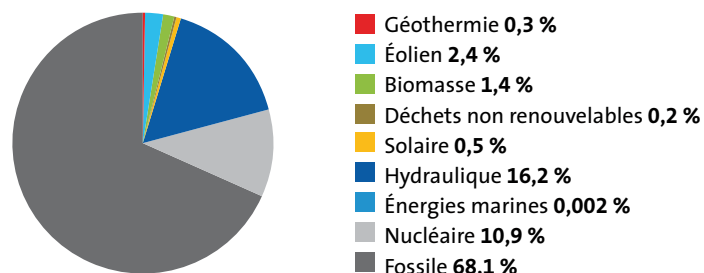
1.2. La production d'électricité d'origine renouvelable

• Plus de 20 % de la production d'électricité mondiale

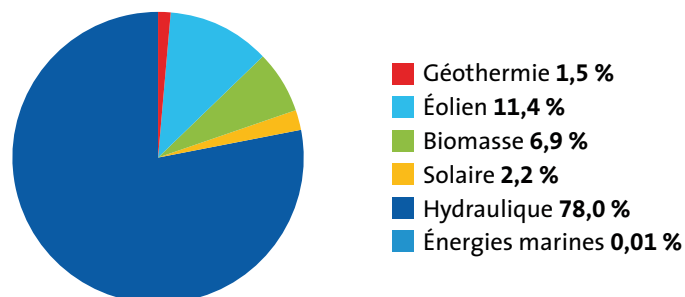
La production d'électricité renouvelable (incluant la production des centrales de pompage-turbinage) a atteint 4 699,2 TWh en 2012 dans le monde, franchissant nettement le seuil des 20 % de la production d'électricité mondiale (20,8 %). Les combustibles fossiles demeurent le noyau dur de la production d'électricité mondiale avec plus des deux tiers du total (68,1 % en 2012), et un peu plus d'un électron sur dix (10,9 %) est d'origine nucléaire. Les 0,2 % restants sont apportés par la combustion des déchets qualifiés de non renouvelables.

L'électricité renouvelable provient de six sources distinctes. L'hydroélectricité (incluant les centrales de pompage-turbinage) est la première d'entre elles avec une contribution en 2012 de 78 %. L'énergie éolienne, qui depuis 2009 est devenue la deuxième source d'énergie renouvelable, représente désormais 11,4 % du total renouvelable. Elle devance la filière biomasse, qui rassemble la biomasse solide, la biomasse liquide, le biogaz et les déchets ménagers renouvelables (6,9 %). Suivent le solaire (2,2 %) qui rassemble les centrales photovoltaïques et les centrales solaires thermiques (héliothermodynamiques), la géothermie (1,5 %) et les énergies marines (0,01 %) qui restent une filière en phase de démonstration.

Structure de la production d'électricité – 2012



Structure de la production électrique d'origine renouvelable – 2012



Production électrique par source

TWh	2002	2009	2010	2011	2012	TCAM 02/12	TC 11/12
Géothermie	52,2	67,4	68,5	69,3	70,4	3,0 %	1,5 %
Éolien	52,5	276,4	351,2	451,5	534,3	26,1 %	18,3 %
Biomasse	147,1	246,8	288,9	307,6	326,2	8,3 %	6,0 %
dont biomasse solide	108,3	173,9	207,0	218,9	232,5	7,9 %	6,2 %
dont biogaz	16,4	37,7	44,1	50,9	58,0	13,4 %	13,8 %
dont biomasse liquide	1,0	4,8	5,9	5,0	3,2	12,7 %	-36,8 %
dont déchets municipaux	21,4	30,4	31,9	32,7	32,5	4,3 %	-0,5 %
Déchets non renouvelables	40,5	40,1	52,0	55,7	56,0	3,3 %	0,6 %
dont déchets industriels	19,6	12,7	23,7	25,5	25,9	2,9 %	1,8 %
dont déchets municipaux	21,0	27,4	28,3	30,2	30,1	3,7 %	-0,4 %
Solaire	1,7	21,0	33,5	63,1	104,5	50,6 %	65,5 %
dont photovoltaïque	1,2	20,0	31,8	60,8	100,4	55,9 %	65,1 %
dont thermodynamique	0,6	0,9	1,7	2,3	4,1	22,3 %	77,5 %
Hydraulique	2 705,9	3 329,0	3 514,3	3 530,8	3 663,4	3,1 %	3,8 %
dont pompage-turbinage	79,6	76,0	78,4	75,7	74,4	-0,7 %	-1,7 %
Énergies marines	0,568	0,527	0,558	0,561	0,540	-0,5 %	-3,7 %
Nucléaire	2 660,8	2 696,1	2 756,3	2 580,9	2 463,5	-0,8 %	-4,5 %
Fossile	10 512,4	13 500,7	14 422,7	15 113,0	15 394,3	3,9 %	1,9 %
Total renouvelable	2 960,1	3 941,2	4 256,9	4 423,0	4 699,2	4,7 %	6,2 %
Total conventionnel	13 213,7	16 236,9	17 231,0	17 749,6	17 913,8	3,1 %	0,9 %
Total production	16 173,8	20 178,1	21 487,9	22 172,5	22 613,0	3,4 %	2,0 %
Part renouvelable	18,3 %	19,5 %	19,8 %	19,9 %	20,8 %		

