

Pollution atmosphérique

ISSN : 2268-3798

Publisher : Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique

223 | 2014

Varia

Energiewende

Isabelle Roussel

 <https://www.peren-revues.fr/pollutionatmospherique/4659>

DOI : 10.4267/pollution-atmospherique.4659

Electronic reference

Isabelle Roussel, « Energiewende », *Pollution atmosphérique* [Online], 223 | 2014, Online since 05 janvier 2015, connection on 24 février 2026. URL : <https://www.peren-revues.fr/pollutionatmospherique/4659>

Copyright

CC-BY

Energiewende

Isabelle Roussel

TEXT

- 1 **Diminuer à la fois la production d'électricité nucléaire et la consommation d'énergies fossiles pour maîtriser les gaz à effet de serre, tel est le pari que l'Allemagne fait en s'appuyant sur une politique énergétique nouvelle.**
- 2 L'Allemagne a entamé en 2011 une transition énergétique radicale, ou « Energiewende », dont le but est l'abandon complet du nucléaire avant 2022. Initialement prévue pour 2036, cette date a été anticipée depuis la catastrophe de Fukushima. La loi allemande sur les énergies renouvelables (EEG), entrée en vigueur au 1^{er} août 2014, réaffirme les grandes orientations et ajuste le cadre réglementaire pour tenir compte des évolutions et du développement des énergies renouvelables au cours de ces dernières années.
- 3 L'énergie nucléaire, en 2010, comptait pour 24 % de l'électricité consommée avant la décision de son abandon ; il a donc été nécessaire de remplacer ou de ne plus consommer 150 TWh d'ici 2022, tout en assurant la sécurité d'approvisionnement et en respectant les engagements pris en matière environnementale. Cette résolution correspond aux souhaits de la population allemande dont une fraction a toujours été résolument opposée à la production d'électricité d'origine nucléaire. Depuis les années 1970, le parti vert a défendu cette stratégie, et il a été progressivement rejoint, après l'accident de Tchernobyl, par l'ensemble des partis politiques allemands.

