

LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE - L'ENERGIEWENDE ALLEMANDE

La transition énergétique
L'Energiewende allemande

Par Craig Morris et Martin Pehnt

Une initiative de la Fondation Heinrich Böll

La transition énergétique - L'Energiewende allemande

1 Pourquoi l'Energiewende 4

A	Combattre le changement climatique	5
B	Réduire les importations en énergie	10
C	Stimuler l'innovation technologique et l'économie verte	12
D	Réduire et éliminer les risques de l'énergie nucléaire	15
E	La sécurité énergétique	18
F	Renforcer les économies locales et instaurer la justice sociale	21

2 Des politiques en faveur d'une énergie propre 24

A	L'abandon progressif du nucléaire	25
B	Loi sur les énergies renouvelables relative aux tarifs de rachat et enchères	28
C	Echanges de quotas d'émissions	35
D	La fiscalité environnementale	38
E	La loi sur la cogénération	40
F	Loi sur la chaleur d'origine renouvelable et Programme d'incitation du marché	43

G	Loi sur l'accélération de l'extension du réseau électrique	46
---	--	----

H	Ordonnance sur les économies d'énergie (EnEV) et mécanismes de soutien financier	48
---	--	----

I	La directive sur l'éco-conception/ErP	53
---	---------------------------------------	----

J	Politique internationale pour le climat	55
---	---	----

K	Coordination avec l'Union européenne	58
---	--------------------------------------	----

3 La technologie comme solution clé 60

A	L'efficacité énergétique	61
---	--------------------------	----

B	Moins d'électricité à base de charbon	67
---	---------------------------------------	----

C	L'énergie éolienne	72
---	--------------------	----

D	Biomasse	78
---	----------	----

E	Photovoltaïque (PV)	81
---	---------------------	----

F	Autres énergies renouvelables	86
---	-------------------------------	----

G	Réseau et stockage de l'électricité	89
---	-------------------------------------	----

H	Numérisation	94
---	--------------	----

I	Une production d'énergie flexible sans charge de base	96
---	---	----

J	L'énergie des citoyens pour les citoyens	101
---	--	-----

K	Le couplage des secteurs	107
---	--------------------------	-----

4 Histoire de l'Energiewende 109

A	Chronologie de l'Energiewende	110
B	Origine du terme « Energiewende »	115
C	Wyhl – la centrale nucléaire qui n'a jamais existé	116
D	Les crises pétrolières	117
E	Tchernobyl – Le changement se fait lentement	119
F	Indemnisation des coûts pour le photovoltaïque	120
G	La Cour européenne de justice déclare que les tarifs de rachat ne sont pas des aides d'Etat	121
H	La loi sur les énergies renouvelables (EEG)	122

5 Perspectives européennes

A	La transition énergétique : penser européen	125
B	L'Energiewende polonaise. Loin du plombier polonais : une transition européenne	128
C	Le pionnier : le Danemark est-il en train de perdre sa place ?	131
D	Au-delà de la COP : où en est la transition énergétique française ?	134
E	Énergie en République tchèque : de petits pas en avant, mais les projets nucléaires continuent d'avoir la priorité	137
F	La transition énergétique en Espagne : aller de l'avant, mais vers où ?	141

G	L'Autriche et sa transition énergétique – La passivité des décideurs politiques : un risque majeur	145
H	Donner un sens à la politique énergétique du Royaume-Uni	148

6 Questions & Réponses

A	La transition énergétique est-elle abordable ?	153
B	Comment l'Allemagne garantira-t-elle l'accès à l'énergie aux personnes à faible revenu ?	158
C	Quand les énergies renouvelables seront-elles rentables ?	160
D	Le rendement des énergies éolienne et solaire est-il toujours positif ?	161
E	Pourquoi les objectifs de réduction d'émission de carbone ne suffisent-ils pas ?	162
F	L'Allemagne importera-t-elle plus d'énergie après l'abandon du nucléaire ?	163
G	L'Allemagne a-t-elle réagi de façon excessive à Fukushima ?	165
H	Les énergies renouvelables ne sont-elles pas un moyen trop coûteux de réduire les émissions de carbone ?	167
I	L'abandon du nucléaire n'entraînera-t-il pas une hausse des émissions de carbone en Allemagne ?	168
J	L'énergie nucléaire ne serait-elle pas un moyen bon marché	169

	de réduire les émissions de carbone ?			
K	Y aura-t-il des pannes d'électricité ?	171	B	La transition énergétique allemande est menée par les citoyens et les communautés. 192
L	L'Energiewende nuira-t-elle à l'emploi ?	173	C	L'Energiewende est pour l'Allemagne le projet d'infrastructure le plus important de l'après-guerre. Il renforce son économie et crée de nouveaux emplois. 194
M	L'Energiewende bénéficie-t-elle du soutien des Allemands ?	175	D	Avec l'Energiewende, l'Allemagne vise non seulement à maintenir sa base industrielle mais à la préparer à un avenir plus vert. 196
N	L'Allemagne peut-elle être un leader dans l'énergie verte et rester une puissance industrielle ?	177	E	La réglementation et les marchés ouverts instaurent un climat de confiance pour les investisseurs et permettent aux petites entreprises de rivaliser avec les grandes sociétés. 197
O	Comment les entreprises intensives en énergie sont-elles été exemptées de la surtaxe pour les énergies renouvelables ?	178	F	L'Allemagne démontre que le combat contre les changements climatiques et l'abandon progressif de l'énergie nucléaire peuvent être les deux faces d'une même médaille. 198
P	Quel rôle le gaz de schiste jouera-t-il dans l'Energiewende ?	180	G	L'Energiewende allemande est plus vaste que ce que l'on en dit le plus souvent. 200
Q	Comment les émissions de carbone évoluent-elles ?	182	H	L'Energiewende allemande est là pour durer. 201
R	L'Allemagne vit-elle une renaissance du charbon ?	183	I	Pour l'Allemagne, la transition énergétique est abordable et devrait l'être encore davantage pour d'autres pays. 202
S	De quelle capacité de stockage électrique l'Allemagne a-t-elle besoin ?	185		
T	Pourquoi l'Allemagne passe-t-elle des tarifs de rachat aux enchères ?	187		
U	Quels sont les principaux défis que l'Energiewende doit relever aujourd'hui ?	188		
7 Conclusions clés		190	8 Glossaire 203	
A	L'Energiewende allemande est une entreprise ambitieuse mais réalisable.	191	Qui sommes-nous 210	
			Mentions légales 212	

Pourquoi l'Énergiewende

Les raisons pour engager la transition des énergies fossiles vers les énergies renouvelables et pour améliorer les politiques d'économies d'énergie ne manquent pas. Consommer moins et mieux : les raisons d'agir sont nombreuses et la transition est plus que jamais d'actualité.

A	Combattre le changement climatique	5
B	Réduire les importations en énergie	10
C	Stimuler l'innovation technologique et l'économie verte	12
D	Réduire et éliminer les risques de l'énergie nucléaire	15
E	La sécurité énergétique	18
F	Renforcer les économies locales et instaurer la justice sociale	21

Combattre le changement climatique

La combustion du charbon, du pétrole et du gaz est à l'origine du réchauffement climatique. Notre approvisionnement énergétique actuel n'est pas viable. L'un des principaux objectifs de l'Energiewende consiste à soutenir une production d'énergie décarbonée en favorisant des sources renouvelables tout en réduisant la demande à travers l'augmentation d'une production et utilisation plus efficace.

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui ne conduit pas ses propres recherches, mais publie des rapports sur le consensus scientifique général international, n'a cessé de mettre en garde devant le fait que les conséquences endémiques du changement climatique peuvent être désastreuses, affirmation fondée sur des recherches menées par des scientifiques dans le monde entier.

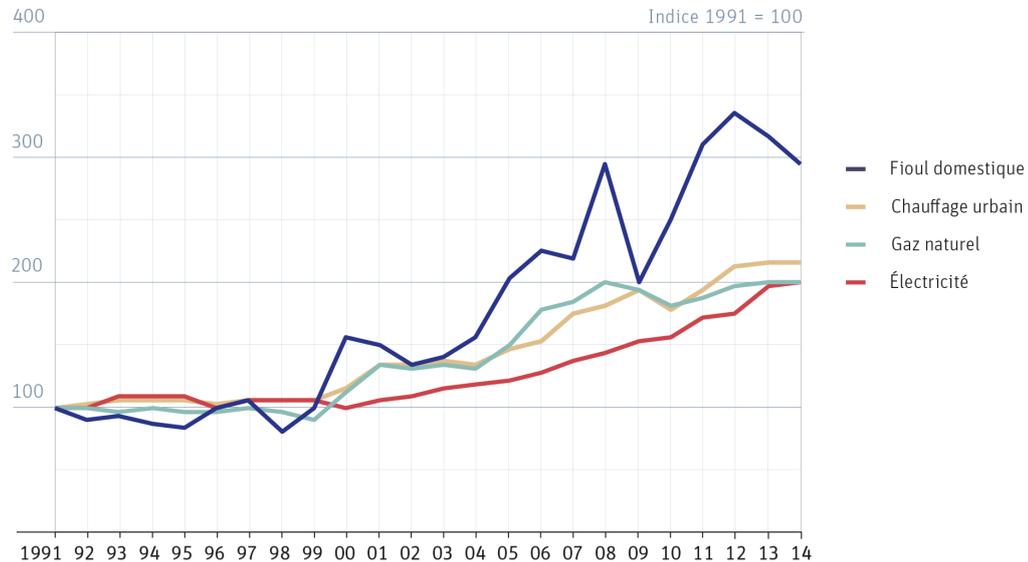
En 2017, une étude révélait que 83 pour cent des Allemands considèrent le changement climatique comme une réalité. Globalement, le monde des affaires allemand s'est rangé à l'idée que la technologie propre représente une opportunité économique. Ainsi, après la COP21 de Paris, un groupe de 34 moyennes et grandes entreprises allemandes issues de nombreux secteurs, se sont ouvertement déclarées favorables à l'accord et se sont engagées à être des pionnières en matière de protection du climat.

Même les observateurs sceptiques se rallient à cette opinion : en 2014 seul un tiers des personnes interrogées par le Conseil mondial de l'énergie défendait que l'Energiewende puisse avoir un effet positif sur l'économie à long terme, contre 54 pour cent en 2015. Cependant, un bon nombre d'entreprises allemandes continuent encore et toujours à s'opposer aux procédures de réglementation des émissions, comme le secteur allemand de l'acier qui a fait part de son opposition à l'égard du prix plancher du carbone en 2016 et de nombreuses sociétés qui consomment du charbon continuent de se battre contre la sortie progressive du charbon.

Le coût de l'électricité a moins augmenté que celui des autres sources d'énergie en Allemagne

Indice du prix de l'énergie domestique par rapport à 1991

Source : Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie



Energy Transition energytransition.org CC BY SA

Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie

L'opinion publique allemande éprouve quant à elle le besoin d'agir. L'Allemagne comprend qu'elle est l'un des pays qui ont le plus contribué aux émissions de carbone durant les 150 dernières années. Sa position actuelle en tant que pays industrialisé lui donne une responsabilité envers les pays qui non seulement doivent poursuivre leurs efforts sur la voie du développement mais seront aussi les plus affectés par le changement climatique. Les Allemands endossent cette responsabilité principalement de deux manières:

1. un engagement en faveur du financement international pour le climat ; et
2. la transition énergétique appelée *l'Energiewende*.

Le budget carbone

Les experts du climat affirment qu'une partie du réchauffement global est à ce stade inévitable. Les raisons en sont premièrement, l'inertie considérable du climat et deuxièmement, la prolongation du réchauffement pendant des décennies même si les concentrations de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère, les plus élevées de l'histoire récente, devaient se stabiliser aux niveaux actuels. Au début de la révolution industrielle au XIX^{ème} siècle, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère était de 280 parties par million (ppm) de dioxyde de carbone, alors que l'on dépasse aujourd'hui les 400 ppm.

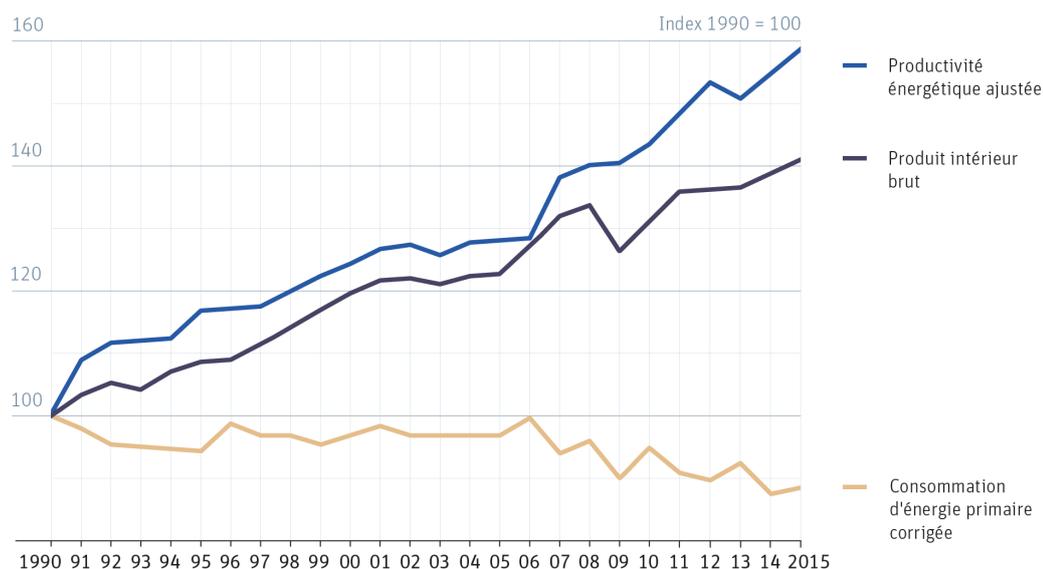
Afin de maintenir le réchauffement de la planète à 2°C, un niveau censé empêcher les scénarios les plus catastrophiques, il faut parvenir à maintenir la concentration de CO2 en-dessous de 450 ppm. De nombreux scientifiques pensent que le retour à 350 ppm est un bon objectif à long terme mais que celui-ci exige une diminution nette du taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, alors que nous observons l'évolution inverse aujourd'hui.

Fin 2016, l'Allemagne avait réduit ses émissions de carbone de 27,6 pour cent par rapport au niveau de 1990, dépassant de ce fait son objectif établi en vue du Protocole de Kyoto de 21 pour cent de réduction à la fin de l'année 2012. L'Allemagne veut aller plus loin avec une réduction de 80 à 95 pour cent d'ici 2050. Pour l'année 2020, elle a choisi de fixer son objectif à 40 pour cent de réduction bien qu'il soit peu probable qu'elle atteigne ce but en raison de sa production toujours élevée de charbon et du peu de progrès réalisés en faveur de l'électrification des secteurs du chauffage et de la mobilité.

L'Allemagne crée plus de valeur avec moins d'énergie

La consommation d'énergie diminue malgré une production d'énergie qui augmente grâce à l'efficacité énergétique

Source : Office fédéral de la statistique (Destatis) ; groupe de travail sur les bilans énergétiques (AGEB)



Office fédéral de la statistique (Destatis) ; groupe de travail sur les bilans énergétiques (AGEB)

Ces objectifs peuvent paraître ambitieux, mais les conséquences qui en résultent exigent que le monde industrialisé agisse plus rapidement. Si l'on veut respecter le « budget carbone » pour un réchauffement de 1,5 degré Celsius d'ici la fin de ce siècle, l'atmosphère ne doit pas absorber plus de 760 gigatonnes (milliards de tonnes) de gaz à effet de serre. Chaque année, les émissions de ces gaz piégeant la chaleur s'élèvent à environ 40 milliards de tonnes. A ce rythme, le budget carbone sera utilisé dans seulement 18 ans, ce qui signifierait de parvenir à une émission zéro à l'échelle mondiale à partir de 2035.

Si l'on admet par ailleurs que les pays émergents ont le droit d'augmenter leurs émissions pour favoriser le développement, la charge de la réduction des émissions incombe davantage aux pays industrialisés. En d'autres termes, l'Allemagne doit réduire ses émissions, non pas de 80 pour cent mais de 95 pour cent d'ici 2050. Il est à noter qu'une réduction des émissions ne conduira pas nécessairement à une croissance économique plus faible. Entre 1990 et 2014, les États membres de l'UE ont en effet réduit leurs émissions de carbone de 19 pour cent tout en affichant une croissance économique de 45 pour cent. En 2016, l'économie allemande a connu une croissance de 1,9 pour cent tandis que les émissions de gaz à effet de serre augmentaient de moins de 0,9 pour cent en raison notamment de températures plus basses, d'exportations record en électricité et de la croissance démographique.

Les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique sont la solution

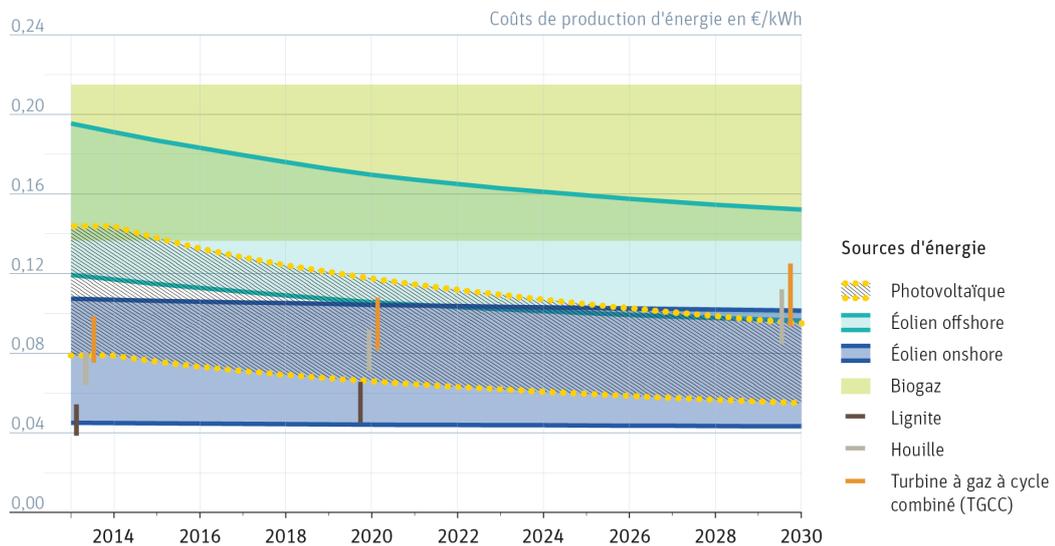
L'Allemagne publie plusieurs études par an sur les possibles scénarios de réduction de 85 à 90 pour cent de l'émission de carbone d'ici 2050 tout en maintenant le niveau de vie. Une première réponse est d'abord d'améliorer considérablement l'efficacité énergétique afin de réduire la demande en énergie, y compris en chaleur. En même temps, nous devons faire la transition vers les énergies renouvelables. Le secteur des transports constitue un défi majeur qui exigera un large éventail de solutions, et l'Allemagne est loin d'atteindre ses objectifs en matière d'électrification de ce secteur.

Beaucoup de technologies efficaces sont déjà disponibles, par exemple les lampes LED pour remplacer les ampoules classiques. En ce qui concerne la climatisation et le chauffage, les maisons passives peuvent fournir des niveaux de confort agréables à des niveaux très bas de consommation en énergie. Enfin, les véhicules électriques sont en train de gagner eux aussi en popularité. Toutefois, le transport aérien et le transport maritime longue distance demeurent des secteurs dans lesquels les solutions renouvelables sont plus complexes. La plupart des progrès en matière d'énergies renouvelables sont réalisés dans les secteurs de l'éolien et du solaire, mais l'électricité n'est pas envisageable pour les bateaux et les avions.

Les renouvelables deviennent compétitifs

Prévisions des coûts de production d'énergie en Allemagne jusqu'en 2030

Source : Fraunhofer ISE



Energy Transition energytransition.org CC BY SA

Fraunhofer ISE

Les énergies renouvelables peuvent couvrir une proportion croissante de l'énergie nécessaire à l'avenir. En 2016, les énergies renouvelables en Allemagne ont compensé environ 159 millions de tonnes d'émissions équivalentes au CO₂, dont 103 millions de tonnes uniquement dans le secteur électrique. La biomasse est aussi généralement neutre en carbone, ce qui signifie que la quantité de carbone émise est à peu près égale à celle absorbée par les plantes au cours de leur croissance.

Outre la question du changement climatique, la transition énergétique vers des solutions renouvelables modernes permettra d'améliorer les conditions de santé en réduisant la pollution de l'air émise par les centrales à charbon et la biomasse traditionnelle. En abandonnant les voitures roulant au diesel et à l'essence au profit du vélo, des transports publics et des véhicules électriques, nous améliorons également la qualité de l'air de nos villes. C'est ce que l'on appelle les « co-avantages », et ils englobent également l'innovation technologique, une plus grande responsabilité démocratique dans le secteur de l'énergie et une attention particulière accordée à la qualité de vie générale.

Réduire les importations en énergie

L'Allemagne importe environ deux tiers de son énergie. Les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique participent de manière significative à la réduction des importations, ce qui de fait renforce la sécurité énergétique du pays.

En 2015, l'Allemagne a consacré environ 66 milliards d'euros aux importations en énergie, soit l'équivalent de 7 pour cent du total de ses dépenses pour les importations. Elle importe deux tiers de son énergie, y compris l'uranium. L'Öko-Institut (institut de recherche indépendant allemand) estime que, pour la seule année 2015, les énergies renouvelables ont compensé 8,16 milliards d'euros en importations d'énergie. La majorité de cette énergie renouvelable était fournie sous forme d'électricité et de chaleur, la production nationale de carburant renouvelable ne représentant qu'environ 5 pour cent du gâteau.

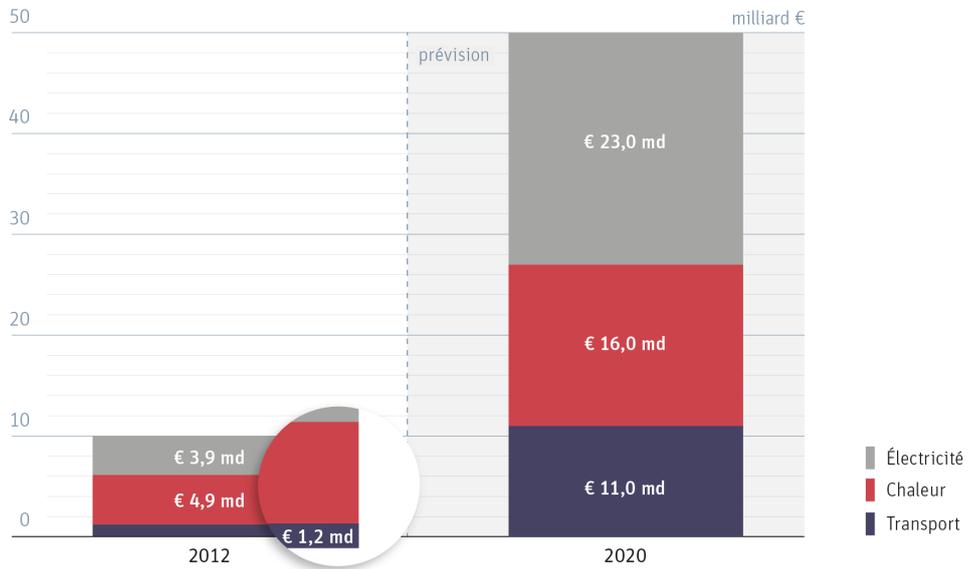
L'efficacité énergétique peut également contribuer à réduire considérablement les importations en énergie. Une étude menée par l'Institut de recherche énergétique et environnementale (IFEU) à Heidelberg en collaboration avec l'Institut de recherche en structures économiques révèle qu'un scénario d'une consommation énergétique plus efficace permettrait de réduire les importations en énergie de quatre milliards d'euros en 2030 par rapport à un scénario sans gains en efficacité tout en affichant une tendance croissante dans ce sens. Sur la base de ces données, la transition énergétique augmente également la sécurité énergétique. Le conflit qui a opposé la Russie à l'Ukraine a également mis en lumière l'importance de la sécurité énergétique. En 2014, une étude menée par l'Institut Fraunhofer IWES a montré que la croissance des énergies renouvelables pouvait compenser l'équivalent de la consommation allemande actuelle de gaz en provenance de la Russie d'ici 2030.

En 2013, l'Allemagne a dépensé 90 milliards d'euros dans les importations en énergie. Tel que mentionné ci-dessus, ce chiffre est tombé à 66 milliards seulement deux ans plus tard. Néanmoins, cette baisse n'est pas imputable en premier lieu à la diminution de la demande en énergie étrangère, mais plutôt à celle des prix des combustibles fossiles. Par exemple, un baril de pétrole coûtait environ 100 dollars en 2013 alors que son prix avoisinait les 50 dollars en 2015.

L'énergie renouvelable compense les dépenses effectuées pour les importations de carburants fossiles

Coûts et bénéfices de l'utilisation des énergies renouvelables, Allemagne

Source : AEE



Energy Transition

energytransition.org

CC BY SA

AEE

Stimuler l'innovation technologique et l'économie verte

La transition énergétique stimule les innovations vertes, crée des emplois et contribue au positionnement de l'Allemagne en tant qu'exportateur de technologies vertes.

L'économie allemande est basée sur les exportations et se positionne comme une pionnière dans les technologies vertes. L'Association allemande de l'énergie solaire (BSW) évalue qu'en 2013 les exportations représentaient 65 pour cent de la production photovoltaïque allemande, par rapport à 55 pour cent en 2011 et à 14 pour cent en 2004, l'objectif étant de 80 pour cent en 2020. Alors que l'Allemagne perdait son dernier grand fabricant de panneaux solaires en 2017, le pays continue de fournir plus de la moitié des équipements de production du secteur photovoltaïque dans le monde. Cela signifie que la majorité des panneaux solaires sont assemblés sur des chaînes de production made in Germany. L'Association allemande de l'énergie éolienne (BWE) situe le taux actuel des exportations de l'industrie éolienne entre 65 et 70 pour cent. La Chine est de loin le principal marché pour les énergies solaire et éolienne bien que les entreprises chinoises privilégient le marché intérieur et exportent relativement peu.

Le marché des produits qui renforcent l'efficacité énergétique est déjà considérable, ce qui est particulièrement déterminant dans la mesure où il va continuer à gagner en importance comparable à celui des énergies renouvelables. L'Allemagne est un acteur majeur sur ces deux marchés.