Structure de la production d'électricité d'origine renouvelable en 2012

SOURCE	TWh EN 2012	% 2012
Hydraulique	3 663,4	78,0 %
Éolien	534,3	11,4 %
Biomasse	326,2	6,9 %
Solaire	104,5	2,2 %
Géothermie	70,4	1,5 %
Énergies marines	0,540	0,01 %
Total	4 447,5	100,0 %

• 1739 TWh d'énergie renouvelable de plus en dix ans

La production brute d'électricité renouvelable a augmenté de 1739 TWh entre 2002 et 2012, passant de 2 960,1 TWh à 4 699,2 TWh, soit une croissance annuelle moyenne de 4,7 %. Son rythme de croissance est supérieur à celui des combustibles fossiles (+3,9 % par an en moyenne). Il est également nettement plus rapide que celui de l'électricité conventionnelle (+3,1 % par an en moyenne) du fait d'une diminution de la production d'électricité nucléaire sur la période (-197,3 TWh entre 2002 et 2012).

La part de l'électricité renouvelable, après avoir augmenté légèrement entre 2010 (19,8 %) et 2011 (19,9 %), gagne un point en 2012 (20,8 %). Une croissance observée pour la cinquième année consécutive (18,2 % en 2007). Si l'on excepte 2007, qui est une année de croissance record pour la production d'électricité issue des combustibles fossiles, la part de l'électricité renouvelable est globalement en augmentation depuis 2004 (de 17,9 % en 2003 à 20,8 % en 2012), soit une augmentation de près de trois points de pourcentage en neuf ans. On peut donc affirmer que les énergies renouvelables ont, sur la dernière décennie, conforté leur place dans la structure mondiale de la production d'électricité. Il convient cependant d'apporter quelques nuances. Si l'augmentation de la part des énergies renouvelables est nette au niveau mondial, on constate néanmoins des tendances divergentes selon les régions du monde. Elle est en forte augmentation en Europe de l'Ouest grâce à une part de l'énergie éolienne, biomasse, solaire qui atteint presque les 12 % en 2012 (contre 10,5 % en 2011). Elle est également en forte augmentation en Asie de l'Est et du Sud-Est grâce à une contribution record de l'hydraulique qui franchit pour la première fois le cap des 1 000 TWh en 2012 (13,4 % en 2012 contre 11,8 % en 2011). Pour les autres grandes régions du monde, l'évolution est plus contrastée. La part de l'électricité renouvelable est davantage soumise aux variations de la production hydroélectrique en CEI. En Amérique du Sud, où la production électrique d'origine renouvelable est majoritaire, la part continue de diminuer pour la sixième année consécutive. En Amérique du Nord, la part de l'électricité verte augmente, mais par paliers ; elle est restée stable en 2012 après avoir nettement augmenté en 2011.

De manière globale, on peut expliquer ce retour en force de la production d'électricité renouvelable de deux manières : la forte augmentation de la production hydroélectrique en Asie et la confirmation de la mondialisation des autres filières renouvelables, en particulier l'éolien, le solaire et la biomasse.

• Une croissance des filières renouvelables 5 fois plus rapide que celle de l'hydraulique

L'hydraulique s'est trouvée seule pendant de nombreuses années pour compenser la marche en avant des combustibles fossiles. Ce n'est plus le cas aujourd'hui. L'apport des nouvelles technologies de production d'électricité renouvelable a été décisif pour contrer l'augmentation de la part de l'électricité conventionnelle dans le total mondial. Sur la période 2002-2012, la croissance de la production des filières renouvelables hors hydraulique a été près de cinq fois plus rapide que celle de l'hydraulique, soit une moyenne annuelle de 15,1 % contre 3,1 % pour l'hydraulique.