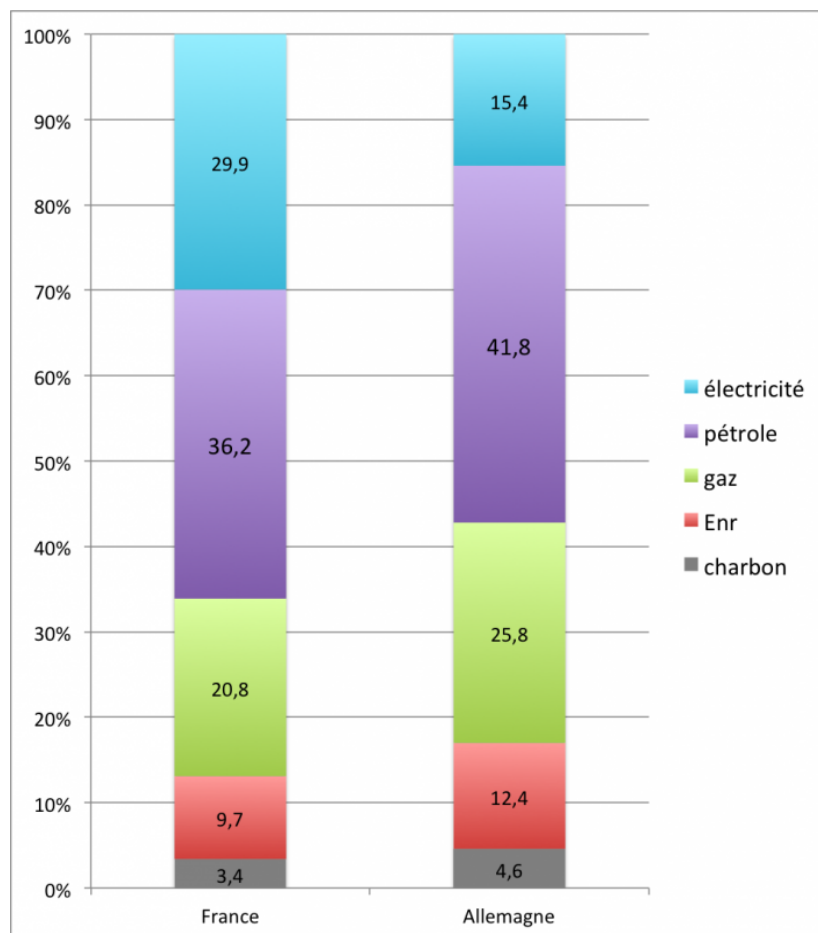


Figure 1. Répartition de la consommation d'énergie finale en France et en Allemagne en 2014. Le bilan énergétique allemand est plus dépendant des énergies fossiles car la consommation d'électricité est plus faible même si une partie du charbon est directement transformée en électricité.

- 4 Cette décision majeure est intégrée dans un ensemble de mesures, prises en 2010, représentant l'Energiekonzept, définissant les orientations nationales en matière énergétique d'ici à 2050 (P.Audigier¹, 2013).
- 5 **Un objectif essentiel consiste à réduire les émissions de GES de 40 % en 2020 et de 80-95 % en 2050, (1990 étant l'année de référence, en 2011, la baisse était de 24 %).** Ce défi est sans doute difficile à tenir puisque, traditionnellement, la production énergétique de l'Allemagne était liée à la richesse du sous-sol : charbon et surtout lignite. Sans la sensibilité environnementale largement partagée par l'ensemble de la

population, il serait difficile de faire admettre au pays de se détourner d'une richesse du sous-sol pour adopter d'autres énergies qui coûtent plus cher. D'autant que le charbon et le lignite fournissaient près de la moitié de l'électricité allemande en 2010 (Figure 2).

Graphique 1a - Production électrique par filières

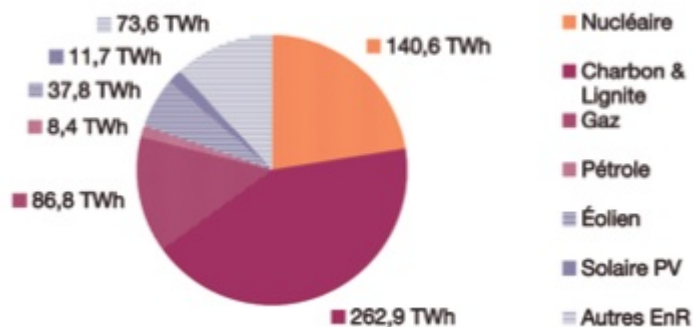


Figure 2. Répartition de la production électrique par filières en 2010.

En 2010, l'Allemagne a produit 622 TWh d'électricité, soit près de 15 % de plus que la France. Le charbon, qui avant 1973 était à l'origine de près des trois quarts de la production d'électricité, était majoritaire à hauteur de 42 %. Les ressources en lignite apparaissent inépuisables, et l'Allemagne en extrait environ 180 Mt par an dans des mines à ciel ouvert avec de grosses excavatrices. Le lignite est brûlé sur place et permet de pallier la défaillance de l'électricité d'origine nucléaire en assurant les exigences de la consommation.

Compte tenu de l'ancrage historique de l'utilisation du charbon et surtout du lignite dont les réserves sont importantes, un Allemand émet davantage de CO₂ qu'un Français : plus de 9 tonnes contre environ 5,8 tonnes. Le gaz complétait cette production pour 13,5 %, mais l'approvisionnement en gaz, énergie fossile, est hypothéqué par la conjoncture internationale. Dans tous les grands pays, le renchérissement du coût du gaz s'est traduit par un report vers le charbon dont la valeur du cours mondial est en baisse. Pour atteindre une baisse de 60 % des émissions de CO₂ dans la production d'énergie en 2030 par rapport à 2010, le gouvernement prévoit une baisse des centrales à lignite de 62 % et des centrales à houille de 80 %.

Pour satisfaire ces objectifs, l'Energiewende s'appuie sur deux orientations majeures : réduire la consommation énergétique et développer les énergies renouvelables.