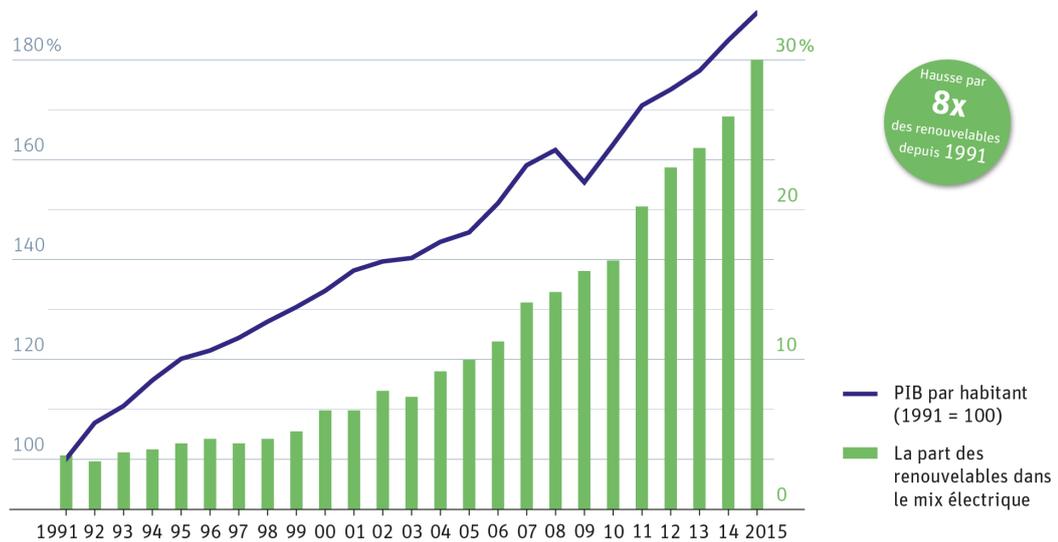
Une étude menée par le cabinet de conseil Roland Berger a conclu que le marché des produits d'efficacité énergétique continuera à se développer rapidement en doublant son volume au courant de la période entre 2005 (450 milliards d'euros) et 2020. Il n'est donc pas surprenant que les investissements dans le développement de ce secteur se multiplient, où l'Allemagne tient la deuxième place avec une part de 20 pour cent derrière les États-Unis avec 24 pour cent.

Les entreprises de taille moyenne en particulier bénéficient de la demande croissante pour les produits et les applications énergétiquement performants tandis que plus de la moitié du chiffre d'affaires sur les produits de protection de l'environnement (dont l'efficacité énergétique est une sous-catégorie) est générée par des entreprises de moins de 250 employés.

Les renouvelables participent à la santé de l'économie

Le PIB et la part des renouvelables dans la production électrique de 1991-2015, Allemagne

Source : BMWI, AG Energiebilanzen, Destatis



Energy Transition

energytransition.org

CC BY SA

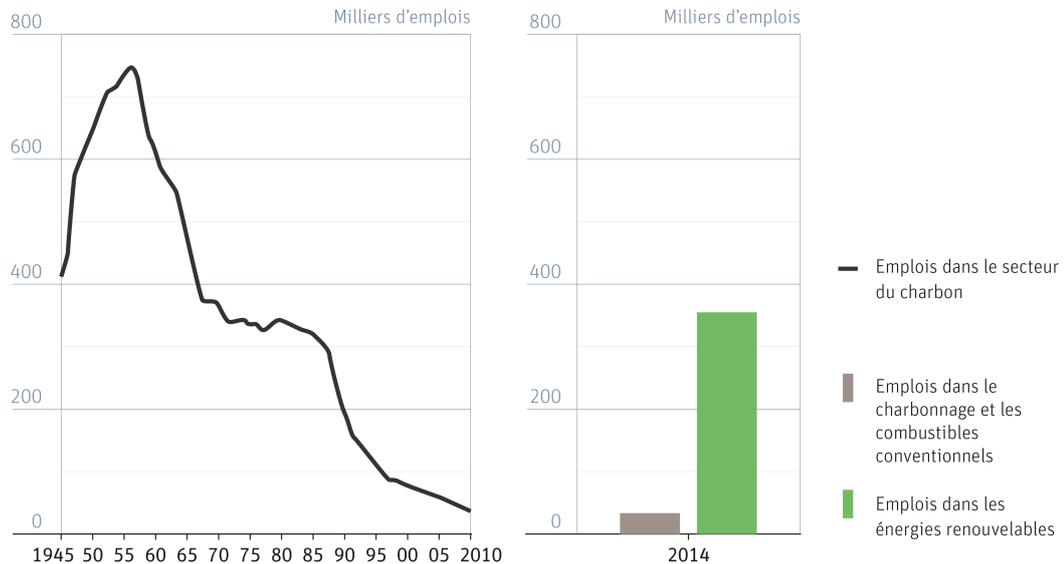
BMW, AG Energiebilanzen, Destatis

En Allemagne, environ 334 000 personnes travaillaient dans le secteur des énergies renouvelables en 2016, soit une baisse par rapport au pic de l'année 2011 et ses 380 000 salariés dans le secteur principalement due aux nombreux licenciements dans le secteur du solaire. En 2015, le Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie estimait que le nombre de créations nettes d'emplois dans le secteur solaire s'élèvera à 100 000 d'ici 2030 et à 230 000 d'ici 2050.

Les énergies renouvelables créent plus d'emploi que le charbon

L'emploi dans les secteurs énergétiques renouvelable et conventionnel en Allemagne

Source : DLR, DIW, GRS, Kohlenstatistik.de. Données de 2014.



Energy Transition energytransition.org

Ces chiffres représentent «la création brute d'emplois», à savoir le nombre absolu d'emplois ajoutés. Une étude approfondie du marché allemand prévoit une création nette d'environ 80 000 emplois qui passerait à 100 000 – 150 000 entre 2020 et 2030. Une des raisons de l'impact positif des énergies renouvelables sur la création nette d'emplois s'explique par le fait que l'électricité renouvelable compense directement l'électricité des centrales nucléaires, secteur où très peu de personnes travaillent.

DLR, DIW, GRS, Kohlenstatistik.de. Données de 2014.

Réduire et éliminer les risques de l'énergie nucléaire

C'est en raison des risques, des coûts et de la question des déchets que l'Allemagne rejette le nucléaire. Qui plus est, elle ne possède pas le potentiel pour jouer un rôle majeur dans l'approvisionnement énergétique mondial à l'avenir.

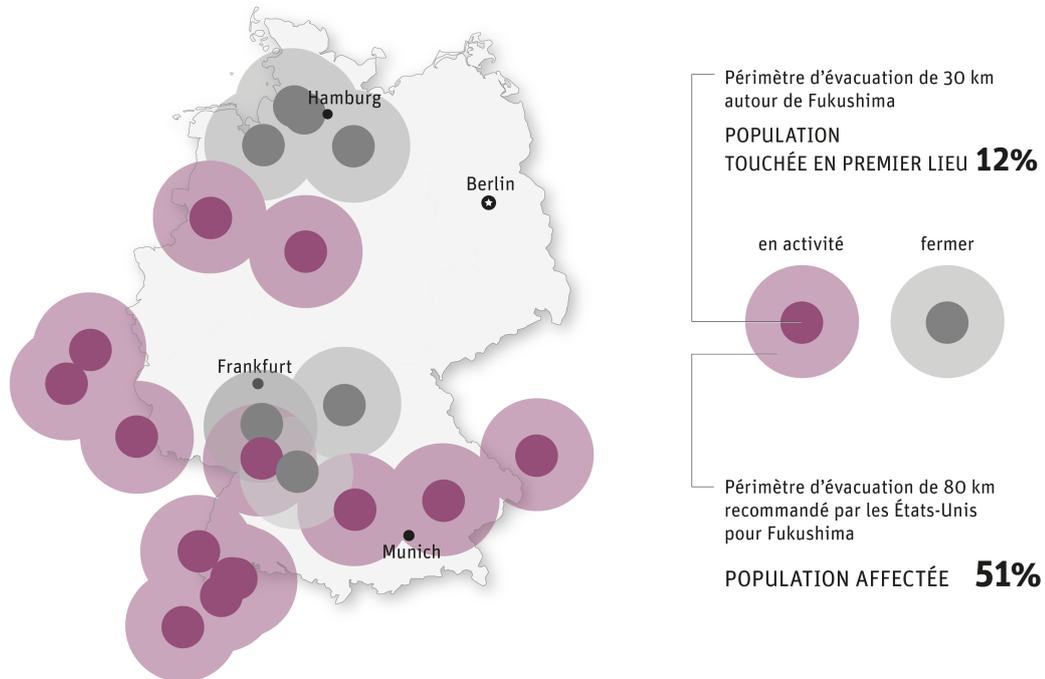
Dans le débat sur *l'Energiewende*, la communauté environnementale se concentre souvent sur les émissions de carbone. Les partisans de l'énergie nucléaire ne parlent plus seulement d'une « électricité très bon marché au compteur », mais en appellent aussi aujourd'hui aux « technologies faibles en carbone » (malgré les émissions de carbone lors de la construction de centrales nucléaires et lors de l'extraction de l'uranium), terme qui englobe non seulement les énergies renouvelables mais également l'énergie nucléaire.

Pour le public allemand il existe néanmoins une différence significative entre le nucléaire et les énergies renouvelables. En effet, le mouvement de *l'Energiewende* a commencé dans les années 1970 sous la forme d'une protestation publique contre l'énergie nucléaire et a créé depuis une dynamique politique.

Reconnaître le danger de l'énergie nucléaire

Périmètre de 30/80 km autour des réacteurs nucléaires en Allemagne et des réacteurs des pays frontaliers

Source : <http://opendata.zeit.de/atomreaktoren>



Energy Transition energytransition.org

<http://opendata.zeit.de/atomreaktoren>

L'énergie nucléaire soulève six préoccupations majeures:

1. le risque d'une catastrophe nucléaire (comme celles bien connues de Fukushima, Tchernobyl et Three Mile Island, ainsi que d'autres moins célèbres comme l'accident de Kychtym) ;
2. le risque de prolifération (le plutonium des centrales nucléaires à des fins militaires) ;
3. le risque de radiation liée à l'entreposage des déchets ;
4. le coût : le nucléaire n'est actuellement pas considéré comme "solvable" par les banques, qui ne financeront pas la construction de nouvelles centrales étant donné que leur coût est largement supérieur à celui des renouvelables. Or tous les projets de centrales aujourd'hui à l'étude dans les pays occidentaux reçoivent des aides publiques massives – la nouvelle centrale nucléaire de Hinkley Point approuvée au Royaume-Uni devrait ainsi bénéficier, à côté des garanties d'Etat sur les prêts bancaires, de tarifs de rachat supérieurs par rapport à ce que l'Allemagne paie pour l'énergie solaire ;
5. la disponibilité limitée des ressources en uranium ; et
6. l'incompatibilité de la charge de base nucléaire fixe avec la fluctuation de l'éolien et du solaire.

Le risque de radiation à partir de déchets nucléaires est encore plus important parce qu'il sera transmis aux générations futures qui ne seront pas en mesure de consommer l'énergie nucléaire que nous produisons aujourd'hui, mais auront l'obligation de se charger de nos déchets. Et même quand toutes nos centrales de fission nucléaire seront fermées dans le monde entier, il incombera à

l'humanité de protéger ces entrepôts remplis de barres de combustibles nucléaires usagés pour au moins 100 000 ans.

La vérité sur l'avenir de l'énergie nucléaire

Le fait que vous croyez ou non en la possibilité d'un 100 pour cent renouvelable n'a en fin de compte aucune importance. Le rôle de l'énergie nucléaire sur les marchés mondiaux est tout simplement trop réduit ; il n'a jamais représenté plus de six pour cent dans l'approvisionnement énergétique mondial final, et il est prévu de mettre davantage de centrales hors service que d'en mettre en service au courant de la prochaine décennie. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), qui soutient l'énergie nucléaire depuis sa création en 1973, le monde peut approximativement tripler le nombre actuel de centrales nucléaires (autour de 440) à environ 1400 en 2050, l'équivalent de 35 nouvelles centrales nucléaires par an. Le WWF a estimé que ce très improbable scénario ne réduirait les émissions mondiales de carbone que de 10 pour cent. Ce résultat est trop faible, trop lent et trop coûteux pour contribuer de manière significative à la lutte contre le changement climatique. En outre, le processus poserait de graves questions sur les ressources. Au rythme actuel de la consommation, l'uranium nécessaire aux réacteurs à eau légère ne sera disponible à un prix abordable que pour les 30 prochaines années environ. Le nucléaire n'est donc pas une solution même si l'on peut être convaincu que les risques sont gérables et que l'objectif principal reste la réduction des émissions de carbone.

Si nous pouvons passer progressivement vers un approvisionnement en énergies renouvelables, il est alors irresponsable de maintenir les centrales nucléaires aujourd'hui ainsi qu'il est pour autant éthiquement irresponsable de continuer à répercuter ces risques sur les générations futures.

La sécurité énergétique

Les énergies renouvelables réduisent la dépendance de l'Allemagne aux importations d'énergie et, par conséquent, sa vulnérabilité face à la fluctuation imprévisible des prix des combustibles fossiles et à la pression de la politique étrangère.

La sécurité énergétique reflète la disponibilité d'une énergie abordable. La demande énergétique augmente dans un nombre croissant de pays émergents – en particulier ceux dont la population est importante, comme la Chine et l'Inde – et peut devancer l'offre, ce qui pourrait éventuellement conduire à des hausses de prix considérables. Importatrice pour une grande part de son énergie, l'Allemagne est particulièrement vulnérable.

Par ailleurs, les importations d'énergie peuvent, pour des raisons politiques, se tarir du jour au lendemain : c'est ce qu'a connu le monde dans les années 1970 quand l'OPEP a limité à certains pays uniquement son approvisionnement en pétrole. Il y a quelques années, la Russie a cessé d'approvisionner l'Ukraine en gaz naturel, ce qui a du coup affecté en aval les pays d'Europe occidentale. Le récent conflit armé qui s'est déroulé en Ukraine n'a fait qu'empirer la situation. Plus un pays s'approvisionne à l'intérieur de ses propres frontières, moins il est vulnérable à de tels bouleversements politiques, dont il n'est même pas responsable. La diversification des vecteurs d'énergie entraîne la diversification dans les pays producteurs.

Dans un avenir proche, les prix pétroliers devraient rester relativement bas par rapport aux estimations d'il y a dix ans, lorsqu'on évoquait alors plutôt un "pic pétrolier". En plus d'une production de gaz et de pétrole plus importante aux États-Unis, les prix pétroliers pourraient rester bas sur le plan international si les véhicules électriques venaient à remplacer lentement les voitures roulant à l'essence ou au diesel. En outre, la demande en charbon dégringole dans le monde entier, ce qui conduit à des prix relativement bas sur les marchés internationaux pour cette source d'énergie.

L'Allemagne est de loin le plus grand importateur de gaz en provenance de Russie de l'Europe occidentale. L'Allemagne ne produit qu'environ 15 pour cent de son propre gaz naturel et en importe environ 40 pour cent de la Russie.

Durant l'hiver 2011-2012, la Russie a réduit les importations vers l'Allemagne de 30 pour cent parce que les Russes, traversant un hiver rigoureux, en consommaient davantage eux-mêmes. Même si l'Allemagne dispose de réserves suffisantes pour couvrir ces écarts, une production nationale de gaz de source renouvelable permettrait de sécuriser l'approvisionnement.

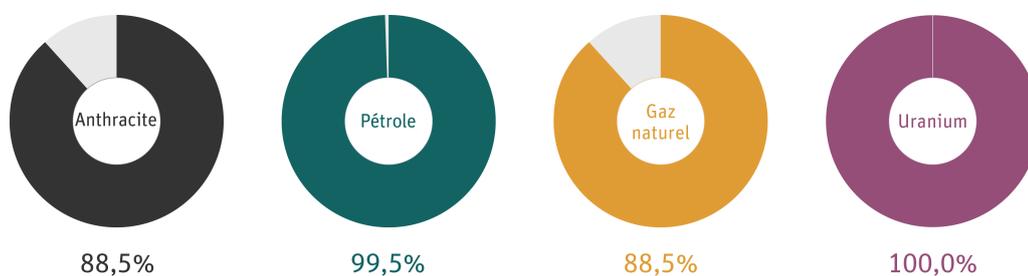
Beaucoup de choses ont été écrites sur la dépendance de l'Allemagne vis-à-vis du charbon, du gaz et du pétrole en provenance de Russie, mais cette dépendance est vraie dans les deux sens. La Russie a interrompu ses approvisionnements à l'Ukraine lorsque les Ukrainiens ont insisté pour que le « prix d'amis » convenu entre les deux pays soit maintenu. L'Allemagne paie le prix du marché pour

l'énergie en provenance de la Russie. Les prix en chute libre de ces ressources fossiles ont ébranlé les économies des exportateurs. En revanche, ces prix bas peuvent rendre moins attractifs les investissements réalisés dans les énergies renouvelables. Les gouvernements doivent garantir que la transition vers une énergie propre se poursuit même au moment où l'abandon des ressources fossiles tire le prix de celles-ci vers le bas.

Plus de renouvelables renforcent la sécurité énergétique de l'Allemagne

Part des importations d'énergie de sources conventionnelles en Allemagne 2015

Source : BMWi



Energy Transition energytransition.org

BMWi

Les renouvelables et les économies d'énergie permettent de réduire la dépendance des pays consommateurs vis-à-vis de ceux qui les approvisionnent en ressources énergétiques. Cette dépendance n'a cessé d'augmenter ces dernières décennies. La réduire aurait comme effet de promouvoir la paix mondiale. Après tout, les guerres autour des ressources et la « malédiction du pétrole » sont directement liées aux problèmes que doivent affronter beaucoup de régions politiquement instables.

Le modèle renouvelable peut consister en de nombreuses petites unités disséminées ou en un petit nombre de centrales de grande taille. Dans ce deuxième cas, les centrales électriques peuvent être de gigantesques parcs solaires dans les déserts ou des grandes fermes éoliennes sur le littoral. Un exemple qui montre que les énergies renouvelables ne doivent pas être toujours éparpillées est l'ancien projet Desertec, dont l'objectif était la mise en place dans les pays méditerranéens (y compris en Afrique du Nord) de grandes centrales solaires et de fermes éoliennes destinées à produire de l'électricité pour l'Europe. Les partisans de Desertec affirmaient que le coût de ce type d'électricité à grande échelle serait inférieur, que ce projet renforcerait le développement

économique dans des pays relativement pauvres et que la production d'électricité serait plus fiable en raison du choix des meilleurs sites. Toutefois, le projet a été interrompu en 2014, au moins pour ce qui est de sa forme d'effort concerté pour exporter de l'électricité renouvelable vers l'Europe. À présent, l'Afrique du Nord poursuit les projets d'énergie renouvelable pour sa consommation domestique. Il reste à voir si l'électricité renouvelable peut continuer à être exportée depuis les pays d'Afrique vers l'Europe en cas de troubles politiques.

Renforcer les économies locales et instaurer la justice sociale

L'appropriation citoyenne des énergies renouvelables offre de grands avantages économiques aux communautés qui investissent. À long terme, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables fournissent aux démunis une énergie plus abordable que celle qui est issue du carburant conventionnel.

Les effets économiques des projets financés par les collectivités locales sont beaucoup plus favorables que lorsque que ces projets sont financés par des grandes entreprises sans ancrage local. Bien que la propriété collective a été développée en Allemagne, elle doit faire face à des obstacles considérables. Depuis 2014, le gouvernement allemand s'est plus largement orienté vers l'éolien offshore, qui est en grande partie entre les mains d'opérateurs en place et non des collectivités. Il est fort probable que le changement d'orientation politique consistant à abandonner les tarifs de rachat au profit des enchères, continue à décourager les projets portés par les collectivités. En effet, les grosses entreprises peuvent se permettre d'encherir plusieurs fois et ainsi mieux rebondir après des offres perdues. De leur côté, les coopératives produisant de l'énergie débutent souvent par un projet unique ; si cette enchère est perdue, il est probable qu'elles ne participeront pas à des enchères ultérieures faute de moyens.

Il faut se placer d'un point de vue macro-économique : si vous importez du fuel pour chauffer votre maison, par exemple, l'argent quitte le pays ; mais si vous installez des capteurs solaires à eau chaude pour couvrir une partie de votre demande de chaleur, l'énergie est gratuite et une plus grande partie de vos dépenses énergétiques bénéficient à votre pays, voire même à votre communauté. Les bénéfices de vos investissements vous reviendront de manière indirecte, notamment par le biais des investissements publics dans les infrastructures (les écoles, les routes, la recherche, etc.). Un certain nombre d'estimations existent pour des programmes spécifiques en Allemagne. La Banque de développement allemande KfW, par exemple, concentre un grand nombre de fonds publics en faveur des énergies renouvelables. Il a été estimé que son programme de rénovation de constructions produit trois à cinq euros de recettes fiscales pour chaque euro public investi. Et ces rénovations permettent non seulement de réduire les importations de fuel et de gaz naturel, mais protègent et créent également beaucoup d'emplois dans le secteur de la construction.

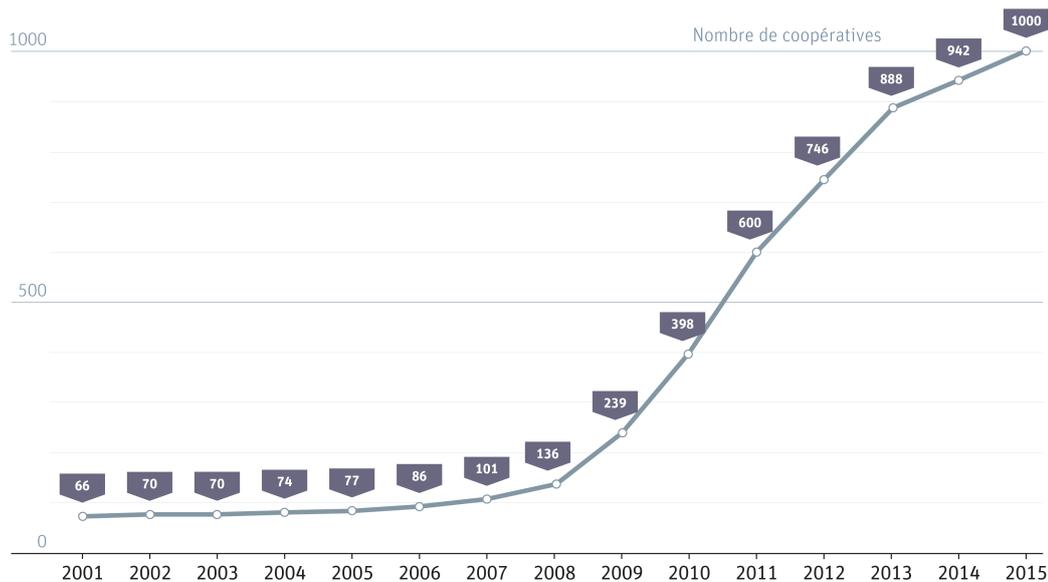
Un autre effet secondaire positif de la valeur ajoutée locale est une meilleure acceptation du changement. Si le parc éolien est en partie financé par la collectivité, le phénomène de rejet dit NIMBY ("Not in my backyard", Pas dans mon jardin) est plus faible que si un investisseur anonyme se cachait derrière le projet. Des centaines de coopératives d'énergie ont vu le jour en Allemagne au sein desquelles les citoyens se réunissent pour investir collectivement dans les énergies renouvelables et, de plus en plus, dans l'efficacité énergétique. En plus des nombreux projets de

centrales électriques, on procède aussi à l'achat de réseaux électriques locaux auprès des grands gestionnaires de réseau de sorte que les collectivités puissent contrôler davantage leurs propres réseaux.

Des citoyens créent des coopératives pour mener la transition énergétique

Le nombre de coopératives d'énergie en Allemagne, 2001-2015

Source : www.unendlich-viel-energie.de



Energy Transition energytransition.org

www.unendlich-viel-energie.de

Les régions et les municipalités allemandes découvrent les opportunités économiques qu'offrent les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique, en particulier pour les collectivités qui produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment au cours de l'année.

Protéger les démunis

Un autre aspect important de la transition énergétique est la justice sociale. L'efficacité énergétique contribue non seulement à promouvoir la valeur ajoutée nationale, mais aussi à réduire la précarité énergétique. Face à l'augmentation des prix de détail de l'énergie en Allemagne, la précarité énergétique est devenue un problème de premier plan. Pourtant, les tarifs de détail moyens de l'énergie sont à la hausse en Allemagne, et ce, parce que les petits consommateurs interfinancent les industries qui consomment beaucoup d'énergie, lesquelles sont exonérées de surtaxes, d'impôts ou d'autres frais associés. De plus, l'Allemagne doit prendre en charge les coûts hérités des vieux appareils solaires, qui sont très élevés. De 2002 à 2012, l'Allemagne a installé environ la moitié de sa capacité solaire actuelle, à des prix plusieurs fois supérieurs à ceux d'aujourd'hui. Les tarifs de rachat de l'électricité sur ces réseaux sont payables pendant 20 ans, cette énergie solaire coûteuse

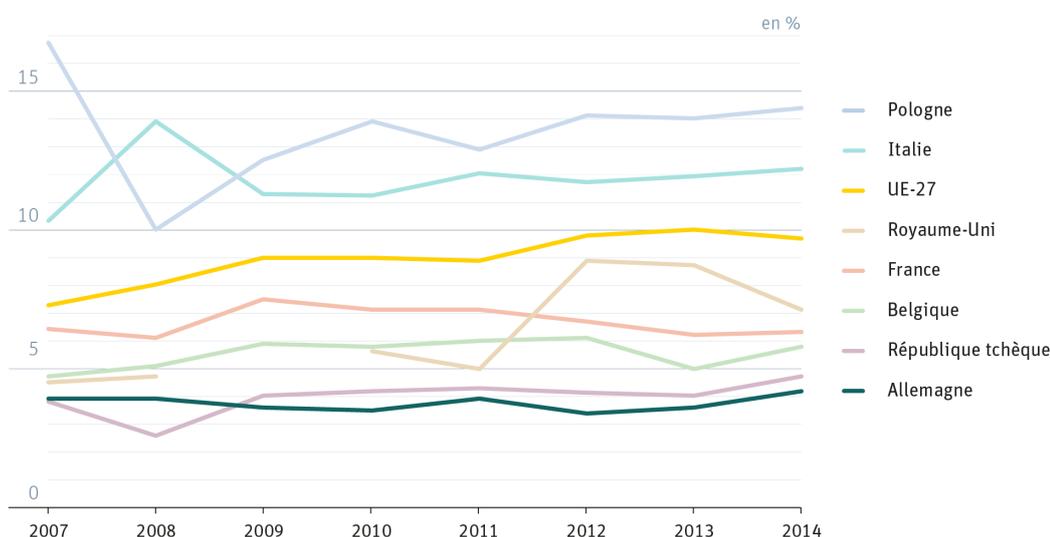
sera donc à la charge du consommateur jusqu'au début des années 2030. Pour l'avenir toutefois, les énergies renouvelables représentent clairement l'option énergétique la moins chère.

Les ménages à faible revenu sont les plus affectés par la hausse des prix de l'énergie. Ils consacrent en moyenne une plus grande partie de leur revenu aux besoins énergétiques et sont sans doute les moins aptes à pouvoir investir dans l'efficacité énergétique comme les rénovations, des appareils efficaces ou des véhicules plus économes en carburant. Le moyen le plus effectif de lutter contre la précarité énergétique est la mise en œuvre à grande échelle de mesures d'efficacité énergétique. Cela inclut notamment la rénovation pour les ménages à faible revenu, afin de réduire la demande énergétique.

