

Onzième inventaire
Édition 2009

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

COLLECTION CHIFFRES ET STATISTIQUES



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

1.1. Développement économique et production d'électricité

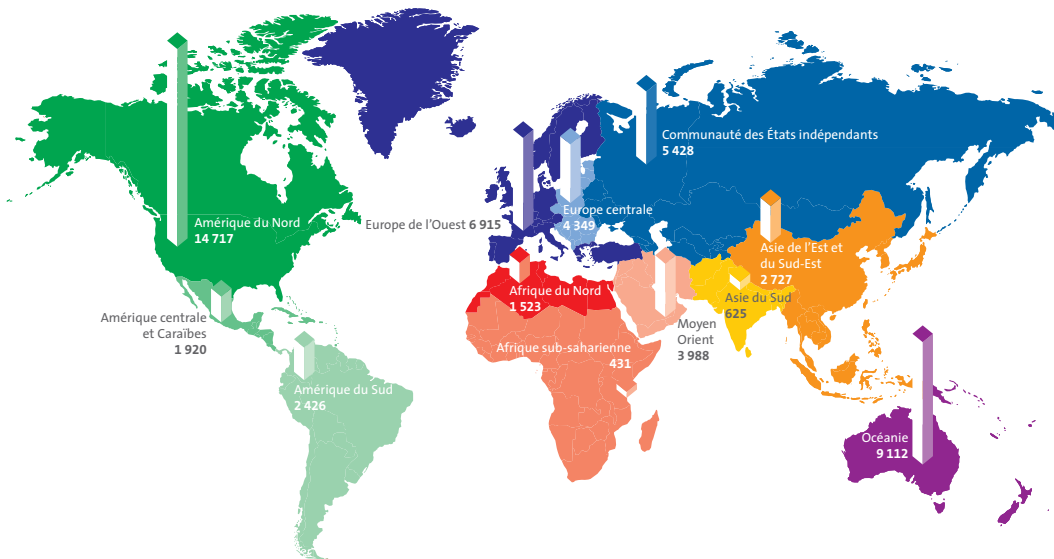
• **La production d'électricité, un indicateur de développement à manier avec précaution**
L'électricité est indispensable au développement économique, et ce dans tous les pays du monde. Son importance relative s'accroît avec le progrès technique, l'industrialisation et le besoin de confort moderne. L'augmentation de sa production est synonyme d'augmentation de la qualité de vie et de création de richesse. La production d'électricité, si on la ramène 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 sans surprise la région où l'on produit le plus d'électricité (14 717 kWh/hab.). Deux fois plus qu'en Europe de l'Ouest (6 915 kWh/hab.), presque dix fois plus qu'en Afrique du Nord (1 523 kWh/hab.) et trente quatre fois plus qu'en Afrique subsaharienne (431 kWh/hab.).

Cet indicateur nécessite toutefois des précautions d'usage. Cela n'aurait pas de sens de mesurer arithmétiquement le niveau du développement avec cet indicateur. 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 est deux fois plus importante qu'en Amérique du Sud alors que le revenu par habitant de ces deux régions est très proche. A contrario, on peut observer des similitudes entre régions. L'Amérique du Sud et l'Amérique centrale et Caraïbes disposaient en 2008 d'une production d'électricité par habitant et d'un revenu par habitant assez proches.

Production d'électricité par habitant en 2008 dans les régions du monde (kWh/hab)