L'objectif de réduction de la consommation d'énergie primaire est fixé à 20 % d'ici 2020 et à 50 % d'ici 2050, 2008 étant l'année de référence. La baisse de la demande en énergie doit atteindre 20 % en 2020 (énergie primaire) et 80 % en 2050, 10 % et 25 % pour la consommation d'électricité, et 20 % et 80 % pour la demande de chaleur dans le bâtiment. Ce qui correspond à une baisse de 2,3-2,5% par an. Les modalités de cette politique très volontariste visent essentiellement l'habitat avec un fort encouragement à l'isolation des logements et à la rénovation thermique. L'Allemagne applique la directive 2002/91 du 16 décembre 2002, dite "EPBD", qui encourage les travaux de rénovation. À cet égard, l'Allemagne a mis en œuvre des grands programmes de rénovation énergétique, largement subventionnés, qui prolongent les efforts faits en matière de constructions neuves à basse consommation. Ces programmes s'appuient sur la réglementation, la sensibilisation et les aides financières accordées après un diagnostic préalable effectué par un thermicien. 81 000 consultations ont été subventionnées entre 1998 et 2007. Le programme de rénovation des logements a coûté, pour la période 2010-2012, plus de 8 milliards d'euros par an (dont 1,2 milliard provenait du budget fédéral); ce qui a permis de générer pour plus de 30 milliards d'euros de travaux dans 500 000 logements. Le niveau moyen des rénovations a augmenté au fil des ans, atteignant en 2012 un investissement moyen de 76 000 € par logement. L'efficacité énergétique et la production de chaleur renouvelable ont déjà grandement contribué à la baisse des émissions dans le bâtiment (-30 % entre 1990 et 2013) et dans l'industrie (-32 %) sur la même période.

L'un des objectifs de la transition est de faire de l'Allemagne un pionnier du développement des énergies renouvelables et de développer son industrie en conséquence. Les EnR devront représenter 18 % de l'énergie finale consommée en 2020 et 60 % en 2050. Il s'agit de produire avec des EnRs plus de 50 % en 2050 de la consommation d'énergie primaire et 35 % de la consommation finale d'électricité dès 2020, tel est l'objectif ambitieux affiché.

Depuis 1990, la consommation d'énergie renouvelable a plus que doublé pour atteindre 11 % de la consommation d'énergie totale en 2010. L'essentiel de la puissance supplémentaire est obtenue par des EnR intermittentes (éolien et solaire). En décembre 2013, les renouvelables produisaient 23,4 %

de l'électricité dont 6,8 % par la biomasse, 8 % par l'éolien, 4,5 % par le photovoltaïque. Les ENR permettent d'éviter l'émission de 140 millions de tonnes de CO₂.

Pour l'éolien, avec de nouvelles capacités installées s'élevant à 1,95 GW en 2008, presque 3,8 GW en 2009 et quelques 7,4 GW en 2010, la croissance annuelle de capacité a quasiment doublé d'une année à l'autre. L'année 2012 a été celle du lancement d'un grand programme d'éoliennes off-shore. Avec une contribution de 5,9 % à la production allemande d'électricité en 2010, l'éolien est la technologie renouvelable la plus importante.

La production du solaire photovoltaïque ne démarre réellement qu'en 2005, première année où elle équivaut à plus de 100 000 tonnes d'équivalent pétrole. En 2007, elle est un peu supérieure à 250 000 tonnes d'équivalent pétrole. Elle est dix fois plus élevée en 2012.

L'« explosion solaire » de ces dernières années en Allemagne lui a permis de se situer parmi les plus grands producteurs d'électricité basée sur le photovoltaïque (PV) avec une part de 37 % de l'ensemble de la capacité mondiale PV installée. Ceci en dépit du fait que l'intensité solaire de ce pays, à 1147 kWh/m², est environ 40 % moins élevée que dans les pays de l'Europe du Sud comme la Grèce et l'Espagne.

Cependant, la part de l'électricité solaire dans l'ensemble de la production électrique « verte » n'a pas dépassé 14,5 % en 2010, alors que la contribution du PV au total des tarifs d'achat s'élevait à 38,6 %, ce qui montre l'importance du soutien financier dont bénéficie cette filière largement adoptée par l'ensemble de la population allemande : dans un sondage effectué en 2012, 91 % des Allemands estiment que l'électricité solaire jouera un rôle très important dans leur approvisionnement futur.