L'Energiewende ne crée pas de « pauvreté énergétique » en Allemagne

Pourcentage de foyers dans l'incapacité de payer leur facture d'électricité en temps et en heure

Source : Eurostat. Données du Royaume-Uni pour l'année 2009 non disponibles.



Energy Transition energytransition.org CC BY SA

Eurostat. Données du Royaume-Uni pour l'année 2009 non disponibles.

Dans le cadre de l'Energiewende, le gouvernement allemand soutient actuellement un projet national d'« audits énergétiques ». L'objectif est d'aider les citoyens, y compris les bénéficiaires d'une aide sociale, à sécuriser l'accès à l'électricité, le chauffage et l'eau. Les appareillages permettant de réduire la consommation en énergie et eau, comme les ampoules fluorescentes compactes, les barrettes d'alimentation avec interrupteurs et les pommeaux de douches hydro économiques sont par ailleurs fournis. Ces audits énergétiques illustrent bien le potentiel de l'Energiewende de promouvoir des concepts de coopération innovants.

2

Des politiques en faveur d'une énergie propre

Pour sa transition énergétique, l'Allemagne a mis en place un certain nombre de lois et de programmes. Il en existe aussi au niveau européen. Les plus importants sont repris ci-dessous.

A	L'abandon progressif du nucléaire	25
B	Loi sur les énergies renouvelables relative aux tarifs de rachat et enchères	28
C	Echanges de quotas d'émissions	35
D	La fiscalité environnementale	38
E	La loi sur la cogénération	40
F	Loi sur la chaleur d'origine renouvelable et Programme d'incitation du marché	43
G	Loi sur l'accélération de l'extension du réseau électrique	46
H	Ordonnance sur les économies d'énergie (EnEV) et mécanismes de soutien financier	48
I	La directive sur l'éco-conception/ErP	53
J	Politique internationale pour le climat	55
K	Coordination avec l'Union européenne	58

2A

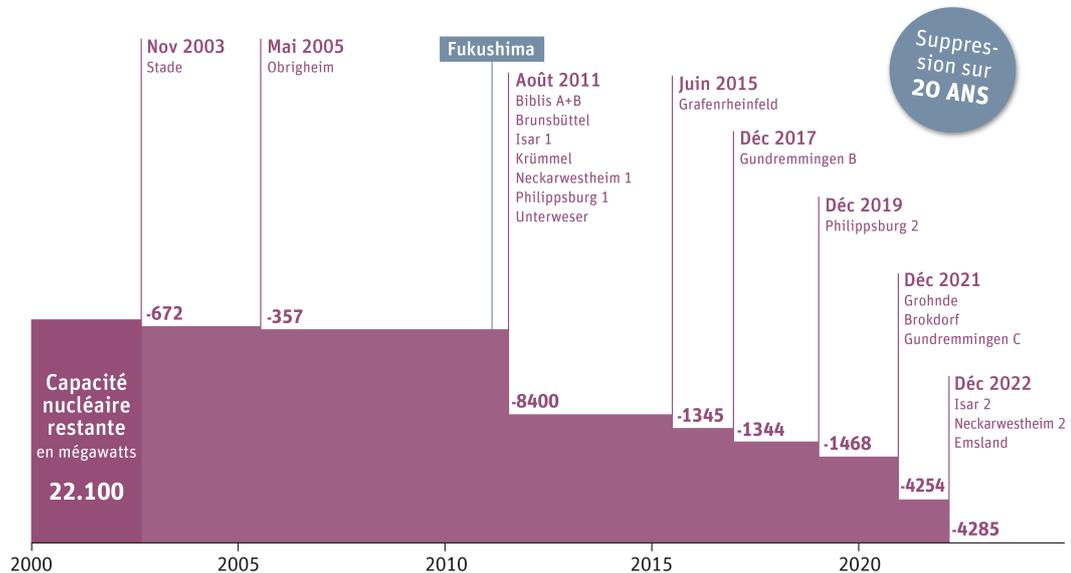
L'abandon progressif du nucléaire

La sortie progressive du nucléaire est un des éléments centraux de l'Energiewende. Les Allemands considèrent le nucléaire comme un risque inutile, trop cher et incompatible avec les énergies renouvelables. La fermeture de la dernière centrale nucléaire en Allemagne est prévue en 2022 ; début 2011, 17 centrales étaient encore en activité. En 2017, huit d'entre elles étaient toujours opérationnelles. Le pays prévoit de combler le vide laissé par le nucléaire par de l'électricité issue de sources renouvelables, par de l'énergie à partir de turbines alimentées au gaz naturel, par une réduction de la consommation énergétique (l'efficacité énergétique et les économies), par la gestion de la demande, et – en attendant – par ce qui reste de son parc de centrales au charbon.

L'Allemagne ferme progressivement toutes les centrales nucléaires

Baisse de la capacité nucléaire installée en Allemagne, 2000-2022

Source : Institute of Applied Ecology, BMJ, et nos propres calculs



Energy Transition energytransition.org

Institute of Applied Ecology, BMJ, et nos propres calculs

La sortie progressive du nucléaire décidée en 2011 n'était pas une idée inédite et originale. Un accord avec le secteur nucléaire sur la fermeture des centrales nucléaires du pays après une durée

de vie moyenne de 32 ans, avait déjà été conclu en 2000 par la coalition sociaux-démocrates/Verts, sous la chancellerie de Gerhard Schroeder. À l'époque, le pays comptait 19 centrales nucléaires.

Les entreprises étaient néanmoins autorisées à allouer les kilowattheures d'une centrale en fin de vie à une autre plus récente. Cela permettait ainsi de fermer une centrale avant l'échéance tout en transférant les kilowattheures restants à une autre centrale située dans une zone du réseau plus critique, qui pouvait ainsi augmenter sa production. En suivant ce plan, l'Allemagne devait avoir fermé sa dernière centrale vers 2023.

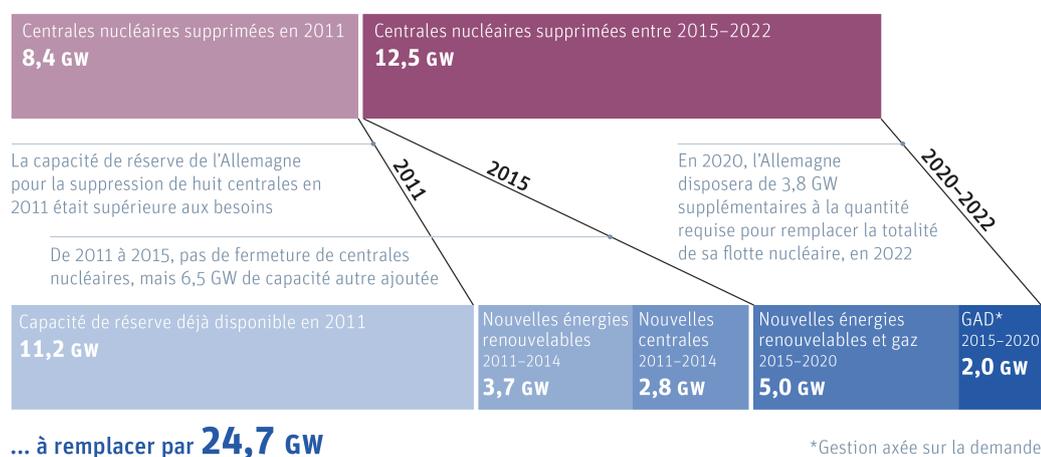
Les quatre grandes compagnies électriques allemandes (EnBW, RWE, Eon, et Vattenfall), qui ne pouvaient pas s'opposer frontalement au compromis conclu avec le gouvernement du chancelier Schroeder, ont cherché à temporiser, et se sont davantage tourné du nucléaire vers le charbon et le gaz naturel, que vers les énergies renouvelables. Ces entreprises représentaient, fin 2011, seulement 7 pour cent des nouveaux investissements dans les énergies renouvelables en l'Allemagne. La part du nucléaire dans l'approvisionnement énergétique est passée de 30 pour cent en 1999 à 23 pour cent en 2010. À la mi-2017, l'Allemagne a fermé neuf de ses 17 réacteurs encore en activité en 2010 avant l'accident nucléaire de Fukushima.

L'Allemagne peut remplacer sa capacité nucléaire dans le calendrier de sortie

Remplacer le nucléaire par des réserves, des renouvelables, le gaz et une gestion axée sur la demande (GAD)

Source : Institute of Applied Ecology, et nos propres calculs

20,9 GW de capacité nucléaire



Revirements politiques

Le basculement a lieu suite à la catastrophe nucléaire de Fukushima, le 11 mars 2011, au Japon. Rien qu'à Berlin, 90 000 personnes ont défilé pour protester contre l'énergie nucléaire. Le gouvernement allemand décide alors de fermer immédiatement 8 des 17 réacteurs du pays. Deux mois plus tard, la décision devient sans appel. La décision de suspendre la sortie du nucléaire n'aura donc été maintenue que quelques mois. L'Allemagne est ainsi de nouveau en bonne voie pour se libérer du nucléaire à l'horizon 2022. Un calendrier a été fixé pour le déclasserment de chacune des 8 dernières centrales nucléaires en activité.

En 2016, le débat portant sur la sortie a mis l'accent sur le financement du démantèlement et du stockage final des déchets, lequel devra être assumé indéfiniment. La division E.On en deux entités a été une tentative de déplacer sa responsabilité en matière nucléaire vers la nouvelle compagnie d'électricité conventionnelle. Dans le cas où celle-ci faisait faillite, la responsabilité de la nouvelle compagnie d'électricité spécialisée dans les énergies renouvelables ne serait pas engagée. Cependant, le gouvernement allemand et les entreprises nucléaires travaillent à un accord permettant d'assurer que les liquidités sont provisionnées dans un fond spécial. Jusqu'à présent, l'argent n'a pas été provisionné mais réinvesti, et il ne serait donc pas disponible en cas de faillite. En 2016, le gouvernement allemand a proposé un fonds doté de 23,3 milliards d'euros, soit environ 6 milliards de plus que ce que les entreprises avaient précédemment provisionné. En avril dernier, une commission sur le nucléaire présidée par Jürgen Trittin, membre des Verts, qui avait déjà travaillé sur l'accord initial de sortie du nucléaire de 2002, est parvenu à un compromis. Tout d'abord, le fonds est revu à la hausse avec 23,6 milliards d'euros que les entreprises concernées doivent payer. Ensuite, l'argent doit être provisionné dans un fonds public pour qu'il soit disponible même en cas de faillite d'une entreprise nucléaire. En contrepartie, le traitement des déchets nucléaires relève désormais de la seule responsabilité de l'Etat allemand.

Loi sur les énergies renouvelables relative aux tarifs de rachat et enchères

Il se peut qu'aucune autre loi n'ait été autant copiée dans le monde entier que la loi allemande sur les énergies renouvelables (EEG), preuve, s'il en est, de son succès. Cette loi constitue le socle de l'Energiewende allemande et définit, d'une part, les priorités quant à la distribution de l'électricité produite à partir de sources renouvelables et, d'autre part, un prix plancher pour cette électricité. Les principales raisons données pour justifier la forte baisse du coût des énergies renouvelables entraînées par l'EEG, sont le niveau élevé de sécurité d'investissement qui en résulte et l'absence de formalités administratives.

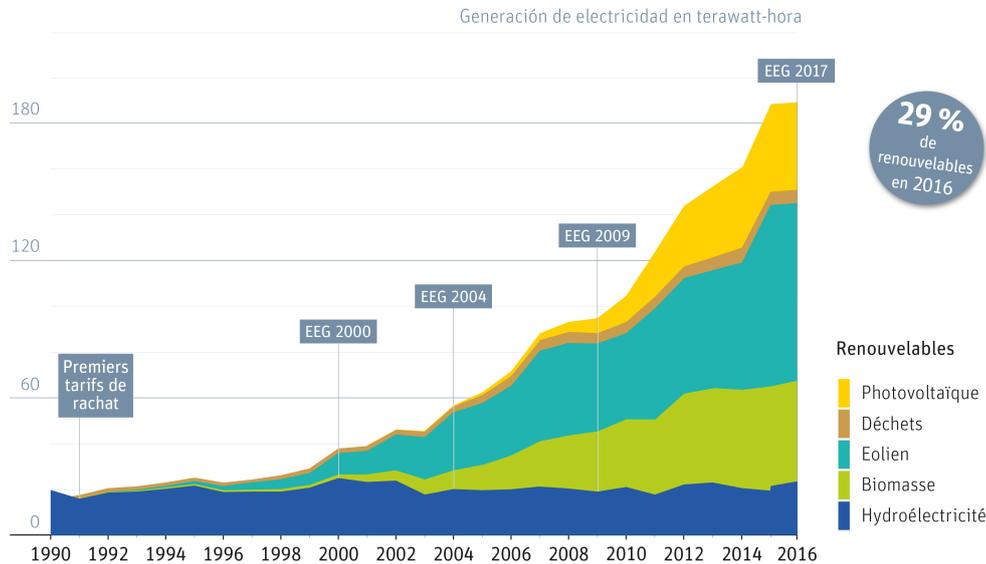
La politique proposée par l'Allemagne dans les années 1990, pour promouvoir l'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables (l'éolien, le solaire et des générateurs hydroélectriques de petite taille), était très simple. En 2000, les tarifs de rachat ont été modifiés, étendus et augmentés; ils ont ensuite été révisés tous les trois à quatre ans, et à chaque fois la loi a été modifiée en conséquence. La dernière révision majeure a été entreprise en 2016 pour coordonner le passage des tarifs de rachat aux enchères, devenues nécessaires pour les projets d'énergies renouvelables de plus grande envergure. Les tarifs de rachat sont néanmoins toujours en vigueur pour les énergies solaire et éolienne en-deçà de 750 kW.

La loi sur les énergies renouvelables (EEG) dispose que les propriétaires de panneaux solaires et de fermes éoliennes bénéficient d'un accès garanti au réseau. Elle exige des exploitants de réseaux qu'ils achètent de l'énergie renouvelable, l'objectif étant de ralentir les centrales conventionnelles au profit des énergies renouvelables.

Les tarifs de rachat contribuent au développement des renouvelables

Production d'électricité renouvelable en Allemagne, 1990-2016

Source : BMU



Energy Transition

energytransition.org

CC BY SA

BMU

En Allemagne le contrat type de tarif de rachat à signer avec la compagnie électrique tient en deux pages. Aux États-Unis, en revanche, les accords d'achat d'électricité (AAE) sont négociés au cas par cas entre le vendeur et l'acheteur et peuvent facilement contenir 70 pages. Les tarifs de rachat en Allemagne sont garantis 20 ans, ce qui est rare dans le cas des AAE. De plus, la rédaction d'un AAE exige un avocat, si ce n'est une équipe d'avocats, alors que le contrat type de tarif de rachat est à la portée de tout citoyen allemand.

La loi sur les énergies renouvelables stipule que l'énergie verte produite doit être vendue à l'exploitant du réseau, qui ne peut refuser le contrat. Sans cette loi, les projets d'énergie renouvelable allemands auraient dû trouver un acheteur eux-mêmes. La plupart des services publics auraient directement refusé l'offre en prétextant l'incompatibilité de ces investissements, réalisés pour le compte de tiers, avec leurs propres installations existantes. La loi a ainsi ouvert le marché de l'énergie aux nouveaux arrivants, qui croyaient en l'énergie solaire et/ou éolienne. Si la transition énergétique avait été mise entre les mains des services publics, qui ont un patrimoine conventionnel à défendre, elle n'aurait jamais progressé aussi rapidement.

Tarifs flexibles

Les tarifs de rachat sont en eux-mêmes assez simples à expliquer. En divisant le coût d'un système particulier par le nombre supposé de kilowattheures qu'il devrait produire pendant sa durée de vie (généralement 20 ans), on obtient le coût au kilowattheure de ce système. Le montant du tarif de

rachat est fixé en fonction du retour sur investissement voulu (ROI). En Allemagne, le ROI visé se situe autour de cinq à sept pour cent.

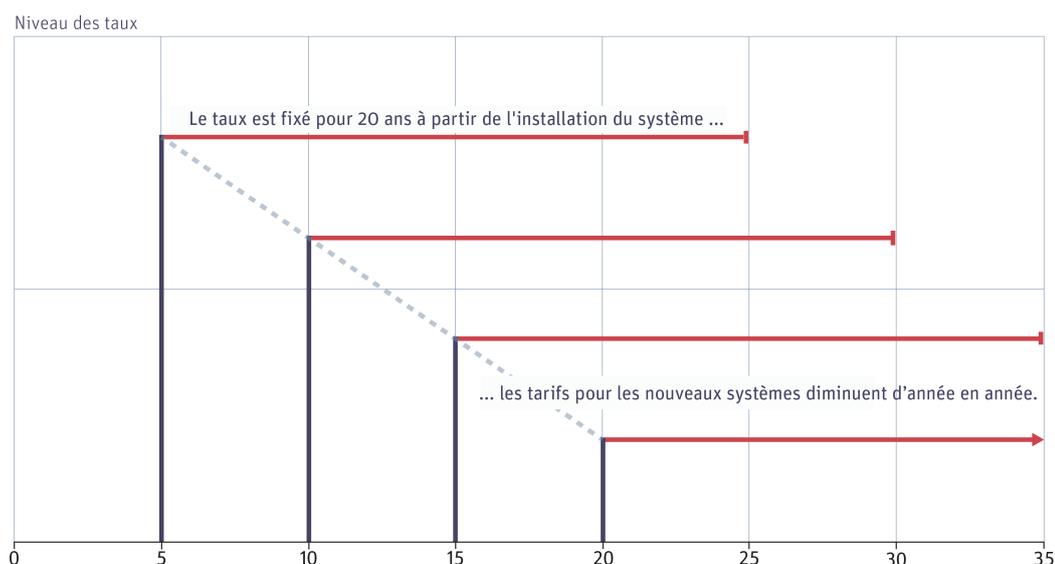
Cette approche permet de faire la distinction entre les technologies elles-mêmes (solaire, éolienne, biomasse), mais aussi entre les tailles des systèmes. L'électricité produite par une batterie géante de panneaux photovoltaïques montés sur une friche industrielle sera ainsi moins chère que celle qui est issue d'un grand nombre de panneaux solaires répartis sur de nombreuses maisons. L'adaptation des tarifs de rachat aux tailles des systèmes assure la viabilité économique des différentes applications, et empêche justement que seuls les grands projets réalisent des bénéfices exceptionnels.

Les objectifs fixés par l'EEG sont très ambitieux. L'Allemagne se fixe pour objectif qu'au moins 40 à 45 pour cent de son énergie soit issue de sources d'énergies renouvelables en 2025, et au moins 80 pour cent d'ici 2050. Cette exigence légale de passage à une production énergétique basée presque entièrement sur les énergies renouvelables est l'un des principaux piliers de l'Energiewende.

Les tarifs de rachat apportent bien de l'investissement et font baisser les coûts

Généralisation simplifiée du tarif de rachat sur une période 20 ans

Source : Nos propres estimations basées sur WFC

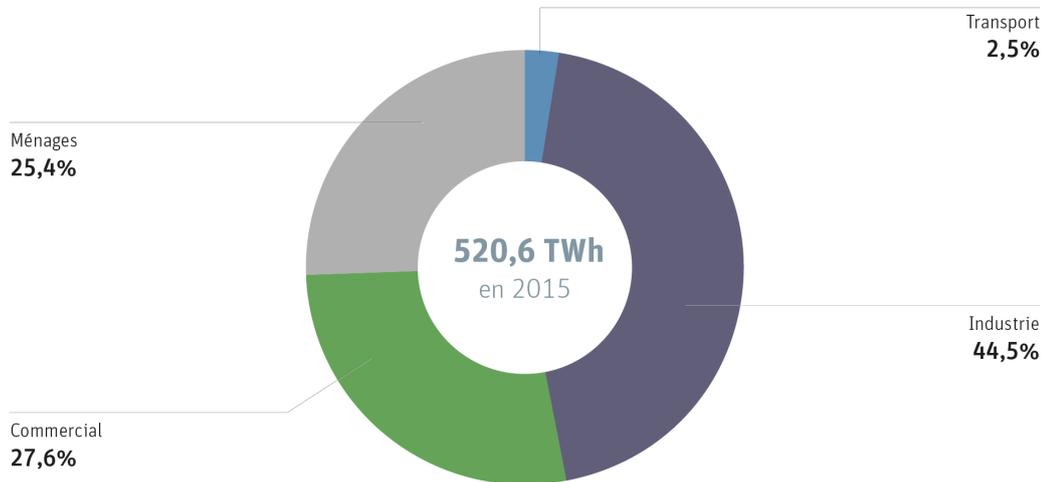


Nos propres estimations basées sur WFC

L'industrie est de loin le plus grand consommateur d'énergie en Allemagne

Consommation d'électricité par secteur en 2015

Source : Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie, Office allemand de la statistique (StBa)



Energy Transition energytransition.org

Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie, Office allemand de la statistique (StBa)

L'EEG 2016 et le passage aux enchères

D'ici 2017, l'Allemagne abandonnera les tarifs de rachat pour les systèmes de plus de 100 kilowatts pour passer au système des enchères, au cours desquelles l'acheteur reçoit des offres des vendeurs. C'est un changement fondamental par rapport au système précédent, qui était uniquement basé sur des tarifs de rachat. Les premières enchères pilotes ont été lancées en 2015 pour des installations solaires au sol. Le dernier volet pilote a vu les prix chuter à une moyenne de 6,58 euros par kilowattheure début 2017 : une belle réussite pour un pays somme toute assez nuageux. Certains craignaient que des projets n'aboutissent pas en temps voulu, notamment en raison des résultats obtenus dans d'autres pays. 96 % des projets menés lors du premier volet pilote, en avril 2015, ont pourtant été réalisés dans les délais, deux ans plus tard. Le gouvernement est donc satisfait de cette évolution.

Lorsque l'on se félicite des prix atteints aux enchères, il est important de bien garder les délais présents à l'esprit. Si la fin d'un projet est prévue d'ici plusieurs années, les enchérisseurs estiment son prix futur à la période donnée. À titre d'exemple, l'Allemagne a lancé ses premières enchères en 2017 pour un projet éolien offshore. Certains enchérisseurs étaient alors prêts à accepter le prix de gros, ce qui a amené bon nombre d'observateurs à en conclure que l'énergie éolienne offshore « non subventionnée » était enfin arrivée. Ces projets ont pourtant jusqu'à 2025 pour aboutir. En outre, s'il est probable que les prix des équipements baisseront, il y a également de grandes chances que les prix de gros de l'énergie augmentent en Allemagne, notamment en raison de la

sortie du nucléaire. Celle-ci entraînera une baisse de l'énergie flexible disponible d'environ 10 GW d'ici à 2022, (soit 10 % de la capacité totale installée), ce qui permettra, par ailleurs, de mettre fin à l'approvisionnement excessif en charge de base, qui est à l'origine de la faiblesse actuelle des prix de gros de l'énergie, non rentables.

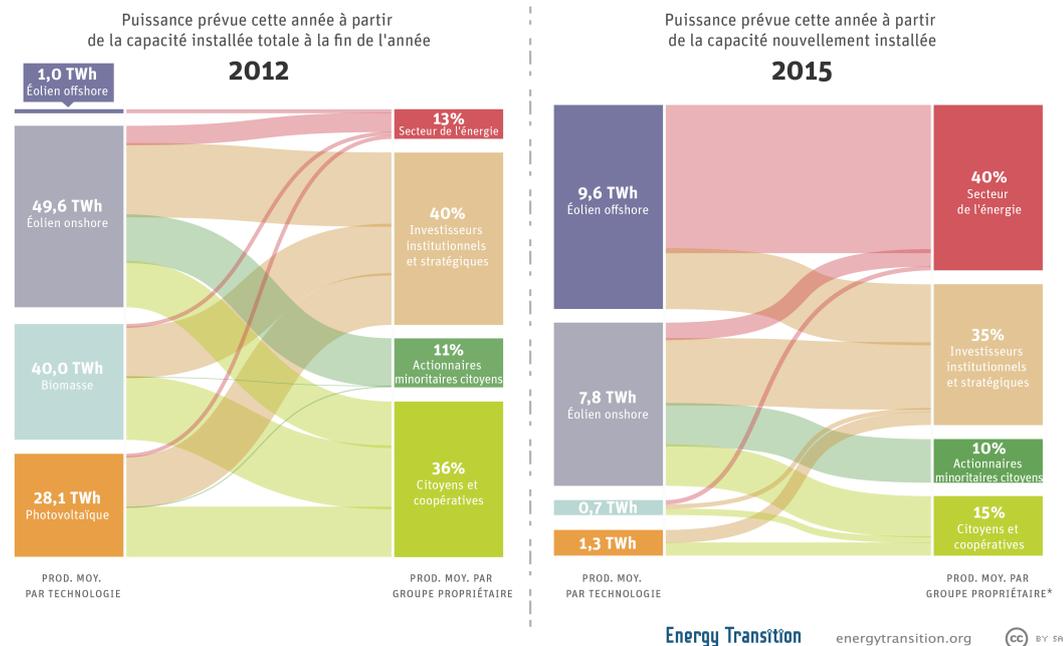
L'Allemagne a également ouvert ses premières enchères pour l'éolien terrestre en 2017. Le résultat a été pour le moins étonnant : plus de 90 % du volume total a été attribué à des enchérisseurs correspondants à la catégorie des « projets de sociétés détenues par des citoyens ayant un ancrage local », telle que définie par la loi sur les énergies renouvelables (EEG) pour la première fois en 2017. Les coopératives avaient annoncé qu'elles ne seraient pas en mesure de rivaliser en cas de procédure par adjudication car elles ne suivent souvent qu'un seul projet à la fois, voire un petit nombre de projets. En d'autres termes, elles seraient incapables de répartir un manque à gagner (en cas de rejet d'offre) sur plusieurs projets, comme peuvent se le permettre les grandes compagnies. Elles ont donc demandé à faire partie de la catégorie des « soumissionnaires non concurrentiels » pour pouvoir construire leurs projets au prix d'exercice lors des enchères.

Finalement, le compromis auquel sont parvenues les parties a permis aux projets de coopératives locales de placer des offres non concurrentielles sans avoir toutes les autorisations nécessaires ; la procédure d'autorisation peut s'avérer coûteuse, et le rejet d'une offre peut engendrer un montant à six chiffres. En les plaçant en position de force lors du premier tour des enchères pour l'éolien terrestre, cette dérogation a toutefois peut-être donné un avantage indu aux projets de coopératives locales. Il est pour l'heure difficile de savoir combien d'entre eux recevront effectivement un permis de construire. Il y a en tous cas fort à parier que le processus d'adjudication sera à nouveau amendé.