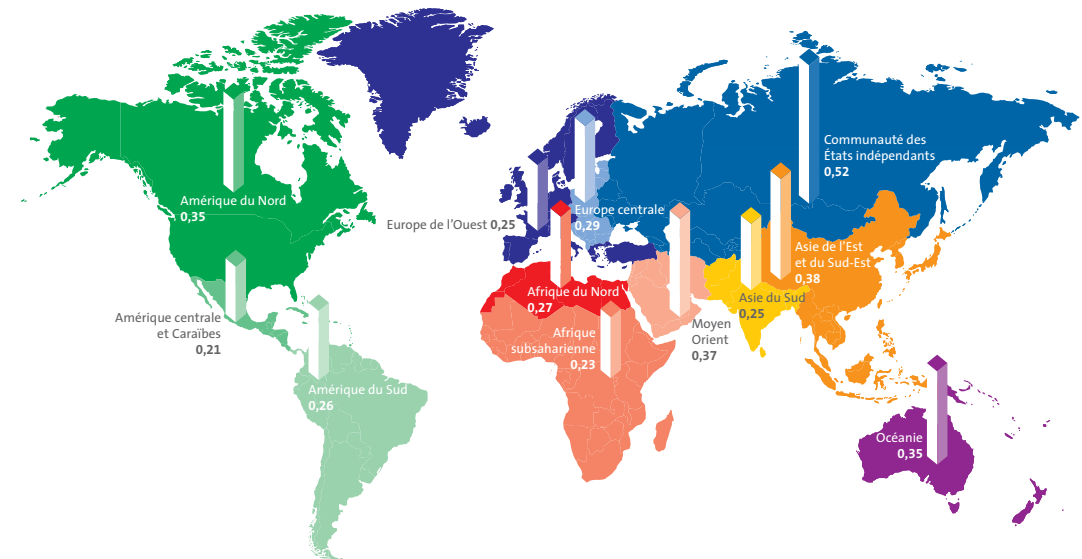


Il faut savoir que les écarts liés à la production d'électricité par habitant ne reflètent pas uniquement des disparités en matière de revenus. Ils tiennent aussi à des différences au niveau du contenu électrique de la croissance économique (quantité d'électricité nécessaire pour produire une unité de PIB). En raison d'une dotation plus riche en énergie primaire, d'une géographie et d'une histoire particulière, de la qualité des infrastructures électriques mises en place, de l'extension du réseau 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) ou l'importance de la filière nucléaire (France).

Dans le monde, il faut en moyenne 0,32 kWh pour produire 1 \$ de valeur ajoutée (dollar constant de 2005). Il en faut 1,6 fois plus (0,52 kWh/US\$05) pour créer la même richesse en CEI et un quart de moins (0,25 kWh/US\$05) pour créer la même richesse en Asie du Sud.

Dans ce classement régional, on peut observer que l'Amérique du Nord fait partie des régions qui utilisent le plus d'électricité par unité de PIB (0,35 kWh/US\$05) et que l'Europe de l'Ouest fait partie des régions qui en utilisent le moins (0,25 kWh/US\$05).

Production d'électricité par unité de PIB dans les régions du monde en 2008 (kWh/\$05)

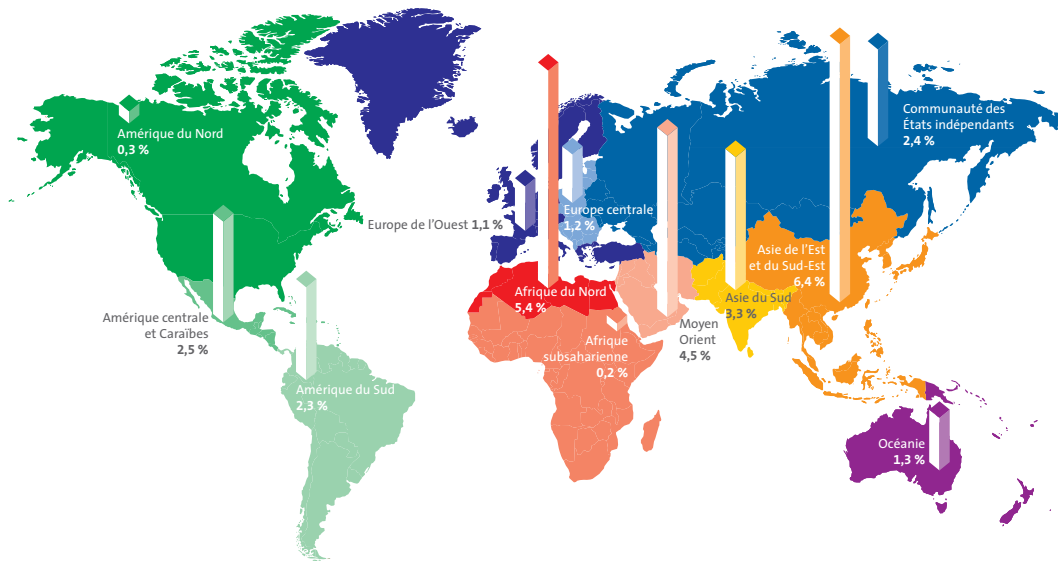


• Une croissance de la production d'électricité par habitant entre 1998 et 2008 qui ne ralentit que dans les pays postindustriels