Cet investissement massif en faveur du PV a permis la création d'emplois : 150 000 personnes étaient employées dans le secteur solaire en 2011. Le déploiement de cette nouvelle technologie a donné la possibilité aux Länder d'Allemagne de l'Est, souffrant d'un déclin industriel important, de retrouver une nouvelle dynamique industrielle grâce à la construction de gigantesques parcs solaires et à l'implantation d'usines construisant les modules photovoltaïques comme Q-Cells qui fut autrefois le plus grand producteur mondial de cellules solaires.

Or l'Allemagne a été rattrapée par d'autres pays émergents, le prix des modules s'est effondré ces dernières années, d'une part, à cause de la rude concurrence internationale, en particulier celle de l'Asie, et d'autre part, en raison des grandes surcapacités de production mondiales. La Chine est,

depuis 2008, le leader mondial de la production de cellules solaires ; cependant, sa production en 2010 était vingt fois supérieure à ses installations sur le territoire national, ce qui indique l'énorme capacité d'exportation des Chinois sur ce secteur. De nombreuses compagnies allemandes comme Q-Cell, Odersun, Scheuten Solar, Solarhybrid... ont fait faillite ; or, jusqu'à présent, cette branche était génératrice d'emplois dans les nouveaux Länder : de 102 650 en 2012, le nombre de salariés dans la branche des énergies alternatives dans les nouveaux Länder est passé à 90 810 en 2013.

- 6 **L'évolution du fabricant de modules photovoltaïques Q.Cells** illustre parfaitement l'apogée et la chute de l'industrie solaire dans l'ex-RDA. Créée en 1999 à Berlin, l'entreprise déménage avec ses 19 salariés à Bitterfeld, une ancienne cité industrielle située à quelque 160 km au sud de Berlin. Un défi, lorsque l'on sait que la ville passait pour être la plus polluée d'Europe en 1989, les cheminées de la centrale à charbon et du combinat chimique propulsaient quotidiennement dans l'atmosphère des dizaines de tonnes de cendres industrielles. Dix ans après son installation, Q.Cells était devenu un géant mondial de l'industrie solaire, employant 2 500 salariés. La ville, elle, se transfigurait : de cloaque industriel, elle s'est muée en bastion des nouvelles énergies, créant même une « Solar Valley ». "Il y a eu clairement une volonté politique de réindustrialiser les nouveaux Bundesländer grâce aux énergies renouvelables", rapporte Philip Ulrich².
- 7 Sept ans plus tard, Q.Cells déposait le bilan et était racheté par le groupe sud-coréen Hanwha. Pourtant, la demande en photovoltaïque en dehors de la zone euro est forte. Selon Global Data, la capacité installée par les modules photovoltaïques dans le monde devrait passer de 135,66 Gigawatts (GW) en 2013 à 413,98 GW en 2020. Les entreprises allemandes devraient pouvoir profiter de ce marché porteur en développant des technologies nouvelles plus accessibles financièrement et plus rentables. Mais la diminution des emplois de ce secteur de la production électrique est très nette (figure 3).