Le gouvernement allemand restitue le secteur de l'électricité aux sociétés énergétiques

Production moyenne d'électricité à partir des sources d'énergie renouvelables (non hydro) et des structures propriétaires

Source : AGEE, Leuphana, EnKlip | *sur la base des parts de marché 2012



AGEE, Leuphana, EnKlip | *sur la base des parts de marché 2012

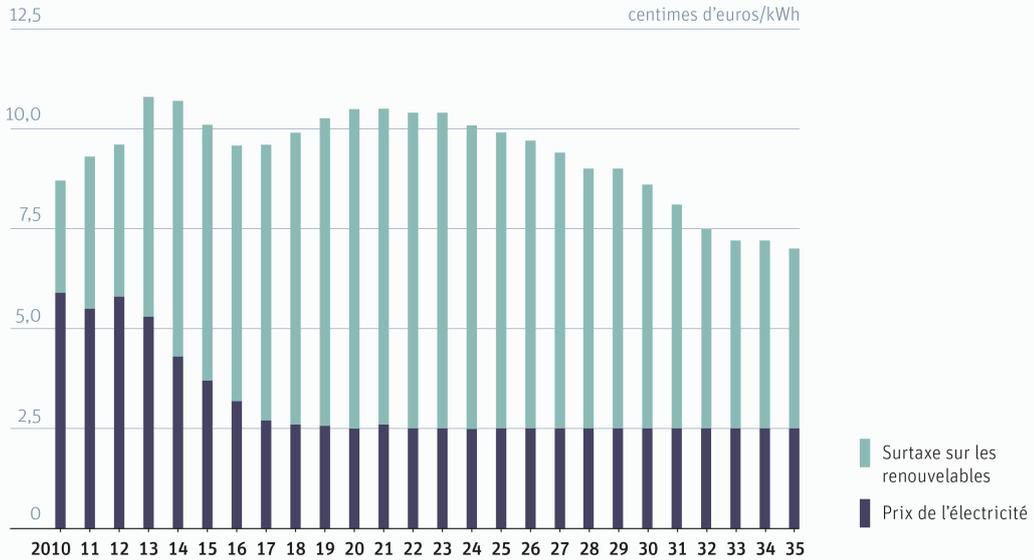
Le solaire reste proche de son objectif minimum annuel de 1,5 mégawatts. Désormais, les parcs supérieurs à 750 kW ne bénéficieront plus des tarifs de rachat, mais ils seront soumis à des enchères. En-dessous de cette limite, le solaire compensera de plus en plus les achats d'électricité à partir du réseau, mais le gouvernement souhaite contrôler également ce marché potentiellement important. Si plus de 20 MWh d'électricité solaire sont consommés directement, la taxe sur l'électricité de 2,05 centimes par kWh sera due pour l'intégralité de la quantité d'électricité, en plus des 2 centimes environ de surtaxe sur les énergies renouvelables. L'électricité solaire produite à partir des nouveaux parcs pourrait coûter uniquement neuf centimes, mais le gouvernement allemand ajoute quatre centimes aux systèmes de cette taille. Ce sont principalement les toits commerciaux de très grande taille qui sont touchés.

Les nouvelles installations de biogaz ne percevront des tarifs de rachat que pour la moitié des heures sur une année. Elles se concentreront par la suite davantage sur la production lorsque les prix de gros de l'énergie auront grimpé. En d'autres termes, le marché du biogaz est assoupli afin de compléter au mieux ceux des énergies solaire et éolienne. New biogas plants will only receive feed-in tariffs for half of the hours in the year. They will then focus more on producing when wholesale power prices are high. In other words, biogas is being made flexible to complement wind and solar.

L'impact de l'électricité verte sur les coûts en Allemagne pourrait commencer à diminuer d'ici quelques années

Prix de gros de l'électricité (marché à terme Phelix pour l'année de référence) et surtaxe pour les énergies renouvelables

Source : Agora Energiewende et institut allemand d'écologie appliquée (Öko-Institut)



Energy Transition

energytransition.org



Echanges de quotas d'émissions

Un système d'échange de quotas d'émissions (ETS) limite les émissions sur le long terme partout en Europe. Ce système est l'instrument politique majeur de l'UE pour réduire les émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie, le secteur énergétique, et plus récemment, le secteur aéronautique. Le SCEQE (système communautaire d'échanges de quotas d'émissions) a néanmoins été fortement critiqué pour son manque d'ambition et un nombre important de lacunes – rien de surprenant, au vu des concessions accordées par les décideurs politiques aux puissants lobbys de l'électricité et de l'industrie. Parmi elles, des compensations, des objectifs peu ambitieux et un manque de mises au point sur les ralentissements économiques.

Le SCEQE

Le système communautaire d'échanges de quotas d'émissions (SCEQE), qui englobe environ la moitié des émissions de gaz à effet de serre de l'Union européenne, est l'instrument principal de la politique climatique européenne pour le secteur industriel et énergétique. L'objectif global est de plafonner les émissions des différents secteurs. La pression exercée sur les entreprises pour qu'elles réduisent leurs émissions en investissant dans des mesures d'efficacité énergétique ou par l'achat de quotas à d'autres émetteurs entraîne chaque année une réduction des émissions de carbone.

Ce système donne donc un prix au carbone. Les partisans du système d'échange de quotas affirment que dans tous les cas, la faveur sera toujours donnée à la solution la moins chère. Pour une entreprise électrique par exemple, fermer une très ancienne centrale au charbon et passer au gaz naturel ou aux renouvelables pour remplacer sa capacité coûte moins cher. En émettant moins de carbone, cette entreprise pourrait vendre son quota d'émissions non utilisé à une autre entreprise qui exploite une centrale au charbon plus récente et aurait besoin de se procurer quelques quotas.

Plafonnement réussi, démarrage chaotique et défauts de conception

Les débuts du SCEQE (ETS-UE) ont toutefois été chaotiques. Lancé en phase pilote en 2005, il a été complètement modifié en 2009/2010. Le prix faible du carbone n'a pas suffisamment incité à passer du charbon vers des combustibles à faible intensité carbonique. Le plafond imposé au secteur énergétique par les SEQE (ETS) fait, qu'avec ou sans nucléaire, les émissions de carbone de l'Allemagne ne devraient pas augmenter.

Un certain nombre de défauts de conception ont entravé l'efficacité du système. Lors de la phase pilote qui a débuté en 2005, des certificats ont été distribués généreusement et gratuitement à tous les grands émetteurs, ce qui s'est pourtant traduit par une hausse du prix de l'électricité, les entreprises ayant facturé aux consommateurs la valeur des certificats qu'elles avaient reçus gratuitement. Depuis 2013, en Allemagne, les certificats pour le secteur de l'énergie ont été vendus

aux enchères au lieu d'être distribués gratuitement. Les gros émetteurs de carbone devront désormais payer la totalité de leurs quotas de carbone.

Le ralentissement économique depuis 2008, ainsi que d'autres facteurs (en partie inconnus), a entraîné un surplus de quotas en circulation. En 2014, l'UE avait d'ores et déjà atteint ses objectifs pour l'année 2020 sur la plateforme d'échange européenne. Ce qui peut sembler être une bonne nouvelle reflète en réalité l'incapacité de la plateforme à réagir au succès des énergies renouvelables et au ralentissement économique en Europe. Résultat : les prix du carbone ne devraient néanmoins pas passer du niveau actuel d'environ 7 euros par tonne, aux 30-50 euros initialement envisagés en 2005. En 2014, le « gel » des certificats a été adopté au sein de l'UE, reportant la vente de 900 millions de quotas d'émission de carbone pour la période de 2019 à 2020, afin de stabiliser les prix actuels du carbone. À partir de 2019, le nombre de quotas mis aux enchères sera réduit en cas d'excès de quotas d'émission (réserve de stabilité du marché).

Le rôle des compensations reste un problème majeur. Avec le Mécanisme de développement propre (MDP), cette logique de compensation autorise les entreprises européennes à réduire leurs émissions non pas sur leur territoire, mais dans les pays en voie de développement. L'exigence que les compensations soient « additionnelles » (ce qui veut dire que dans tous les cas, le projet ne se faisait pas pour répondre à des lois environnementales existantes mais constitue un "plus") peut malheureusement empêcher la mise en place de réglementations plus strictes sur l'environnement ; des règles plus strictes exigent plus d'action, ce qui forcerait le MDP à aller encore plus loin. En d'autres termes, la disposition selon laquelle un projet doit être additionnel est une incitation indirecte au maintien d'un certain laxisme sur les autres réglementations. Des mesures doivent donc être prises pour s'assurer que les compensations ne deviennent pas des obstacles à une réglementation de l'environnement plus stricte.

Le fait que les pays développés « sous-traitent » leurs responsabilités de réduction des émissions dans les pays en développement, afin d'éviter des changements structurels dans leur propre économie, est la critique principale faite à la logique de compensation.

Échanges de quotas d'émissions et tarifs de rachat

Le système d'échange de quotas a parfois été considéré comme incompatible avec les tarifs de rachat. Si l'objectif des SCEQE (ETS) est de réduire les émissions dans le secteur de l'énergie traditionnelle, celui des tarifs de rachat est de promouvoir les investissements dans les énergies renouvelables. Certains analystes estiment que si le seul objectif des SCEQE est la réduction des émissions de GES, ils devraient alors l'atteindre de manière efficace, car les acteurs du marché choisiront la façon la moins chère d'y répondre. Ils affirment aussi que nombre de sources d'énergies renouvelables ne sont économiquement viables que grâce aux tarifs de rachat.

En Allemagne, les énergies renouvelables compensent principalement les turbines à gaz et l'électricité produite par les centrales de charbon, ce qui réduit considérablement les émissions de carbone. Plutôt que d'opposer les deux systèmes, la plupart des Allemands, comprennent que les tarifs de rachat sont un moyen plus rapide de réduire le plafond des émissions de carbone que les échanges de quotas d'émissions.

Lors de discussions en 2009, le premier institut allemand de recherche économique, DIW, se prononçait en faveur des deux instruments dans un document intitulé «Nous avons besoin des deux», faisant valoir en substance que si les énergies renouvelables avaient le potentiel pour

réduire les émissions de carbone plus rapidement que le système d'échanges de quotas, alors il valait mieux réduire les objectifs du système d'échange de quotas plutôt que de se débarrasser des tarifs de rachat.

En réalité, comme l'a montré la reprise de la demande en charbon allemand de 2011 en 2013, il existe à la fois un besoin d'énergies renouvelables et d'échange de quotas d'émission. Un prix plus élevé du carbone aurait ainsi encouragé une transition du charbon vers le gaz naturel dans le secteur de l'énergie.

Échanges de quotas d'émissions au plan international

Hors d'Europe, les échanges de quotas d'émissions ont jusqu'à aujourd'hui rencontré bien plus de difficulté. La politique devrait néanmoins s'imposer non seulement dans l'UE, mais aussi dans le monde entier. En 2013, la Californie a mis en place son propre programme de plafond et d'échanges, avec un prix pour le carbone plus élevé que celui de l'UE. Celui-ci est complété par une plate-forme d'échanges de quotas d'émissions volontaires le long de la côte Est des États-Unis (RGGI). La Chine a également mis en œuvre une plate-forme pilote dans sept provinces.

Il faut mentionner que l'Allemagne est l'un des rares pays qui a non seulement atteint ses objectifs de Kyoto fin 2012, mais les a même dépassés. L'objectif de réduction des Allemands était pour 2012 de 21 pour cent de réduction par rapport au niveau de 1990, ce qui, à l'époque, avait semblé assez ambitieux, tout en sachant que 10 points de ce pourcentage étaient liés à la situation spéciale de l'ex-Allemagne de l'Est, dont il avait fallu fermer ou réorganiser le secteur industriel délabré. Cependant, l'Allemagne a largement dépassé son objectif en réduisant ses émissions de 24,7 pour cent à la fin de l'année 2012. À la fin de l'année 2016, la réduction avait atteint 27,6 pour cent.

2D

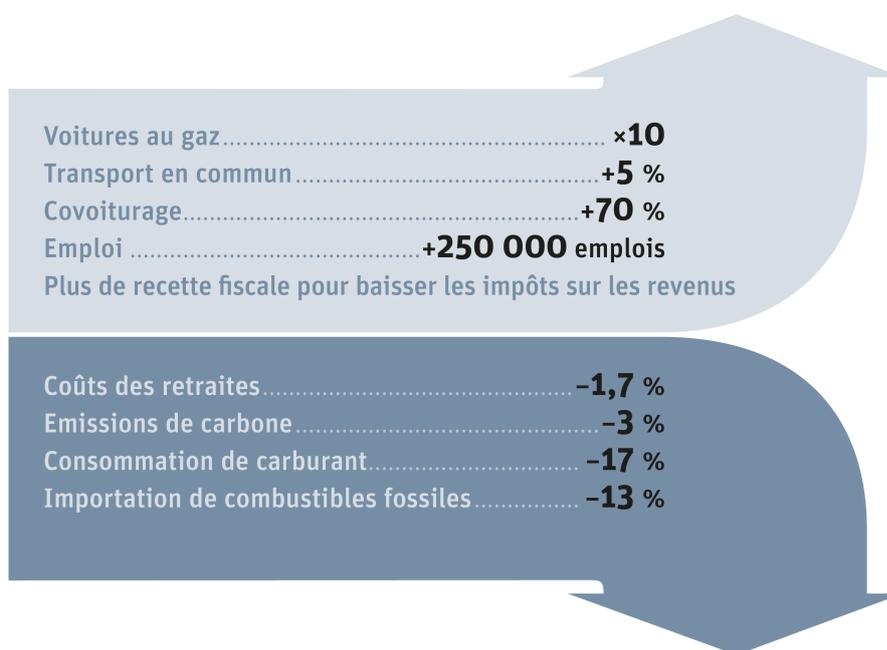
La fiscalité environnementale

"Taxer les maux, et non les bienfaits". La fiscalité environnementale augmente les taxes sur les activités dangereuses pour l'environnement (comme la consommation de combustibles fossiles). Mais dans la mesure où les recettes fiscales peuvent être utilisées pour réduire les coûts d'un bien que la société valorise (comme le travail, dans le cas de l'Allemagne, où on utilise les recettes pour compenser les cotisations sociales), elle est aussi une recette neutre. La politique a été mise en œuvre avec succès en Allemagne, où elle a créé quelque 250 000 emplois tout en réduisant la consommation de carburant, et a augmenté la compétitivité des travailleurs allemands au niveau international.

Réforme fiscale écologique allemande : taxer l'énergie au lieu de l'emploi

Avantages de la réforme : hausse des taxes sur l'énergie et baisse des taxes sur les revenus

Source : Green Budget Germany



Energy Transition energytransition.org

Green Budget Germany

Depuis 1951, il existe en Allemagne une taxe sur le pétrole qui, depuis 2006, s'appelle la taxe sur l'énergie. En 2007 (année de sa dernière modification), elle se montait à 65,45 centimes par litre

d'essence, ce qui équivaut à peu près à 2,50 euros (plus de trois dollars) par gallon américain. En d'autres termes, la taxe pétrolière en Allemagne coûte, à elle seule, par exemple, à peu près le même prix que l'essence elle-même aux États-Unis.

La fiscalité environnementale est, contrairement à la taxe pétrolière précédente, une recette neutre, ce qui signifie qu'elle compense une source de revenus ailleurs. Une partie des recettes de l'« écotaxe » allemande, par exemple, a été transférée à un budget de financement des énergies renouvelables, mais leur plus grande part a servi à baisser les charges sociales, le gouvernement ayant estimé que le coût élevé du travail était la principale raison des difficultés rencontrées par les entreprises allemandes. De 1999 à 2003, la coalition gouvernementale sociaux-démocrates/ parti des Verts a pour la première fois mis en place une écotaxe à majorations annuelles. Celle-ci ne s'applique pas qu'à l'essence et au diesel des véhicules, mais aussi au fuel et aux combustibles fossiles (gaz naturel, charbon, pétrole et gaz de pétrole liquéfié) utilisés dans la production d'électricité.

Taxer les maux, non les bienfaits

À l'époque, l'idée qu'une taxe payée à une station service pourrait compenser les pensions des employés a semblé un peu étrange aux Allemands. C'est justement ce qui donne à la fiscalité environnementale, neutre en termes de recettes, son aspect particulier. Taxer les « maux » (mauvaises choses) afin que les gens en consomment moins (comme les combustibles fossiles), et non pas les « bienfaits » (bonnes choses) que l'on veut augmenter (comme les emplois). La taxe étant neutre en termes de recettes, les opposants ne peuvent utiliser l'argument de la hausse des taxes – puisque la hausse représentée par cette nouvelle taxe est compensée par la baisse d'autres prélèvements.

L'augmentation annuelle de 3,07 centimes de la taxe sur le litre d'essence/diesel de 1999 à 2003, même si elle reste faible, a servi à préparer les consommateurs à une augmentation de 15,35 centimes au cours de cette période de cinq ans. Les réactions du public à ces hausses de prix ont été diverses, et toutes positives : conduire moins, conduire de façon à réduire la consommation de carburant, l'achat de voitures plus économes, le covoiturage, les transports en commun, le vélo ou la marche, ou déménager de la campagne vers la ville, où il est plus facile de se passer de voiture.

Green Budget Germany, partisan de l'écotaxe, note que depuis sa mise en œuvre, la consommation de carburant baisse et le nombre de personnes utilisant les transports en commun augmente chaque année. Il en est de même pour les ventes de voitures plus écologiques. Les charges sociales ont en outre diminué de 1,7 pour cent et cette baisse de charge sur le travail aurait permis la création de 250 000 nouveaux emplois.

Toutefois, l'éco-taxe n'a pas été ajustée depuis 2007, ce qui a conduit à une dépréciation progressive de son impact.

La loi sur la cogénération

L'objectif allemand en termes de cogénération – technique plus efficace que la production séparée de chaleur et d'électricité – est d'atteindre une part de 25 pour cent de son approvisionnement énergétique d'ici 2020. La loi sur la cogénération distribue des primes à la cogénération en fonction de la taille du système, indépendamment des matières premières.

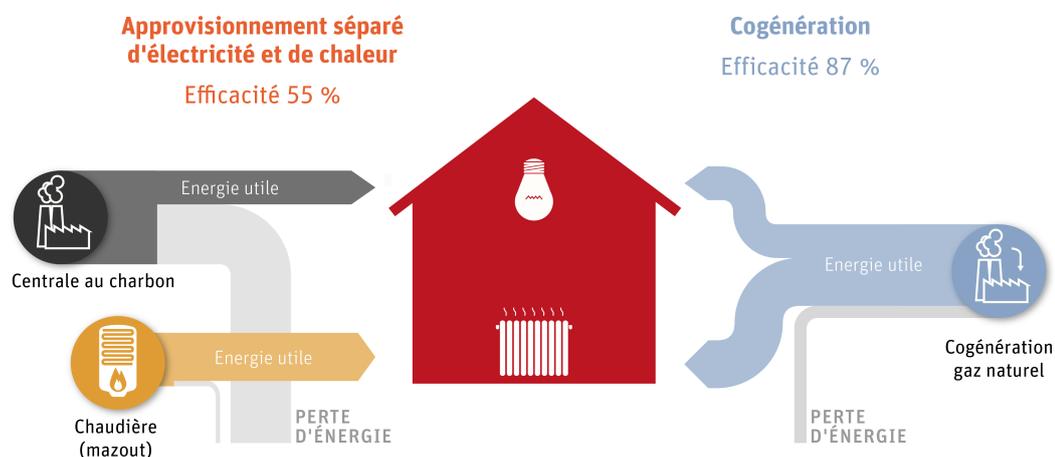
L'Allemagne n'a jamais proposé de tarifs de rachat pour la chaleur renouvelable, alors que, comme pour l'électricité, on peut compter les kilowattheures de chaleur. Elle a adopté en 2002, la loi sur la cogénération.

On parle de cogénération quand une partie de la chaleur perdue dans la production d'électricité est récupérée, ce qui augmente le rendement global du carburant consommé. Lors de l'entrée en vigueur des premiers amendements en 2009, l'objectif de l'Allemagne était que 25 pour cent de son approvisionnement électrique proviennent de centrales de cogénération en 2020 (par rapport à 14,5 pour cent en 2010). La chaleur étant beaucoup plus facilement et plus efficacement stockée que l'électricité, on pouvait renforcer la production de ces centrales afin d'anticiper la demande et stocker la chaleur pour plus tard.

Pourquoi la cogénération est plus efficace que les centrales au charbon

Comparer l'efficacité de la cogénération avec celles d'une centrale au charbon et d'un système thermique

Source : ASUE



Avec une centrale au charbon, plus de la moitié de l'apport énergétique se perd.
La cogénération permet de réduire la demande d'énergie primaire de 36 %

Energy Transition energytransition.org

ASUE

La question de savoir si l'exploitation des centrales de cogénération doit se baser sur la demande d'électricité, par opposition à celle de chaleur, fait néanmoins débat en Allemagne. L'argument invoqué par les opposants à la politique actuelle est que les systèmes de chauffage d'appoint utilisés pour couvrir les pointes de demande, en cas de pénurie de la production de chaleur, ne seraient pas assez performants, ce qui peut aggraver l'efficacité globale. Il reste néanmoins clair que la cogénération est beaucoup plus efficace que la production séparée d'électricité et de chaleur. L'organisation allemande d'économies de l'énergie ASUE, situe l'efficacité potentielle totale de la cogénération à 87 pour cent, contre 55 pour cent seulement pour la production séparée d'électricité et de chaleur.

Chaque kilowattheure d'électricité produit par la centrale de cogénération bénéficie d'un bonus fixé par la loi et d'un accès prioritaire au réseau. Fait intéressant, la chaleur produite ne bénéficie pas d'un paiement spécial ; l'incitation prend la forme d'un bonus pour l'électricité produite. En outre, la seule exigence d'efficacité est une baisse de 10 pour cent de la consommation d'énergie primaire de la centrale de cogénération, par rapport à la production d'une même quantité de chaleur et d'électricité à partir de générateurs séparés.

La loi sur la cogénération de 2017 a instauré deux changements principaux : d'une part, le bonus est revu à la hausse, passant de 5,41 à 8 centimes d'euros par kWh pour les petites unités de cogénération; ce montant est payé en plus du prix de gros moyen de base de l'électricité négocié à la bourse européenne de l'énergie EEX (European Energy Exchange), également appelé « cogen index

», ou indice de cogénération. D'autre part, la durée a été modifiée pour passer de 10 ans à 60 000 heures de fonctionnement.

Loi sur la chaleur d'origine renouvelable et Programme d'incitation du marché

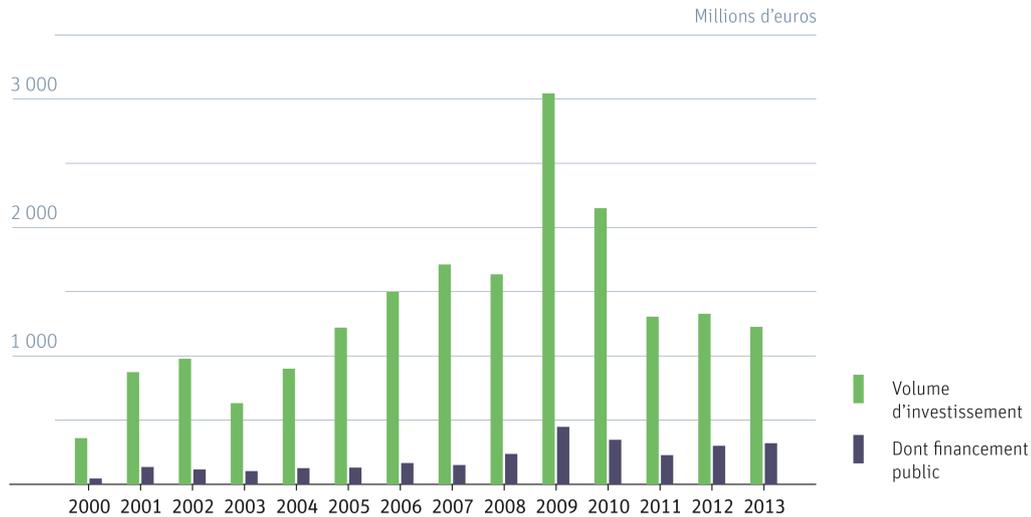
L'objectif de la loi allemande sur la chaleur d'origine renouvelable de faire augmenter la part de chaleur renouvelable à 14 pour cent du mix énergétique en 2020. Les propriétaires de nouveaux bâtiments sont obligés de recourir ne serait-ce que partiellement à du chauffage d'origine renouvelable. Quant aux propriétaires de logements anciens, ils reçoivent une aide financière en matière de rénovation. Ce mode de financement, bien qu'ayant généré 7 euros d'investissements privés pour chaque euro dépensé, a été temporairement interrompu durant la crise économique. Aujourd'hui, ce programme est de nouveau en vigueur.

Le vote de la loi allemande sur la chaleur d'origine renouvelable a eu lieu en 2009 – bien avant la catastrophe de Fukushima. Son objectif est d'augmenter la part de chauffage renouvelable de 14 pour cent en 2020. Les propriétaires de nouveaux bâtiments – particuliers, entreprises, secteur public, même si ces bâtiments doivent être loués – ont l'obligation de s'engager à ce qu'une part de leur chauffage soit issue de systèmes d'énergie renouvelable (comme des panneaux solaires, une pompe à chaleur ou une chaudière à bois). Libre choix leur est laissé dans la manière de satisfaire à ces obligations. Ceux qui ne souhaitent pas utiliser les renouvelables, peuvent augmenter l'isolation ou se raccorder au réseau de chauffage urbain ou à des unités de cogénération. Dans la mesure où le gouvernement est contraint par la législation européenne de transposer une norme sur la consommation d'énergie quasi-nulle, il prévoit de combiner l'obligation de chauffage obtenu à partir de sources d'énergies renouvelables avec le code de la construction.

Le financement public génère des investissements privés

Soutien apporté à l'énergie renouvelable dans le secteur du chauffage dans le cadre du programme de stimulation du marché (MAP)

Source : Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie



Energy Transition energytransition.org

Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie

La construction des nouveaux bâtiments permettant la planification des systèmes de chauffage renouvelable dès le départ, la loi sur la chaleur d'origine renouvelable ne s'applique qu'à ce seul secteur. Mis en place à l'origine en 2000, le Programme d'incitation du marché (MAP), institué par le gouvernement allemand, aide essentiellement à la rénovation des systèmes de chauffage dans les bâtiments existants. Les nouveaux bâtiments peuvent en bénéficier, mais uniquement pour certains types d'innovations.

Propriétaires, petites et moyennes entreprises, indépendants et municipalités peuvent demander un financement particulier pour les types de systèmes suivants :

1. panneaux solaires de petite et grande taille,
2. chaudières alimentées en biomasse avec système automatique d'alimentation (comme des granulés de bois),
3. gazéificateurs de bois à très haut rendement,
4. pompes à chaleur efficaces,
5. chauffage urbain, stockage thermique et conduites de biogaz,
6. systèmes de chauffage géothermiques.
7. L'objectif visé est de promouvoir des façons raisonnables d'utiliser les énergies renouvelables quand la norme de construction est insuffisante. Le budget alloué au MAP était supérieur à 300 millions d'euros par an. Du point de vue de son impact sur le marché, le MAP est

un programme très efficace : chaque euro placé dans le MAP a généré plus de sept euros d'investissements privés.