Une analyse dynamique de la production d'électricité permet de distinguer les régions en développement où l'augmentation de la consommation d'électricité par habitant est la plus rapide, et les régions déjà industrialisées où l'augmentation de la consommation d'électricité par habitant est plus modérée. L'Asie de l'Est et du Sud-Est (+ 6,4 % par an en moyenne depuis 1998) est actuellement la région qui augmente le plus rapidement sa production d'électricité par habitant, suivie par l'Afrique du Nord (+ 5,4 % par an en moyenne), le Moyen-Orient (+ 4,5 % par an en moyenne) et l'Asie du Sud (+ 3,3 % par an en moyenne). La croissance de la production d'électricité par habitant est beaucoup plus faible dans les régions industrialisées comme l'Europe de l'Ouest (+ 1,1 % par an en moyenne), où de plus en plus d'efforts sont réalisés pour maîtriser la consommation d'énergie, et l'Amérique du Nord (+ 0,3 % par an en moyenne). La croissance beaucoup plus faible de l'Amérique du Nord peut s'expliquer à la fois par un ratio "production par tête" déjà très élevé qui croît donc plus lentement et par une économie de plus en plus tournée vers les services. À l'inverse, la délocalisation d'une partie de l'activité industrielle des pays développés vers les pays en développement (asiatiques notamment) amplifie le besoin de production d'électricité.

La présence de la région subsaharienne dans le groupe des régions où la croissance de la production d'électricité par habitant est la plus faible (+ 0,2 % par an en moyenne) s'explique pour deux raisons. La principale raison est une croissance démographique très importante (la plus importante des régions du monde). La seconde raison est la présence sur son territoire de l'Afrique du Sud, un pays qui possède les caractéristiques d'un pays développé et qui représente 74 % de l'électricité de cette région.

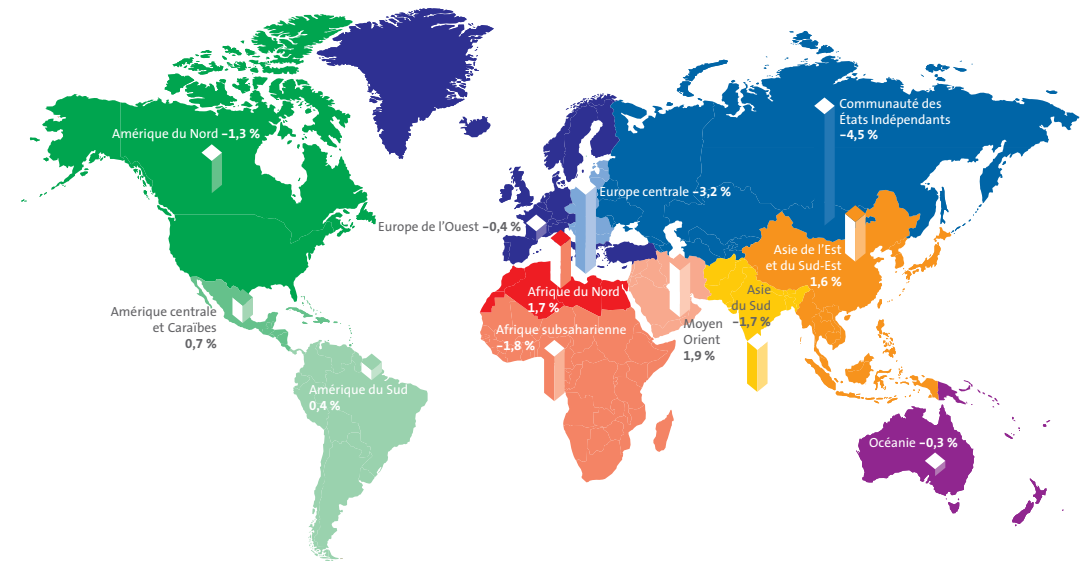
Croissance de la production d'électricité par habitant dans les régions du monde (taux de croissance annuel moyen, TCAM 1998-2008)



Globalement, la production de richesse nécessite toujours moins d'électricité. La production électrique par unité de PIB a baissé en moyenne dans le monde de - 0,4 % par an entre 1998 et 2008. Ce chiffre masque cependant des écarts entre les régions "postindustrielles" dont l'activité économique tend à se "tertiariser" et qui demandent moins d'électricité, et les régions en phase d'industrialisation poussée qui ont besoin de plus en plus d'électricité pour produire une unité de PIB supplémentaire.