Development of Employment in Germany's RES sector

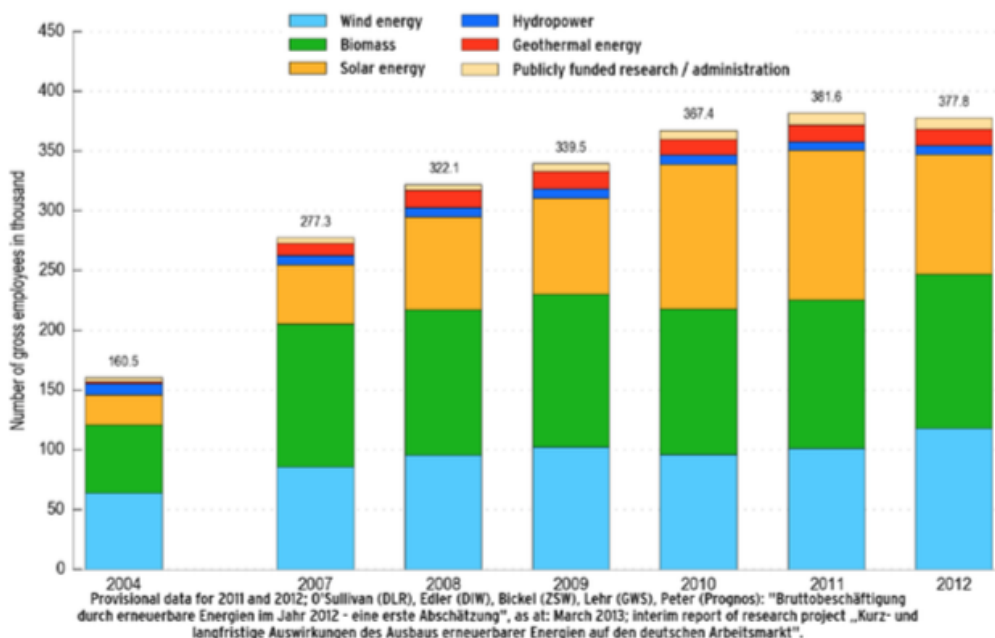


Figure 3. Le développement de l'emploi dans le secteur des énergies renouvelables en Allemagne

Le contexte allemand favorable au développement des énergies renouvelables

Le système de tarif de rachat a permis de stimuler les investissements ; comme pour d'autres branches de l'environnement, l'Allemagne a su transformer les contraintes réglementaires en sources de croissance. Avec 370 000 emplois et de très nombreuses sociétés créées au cours de ces dernières années, cette industrie milite pour la poursuite de la politique de développement des renouvelables. L'excellente prévisibilité de la politique allemande en matière d'énergie renouvelable a créé un climat de stabilité favorable aux investissements. Les renouvelables bénéficient d'un accès prioritaire au réseau, ce qui garantit aux investisseurs la possibilité de vendre l'intégralité de leur production à un tarif garanti.

La structure du secteur des renouvelables est bien différente de celle des énergies conventionnelles qui sont entre les mains de quatre grandes sociétés qui contrôlent 80 % de la production conventionnelle (Thermique à

flamme et nucléaire) : Eon, RWE, EnBW et Vattenfall. La production des énergies renouvelables est tout à fait adaptée à un système décentralisé. L'implication des Länder dans le débat, en tant qu'investisseurs publics mais aussi en tant que porteurs politiques de la transition énergétique, a constitué un atout majeur pour favoriser l'engagement citoyen autour de l'Energiewende.

En Allemagne, les investisseurs privés et les coopératives contrôlent 40 % de la production, et les agriculteurs, investisseurs et développeurs de projets 10-14 % chacun. Les quatre grands, 7 % seulement.

L'émergence de ces projets citoyens a aussi été soutenue par l'organisation très décentralisée de la distribution d'énergie avec environ 800 régies municipales (Stadtwerke). Avec les collectivités locales, elles ont pu devenir sociétaires de coopératives, apportant un gage de confiance et de pérennité, mais également la compétence technique requise pour les projets.

Les collectivités locales ont aussi facilité le montage financier (notamment par une garantie publique) ou mis à disposition des toits ou des terrains.

En revanche, le réseau électrique national a dû s'adapter à cette production plus décentralisée et localisée en fonction de facteurs climatiques. Le développement de l'éolien se fait principalement dans le Nord du pays, et plus particulièrement dans la mer du Nord, et l'électricité est consommée principalement dans les Länder du Sud. Cette transition doit s'accompagner d'un fort développement des lignes de transport à haute tension qui se heurte à l'opposition des riverains. Durant toute l'année 2013, il a été construit en Allemagne en tout et pour tout... 94 km de lignes à haute tension sur 1 877 km prévus. Il faut trois ans pour construire une éolienne, dix pour construire une ligne haute tension !