Fiabilité budgétaire

Au cours d'années incertaines, la somme mise en réserve dépendait du volume de transaction des émissions, ce qui rendait le MAP tributaire des caprices des décideurs politiques. Dans les dernières modifications apportées au programme en 2015, les subventions ont été nettement relevées afin d'intensifier la dynamique à l'œuvre dans ce segment du marché. Ceci a incité le marché à se tourner vers le chauffage produit à partir des énergies renouvelables, même si les prix bas de l'énergie ont atténué cet effet.

Loi sur l'accélération de l'extension du réseau électrique

La transition énergétique nécessite des réseaux électriques étendus et adaptés afin qu'ils puissent intégrer plus d'énergies renouvelables. Aucun n'ayant progressé suffisamment vite, le Parlement allemand a voté la loi sur l'accélération de l'extension du réseau. Mais sans accord sur l'évaluation des besoins et leur localisation. Les projets officiels existent mais plusieurs d'entre eux restent contestés.

L'Energiewende exige le bon fonctionnement de l'infrastructure; le réseau doit donc être adapté et réalisé de manière plus judicieuse. La conception du réseau actuel est le transport de l'électricité des centrales jusqu'aux consommateurs, mais celui du futur sera beaucoup plus complexe.

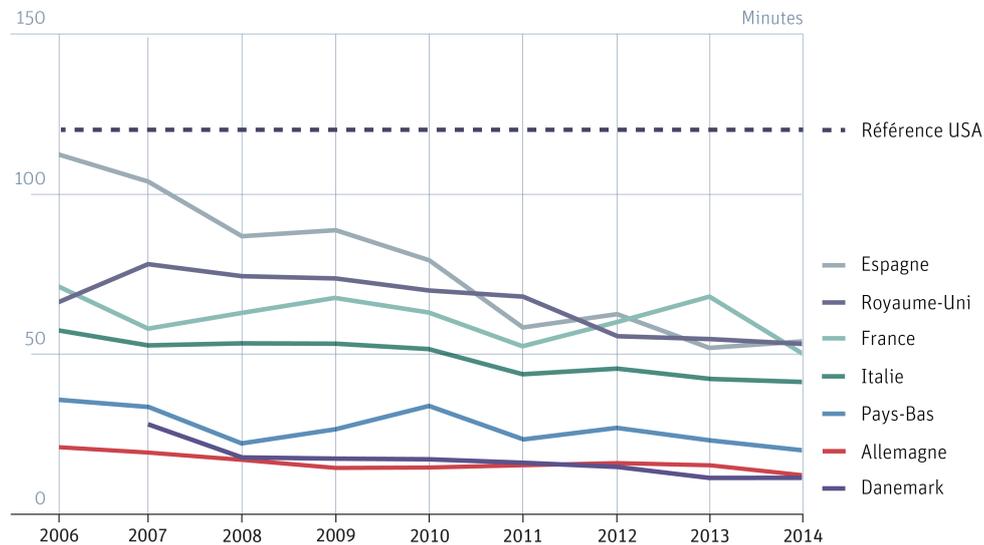
Même si les grandes centrales continuent d'exporter de l'énergie via le réseau de transport, celui-ci doit malgré tout être modifié de façon à pouvoir acheminer l'énergie éolienne (aussi bien terrestre que maritime) en provenance du Nord, vers les centres urbains de l'Ouest et du Sud. Ces lignes seront également utilisées pour le commerce d'énergie. Un petit nombre de producteurs disséminés – panneaux solaires, unités de cogénération, éoliennes individuelles et petits parcs d'éoliennes – seront raccordés en basse et moyenne tensions, et des contrôles spéciaux assureront le bon fonctionnement de l'ensemble. Le réseau sera plus intelligent.

L'extension du réseau n'a jusqu'à présent pas progressé suffisamment vite. Un quart seulement des 1 800 kilomètres de nouvelles lignes planifiés avait été achevé mi-2015. Les lignes reliées aux éoliennes en mer sont particulièrement cruciales. La connexion au réseau n'étant pas assurée, il était difficile depuis un certain temps, de savoir qui assumerait la responsabilité financière de l'installation d'éoliennes offshore. Durant l'été 2012, le gouvernement allemand est parvenu à concilier les intérêts des investisseurs de fermes d'éoliennes et ceux des exploitants de réseaux, en proposant que les premiers soient indemnisés ultérieurement – mais que les coûts soient répercutés sur les consommateurs. Ce compromis pour l'énergie éolienne a mis en place deux poids, deux mesures. Les propriétaires de petits parcs éoliens doivent payer leur connexion à la centrale de transformation d'énergie la plus proche, et dans le cas où une éventuelle augmentation de capacité après transformation n'est pas exécutée dans les temps, ils ne perçoivent aucune indemnité de la part des exploitants de réseaux. Les anciennes filiales des quatre grandes entreprises publiques allemandes, qui n'ont pas toujours soutenu les petits propriétaires de parcs éoliens, bénéficient, elles, d'un traitement particulier pour leurs raccordements. Le secteur de l'énergie éolienne terrestre, composé majoritairement de projets municipaux et de petites et moyennes entreprises est donc mécontent.

Fiabilité du réseau et croissance des énergies renouvelables vont de pair

Minutage des coupures d'électricité par an (hors événements exceptionnels), basé sur l'indice Saïdi

Source : CEER et nos propres calculs



Energy Transition energytransition.org CC BY SA

CEER et nos propres calculs

En 2011, le Parlement allemand a voté la Loi sur l'accélération de l'extension du réseau (NABEG). Celle-ci exige un bilan des lignes à très haute tension à l'Agence allemande des réseaux et fait de l'enfouissement des lignes à haute tension (110 kilovolt) la règle. La participation du public et la transparence doivent par ailleurs être renforcées dès le début du processus de planification afin d'accroître l'acceptation de la population. En 2014, deux versions du plan de développement du réseau ont acté la nécessité de créer un « plan fédéral des besoins » qui deviendrait une loi. L'objectif n'est pas seulement d'étendre les réseaux existants, mais d'en augmenter la capacité et de les optimiser. Pour transporter de plus grandes quantités d'électricité, il est possible d'utiliser des lignes électriques à haute résistance thermique sans avoir à installer des lignes supplémentaires. Une surveillance des températures permettrait d'utiliser ces lignes électriques au maximum de leur capacité quand le vent les refroidit – ce qui se passe aussi quand il y a aussi beaucoup d'énergie éolienne. Une loi spéciale est venue en soutien du NABEG pour promouvoir l'utilisation des câbles souterrains, notamment pour les lignes à haute tension qui transportent le courant continu sur les longues distances.

Ordonnance sur les économies d'énergie (EnEV) et mécanismes de soutien financier

En ce qui concerne la construction de nouveaux bâtiments, l'Energiewende a commencé en 1990 par le développement de maisons à haute efficacité énergétique, dites maisons passives. Malheureusement, quand bien même la rénovation permet à de nombreux bâtiments de satisfaire des normes très ambitieuses, proches de celles de la maison passive, beaucoup de progrès restent à accomplir pour que ces bâtiments rénovés voient leur efficacité énergétique augmenter significativement. Pour améliorer la situation, l'Allemagne a conçu une stratégie de constructions à haute efficacité énergétique.

En Allemagne, les bâtiments absorbent environ 40 pour cent de l'énergie, dont une grande partie pour le chauffage. Ce domaine est essentiel pour la transition énergétique allemande parce que la plupart des énergies renouvelables produisent seulement de l'électricité représente la part la plus petite (20 pour cent) de la consommation énergétique allemande. À l'opposé, le pétrole et le gaz continuent de dominer le secteur du chauffage, représentant ensemble plus des trois quarts de ce marché.

Mise aux normes de la construction – le secteur qui requiert le plus d'attention

En Allemagne, la majorité de l'énergie pour le chauffage, le refroidissement et l'eau chaude est consommée par les bâtiments, dont la plupart ont été construits avant 1978 alors que le pays mettait en œuvre ses premières mesures pour l'isolation. Ainsi, deux tiers des quelques 15 millions de maisons individuelles et des duplex ont été construits à une époque où il n'existait alors aucune exigence en termes d'isolation. La transition énergétique doit donc prendre en compte de manière appropriée le potentiel de ces rénovations. Plutôt que d'exiger des rénovations les plus complètes possibles, la loi allemande a préféré encourager les propriétaires à exécuter simplement les réparations secondaires les plus urgentes.

En d'autres termes, le faible taux de rénovation n'est pas le seul problème : les travaux de rénovation ne vont pas assez loin. Les bâtiments ne sont pas correctement isolés, et les technologies qui pourraient être rentabilisées ne sont, pour la plupart d'entre elles, pas suffisamment utilisées. Il en résulte que les bâtiments aujourd'hui rénovés devront l'être à nouveau.

Ces lacunes s'expliquent à la fois par un manque de sensibilisation et de motivation, des problèmes de financement, un faible retour sur investissement à court terme, des compétences insuffisantes au sein des entreprises, les responsables de programmes, les entrepreneurs qui exécutent ces travaux de rénovation.

Le conflit entre locataires et propriétaires est une autre difficulté majeure. Les propriétaires ne bénéficient pas d'incitations pour investir dans des rénovations, qui pourraient pourtant réduire les charges des locataires. La situation est particulièrement préoccupante quand l'on sait que 24 des 41 millions de familles allemandes ne sont pas propriétaires de leur logement.

Les tentatives pour améliorer la situation

L'objectif de l'Allemagne aujourd'hui est d'augmenter le taux annuel de rénovation de 1 pour cent (celle-ci pour l'ensemble des bâtiments prendrait 100 ans) à deux pour cent (toutes ces constructions seraient alors rénovées au cours des 40 prochaines années).

C'est dire combien les avancées ont été lentes, alors que l'Energiewende en matière d'électricité a beaucoup progressé grâce aux nombreux mécanismes d'aides publiques mis en place. Si l'on veut accélérer les choses, il faut changer de politique. L'ordonnance sur les économies d'énergie (EnEV) comporte des obligations en matière d'évaluation énergétique, de remplacement des vieux systèmes de chauffage et la qualité du processus de rénovation. Ce dernier point toutefois, ne peut être efficace que si les travaux de rénovation sont réellement entrepris. En Allemagne, il n'existe pas de moyens légaux pour accélérer ces mises aux normes.

Au lieu de cela, l'Allemagne met l'accent sur l'information et les aides financières. Même si plus de 50 pour cent de ces fonds sont encore attribués à de nouvelles constructions, la banque allemande de développement KfW propose des prêts à faible taux d'intérêt pour les rénovations à haute efficacité énergétique. Les lois garantissant les droits des locataires ont en outre été modifiées en 2012, afin d'encourager les propriétaires qui mettent leurs immeubles en location, à investir dans des rénovations.

Une hausse substantielle des fonds destinés à la mise aux normes est nécessaire. Parce qu'elles vivent souvent dans des immeubles mal isolés, les familles à faible revenu doivent faire face à des coûts énergétiques élevés. Les propriétaires ne sont pas disposés à investir dans ces rénovations parce qu'ils ne seront pas les seuls à bénéficier de la baisse des charges. Le seul moyen de sortir de ce dilemme est, dans ces situations, une offre de financement à la rénovation, question que n'a pas suffisamment abordé la transition énergétique.

Dans le cadre du Plan d'action national pour l'efficacité énergétique (PANEE) de 2014, de nouveaux programmes ont été conçus à destination des constructions non résidentielles (domaine négligé jusqu'à présent). De nouveaux outils sont en cours de développement en matière de conseil énergétique. Ainsi, l'Institut pour la Recherche sur l'Énergie et l'Environnement a conçu un outil intitulé « Feuille de route pour la rénovation individuelle », lequel apporte une assistance spécifique aux propriétaires, avec d'ambitueuses rénovations progressives. Malheureusement, l'un des principaux instruments proposé dans le PANEE, une suspension des taxes pour rénovations, n'a pas été adopté par le Bundesrat en raison des objections formulées par quelques Länder.

En 2015, une nouvelle politique (« Hauswende ») a visé à stimuler les efforts en faveur de la protection contre les intempéries. Le Ministère fédéral allemand de l'Environnement a mis en place ce projet spécial intitulé « Hauswende » destiné à promouvoir les économies d'énergie dans le cadre des projets de rénovation, lesquels sont souvent complexes et impliquent différents corps de métier. Des efforts supplémentaires sont accomplis dans le cadre du PANEE, y compris un nouveau plan d'étiquetage pour les systèmes de chauffage existants, de même qu'un « contrôle thermique », un programme pris en charge par les ramoneurs et les installateurs de cheminées, visant à accélérer

le processus de modernisation du chauffage. En 2016, la demande maximum autorisée en vertu de l'EnEV pour l'énergie primaire devait être de 25 pour cent inférieure à un « bâtiment de référence ».

Au-delà de la rénovation des bâtiments, il serait aussi utile d'envisager des solutions pour augmenter l'efficacité énergétique des environs et des quartiers. La banque de développement KfW a mis en place en 2012, un mécanisme de soutien spécial intitulé « Energetische Stadtquartiere » (« Quartiers urbains énergétiques »), un système très efficace d'incitations financières aux municipalités qui prévoyaient, organisaient et mettaient en œuvre des projets de mise aux normes dans leur région, ainsi que la mise en place de réseaux de chauffage urbain. Par ailleurs, dans le cadre des programmes de promotion du développement urbain et d'autres programmes en faveur des municipalités, un financement a été assuré pour des mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique et pour l'installation d'infrastructures de chauffage renouvelable urbain.

L'ordonnance sur les économies d'énergie (EnEV)

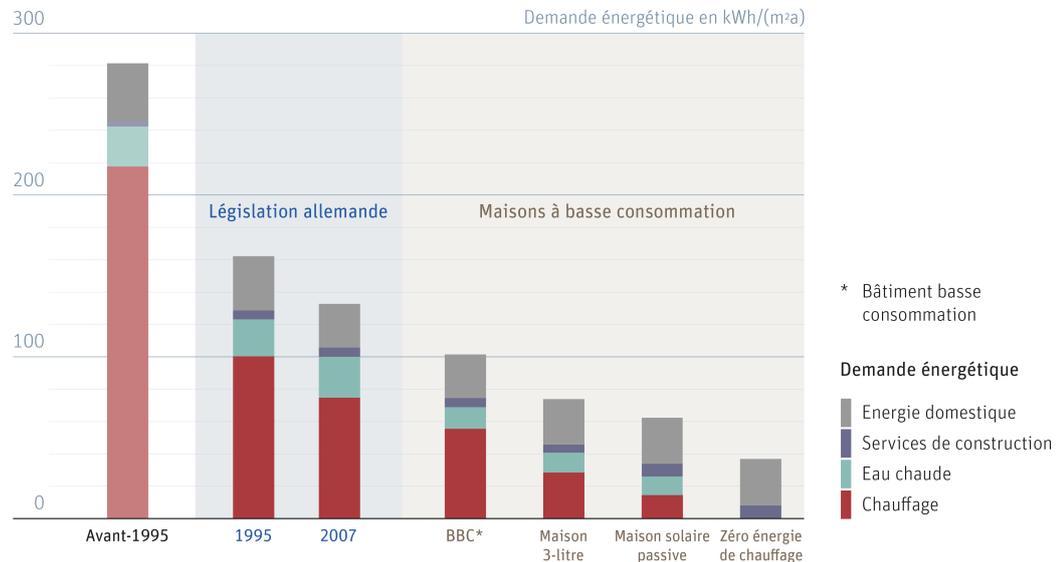
L'Allemagne a voté son ordonnance sur les économies d'énergie (EnEV) en 2002. Pour la première fois, une législation propose un moyen de créer le bilan écologique d'un bâtiment, prenant en compte non seulement l'énergie utilisée pour alimenter le bâtiment, mais aussi l'énergie primaire nécessaire à ce processus, incluant ainsi les pertes au niveau de la production, de la distribution, du stockage, etc. L'EnEV prévoit, en outre, des obligations en ce qui concerne les étapes d'une rénovation de qualité, les bilans énergétiques et le remplacement des anciens systèmes de chauffage. L'EnEV actuelle (modifiée en 2012) précise que la consommation annuelle des nouvelles habitations ne doit pas dépasser 60 à 70 kilowattheures par mètre carré d'espace intérieur chauffé, ce qui inclut le chauffage et l'eau chaude.

L'EnEV a été modifié en 2016 car le gouvernement devait transposer la norme sur la consommation d'énergie quasi-nulle imposée par la directive du Parlement européen sur les bâtiments. Dans le cadre de cette discussion, le gouvernement envisageait alors de durcir les exigences imposées aux bâtiments neufs en réduisant encore leur demande en énergie, et en rapprochant davantage les maisons neuves de la norme relative aux maisons passives.

Le secteur du logement offre un potentiel important d'économies d'énergie

Demande énergétique caractéristique des bâtiments

Source : IFEU 2011



Energy Transition energytransition.org

IFEU 2011

En jetant un coup d'œil sur les années 1990, on s'aperçoit que nombre d'architectes construisaient des maisons qui consommaient seulement 15 kWh par mètre carré chauffé – les premières maisons passives. Le chauffage nécessite si peu d'énergie que les habitants de ces maisons reçoivent des amis à dîner au moment où l'appartement commence à se refroidir. La chaleur provenant de la cuisine et celle dégagée par les corps humains suffisent alors à chauffer la maison.

Au fond, les maisons passives vous permettent de vous passer complètement des systèmes de chauffage, même dans un climat froid comme celui de l'Allemagne. Comparé à un nouveau bâtiment traditionnel, les dépenses de chauffage diminuent d'environ 90 pour cent, ce en partie parce que les systèmes de chauffage d'appoint peuvent être beaucoup plus petits.

Les maisons passives combinent à la fois haute et basse technicité. Ce dernier aspect est relativement simple : en Allemagne, les maisons sont construites exposées au sud. Ces façades disposent de larges surfaces vitrées donnant beaucoup de luminosité et d'ensoleillement durant la saison froide ; en été, les balcons en surplomb sur la façade sud fournissent l'ombre évitant toute surchauffe. Il en est de même des arbres feuillus plantés côté sud qui fournissent une ombre supplémentaire en été, et laissent passer la lumière du soleil en hiver avec la chute de leurs feuilles.

Les aspects de haute technicité concernent essentiellement les fenêtres à triple vitrage qui permettent à la lumière et à la chaleur d'entrer, mais aussi empêchent la chaleur de s'échapper du

bâtiment. Plus important encore, les maisons passives disposent de systèmes de ventilation avec récupération de la chaleur, ce qui évite le développement des moisissures.

En bref, les maisons passives sont un bel exemple de ce que peut produire l'Energiewende allemande : des critères de qualité de vie bien meilleurs en même temps qu'une réduction de la consommation d'énergie, plus conforme au développement durable.

Maisons à énergie positive

En Allemagne, quelques villes comme Francfort exigent des nouvelles constructions bâties sur les terrains dont la ville est propriétaire, qu'elles respectent les normes des maisons passives. L'Union européenne a également décidé qu'à partir de 2020 toute nouvelle construction devrait se rapprocher de la maison « zéro énergie ».

Avec des panneaux solaires installés sur leurs toits, ou d'autres moyens de produire directement de l'énergie renouvelable, les maisons passives, au moins en théorie, se retrouvent à produire plus d'énergie qu'elles n'en consomment. Ces maisons appelées à énergie positive, ou selon la terminologie de la KfW « Effizienzhaus Plus », ne sont toutefois pas déconnectées du réseau électrique ; dans les périodes de production excédentaire, elles exportent l'énergie solaire sur le réseau et, dans le cas contraire, se raccordent au réseau. Bien sûr, le gaz nécessaire à la cuisson des aliments, etc., doit tout de même être acheté.

La directive sur l'éco-conception/ErP

Un autre outil important de la transition énergétique est la directive sur l'éco-conception, principal instrument de régulation pour la suppression des produits dont la performance environnementale est la plus mauvaise. Cette régulation est appliquée dans toute l'Europe ; elle reste un des moyens les plus importants en Allemagne pour réduire la demande de nouveaux réseaux et de nouvelles centrales, ce qui en fait un élément crucial de la transition énergétique.

La Directive sur l'éco-conception de 2005 (ou encore Directive relative aux produits énergétiques (ErP) depuis 2009) a son origine à Bruxelles et dans l'Union européenne. Elle régit l'efficacité des produits consommant de l'énergie, à l'exception des bâtiments et des voitures. La directive ErP définit les standards minimum pour différentes catégories de produits. Elle prend aussi en compte les cycles de vie de certains produits afin de déterminer leur impact sur l'environnement et d'envisager les moyens d'y apporter des améliorations.

Depuis 2015, 11 groupes de produits sont tombés sous le coup de cette directive, dont les produits électroniques de consommation, les réfrigérateurs, les congélateurs et les moteurs électriques. La directive s'applique non seulement aux produits eux-mêmes consommateurs d'électricité, comme les ordinateurs ou les chaudières, mais aussi aux produits affectant la consommation énergétique, comme les fenêtres et les pommeaux de douche. Des directives supplémentaires pour des produits individuels existent et sont constamment révisées. La directive devrait entraîner une réduction de la consommation énergétique au sein de l'Union européenne de 12 pour cent par rapport au scénario de référence d'ici 2020.

Des normes européennes sur l'étiquetage énergétique existent également. Cette « étiquette d'efficacité » aborde les défaillances du marché sur le manque d'information ; par exemple, les consommateurs n'ont pas facilement accès à l'information sur le coût de la consommation énergétique d'un appareil s'ils l'achètent. La directive ErP s'emploie à remédier à ce type de situation.

Le système d'étiquetage permet d'orienter la demande des consommateurs vers la plus haute efficacité énergétique et de les convaincre d'acheter les meilleurs produits. De cette façon, la directive ErP participe à la suppression des produits aux performances les plus basses.

Les réglementations spécifiques

La mesure la plus efficace a probablement été le règlement sur les pertes d'énergie dans les modes « veille » et « arrêt ». Les appareils en veille consomment en effet des dizaines de watts même si le consommateur pense qu'ils sont éteints. La télévision en veille, que l'on peut ainsi à tout moment allumer par la télécommande, en est un exemple. La directive ErP exige aujourd'hui que la consommation de tels dispositifs ne dépasse pas un watt en mode veille, montant qui doit même être réduit à 0,5 watt. Ce qui n'est pas un inconvénient pour les consommateurs. La directive la

plus connue porte sur l'éclairage domestique, elle interdit l'usage de la plupart des ampoules à incandescence. L'offre en matière d'éclairage est ainsi passée des ampoules à incandescence aux ampoules fluo compactes et à l'éclairage par LED.

En 2020, la disparition des ampoules à incandescence entraînera pour l'Europe des économies d'énergie de l'ordre de 39 térawattheures, soit l'équivalent de la production d'électricité de six vieilles centrales à charbon. La réglementation de la directive relative aux moteurs électriques entraînera quant à elle une baisse de 153 térawattheures en 2020, soit l'équivalent de production de vingt centrales à charbon.

Autre exemple de réussite : la réglementation relative aux aspirateurs. Des études ont permis de montrer qu'il n'existait aucun lien entre la puissance électrique et la puissance de nettoyage. En conséquence, une puissance maximum de 1 600 watts a été fixée au début de l'année 2014, avec une deuxième réduction à 900 watts prévue pour 2017. Résultat : une réorganisation très rapide du marché, et des aspirateurs plus efficaces, optimisés sur le plan de la technologie et de l'efficacité énergétique, gagnant des parts de marché en quelques mois.

L'Union européenne attachant une grande importance à la libre circulation des marchandises au sein du marché commun, de telles règles d'efficacité sont applicables dans toute l'Europe. La directive ErP s'applique donc tout aussi bien à l'Allemagne qu'à tous les autres pays de l'Union.

Bien qu'ayant été prise par l'Union européenne, cette directive n'en reste pas moins un élément crucial de l'*Energiewende* allemande, car en réduisant la consommation d'énergie, elle diminue le besoin d'un plus grand développement et de construction de nouvelles centrales.

Politique internationale pour le climat

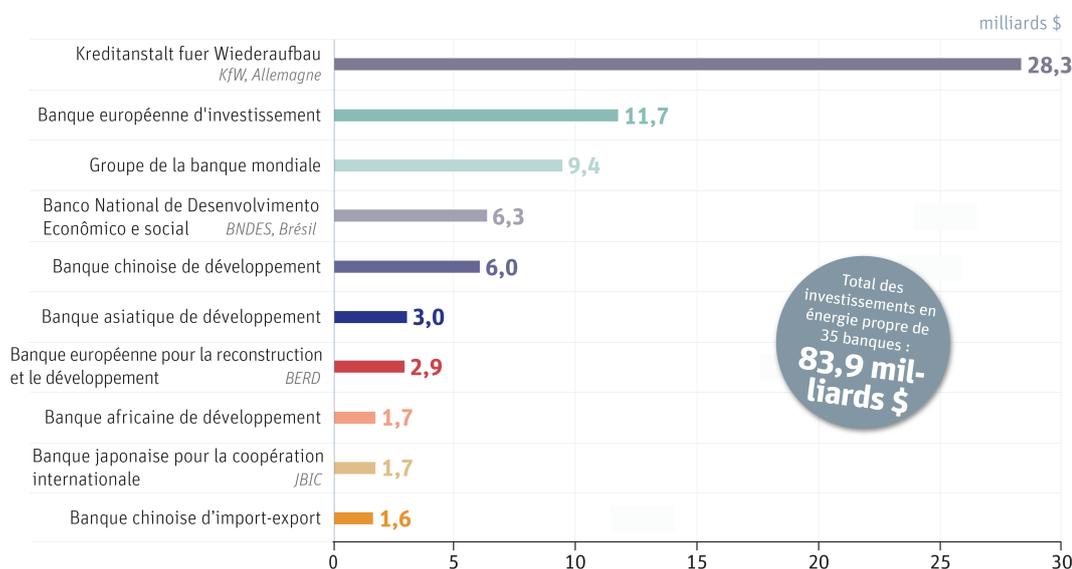
L'Allemagne est le deuxième plus grand donateur financier pour la protection du climat au niveau mondial. Les fonds allemands pour le climat soutiennent des actions qui visent à atténuer le changement climatique par des mesures liées à l'efficacité énergétique, des fonds en faveur des énergies renouvelables, de la mobilité électrique, etc. Toutefois, l'Allemagne est bien loin de l'objectif fixé à l'échelle internationale à 0,7 pour cent du revenu national brut pour l'aide publique au développement. En 2014, cette part s'élevait environ à 0,42 pour cent, une tendance stable depuis 2008.

L'Allemagne a pendant longtemps été le principal donateur financier pour la protection du climat au niveau mondial. Comme la plupart des pays de l'OCDE, l'Allemagne est néanmoins encore loin de l'objectif fixé au début des années 1970 par un accord international, d'allouer 0,7 pour cent du revenu national brut à l'Assistance publique au développement.