La déconnexion entre la croissance économique et la production d'électricité est plus marquée en Amérique du Nord (- 1,3 % par an en moyenne). Cette région produit en effet de plus en plus de services à forte valeur ajoutée qui requièrent peu d'énergie, et importe de plus en plus de biens industriels. Cette déconnexion est un peu moins prononcée en Europe de l'Ouest (- 0,4 % par an en moyenne). Cela peut s'expliquer en partie par le fait que le ratio "production d'électricité par unité de PIB" est beaucoup moins important qu'en Amérique du Nord.

Croissance de la production d'électricité par unité de PIB dans les régions du monde (taux de croissance annuel moyen, TCAM 1998-2008)



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 - 4,5 % et - 3,2 % par an en moyenne).

Le Moyen-Orient, l'Afrique du Nord, l'Asie de l'Est et du Sud-Est, l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud 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 la région Asie de l'Est et du Sud-Est (+ 1,6 % par an en moyenne) où la Chine est dans une phase d'industrialisation très poussée, ce qui limite l'impact des pays déjà industrialisés comme le Japon et la Corée du Sud qui tendent à tertiariser leur économie.

La déconnexion en Afrique subsaharienne (- 1,8 % par an en moyenne) s'explique, quant à elle, par l'importance de l'Afrique du Sud dans cette région du monde qui possède les caractéristiques d'une société postindustrielle.

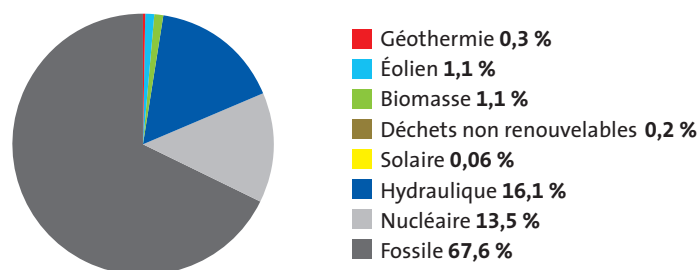
1.2 La production d'électricité d'origine renouvelable

• Une part importante de la production mondiale

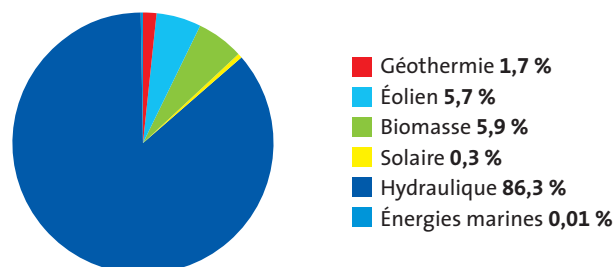
La production d'électricité renouvelable (incluant les centrales de pompage-turbinage) a atteint 3 762,6 TWh en 2008, soit 18,7 % de la production totale. Cette part reste supérieure à la production d'électricité d'origine nucléaire (13,5 % en 2008), mais largement inférieure à l'électricité produite à partir des combustibles fossiles (67,6 %). 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 est la principale d'entre elles avec 86,3 % du total renouvelable. La biomasse, qui rassemble la biomasse solide, la biomasse liquide, le biogaz et les déchets ménagers renouvelables, est la seconde source avec 5,9 %, devançant de peu la filière éolienne (5,7 %). Suivent la géothermie (1,7 %), le solaire qui rassemble les centrales thermiques (héliothermodynamiques) et les centrales photovoltaïques (0,3 %), et les énergies marines (0,01 %).