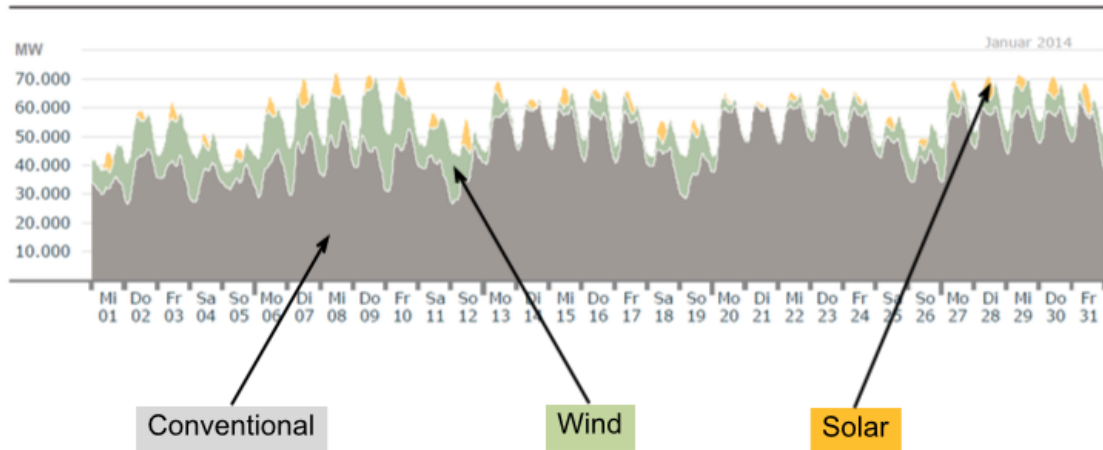
L'acceptabilité sociale des énergies renouvelables

- 8 La dernière édition de l'Eurobaromètre sur le changement climatique publié par la Commission européenne en mars dernier³ donne un éclairage sur l'opinion des Allemands concernant la transition énergétique, comparée aux autres pays européens. Les Allemands sont parmi les plus nombreux en Europe à s'impliquer individuellement dans l'amélioration de l'environnement. Ainsi, deux tiers des Allemands disent avoir réalisé des actions pour lutter contre le changement climatique contre seulement 50 % en France. Ils sont ainsi près de 45 % à avoir acheté des équipements électroménagers plus efficaces ou à choisir des solutions de mobilité « durables » alternatives

- à la voiture individuelle, quand seulement un quart, voire un tiers environ, des Français ou des Européens ont déclaré ces pratiques.
- 9 Les Allemands sont également plus nombreux (12 %) à avoir changé de fournisseur d'énergie pour privilégier une offre avec un mix d'énergies renouvelables plus important (contre 7 % au niveau européen et seulement 3 % en France). Ils sont aussi 9 % à avoir installé un équipement d'énergie renouvelable chez eux (contre 5 % pour la moyenne européenne, et 4 % pour les Français).
- 10 Cet investissement dans l'amélioration de l'environnement explique pourquoi les habitants supportent la hausse des tarifs puisque l'aide financière apportée aux énergies renouvelables repose largement sur les particuliers qui acceptent les augmentations prévisibles du prix de l'électricité, qu'ils paient pourtant déjà presque deux fois plus cher qu'en France (260 €/MWh pour un ménage allemand en 2012 contre 140 en France). Sur 16 milliards d'euros payés par l'ensemble des consommateurs allemands, environ 14,2 milliards peuvent être considérés comme un transfert aux producteurs d'énergies renouvelables et 1,7 milliard sont des taxes versées au budget fédéral.
- 11 Cet effort imposé aux particuliers pose la question de la précarité énergétique en augmentation. Entre 2008 et 2011, le nombre de ménages dépensant plus de 10 % de leurs revenus nets dans l'énergie est passé de 13,8 % à 17 %, soit près de 7 millions de ménages.
- 12 Les PME/ETI subissent également des prix élevés qui peuvent, notamment pour les sous-traitants de l'industrie allemande, peser *in fine* sur le coût de leurs exportations. Les réformes annoncées par le nouveau gouvernement devraient rééquilibrer légèrement le système, avec une hausse de la surtaxe payée par les industries à forte intensité énergétique. Ce système préserve la grande industrie qui a réussi à négocier des conditions d'exemption généreuses dans le cadre de la révision des lignes directrices européennes sur les aides d'État dans le domaine de l'environnement et de l'énergie.
- 13 **Conclusion**
- 14 La disparition de la production nucléaire, de 90 TWh environ en 2015 et nulle en 2022 sera-t-elle compensée par une production équivalente issue des renouvelables ? Celles-ci continuent d'augmenter