Une banque de développement allemande est de loin le premier bailleur de fonds de la technologie propre

Top 10 des institutions finançant l'énergie propre

Source : Bloomberg New Energy Finance



Energy Transition energytransition.org CC BY 5.0

Bloomberg New Energy Finance

Le Fonds spécial pour l'énergie et le climat a été créé en 2010, en même temps que les Initiatives nationales et internationales de protection du climat (aujourd'hui connues sous le nom d'Initiatives pour le climat). Leur financement, qui provient principalement de la vente des certificats d'émissions, sert à promouvoir les actions qui atténuent le changement climatique, comme des systèmes de refroidissement efficaces, des petites unités de cogénération, des bilans énergétiques pour les ménages à faible revenu, des réseaux de consultation pour les petites entreprises, et, dans le futur, des technologies industrielles à haut rendement, ainsi que des processus de production – pour donner quelques exemples.

L'Initiative internationale pour le Climat (ICI) finance des projets pionniers et des services de conseil hors d'Allemagne. De ses débuts au printemps 2016, quelque 500 projets ont été financés, pour un montant de 1,7 milliards d'euros. L'initiative internationale se concentre sur la politique climatique, l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables, l'adaptation au changement climatique, la réduction de la déforestation et la perte de la biodiversité. Selon le site [internet officiel](#), priorité est donnée aux « activités qui permettent de mettre en place une architecture internationale de la protection du climat en vue de solutions transparentes, innovantes et transmissibles dont l'impact dépasse le simple projet individuel ». Chaque année, de multiples projets dans les pays en voie de développement, les pays nouvellement industrialisés et ceux en transition sont sélectionnés afin de les soutenir.

En plus de l'ICI, l'Initiative internationale pour le Climat finance des projets de protection du climat à différents niveaux en l'Allemagne, comme les municipalités, l'éducation et les entreprises. Jusqu'au début de l'année 2015, quelques 19 000 projets avaient été financés pour un total de plus de 500 millions d'euros.

Coordination avec l'Union européenne

La question de l'énergie s'est imposée au cœur des préoccupations de l'Union européenne. Toutefois, L'UE ne dispose pas d'une compétence exclusive en la matière. Le Traité de Lisbonne de 2009 a permis une avancée audacieuse en faisant de cette question une compétence partagée, mais elle est demeurée un champ de conflit naturel entre les États membres et certaines institutions de l'UE.

Les États membres sont en droit de concevoir leur propre bouquet énergétique, mais la Commission européenne est compétente pour définir la politique européenne en matière d'énergie durable et de climat. Comme l'a montré la discussion sur la création du marché intérieur de l'énergie et sur l'Union de l'énergie, le droit de la souveraineté nationale de décider du bouquet énergétique demeure un atout précieux. Cela étant, même les États membres les plus réticents voient bien l'avantage qu'ils peuvent tirer en liant leurs compétences et en travaillant main dans la main avec leurs voisins, ou même en donnant un mandat à la Commission européenne pour qu'elle agisse en leur nom lorsqu'elle intervient dans le cadre de négociations au niveau international. Ceci revêt même encore plus d'importance au regard des questions de sécurité et d'indépendance énergétique face à des fournisseurs peu fiables. À l'échelle internationale, la place prépondérante de l'UE en termes de politiques climatiques, a quelque peu perdu de son lustre. Après la récente décision des États-Unis de se retirer des accords de Paris, la pression s'exerce sur l'Europe pour qu'elle reprenne son rôle de leadership international en élaborant une politique climatique et énergétique durable.

Au niveau interne, l'UE a d'ores et déjà fait progresser les choses. Ces dernières années elle a pris des engagements clairs à travers un certain nombre de lois importantes comportant des mesures en faveur des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, ou encore à travers la Feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050, sa vision à long terme en matière de politique énergétique. Dans le même temps, l'UE dépend des ambitions de ses États membres, et force est de constater que les intérêts nationaux énergétiques divergents se sont fragmentés ces dernières années. Pendant que certains États membres sont pleinement engagés dans une transition vers des énergies propres, une sortie progressive du nucléaire, et des réductions des émissions de CO₂, d'autres explorent des ressources énergétiques non conventionnelles, telles que le gaz de schiste, ou des technologies à risque fortement subventionnées, comme l'énergie nucléaire.

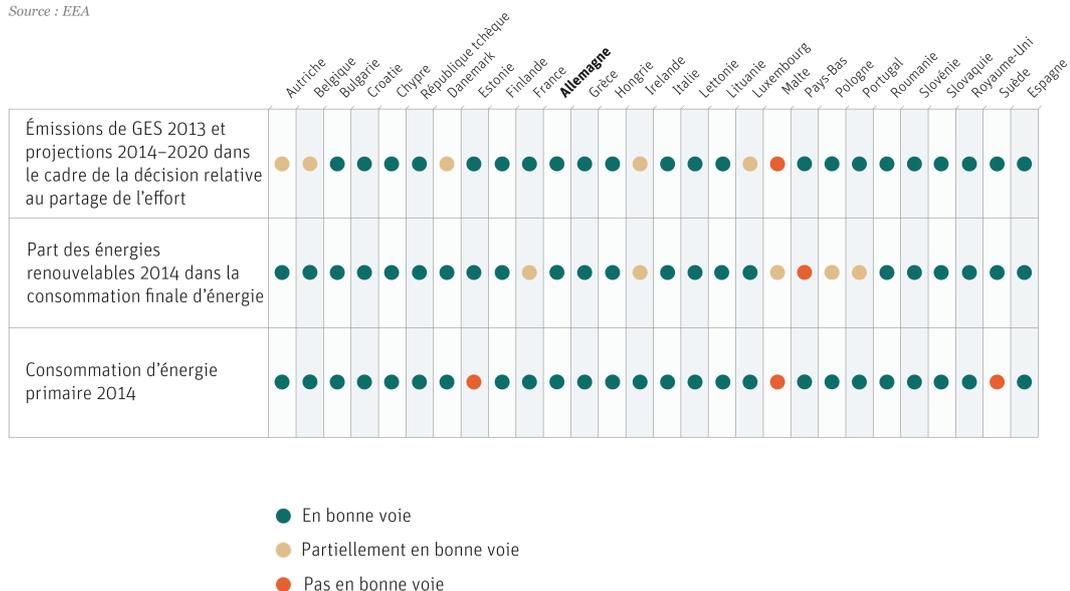
Où en sont l'UE et ses États membres sur le plan de la mise en œuvre concrète des objectifs liés au climat et à l'énergie ? La Feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050 ainsi que le paquet de mesures en faveur d'une énergie propre pour tous les Européens visent à ouvrir la voie vers une économie sobre en carbone en Europe, tout en améliorant la compétitivité et la sécurité de l'approvisionnement de l'Europe. Pour atteindre cet objectif ambitieux, des étapes intermédiaires sont actuellement négociées pour 2030. Toutefois, il faudra déployer davantage d'efforts pour dépasser les objectifs à l'horizon 2030 qui ne sont pas encore conformes aux engagements pris par l'UE en vertu de l'accord de Paris sur le climat. Les après négociations politiques actuellement

menées sur la question du plus petit dénominateur commun dans la politique énergétique et la politique sur le climat européenne permettront probablement de déboucher sur un accord en faveur d'une réduction des émissions de CO2 d'au moins 40 pour cent, en augmentant la part des énergies renouvelables à au moins 27 pour cent, et en améliorant l'efficacité énergétique d'au moins 27 pour cent. Il reste encore un long chemin à parcourir pour parvenir à réaliser les objectifs de 2050 et au-delà pour une économie à faible intensité de carbone. Il s'agit donc de rester vigilant.

Progression des États membres de l'UE vers les objectifs en matière de climat et d'énergie pour 2020

Progression vers les objectifs en termes d'efficacité énergétique, d'émissions de carbone et d'énergies renouvelables, 2014

Source : EEA



EEA

La technologie comme solution clé

L'Allemagne s'est fixée l'objectif de remplacer l'énergie fossile et nucléaire par les énergies renouvelables. Cependant le processus de transition est plus compliqué qu'il n'y paraît. Il exige en effet de réduire la consommation énergétique à travers le renforcement de l'efficacité et de la durabilité d'un côté, et d'adapter la consommation à la quantité d'énergie disponible de l'autre. En outre, ceux qui n'étaient jusque là que de simples consommateurs doivent au fur et à mesure devenir également des producteurs d'énergie (« prosummateurs »).

A	L'efficacité énergétique	61
B	Moins d'électricité à base de charbon	67
C	L'énergie éolienne	72
D	Biomasse	78
E	Photovoltaïque (PV)	81
F	Autres énergies renouvelables	86
G	Réseau et stockage de l'électricité	89
H	Numérisation	94
I	Une production d'énergie flexible sans charge de base	96
J	L'énergie des citoyens pour les citoyens	101
K	Le couplage des secteurs	107

3A

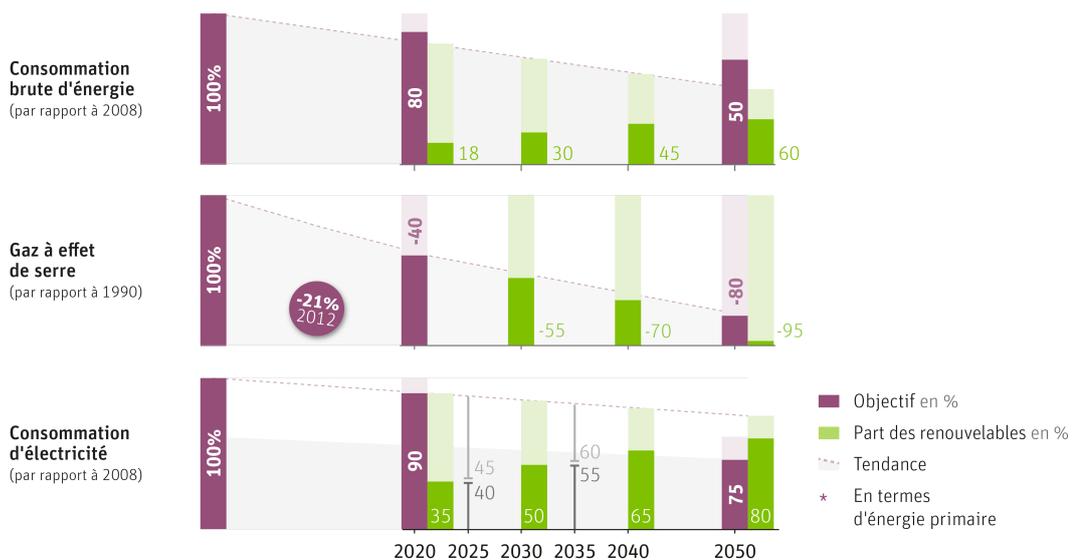
L'efficacité énergétique

Une économie basée sur les énergies renouvelables n'est envisageable qu'avec une forte baisse de notre consommation énergétique. Les politiques relatives à l'amélioration de l'efficacité énergétique sont en place, mais restent en-deçà de ce qui est théoriquement possible, et de ce qui est financièrement réalisable pour le succès de la transition énergétique.

Transition énergétique allemande : haute certitude sur objectifs à long terme

Objectifs énergétique et climatique généraux du gouvernement allemand, à long terme

Source : BMU



BMU

Les gens entendent par transition énergétique allemande, le passage de l'énergie nucléaire et du charbon aux énergies renouvelables. En réalité pourtant, il ne peut y avoir d'avenir renouvelable sans réduction significative de la consommation énergétique.

Les auteurs de Facteur 4, ont démontré il y a près de 25 ans, qu'une baisse de la consommation n'affecte pas le niveau de vie. Au contraire, notre consommation d'énergie fossile a un impact

nuisible sur notre santé et contribue au changement climatique, ce qui représente une menace pour la civilisation. Concernant l'énergie nucléaire, nous créons par ailleurs des « mines » de déchets nucléaires qui représentent un danger majeur pour les générations futures pendant des millénaires.

Au cours des deux dernières décennies, la croissance économique a dans la plupart des pays industrialisés dépassé l'augmentation de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. Selon une estimation, la productivité de l'énergie, c'est-à-dire la production économique par énergie consommée, aurait augmenté de 59 pour cent entre 1990 et 2015.

Différents points de vue concernant l'utilisation de l'énergie

Les gens ne veulent pas seulement de l'énergie mais des services énergétiques : l'énergie doit servir à des fins utiles. En d'autres termes, ce ne sont pas des gallons d'essence qui intéressent les gens mais la mobilité; pas non plus l'électricité ou le mazout mais la réfrigération des aliments ainsi que le confort et l'éclairage dans la maison. Au cours des dix dernières années, nos ordinateurs et appareils portables sont devenus beaucoup plus performants tout en réduisant leur consommation en énergie. Ces progrès sont réalisables dans de nombreux domaines différents. Il est possible par exemple d'installer dans nos immeubles une climatisation intérieure confortable non seulement avec des systèmes énergétiques intensifs de conditionnement d'air ou de chauffage, mais également avec de l'air propre filtré et de faibles concentrations de dioxyde de carbone. En d'autres termes, les constructions fourniront davantage de confort à l'avenir tout en permettant une réduction de la consommation d'énergie.

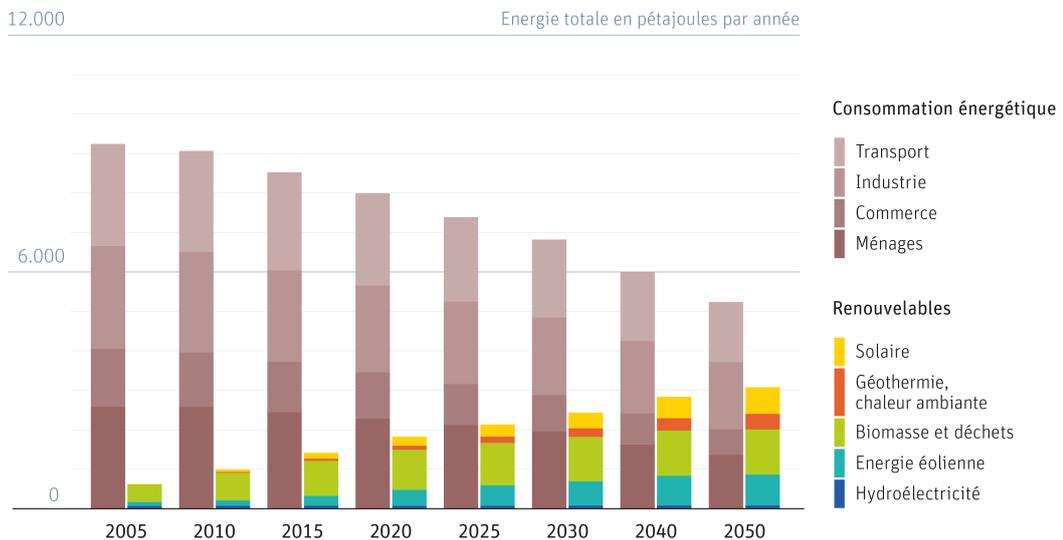
L'efficacité énergétique se heurte en revanche à un obstacle particulier, notamment l'information. Les économistes qui considèrent que le marché agit automatiquement de manière plus efficace, supposent que tous les acteurs de ce marché sont suffisamment informés et que, par conséquent, toutes les mesures d'efficacité rentables ont été mises en place.

En effet, même si la plupart des consommateurs connaissent le montant de leur facture d'électricité mensuelle, il est fort probable qu'ils ne connaissent pas le nombre de kilowattheures qu'ils consomment et qu'il n'est pas leurs habitudes non plus d'évaluer le coût annuel de la consommation énergétique d'un appareil. Il est pourtant impossible d'évaluer le retour sur investissements en termes d'efficacité énergétique sans ces informations. Ainsi, même si nous pouvons être d'avis que le marché produit les meilleures solutions, la tâche du gouvernement est de garantir que tout un chacun soit correctement informé.

Augmenter les renouvelables, réduire la consommation énergétique

Approvisionnement et demande énergétiques totaux en Allemagne 2005-2050, scénario

Source : DLR Lead Study, scénario A



Energy Transition

energytransition.org

CC BY 5.0

DLR Lead Study, scénario A

Sensibilisation

Un exemple particulièrement illustrateur est celui de la consommation énergétique en mode veille. En effet, les utilisateurs ignorent que les appareils électroménagers, de la machine à café au toaster à pain, aux téléviseurs, consoles de jeux et ordinateurs, consomment de l'électricité même « à l'arrêt ». Selon une estimation récente, cette « consommation en veille » s'élevait à six pour cent de la demande électrique courante d'un ménage européen moyen. Les consommateurs ne réalisent pas toujours que le coût électrique annuel d'un appareil bon marché peut dépasser son prix d'achat.

La directive de l'Union européenne (UE) sur l'éco-conception, également connue sous le nom Directive ErP applicable aux produits liés à l'énergie, est un bon exemple d'information publique aux participants d'un marché. Son objectif étant la durabilité des produits sur leur cycle de vie (et pas seulement en termes d'énergie), elle impose des étiquettes pour guider les consommateurs dans leurs achats et impose aussi des normes plus strictes d'efficacité énergétique sur les nouveautés.

L'Union européenne œuvre également en faveur de la réduction de la consommation énergétique dans le secteur du bâtiment. L'Allemagne fait évidemment partie de ce mouvement. L'ordonnance sur les économies d'énergie adoptée en 2002, a été renforcée en 2009, 2014 et 2016. Certaines maisons construites dès les années 1990 montrent déjà à quoi peut ressembler l'avenir : des maisons passives auxquelles on ajoute des toits solaires, deviennent des maisons à énergie positive.

L'UE exigera que toutes les maisons construites à partir de 2020 soient « proches des maisons zéro énergie », les maisons passives allemandes devenant ainsi la norme au sein de l'Europe.

Sans doute ces nouvelles lois seront utiles pour les nouvelles constructions. Cependant, l'Allemagne doit régler la situation des bâtiments existants. Le taux de rénovation du pays, c'est-à-dire le nombre de bâtiments rénovés par an, est trop faible avec environ un pour cent seulement et il faudrait que ce taux double, voire triple. En outre, les rénovations ne sont souvent pas satisfaisantes : souvent, les travaux d'isolation sont insuffisants et les techniques de construction ne répondent pas aux normes qui entreront en vigueur à l'avenir. En 2016, on prévoyait que l'Allemagne ne remplirait pas ses objectifs en termes d'efficacité énergétique d'ici 2020 en raison d'une trop faible diminution de la consommation en énergie primaire, due partiellement à des exportations records d'électricité.

Améliorer l'efficacité énergétique

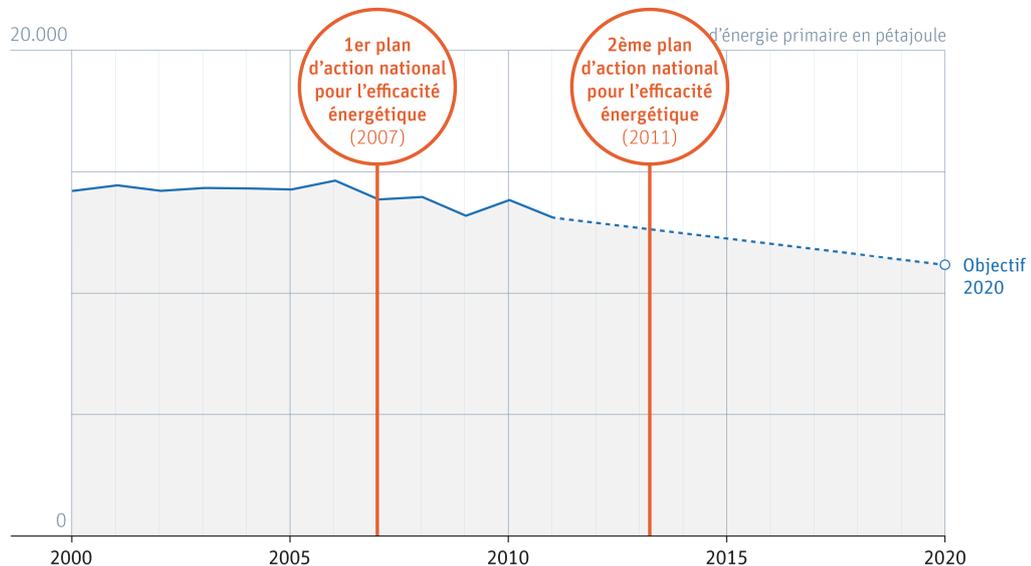
Un autre domaine où il reste beaucoup à faire est celui de l'efficacité dans le secteur de l'électricité. Des études ont révélé que la consommation énergétique annuelle des moteurs électriques utilisés dans l'industrie aurait pu être réduite d'environ 30 TWH jusqu'en 2020, ce qui aurait permis de se passer de l'énergie de plusieurs centrales électriques. Des systèmes d'éclairage efficaces et le passage à des systèmes plus performants que les radiateurs électriques offrent des potentiels d'économies similaires.

L'Allemagne s'est posée un objectif ambitieux : réduire sa consommation énergétique de 10 pour cent d'ici 2020 et de 25 pour cent d'ici 2050. En 2016 cependant, l'Allemagne ne remplissait pas les conditions pour atteindre ses objectifs en termes d'efficacité à l'horizon 2020.

Projet de l'Allemagne: faire baisser la demande énergétique

Demande d'énergie primaire en Allemagne, 2000-2020

Source : AGEB, BMWi



Energy Transition energytransition.org CC BY SA

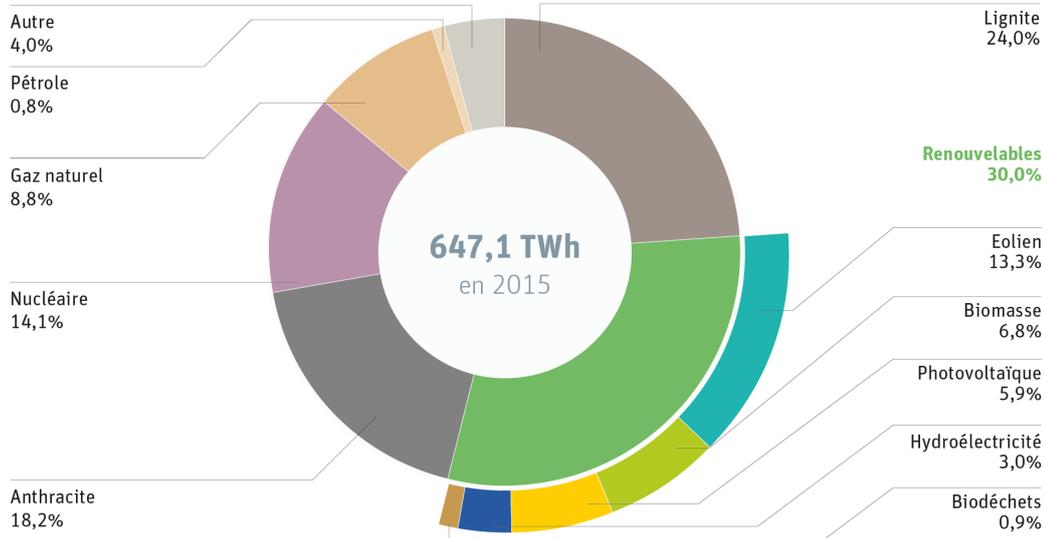
AGEB, BMWi

L'efficacité énergétique n'est malheureusement pas encore suffisamment encouragée. Les objectifs de l'UE pour les émissions de carbone (une réduction de 20 pour cent d'ici 2020 inférieur au niveau de 1990) et les énergies renouvelables (20 pour cent d'énergies renouvelables dans la consommation en 2020) sont contraignants, alors que celui qui concerne l'efficacité énergétique (une réduction de 20 pour cent de la consommation d'énergie primaire en 2020) ne l'est pas. Il existe une obligation de réduction des émissions de 40 pour cent d'ici 2030. L'objectif en termes d'énergies renouvelables pour cette année s'élève à 27 pour cent, mais elle n'est contraignante que pour l'UE dans son ensemble : il n'existe aucun objectif spécifique par pays. Enfin, l'objectif en termes d'efficacité est également de 27 pour cent, et il n'est pas contraignant.

L'Allemagne a atteint 30 pour cent d'électricité renouvelable en 2015

Mix de la production électrique brute

Source : AGEB



Energy Transition energytransition.org BY SA

AGEB

À la fin de l'année 2014, cette absence d'action politique en matière d'efficacité énergétique a été reconnue par le gouvernement allemand, ce qui a conduit à l'annonce d'un nouveau « Plan national d'action en matière d'efficacité énergétique » (PNAEE) en décembre 2014. Ce paquet contient plusieurs dizaines d'instruments pour favoriser l'efficacité énergétique, entres autres un meilleur financement de l'efficacité énergétique, un nouveau régime d'appel d'offres pour l'efficacité énergétique, l'amélioration de l'information et des activités de contrôle, à la fois à destination des entreprises que des ménages. Alors que ce paquet est en passe d'être mis en œuvre, l'instrument du régime de crédit d'impôts pour la rénovation des bâtiments n'a pas pu être adopté en raison de l'opposition farouche dans l'un des États fédéraux allemands. Au rythme actuel de notre consommation, notre énergie ne pourra pas provenir à 100 pour cent de sources renouvelables. L'efficacité énergétique n'est pas un luxe – elle est indispensable à la réussite de *l'Energiewende*.

En 2017, le gouvernement allemand adopte son 4e PNAEE encourageant les audits énergétiques. En 2015, ce marché représentait déjà près de 10 milliards d'euros. On estime que quelque 13 000 auditeurs énergétiques ont réalisé près de 375 000 audits cette année-là. Dans ces audits, des recommandations ont été faites aux usagers des bâtiments quant aux changements comportementaux et aux investissements à effectuer dans des équipements plus efficaces pour réaliser de plus grandes économies d'énergie.

Moins d'électricité à base de charbon

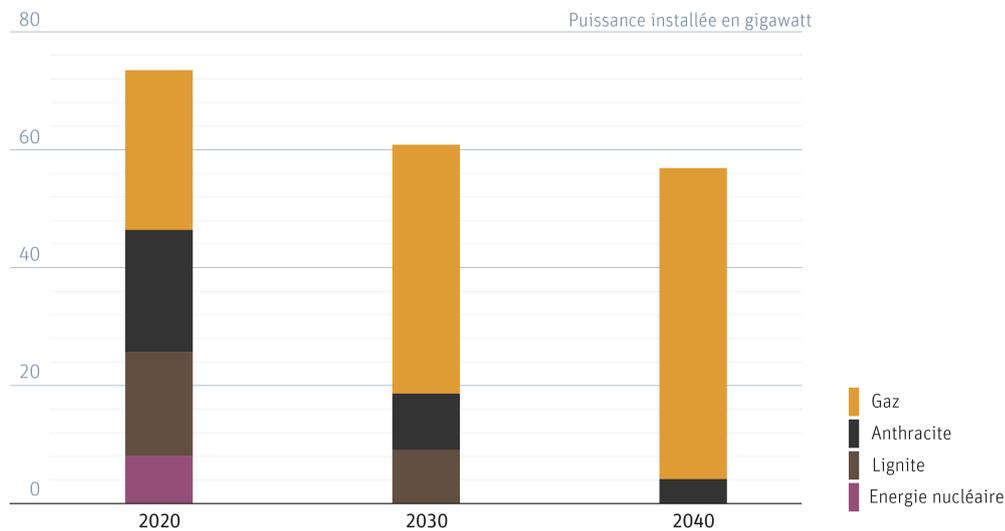
Si elle veut atteindre les objectifs climatiques qu'elle s'est fixée, l'Allemagne doit réduire sa production d'électricité à base de charbon. La consommation de charbon a fluctué, augmentant de 2011 à 2013, avant d'afficher en 2016 un recul d'un pour cent par rapport à 2010. L'Allemagne doit toutefois encore diminuer sa consommation si elle veut atteindre les objectifs de réduction des émissions de carbone qu'elle s'est fixée d'ici 2020.