Structure de la production d'électricité – 2008



Structure de la production électrique d'origine renouvelable – 2008



Production électrique par source

TWh	1998	2005	2006	2007	2008	TCAM 98/08	TC 07/08
Géothermie	47,0	59,0	60,3	62,9	63,4	3,0 %	0,8 %
Éolien	16,4	103,2	131,6	172,3	215,7	29,4 %	25,2 %
Biomasse	117,5	192,0	201,3	215,4	223,5	6,6 %	3,8 %
dont biomasse solide	91,6	140,5	144,8	153,4	160,0	5,7 %	4,3 %
dont biogaz	9,5	21,9	24,7	28,6	30,2	12,2 %	5,6 %
dont biomasse liquide	0,0	3,0	3,7	3,4	3,8	120,6 *	11,7 %
dont déchets municipaux	16,4	26,7	28,2	30,0	29,5	6,1 %	-1,7 %
Déchets non renouvelables	30,9	37,7	39,4	40,7	40,7	2,8 %	0,1 %
dont déchets industriels	14,9	13,6	13,7	14,2	14,6	-0,2 %	3,4 %
dont déchets municipaux	16,0	24,1	25,7	26,6	26,1	5,0 %	-1,7 %
Solaire	0,901	4,2	5,7	7,9	12,1	29,6 %	53,8 %
dont photovoltaïque	0,402	3,9	5,5	7,5	11,130	39,4 %	49,0 %
dont thermodynamique	0,498	0,596	0,550	0,681	0,949	6,7 %	39,4 %
Hydraulique	2 612,5	2 971,1	3 079,7	3 138,1	3 247,3	2,2 %	3,5 %
dont turbinage-pompage	74,5	85,2	84,7	83,7	78,8	0,6 %	-5,8 %
Énergies marines	0,622	0,565	0,550	0,550	0,544	-1,3 %	-1,1 %
Nucléaire	2 445,2	2 768,0	2 793,0	2 725,4	2 724,1	1,1 %	0,0 %
Fossile	9 041,3	12 100,8	12 622,4	13 456,2	13 641,7	4,2 %	1,4 %
Total renouvelable	2 794,9	3 330,1	3 479,1	3 597,1	3 762,6	3,0 %	4,6 %
Total conventionnel	11 517,4	14 906,5	15 454,8	16 222,3	16 406,6	3,6 %	1,1 %
Total production	14 312,4	18 236,6	18 933,8	19 819,4	20 169,2	3,5 %	1,8 %
Part renouvelable	19,5 %	18,3 %	18,4 %	18,1 %	18,7 %		

* TCAM 01/08

Structure de la production d'électricité d'origine renouvelable en 2008

SOURCE	TWh EN 2008	% 2008
Hydraulique	3 247,3	86,3 %
Biomasse	223,5	5,9 %
Éolien	215,7	5,7 %
Géothermie	63,4	1,7 %
Solaire	12,1	0,3 %
Énergies marines	0,54	0,01 %
Total	3 762,6	100,0 %

• Une part renouvelable qui tend à augmenter depuis 2004

La production brute d'électricité renouvelable a augmenté de 967,6 TWh entre 1998 et 2008 (de 2 794,9 TWh à 3 762,6 TWh), soit une croissance annuelle moyenne de 3 %. Cette croissance est inférieure à celle de la production d'électricité conventionnelle (+ 3,6 % par an en moyenne), ce qui explique la diminution de sa part dans le total mondial sur la période (de 19,5 % en 1998 à 18,7 % en 2008).

Cette diminution dans la part totale n'est pas constante sur l'ensemble de la période. La part de l'électricité renouvelable atteint son plus bas niveau en 2003 avec 17,8 % puis tend ensuite à augmenter légèrement chaque année jusqu'en 2006 à 18,4 %. Elle subit une nouvelle baisse en 2007 à 18,1 %, contrebalancée l'année suivante par une augmentation plus importante (18,7 %). La part de l'électricité renouvelable atteint ainsi son plus haut niveau depuis 2000.

L'augmentation de la part renouvelable depuis 2004 s'explique par une contribution importante de l'hydroélectricité (+ 559,2 TWh entre 2003 et 2008), mais également par la confirmation de la montée en puissance des autres filières renouvelables, en particulier l'éolien (+ 151,6 TWh entre 2003 et 2008) et la biomasse (+ 62,3 TWh entre 2003 et 2008).