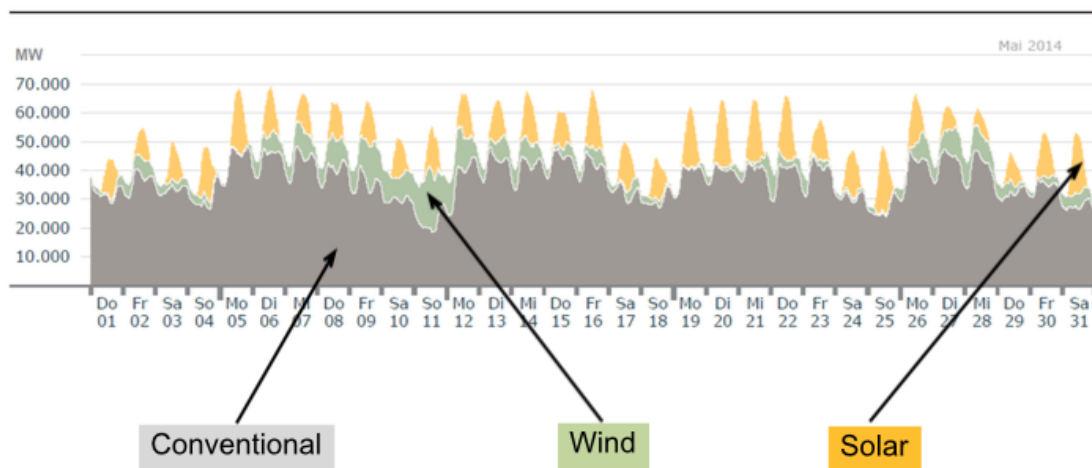
pour atteindre 35 % de la consommation d'électricité à l'horizon 2020 (28 % en 2014).

Fluctuations in Power Production, Germany (January 2014)



Source: EEX, Fraunhofer ISE

Fluctuations in Power Production, Germany (Mai 2014)



Source: EEX, Fraunhofer ISE

L'éolien et le photovoltaïque, qui représentent respectivement 8 et 4,5 % de la production d'électricité, se développent en imposant des contraintes de prix et l'inconvénient de l'intermittence.

Figure 4. Fluctuations de la puissance de production d'électricité en Allemagne, en janvier et en mai 2014.

Or le développement de la production d'électricité intermittente n'est pas sans conséquences sur l'ensemble du réseau européen, très interconnecté ; les décisions de l'Allemagne pèsent sur toute l'Europe en dehors même de la question de l'achat du gaz russe. L'utilisation des énergies conventionnelles est, pour l'instant, indispensable pour produire de l'électricité les jours nuageux et sans vent. Les économies d'énergie et la montée en puissance d'autres énergies renouvelables comme la biomasse pourront-elles se substituer aux combustibles fossiles ?

L'interrogation posée par la sortie du nucléaire a focalisé l'attention sur la production d'électricité, secteur qui ne représente que 20 % de la consommation d'énergie... Dans d'autres secteurs, comme celui de l'automobile, les émissions de CO₂ restent stables, et le mix électrique allemand n'est pas de nature à favoriser les politiques de développement de véhicules électriques dont l'utilisation est justifiée par la lutte contre la pollution atmosphérique en ville.

Le pari sur le remplacement du nucléaire par des énergies renouvelables paraît à portée de main mais celui sur la diminution programmée des gaz à effet de serre paraît plus difficile à tenir, car en ce qui concerne le remplacement des énergies fossiles et la diminution de la consommation énergétique, les résultats ne sont pas encore au rendez-vous.

NOTES

1

http://www.sauvonsleclimat.org/images/articles/pdf_files/etudes/Regards310712.pdf

2 *Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern: Bericht zur aktualisierten Abschätzung der Brutto-beschäftigung 2013 in den Bundesländern.*

3 http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_409_en.pdf

AUTHOR

Isabelle Roussel