Quand en 2011 l'Allemagne a décidé de fermer huit de ses dix-sept centrales nucléaires et de procéder à une fermeture progressive des autres d'ici 2022, l'on craignait que la production des centrales au charbon augmente afin de compenser la perte de l'énergie nucléaire. Cette conversion n'est pourtant pas l'objectif, car si l'Allemagne recourait davantage au charbon, elle ne pourrait atteindre ses objectifs climatiques. En brûlant du gaz naturel au lieu de la houille, les émissions de carbone diminuent environ de moitié. Le lignite, disponible en grandes quantités en Allemagne, émet trois fois plus de carbone que le gaz naturel. En outre, la production des centrales au charbon n'est pas aussi flexible que celle des turbines à gaz, ce qui rend ces dernières plus adaptées pour combler les écarts de la production variable d'énergie renouvelable.

Projet de l'Allemagne : réduire le rôle de l'énergie à base de charbon

Capacité totale de production d'électricité conventionnelle installée, en Allemagne, 2000-2050

Source : Fraunhofer IWES



Energy Transition

energytransition.org

CC BY SA

Fraunhofer IWES

Néanmoins, pour au moins trois raisons, la consommation d'électricité à base de charbon a provisoirement augmenté :

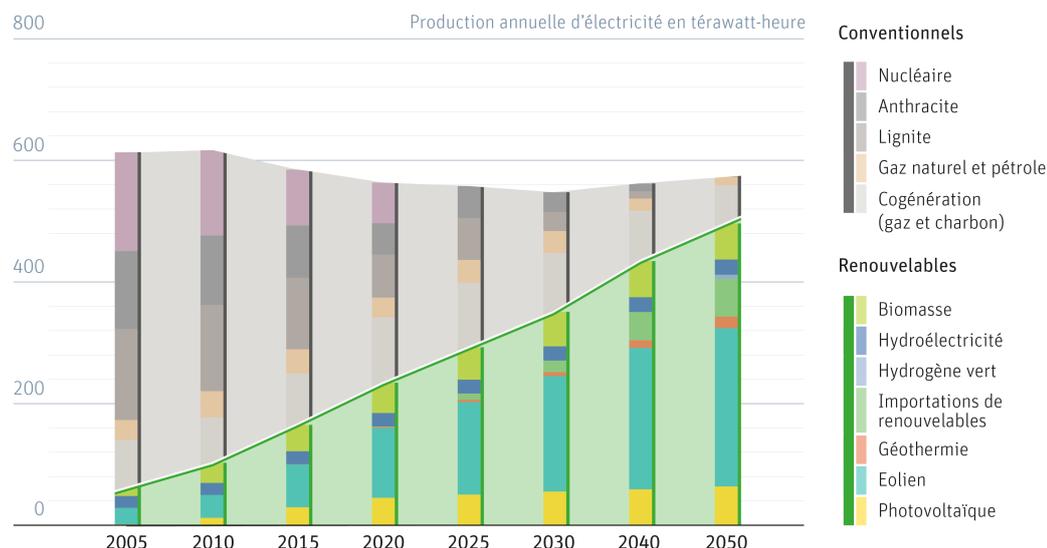
1. La décision de fermeture des huit centrales nucléaires a été subite et l'industrie n'a pas eu le temps de compenser la perte des capacités. Les fournisseurs d'énergie n'ont par conséquent pas eu d'autres choix que de se rabattre sur les centrales existantes ;
2. Le ralentissement économique au sein de l'UE a réduit la consommation d'énergie ce qui a entraîné indirectement une diminution des émissions de carbone et une baisse du prix du carbone ainsi que du charbon ; et
3. Actuellement, quelques nouvelles centrales à charbon, planifiées et construites plusieurs années avant la décision de sortir du nucléaire, ont été mises en fonction.

Projets de nouvelles centrales au charbon

Projet de l'Allemagne : passer du charbon et du nucléaire aux renouvelables

Production d'électricité en Allemagne 2005-2050, scénario

Source : DLR, Fraunhofer IWES



Energy Transition energytransition.org CC BY SA

DLR, Fraunhofer IWES

Il y a quelques années seulement, les projets des quatre plus grandes entreprises énergétiques allemandes envisageaient la construction de plus de 30 nouvelles centrales au charbon, mais il est probable que la dernière centrale à charbon a déjà été construite en Allemagne. Un certain nombre de projets ont été abandonnés pour différentes raisons, notamment en raison de fortes protestations locales et la difficulté d'obtention des droits sur l'eau ainsi qu'une réévaluation de la rentabilité en tenant compte de l'essor des énergies renouvelables. Par ailleurs, aucun nouveau projet de centrale au charbon n'a été proposé depuis la sortie du nucléaire de 2011, alors que plusieurs projets qui avaient déjà été planifiés, ont depuis été abandonnés.

Durant la phase de sortie progressive du nucléaire (prévue d'ici la fin de l'année 2022), la part du lignite dans le secteur énergétique restera probablement stable. Selon la rapidité avec laquelle la part de l'énergie renouvelable augmente, l'électricité produite à partir de la houille peut être, toutefois, significativement couverte par ces énergies, même au cours de la phase de sortie du nucléaire.

En 2015, on a pu observer un effort concerté visant à initier une sortie du charbon en Allemagne. Mais les syndicats ont organisé des manifestations, estimant qu'un tel projet mettait en péril quelque 100 000 emplois. Le projet ambitieux de fixer une limite aux émissions de carbone des centrales à charbon en service de plus de 20 ans a donc été bloqué sur le plan politique. En

revanche, une « réserve » a été créée pour les centrales à lignite dont 2,7 GW ont été retirés du marché. Cette capacité est susceptible d'être réactivée en cas de besoin. Pendant ce temps, ces centrales reçoivent une compensation spéciale pour avoir accepté de se mettre « en attente », c'est à dire disponible en cas de besoin.

Toutefois, des critiques s'élèvent pour dénoncer le fait que ces centrales ne sont absolument pas « disponibles ». Elles doivent en effet recevoir une notification dix jours avant d'accélérer la production. Et les experts affirment qu'on ne saurait en aucun cas prévoir dix jours à l'avance un goulet d'étranglement du réseau ou un déficit de production d'électricité. Cette politique ne consiste ainsi qu'à rétribuer les pollueurs.

Le débat sur le charbon se poursuit en Allemagne. En 2016, les leaders des syndicats ont donné des signes indiquant qu'ils commencent à accepter le caractère inéluctable de la sortie du charbon et à axer leur démarche sur l'obtention du meilleur accord pour les travailleurs. Une commission sur le charbon composée de décideurs locaux et nationaux, de syndicats, d'organisations professionnelles et de dirigeants de collectivités a été mise en place pour examiner la question de la sortie du charbon après les élections législatives de septembre 2017. Le véritable défi consiste à déterminer comment la filière industrielle du charbon peut trouver un nouvel élan et de nouvelles opportunités économiques lorsque les mines et les centrales de charbon auront fermé.

Par ailleurs, en 2023, l'énergie produite à partir du charbon ne sera plus protégée de la croissance des énergies renouvelables. En 2015, le gouvernement allemand a proposé un mécanisme visant à limiter les émissions de ses vieilles centrales à charbon. Ce tournant a été interprété comme le début d'une "sortie du charbon" - mais l'expression est sans doute légèrement trompeuse : il n'existe pas encore de stratégie politique pour une sortie totale du charbon. Quoiqu'il en soit, avec ou sans cette décision politique, la part de l'électricité produite à partir du charbon devrait diminuer drastiquement à partir de 2023.

La capture et stockage du carbone n'est pas une option pour l'électricité à base de charbon

Au cours des dix dernières années, on a beaucoup parlé dans le monde entier de la capture et stockage du carbone (CSC), une technologie appelée à tort par ses partisans « charbon propre ». Cette technologie capture essentiellement les polluants et le dioxyde de carbone pour les stocker séparément. La CSC est une option alternative de réduction d'émissions de gaz à effet de serre, dans des procédés industriels comme la production de ciment où il est extrêmement difficile de réduire les émissions. Toutefois, en ce qui concerne les centrales électriques, les experts en énergie s'accordent à dire que la CSC est peu attrayante, car elle en réduit considérablement l'efficacité et entraîne donc une hausse considérable des coûts de carburant.

Les investissements en CSC se révèlent en outre prohibitifs. L'Allemagne a créé la première installation d'essai (conçue par Siemens) en 2006 à [Schwarze Pumpe](#), une centrale au charbon gérée par la société suédoise Vattenfall à l'époque. Vattenfall annonçait fin 2011 l'abandon de son projet d'une deuxième centrale de démonstration de 300 mégawatts, dix fois la taille de l'installation pilote de Schwarze Pumpe, et par là même le financement prévu par l'UE pour la première centrale CSC de grande taille. Vattenfall a déclaré n'être plus en mesure de faire avancer ses projets et d'en accepter le risque en raison du refus des Länder allemands qui possédaient le potentiel de stockage approprié.

En général, la technologie n'enthousiasme pas les écologistes non plus, le stockage des polluants et du CO2 engendrant de nouveaux problèmes pour les générations futures qui devront veiller à l'étanchéité de ces installations de stockage. Les administrations locales ne souhaitant pas d'entrepôts de dioxyde de carbone à proximité, la coalition d'Angela Merkel – qui soutient le CSC – est arrivée à un compromis avec les Länder en 2012. Ils ont aujourd'hui la possibilité de s'opposer à des projets de construction de dépôts de dioxyde de carbone, ce qui rend les projets très peu praticables. L'accord précise également que la responsabilité des Länder, et donc des contribuables, ne sera engagée qu'après les 40 premières années d'exploitation au cours desquelles la responsabilité incombe à l'entreprise.

L'ancien ministre allemand de l'Énergie, M. Peter Altmaier abandonnait, en juillet 2012, l'idée de la CSC en Allemagne: « Nous devons être réalistes. Nous ne pouvons pas stocker le dioxyde de carbone dans le sol contre la volonté de la population. Et je constate que la technologie de CSC, avec des centrales de houille et de lignite, n'a reçu l'approbation politique d'aucun Land allemand ».

L'énergie éolienne

Au début des années 1990, l'Allemagne entamait sa transition vers les énergies renouvelables principalement avec l'énergie éolienne. Aujourd'hui, l'éolien terrestre représente la source la moins chère des nouvelles énergies renouvelables et elle représentait environ 12 pour cent de la production énergétique du pays en 2016. Plus encore, l'éolien est géré en grande partie par des moyennes entreprises, des coopératives et des petits investisseurs. Ces deux aspects sont différents dans le nouveau secteur de l'éolien offshore. Lors du premier tour des enchères pour l'éolien terrestre, 96 pour cent du volume a été alloué à des projets qui répondaient à la définition juridique des « projets citoyens ».

En 2016, environ 12 pour cent de l'électricité allemande provenait de turbines éoliennes, dont la quasi-totalité étaient des éoliennes terrestres. L'Allemagne compte tripler la part de l'énergie éolienne (terrestre et offshore) d'ici 2020. Le secteur offshore en plein essor diffère fortement de l'éolien terrestre traditionnel : alors que le second se compose surtout d'entreprises de taille moyenne et de nombreux projets aux mains de municipalités et de petits investisseurs, le premier est presque entièrement la propriété de grandes entreprises et de grands fournisseurs, dont un grand nombre s'opposait initialement à la transition énergétique. Le secteur traditionnel terrestre défend donc l'augmentation de la capacité des anciens parcs éoliens terrestres. La technologie des turbines ayant fait de grands progrès depuis les années 1990, un plus petit nombre d'éoliennes est suffisant pour augmenter la capacité de production. Près de 15 pour cent des nouvelles turbines installées en 2016 sont venues remplacer les anciennes. Depuis 2014, la production de l'éolien offshore a quasiment été multipliée par neuf pour passer de 1,4 TWh à 12,4 TWh.

Des turbines éoliennes 50 fois plus puissantes aujourd'hui qu'il y a 20 ans

Evolution des turbines en taille et en puissance, 1990-2016

Source : DEWI



Energy Transition energytransition.org

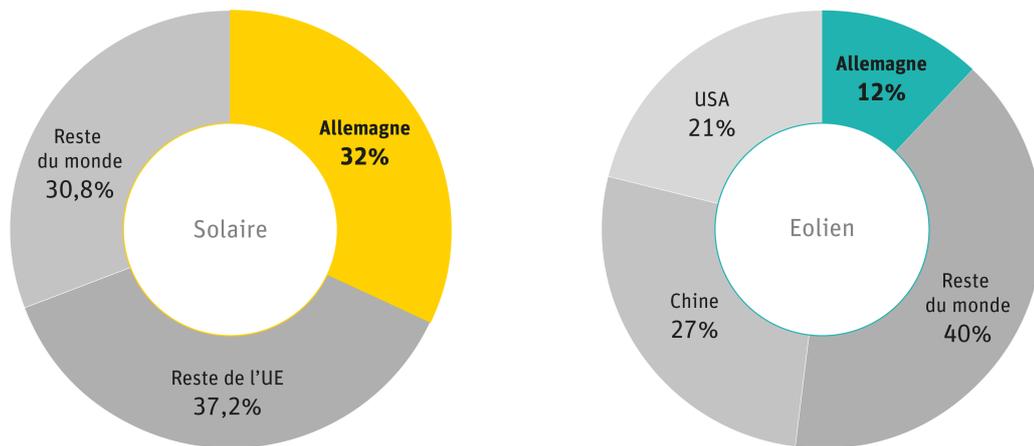
DEWI

La question de la revalorisation (repowering) est importante en Allemagne. En effet, le secteur de l'éolien y fonctionne depuis deux décennies : les premiers parcs éoliens qui ont bénéficié des tarifs de rachat sont en fin de vie et ceux encore en service n'utilisent pas l'espace à disposition de manière aussi efficace que les nouvelles turbines. De plus, la production d'une turbine de puissance moyenne installée aujourd'hui est environ dix fois supérieure à celle d'une turbine moyenne fabriquée au milieu des années 1990. En d'autres termes, le remplacement des vieilles par des nouvelles turbines à travers la revalorisation (repowering) permet de produire de plus grandes quantités d'énergie éolienne tout en réduisant l'impact visuel des parcs éoliens. Les turbines de 2016, par exemple, avaient une capacité nominale environ deux fois supérieure à celles installées en 2010, et largement plus élevée que celles datant du milieu des années 1990.

L'Allemagne est un leader mondial dans l'éolien et le solaire

Capacité d'exploitation de l'éolien et du solaire, l'Allemagne et le reste du monde, 2012

Source : REN21



Energy Transition energytransition.org

REN21

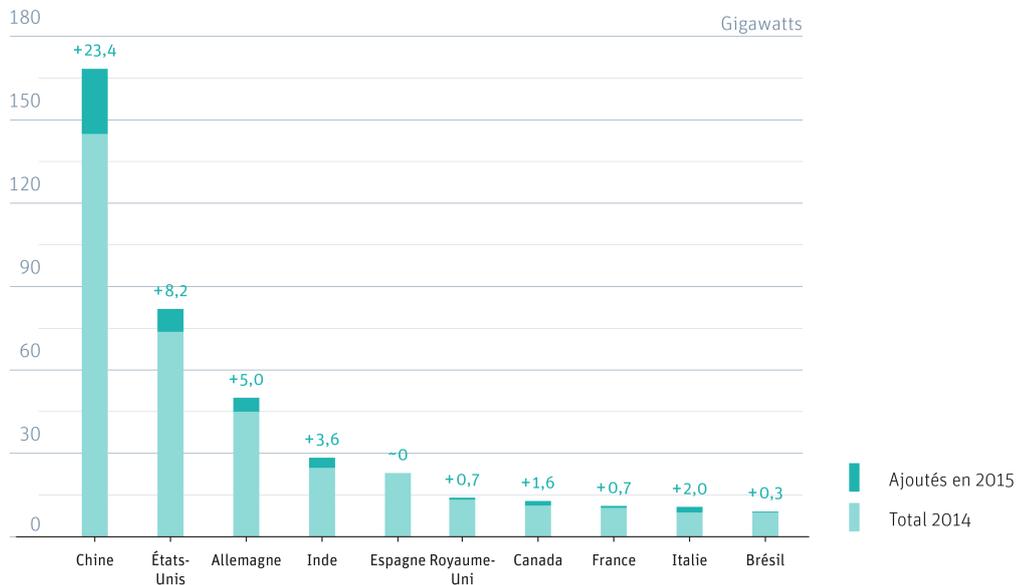
L'Allemagne ne manque pas de projets pour l'éolien offshore : le gouvernement vise l'installation dans les eaux allemandes de 6,5 gigawatts pour 2020, et 15 GW d'ici 2030. 2015 a été une année record pour l'éolien offshore en Allemagne, avec quelques 2,2 GW nouvellement installés, portant ainsi le total à 3,3 GW. Le premier parc éolien offshore allemand – le parc expérimental Alpha Ventus – a été raccordé au réseau en 2010, suivi en 2011 par Bard 1 et Baltic 1, les premières fermes éoliennes commerciales. Des permis ont déjà été accordés pour 20 parcs éoliens offshore supplémentaires dans la zone économique exclusive de l'Allemagne en mer du Nord, ainsi que de trois autres dans la mer Baltique. En 2016, 818 MW de capacité éolienne offshore ont été ajoutés.

Les parcs éoliens en mer sont censés fournir de l'énergie de manière plus fiable, le vent en pleine mer étant plus constant. Des enchères récentes ont généré des prix pour l'éolien offshore conformes à des prix de gros attendus plutôt à l'horizon 2025. L'électricité éolienne offshore coûte néanmoins entre deux à trois fois plus cher que son équivalent terrestre. Le secteur éolien allemand est par ailleurs quelque peu divisé sur l'énergie éolienne en mer, ces projets étant aux mains de grandes entreprises, alors que l'éolien terrestre en Allemagne est principalement la propriété des citoyens. Le soutien du gouvernement Merkel à l'éolien offshore est donc parfois interprété comme une incitation s'adressant spécialement aux importantes compagnies d'électricité allemandes directement touchées par la fermeture des centrales nucléaires. Fin 2016, l'Allemagne avait une capacité éolienne offshore à peine supérieure à 4,1 gigawatts.

L'Allemagne est numéro un dans le secteur éolien

Classement des 10 premiers pays pour la puissance éolienne totale installée, 2016

Source : REN21



Energy Transition

energytransition.org

CC BY SA

REN21

Renforcer l'acceptation de l'éolien terrestre

Le secteur éolien allemand est traditionnellement composé de projets appartenant à des collectivités se développant « naturellement ». Les projets démarrent avec un nombre plutôt restreint de turbines et lorsque la communauté locale prend conscience du bénéfice qu'elles procurent aux investisseurs, l'implication de cette dernière prend de l'importance et les parcs s'agrandissent. Lors du premier tour d'enchères pour l'éolien terrestre qui a eu lieu en 2017, des conditions spécifiques ont été fixées pour les offres répondant à la définition de « projets citoyens ». Plus particulièrement, l'évaluation de l'impact environnemental n'était pas obligatoire au moment de la soumission de l'offre, et ces « projets citoyens » étaient admissibles au meilleur prix gagnant, peu importe le prix auquel l'offre était réellement faite. Résultat : plus de 96 pour cent du premier tour d'enchères a été remporté par ces projets spécifiques. Même les représentants des Verts considèrent que cette proportion est trop élevée, il y a donc de grandes chances que les futures enchères soient remaniées pour permettre aux entreprises soumissionnaires d'avoir également une part du gâteau. Les premiers rapports établis soulignent également que de nombreux acteurs commerciaux ont déjà déjoué le système pour présenter leur offre à titre de « projet citoyen » en faisant passer leurs propres employés pour des citoyens, investisseurs indépendants.

Le nombre de turbines augmente et la population est rassurée quant aux effets sonores souvent à la base des préoccupations. Au niveau international, les inquiétudes concernant l'impact des éoliennes sur la santé sont plus fréquentes dans les zones où il existe peu de turbines. Les effets

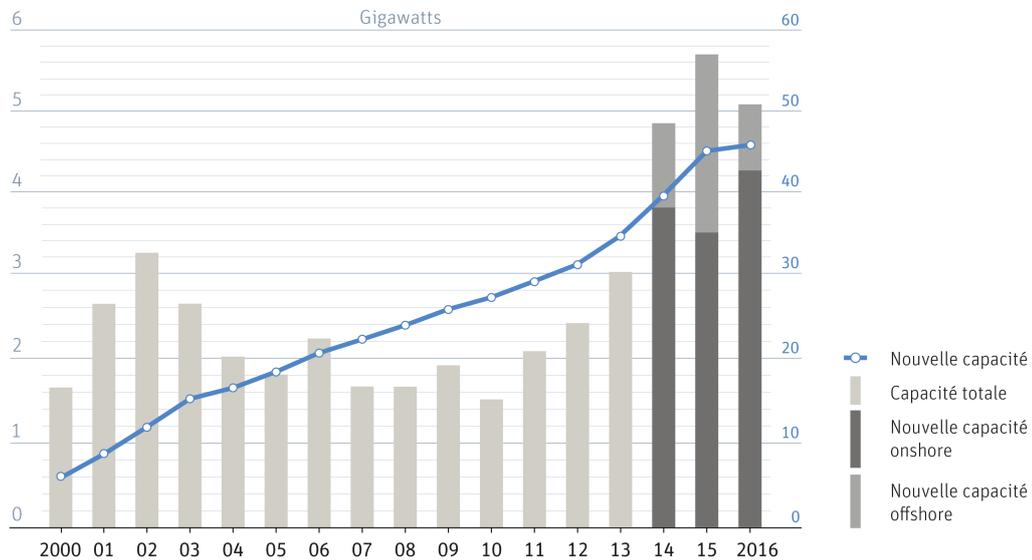
sur la santé sont moins un problème en Allemagne et au Danemark, les deux pays qui ont la plus grande densité de turbines éoliennes. Au contraire, la population réalise qu'avec le remplacement d'une électricité sale (charbon) ou potentiellement dangereuse (nucléaire) par une énergie propre (l'éolien), les effets sur la santé deviennent positifs. Enfin, plus il y a de fermes éoliennes et plus les gens s'habituent à leur « impact visuel », les citoyens se rendent compte que les turbines ne sont pas plus intrusives que les pylônes électriques, les bâtiments ou les routes, et qu'elles sont moins bruyantes que les voitures.

Grâce aux progrès techniques de ces dernières années, l'utilisation de l'énergie éolienne est aussi devenue plus attrayante dans les régions de l'arrière-pays. Au sud de l'Allemagne, et en particulier dans le Land de Bade-Wurtemberg, qui dispose encore de très peu d'éoliennes, les obstacles à la planification ont été supprimés pour faciliter leur installation sur les collines et dans les forêts. Les nouvelles turbines doivent toutefois remplir des critères écologiques stricts. Le Land de Bade-Wurtemberg, qui est pour la première fois gouverné par les Verts, prévoit d'augmenter significativement sa capacité annuelle avec les nouvelles installations pour atteindre dix pour cent d'électricité éolienne dans le secteur de l'électricité d'ici 2020. Le Bade-Wurtemberg est l'un des Länder les plus performants du pays d'un point de vue économique.

En Allemagne, l'énergie éolienne connaît une croissance régulière

Capacité éolienne cumulative et nouvellement installée en Allemagne, 2000-2016

Source : DEWI



Energy Transition energytransition.org CC BY 5.0

En 2002, avec l'installation supplémentaire d'environ 3,2 gigawatts, le secteur de l'éolien en Allemagne a atteint un pic. Le marché s'est stabilisé à environ 2 gigawatts de capacité annuelle supplémentaire par an pendant une décennie, ce qui équivaut à 2,5 pour cent de la demande maximale (environ 80 gigawatts).

DEWI

Le secteur de l'éolien terrestre a été une véritable success story en 2016 : une capacité de 4,3 gigawatts a été ajoutée après une puissance record de 4,4 gigawatts en 2014, dont environ un quart a servi à remplacer les anciennes turbines ayant été mises à l'arrêt. L'année 2015 a vu l'installation de 3,5 gigawatts supplémentaire. Les experts du marché pensent que les planificateurs ont accéléré les constructions, avant que le pays ne passe du système des tarifs de rachat à celui des appels d'offres en 2017. Par ailleurs, plusieurs Länder améliorent les conditions offertes à l'éolien terrestre en supprimant certains obstacles à l'installation d'éoliennes.

Biomasse

Capable de fournir de la chaleur, de l'électricité et du carburant, la biomasse est l'énergie renouvelable la plus polyvalente. Il n'y a rien d'étonnant à s'attendre à ce que la biomasse représente près des deux tiers de la consommation allemande de renouvelables en 2020. La biomasse n'est non seulement une source d'énergie, elle fournit également des engrais et des matériaux de production comme du bois et des carburants. Par conséquent, la biomasse est fortement demandée dans de nombreux secteurs concurrents. Le potentiel de la biomasse durable reste malheureusement limité. La politique allemande met donc surtout l'accent sur la promotion de l'utilisation des résidus et des déchets.

La biomasse est, à plusieurs titres, une source d'énergie renouvelable particulière. Tout d'abord, elle fournit directement trois vecteurs énergétiques : l'électricité, la chaleur et le carburant (liquides, solides et gaz). Ensuite, elle est facile à stocker et à distribuer, c'est-à-dire lorsque le soleil ou le vent font défaut, la production des générateurs alimentés en biomasse peut être augmentée selon les besoins. Enfin, elle exige une gestion rigoureuse pour assurer la durabilité, ce qui peut entraver son exploit. Quel que soit le nombre de panneaux solaires installés, le processus de transformation de l'énergie solaire ne sera pas accéléré. De la même manière, le nombre d'éoliennes n'impactera pas la vitesse du vent sur la terre. Il en est autrement pour la biomasse. Il faut ainsi veiller à ce que son utilisation ne conduise à l'épuisement des ressources ou à ce que les monocultures ne réduisent la biodiversité. Il est par ailleurs important que la satisfaction des besoins énergétiques des pays riches ne se fasse au détriment des besoins alimentaires des pays pauvres.