• Une dynamique plus importante pour les filières renouvelables hors hydraulique

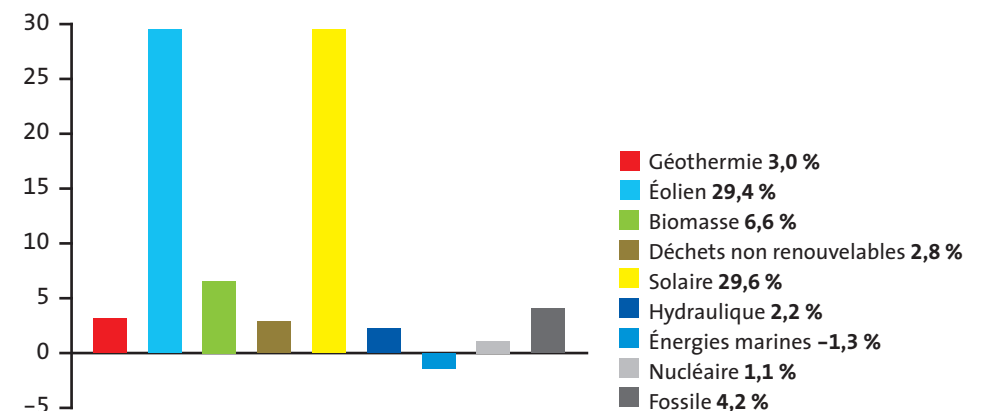
L'importance de la filière hydraulique, qui croît lentement sur l'ensemble de la période (+ 2,2 % par an en moyenne), cache le dynamisme des autres filières renouvelables. Sans l'hydraulique, la croissance de la production d'électricité renouvelable serait de 10,9 % par an en moyenne depuis 1998. Résultat, la part des filières renouvelables sans hydraulique a doublé dans la production mondiale d'électricité, passant d'1,3 % du total en 1998 à 2,6 % du total en 2008. La baisse de la part renouvelable sur l'ensemble de la période s'explique par une perte de 2,2 points de la part de l'hydraulique (18,3 % en 1997 contre 16,1 % en 2008).

L'analyse détaillée par filière montre que ce sont les productions d'électricité d'origine solaire et éolienne qui ont connu les croissances les plus importantes sur la période. Elles sont très proches, avec respectivement + 29,6 et + 29,4 % par an en moyenne de 1998 à 2008. La filière biomasse dans son ensemble a également connu une croissance supérieure à celles des filières conventionnelles (+ 6,6 % par an en moyenne). Elle doit en partie cette croissance au développement des centrales de cogénération qui permettent à la fois de produire de la chaleur et de l'électricité. Parmi les sous filières biomasse, la biomasse solide (71,6 % de l'électricité biomasse en 2008) a augmenté de 5,7 % par an en moyenne. La croissance de l'électricité biogaz a été beaucoup plus importante (+ 12,2 % par an en moyenne) en raison d'un développement de la méthanisation comme moyen de traitement des déchets mais également de la méthanisation de cultures énergétiques (exemple: le maïs en Allemagne). La valorisation électrique des déchets ménagers organiques dans des centrales d'incinération est également en croissance sur la période (+ 6,1 % par an en moyenne). La croissance à trois chiffres de la filière biomasse liquide (+ 120,6 %) s'explique uniquement par une production très faible durant l'année de départ. 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. La géothermie est la seule filière renou-

velable dont la croissance sur la période est inférieure à celle de la production d'électricité totale (+ 3 % contre + 3,5 % par an en moyenne).

La croissance de ces filières renouvelables devrait rester soutenue. Leur part devrait donc continuer à augmenter dans la production d'électricité mondiale. Cette prévision s'appuie sur la dynamique industrielle qui est en cours, non seulement dans la plupart des grands pays industrialisés, mais également dans les pays à croissance rapide (Inde et Chine notamment). Cette mondialisation de l'industrie des énergies renouvelables permet à ces filières de gagner en compétitivité et en efficacité. Le développement industriel à grande échelle a également été rendu possible par le fait que ces technologies ont démontré qu'elles pouvaient s'intégrer dans un "mix" énergétique équilibré aux côtés des grandes filières de production.

Taux de croissance annuel moyen 1998-2008



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