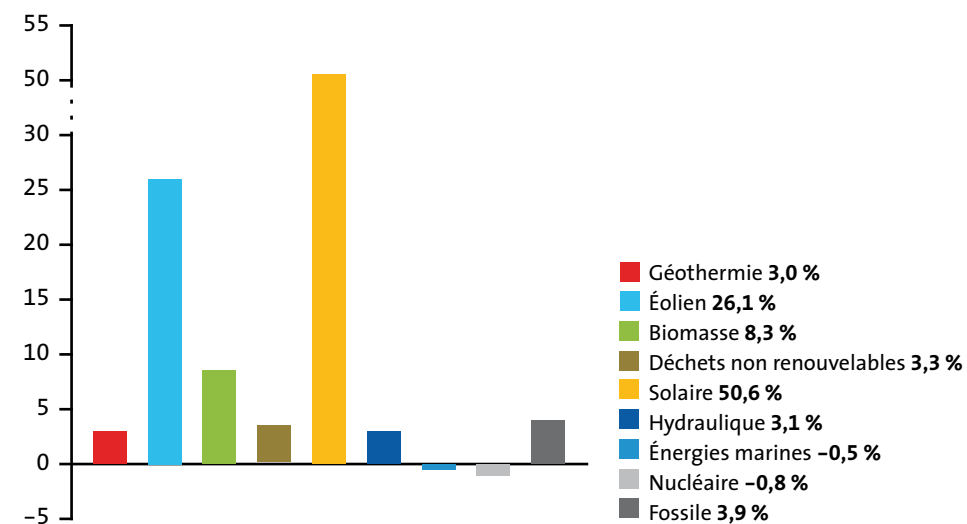
Aussi, la part des filières renouvelables sans l'hydraulique a pris trois points de pourcentage dans la production mondiale d'électricité, passant de 1,6 % du total en 2002 à 4,6 % en 2012. À l'inverse, la part de l'hydroélectricité a perdu 0,5 point dans le total mondial (de 16,7 % en 2002 à 16,2 % en 2012).

Une analyse détaillée filière par filière permet de montrer que c'est la production d'électricité solaire qui affiche le plus fort taux de croissance annuel moyen sur la période (+50,6 %), cette croissance étant inférieure à celle enregistrée entre 2011 et 2012 (+65,5 %).

Sur la période, la croissance de la filière éolienne est également très importante (+26,1 % en moyenne par an), mais pour la première fois, son rythme a baissé entre 2011 et 2012 (+18,3 %). En cause, une année exceptionnellement peu venteuse dans les pays d'Europe de l'Ouest qui concentrent une part importante de la puissance mondiale.

La croissance de la filière biomasse est plus modérée (+8,3 % par an en moyenne), mais reste plus de deux fois supérieure à celle de la production d'électricité totale (+3,4 % par an en moyenne). Cette croissance est restée active entre 2011 et 2012 (+6 %), aidée par la conversion d'un nombre toujours plus important de centrales charbon en centrales de co-combustion biomasse. Parmi les sous-filières biomasse, la biomasse solide (71,3 % de l'électricité biomasse en 2012) a augmenté de 7,9 % par an en moyenne. La croissance de l'électricité biogaz a été beaucoup plus importante (+13,4 % par an en moyenne) en raison du développement de la méthanisation comme moyen de traitement des déchets, mais également de la méthanisation de cultures énergétiques (le maïs en Allemagne par exemple). La valorisation électrique des déchets ménagers organiques dans des centrales d'incinération est également en croissance sur la période (+4,3 % par an en moyenne), même si elle se stabilise entre 2011 et 2012 (-0,5 %). La croissance de la filière biomasse liquide reste positive sur l'ensemble de la période (+12,7 % par an en moyenne), mais est clairement en perte de vitesse (-36,8 % entre 2011 et 2012). Cette filière n'a pas vocation à se développer pour la production d'électricité, mais pour la carburation de véhicules via la production de biodiesel, de bioéthanol ou de BTL.

Taux de croissance annuel moyen 2002-2012



La filière géothermique, dont la production reste très localisée, est un peu plus en retrait, avec une croissance annuelle moyenne sur la période inférieure à celle de la production totale d'électricité (+3 % contre +3,4 %).

Compte tenu de la dynamique actuelle des filières éolienne, solaire et biomasse et des investissements hydroélectriques prévus, la croissance de la production d'électricité renouvelable devrait rester soutenue dans les prochaines années, et la part des renouvelables dans la production mondiale devrait continuer à augmenter.

Une grande partie de cette puissance sera installée en Europe, en Amérique du Nord, mais également en Asie. La Chine, qui est déjà le plus grand producteur hydroélectrique, deviendra vraisemblablement, dans quelques années, le plus grand producteur d'électricité éolienne et solaire.

Production d'électricité d'origine renouvelable hors hydraulique (TWh)