Capable de couvrir un grand éventail de services énergétiques, la part de la biomasse dans l'approvisionnement énergétique mondial est beaucoup plus importante que celle de l'hydroélectricité ou du nucléaire (qui ne fournissent que de l'électricité). Sa part est même plus importante que toutes les autres sources d'énergies renouvelables combinées. Selon le réseau Ren 21, la biomasse traditionnelle pour la plupart, a couvert plus de 14 pour cent de la demande mondiale d'énergie en 2014, alors que la part de l'énergie nucléaire tombait à 2,5 pour cent.

La biomasse en Allemagne

Aujourd'hui, l'on entend le plus souvent par biomasse la production d'éthanol à partir de maïs, celle du biodiesel à partir du colza, du biogaz à partir de déchets organiques et de maïs, des granulés de bois fabriqués à partir de sciure, etc. – par opposition au bois, fumier, etc.

La bioénergie provient généralement de deux sources: la foresterie et l'agriculture. L'Allemagne est le plus grand producteur de bois de l'UE, et le bois est de loin la plus grande source de bioénergie du pays. Environ 40 pour cent de la production allemande de bois est utilisée comme source d'énergie, le reste comme matériau. L'Allemagne est aussi un leader sur le marché du biogaz : au début de l'année 2015, près des deux tiers des centrales à biogaz en Europe y étaient installées.

En 2016, près de 2,7 millions d'hectares de terres arables servaient déjà aux cultures énergétiques en Allemagne. Cette zone équivaut à 16 pour cent des 16,7 millions d'hectares de terres agricoles que compte l'Allemagne. Le plafond pour la bioénergie se situe à 4 millions d'hectares à l'horizon 2020 qui, selon des études peut être atteint à deux conditions : que la population diminue dans les prochaines décennies et qu'il y ait une hausse du rendement à l'hectare dans le secteur agricole. La population allemande devrait chuter pour passer d'un peu plus de 80 millions d'habitants en 2016 à moins de 70 millions d'ici 2050. Les organisations environnementales attirent toutefois l'attention sur les impacts des cultures énergétiques sur l'environnement. Par exemple, la hausse importante de la culture du maïs destinée à la production d'énergie (et les problèmes liés à la monoculture de maïs) va souvent de pair avec le labourage des prairies de grande valeur environnementale. Les cultures énergétiques peuvent aussi avoir des effets négatifs sur la qualité des eaux souterraines et l'érosion du sol. Pour empêcher que ces effets ne se produisent, la loi allemande sur les énergies renouvelables (EEG) – la principale loi sur laquelle repose l'Energiewende – limite la quantité de maïs et de céréales qui peuvent prétendre à une indemnité spéciale. La loi prévoit par ailleurs un ensemble de mesures incitatives visant à encourager l'utilisation accrue de substrats moins polluants pour l'environnement, comme les matériaux issus des activités liées à la gestion du paysage et les résidus.

L'énergie renouvelable représentait environ 13,5 pour cent de la consommation d'énergie totale en 2016 dont environ 37 pour cent de biomasse dans le secteur du chauffage ainsi que 10 pour cent de biocarburant et huit pour cent de biogaz dans le secteur de l'électricité. Au total, la bioénergie représentait 57 pour cent du total de l'énergie renouvelable produite en Allemagne en 2015, soit l'équivalent de 7 pour cent de la consommation d'énergie primaire.

Le potentiel de la bioénergie domestique durable en Allemagne semble être limité à environ 10 pour cent de l'approvisionnement énergétique global, lorsqu'on considère les niveaux actuels de consommation. Une réduction de la consommation permettrait en revanche d'augmenter ces proportions.

Aujourd'hui, l'Allemagne utilise principalement de la biomasse d'origine nationale. Le défi à relever consistera à augmenter l'utilisation de la biomasse pour la production d'énergie sans entraîner pour autant une hausse considérable des importations. Les Allemands sont en effet déjà préoccupés par le défrichement des forêts tropicales en faveur des plantations de palmiers à huile et par les conflits qui existent entre la production à usage énergétique et la production alimentaire dans les pays en développement. Dans ce contexte, le ministère allemand de l'Environnement a déclaré « l'expansion de la production de biomasse à des fins énergétiques [ne doit pas entrer en conflit] avec la sécurité alimentaire, le droit à l'alimentation et la protection de l'environnement et de la nature ». A côté de la Directive européenne sur les énergies renouvelables, les biocarburants et autres vecteurs de bioénergie liquide doivent répondre à des critères solides de durabilité afin de contribuer aux objectifs de quotas et de pouvoir être éligibles aux primes énumérées dans l'Ordonnance relative aux critères de durabilité de la biomasse. Il n'est pourtant pas clair si des critères stricts peuvent être un moyen pour empêcher que l'utilisation énergétique de la biomasse n'entraîne une hausse des prix alimentaires à travers le monde.

A l'avenir, l'utilisation de la biomasse est particulièrement importante dans trois domaines. La biomasse peut servir de carburant dans celui du transport aérien et des véhicules utilitaires lourds (domaines dans lesquels la mobilité électrique ou d'autres solutions techniques ne sont pas encore disponibles). Elle peut fournir de la chaleur dans les processus industriels de chauffage qui

nécessitent de hautes température et peut agir comme agent de cogénération, puisque les centrales de cogénération qui transforment la biomasse en électricité et en chaleur sont plus efficaces et produisent moins de gaz à effet de serre.

En Allemagne, le biogaz et en particulier l'hydrogène, apparaissent comme un moyen essentiel de stocker l'énergie de manière saisonnière pour fournir suffisamment d'électricité lors des sombres soirées d'hiver, c'est-à-dire pendant les périodes où la consommation d'énergie est à son comble et que l'énergie solaire est indisponible. Toutefois, le gouvernement allemand a imposé une limite de 100 MW de nouvelles centrales à biogaz par an en août 2014, en partie en raison d'inquiétudes concernant les impacts environnementaux, mais aussi et surtout pour maîtriser les coûts. Cette limite de 100 MW est à peu près maintenue dans les amendements à la loi adoptés en 2017. Entre 150 et 200 MW de centrales à biomasse feront l'objet d'une offre lors des futures soumissions.

Photovoltaïque (PV)

L'engagement de l'Allemagne en faveur de l'énergie photovoltaïque, technologie autrefois coûteuse, a été très critiqué cette dernière décennie. Mais aujourd'hui, le PV est moins cher que l'éolien offshore, il rivalise avec la biomasse, et devrait aussi rivaliser avec l'énergie éolienne terrestre dans un avenir proche. L'Allemagne a contribué à réduire le coût de l'énergie solaire dans le monde entier. Le défi aujourd'hui est l'intégration de grandes quantités d'énergie solaire dans l'approvisionnement du pays.

Le photovoltaïque est le terme utilisé pour les panneaux solaires qui produisent de l'électricité. Le solaire thermique produit de la chaleur, comme de l'eau chaude ou du chauffage. On l'utilise aussi pour produire de l'électricité grâce à une technologie appelée l'énergie solaire concentrée (CSP), même si celle-ci se prête mieux à des implantations dans les déserts qu'en Allemagne.

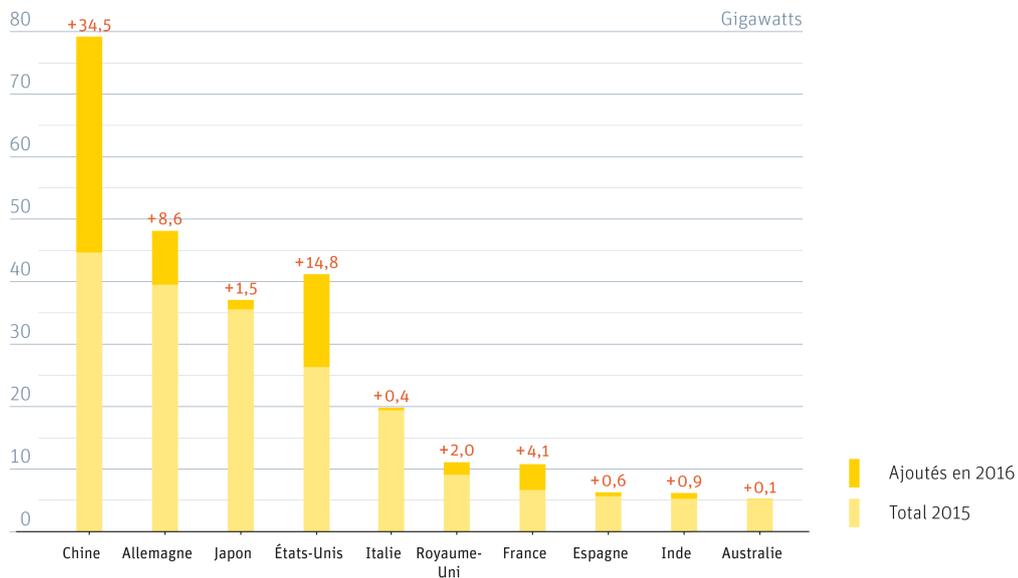
L'Allemagne, qui n'est pas particulièrement réputée pour son ensoleillement, a cependant développé l'un des marchés du solaire photovoltaïque les plus importants au monde. Le prix du photovoltaïque a chuté plus que n'importe quelle autre énergie renouvelable au cours de ces deux dernières décennies. Selon les experts il devrait, dans le courant de la prochaine décennie, être en mesure de concurrencer l'énergie à base de charbon. Pendant les journées ensoleillées, quand la consommation énergétique est faible, le solaire est ainsi capable de couvrir 50 pour cent de la demande énergétique allemande pendant quelques heures. Au mois de juillet 2015, la production d'électricité photovoltaïque a dépassé pour la première fois la production d'électricité nucléaire. L'exemple allemand illustre également la nécessité de repenser les marchés de l'électricité pour mieux intégrer l'énergie solaire. Le solaire tire en effet les prix de gros vers le bas, ce qui affecte la rentabilité des centrales électriques de sauvegarde.

Quand ils entendent le mot « solaire », la plupart des gens pensent au photovoltaïque. Longtemps considéré comme la plus coûteuse des énergies renouvelables exploitée majoritairement de façon commerciale, le photovoltaïque dont les prix ont chuté au cours des dernières années (environ 70 pour cent entre 2008 et 2015) est aujourd'hui moins cher que l'énergie solaire concentrée.

L'Allemagne est numéro un dans le secteur solaire

Classement des 10 premiers pays pour la puissance solaire totale installée, 2016

Source : REN21, BNetzA



Energy Transition

energytransition.org

CC BY SA

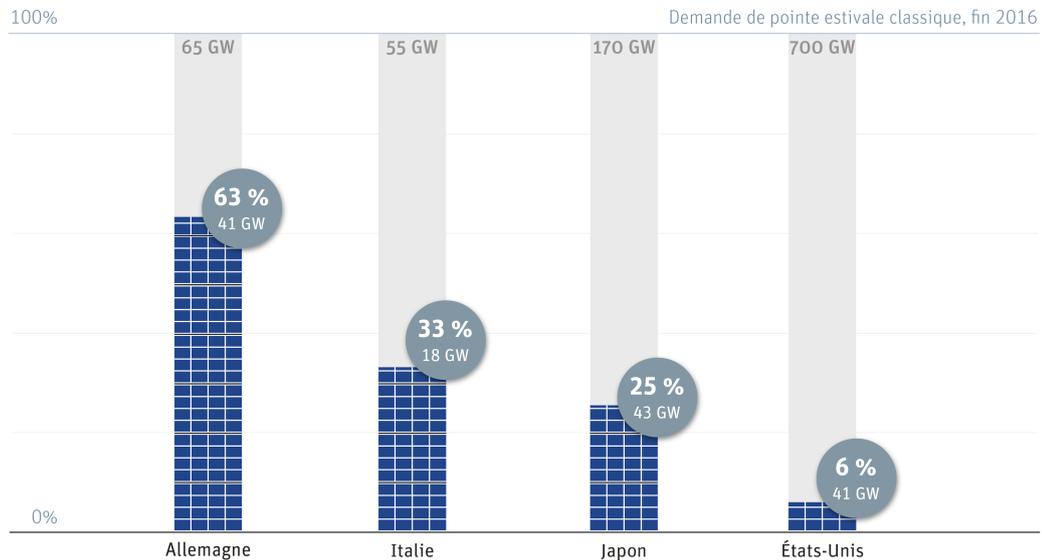
REN21, BNetzA

En termes absolus, l'Allemagne est le pays qui à l'exception de la Chine, possède le plus de photovoltaïque installé (à peu près 39 gigawatts à la fin de l'année 2015). Un élément témoigne de manière encore plus évidente de l'importance du photovoltaïque : le niveau de la production d'énergie solaire lors des après-midi d'été. La demande énergétique y est certes plus faible qu'en hiver. En été, les Allemands ont rarement besoin de climatisation, alors que le chauffage, l'éclairage, etc., exigent beaucoup d'électricité en hiver. Le 30 avril 2017, la production solaire allemande a atteint un pic historique de 27,6 gigawatts, parvenant ainsi au tiers de la demande énergétique totale, alors que l'énergie solaire ne représente qu'environ un sixième de la demande d'énergie quotidienne dans son ensemble.

La capacité PV installée représente la moitié de la demande énergétique

Le PV installé en Allemagne est plus grand en termes absolus (41 GW) et relatifs (63 % de demande de pointe)

Source : REN 21, et nos propres calculs



Energy Transition energytransition.org CC BY 5.0

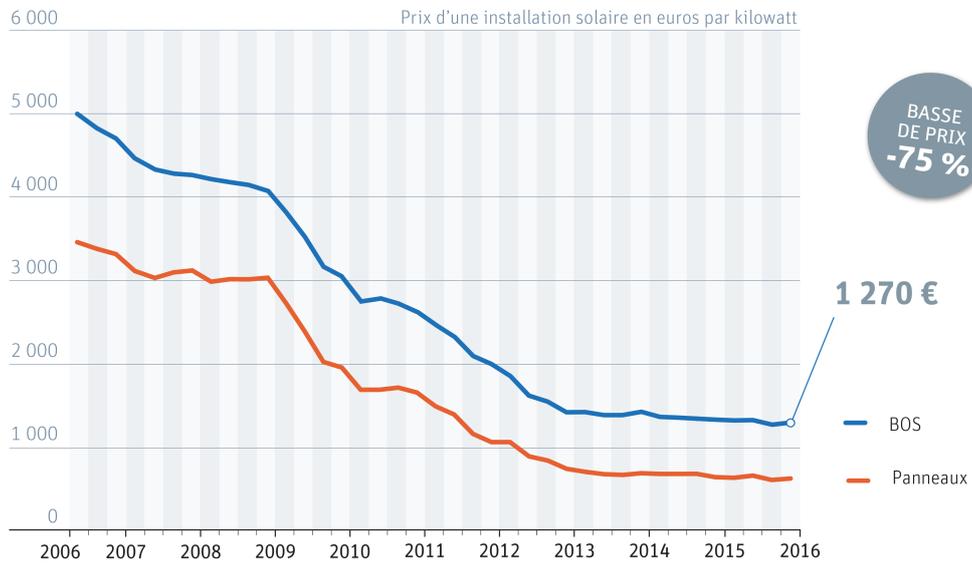
REN 21, et nos propres calculs

Pendant des années, les partisans du photovoltaïque ont mis en évidence le fait que la production d'énergie solaire coïncide avec la demande de pointe du midi. Ainsi, le photovoltaïque relativement coûteux, peut compenser les coûts encore plus élevés des générateurs utilisés pour répondre à ce pic. Le PV est toujours un excellent moyen de répondre à la demande de pointe – partout sauf en Allemagne, parce que la capacité voltaïque installée est si importante que la question de comment satisfaire la demande aux heures de pointe ne se pose plus. Aujourd'hui, le photovoltaïque compense une grande partie de la charge moyenne durant l'été ainsi qu'une petite partie de la production de la charge de base.

Diminution de 74 pour cent du prix de l'énergie solaire en Allemagne depuis 2006

Prix moyens pour le client final de systèmes de toits solaires allant jusqu'à 100 kilowatts-crête

Source : EUPD Research, BSW-Solar



Energy Transition

energytransition.org

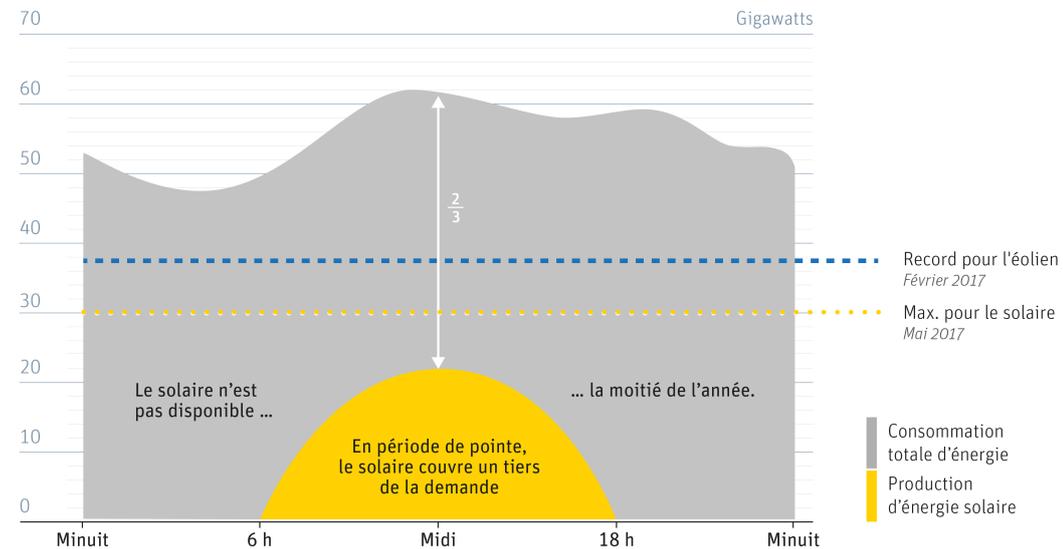
CC BY SA

EUPD Research and BSW-Solar

Le solaire photovoltaïque couvre déjà un tiers de la demande énergétique

Demande d'électricité et production d'électricité solaire en Allemagne, estimation basée sur les données actualisées du mois de février 2016

Source : Fraunhofer ISE, EEX



Energy Transition energytransition.org

Fraunhofer ISE, EEX

Toute cette énergie solaire a fortement affecté les profits des propriétaires des centrales électriques conventionnelles, lesquelles ne sont plus en mesure de fonctionner à plein rendement. Qui plus est, ils ne peuvent pas non plus vendre à des prix concurrentiels étant donné que le photovoltaïque satisfait la demande de pointe à midi. La situation a évolué tellement vite que les hommes et femmes politiques cherchent aujourd'hui à repenser le marché de l'énergie allemand afin de garantir une capacité de production suffisante disponible et distribuable pendant ces heures d'hiver, c'est-à-dire au moment où la demande énergétique connaît son pic absolu annuel (80 gigawatts environ). Il se trouve que c'est également le moment où aucune énergie solaire n'est disponible. Dans ce contexte, l'Allemagne permet d'avoir une vision de l'avenir du système énergétique basé sur les énergies renouvelables.

Lors du jour le plus court de l'année en 2016, les installations photovoltaïques en Allemagne sont parvenues à produire une capacité photovoltaïque d'environ 7 gigawatts pendant deux heures pour compenser la pointe de la demande énergétique, soit autant d'énergie que cinq réacteurs nucléaires de grande taille.

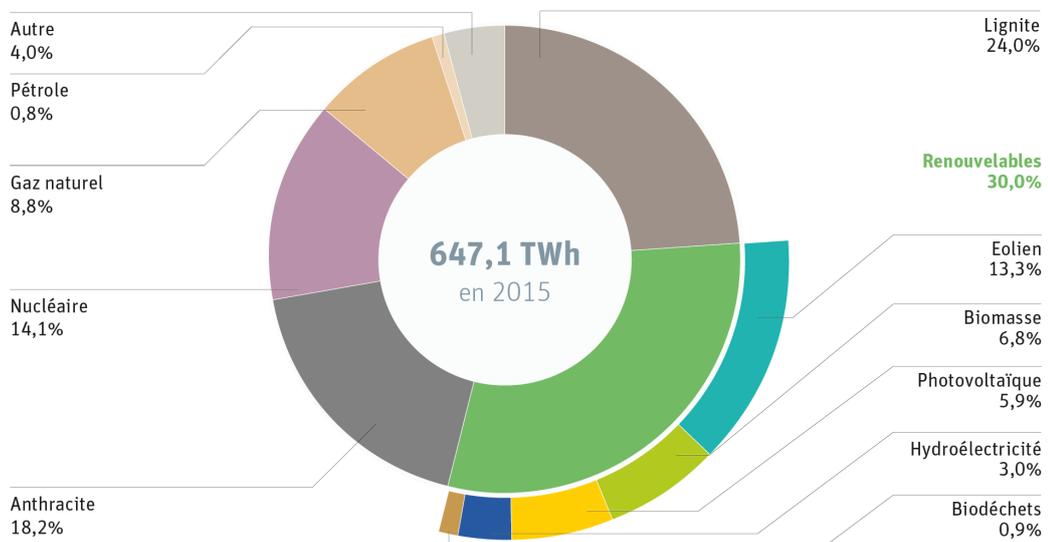
Autres énergies renouvelables

Dans les autres types d'énergies renouvelables, on trouve les énergies solaires thermique et géothermique qui sont utilisées indifféremment pour produire de l'électricité et fournir de la chaleur. Même si, comme c'est le cas pour l'Islande et les États-Unis par exemple, l'Allemagne ne possède pas un grand potentiel géothermique, certains de ses usages restent toutefois intéressants. Si la chaleur solaire n'a pas connu le même succès que l'électricité solaire, c'est surtout parce que le coût des capteurs n'a pas été réduit de manière drastique ces dix dernières années, principalement en raison des coûts élevés d'installation.

L'Allemagne a atteint 30 pour cent d'électricité renouvelable en 2015

Mix de la production électrique brute

Source : AGEB



AGEB

L'Allemagne possède aussi des ressources géothermiques, notamment la chaleur du sous-sol. La mise en service de la première centrale électrique géothermique allemande, en 2003, n'a pas engendré de nombreux projets par la suite.

L'activité micro-sismique, le bruit et les incidences sur les eaux souterraines restent des préoccupations dans l'opinion publique. Il est donc essentiel de veiller à l'implication de la population dès le début des projets, de réfléchir attentivement à l'implantation des centrales et d'utiliser les meilleures technologies d'exploration et d'exploitation pour minimiser les risques et consolider l'acceptation du public. Le potentiel géothermique de l'Europe de l'OCDE (l'Allemagne incluse) reste toutefois, par rapport à l'Amérique du Nord et à l'Asie, sensiblement plus petit et limité à certaines régions attractives où de bons rendements énergétiques à hautes températures peuvent être atteints. Il est prévu que la croissance de la production d'électricité géothermique soit nettement plus lente que celle de l'éolien et le solaire.

Énergie hydraulique

À l'origine, les tarifs de rachat ont été mis en place en 1991 pour aider avant tout les petits équipements hydroélectriques existants à demeurer rentables. De nouveaux systèmes ont été construits ces 25 dernières années, mais le potentiel de l'hydroélectricité en Allemagne a été largement exploité. Ainsi, quelques 17,4 TWh d'hydroélectricité ont été produits en 1990 contre 19,3 TWh en 2015 sachant que cette augmentation d'environ dix pour cent dépend quelque peu des conditions météorologiques. En 1996, la production s'élevait à 22 TWh. Par rapport à ce niveau, la production d'hydroélectricité est actuellement en baisse de dix pour cent. Parallèlement à la modernisation des systèmes, des améliorations environnementales ont été réalisées sur de nombreuses centrales hydrauliques au cours de la dernière décennie.

Chaleur renouvelable

Quand la chaleur est produite à partir d'énergies renouvelables, comme la biomasse et le solaire thermique, on parle alors de « chaleur renouvelable ». Le terme peut aussi englober la récupération de la chaleur résiduelle utilisée pour le chauffage. Le potentiel de chaleur renouvelable est plus élevé que celui de l'électricité renouvelable : la chaleur représente environ 40 pour cent de la consommation énergétique totale du pays, l'électricité seulement 20 pour cent. La politique gouvernementale d'incitations en faveur de la chaleur renouvelable n'a toutefois pas rencontré le même succès en Allemagne, en partie en raison de l'absence de tarifs de rachat. L'objectif du gouvernement allemand est que la part de chaleur renouvelable dans le pays atteigne les 14 pour cent en 2020. La loi sur le chauffage renouvelable exige une part minimale d'énergie renouvelable dans les systèmes de chauffage de tous les nouveaux bâtiments.

Chaleur renouvelable à partir de biomasse

Aujourd'hui, la plus grande partie de la chaleur renouvelable est issue de la biomasse, dont les matières premières de base sont les copeaux de bois, le bois de chauffage, et, de plus en plus, les granulés de bois. Le programme allemand d'incitation du marché soutient la production de chaleur renouvelable à partir de biomasse incluant des exigences strictes en matière d'efficacité et d'émissions. La chaleur résiduelle des unités de biomasse est en outre utilisée dans les réseaux de chauffage urbain. En effet, la loi allemande sur les énergies renouvelables exige que la plupart des unités de biomasse récupèrent une partie de la chaleur résiduelle produite au cours du processus de production d'électricité (appelée « cogénération de chaleur et d'électricité »).

Chaleur renouvelable à partir de pompes à chaleur et de solaire thermique

De plus en plus de nouvelles technologies utilisant des sources d'énergie renouvelables font leur apparition sur le marché. La géothermie « peu profonde » par exemple, permet d'extraire la chaleur contenue juste au-dessous du sol ou dans les eaux souterraines. Comme pour l'air ambiant, cette énergie s'utilise grâce à des pompes à chaleur. En 2016, un nombre record de pompes à chaleur - 66 500 - a été installé en Allemagne.

Pour couvrir la demande de chaleur, il est aussi possible d'installer des collecteurs solaires thermiques sur les maisons. Fin 2016, le nombre de systèmes solaires thermiques installés en Allemagne était supérieur à 2,24 millions, répartis sur une surface d'environ 19,9 millions de mètres carrés.

Dans le cas particulier de la construction, même si les investissements en efficacité peuvent compenser la consommation pendant des décennies, les coûts initiaux restent encore prohibitifs. Pour surmonter ces obstacles, l'Allemagne a mis en place un programme d'incitation du marché, qui offre des financements pour les systèmes de chauffage renouvelable (capteurs solaires thermiques, chauffages modernes à partir de biomasse et pompes à chaleur efficaces).

La croissance de ce marché n'a toutefois pas été aussi rapide que celle du secteur photovoltaïque. Une des raisons de la lenteur du déploiement du solaire thermique est que la chaleur solaire, contrairement à l'électricité solaire, ne bénéficie pas de tarifs de rachat. La chaleur solaire dépendait donc en partie des remises gouvernementales financées par la taxe écologique et le système d'échange de quotas. Bien que le coût des collecteurs solaires thermiques ait diminué, les coûts du système dans son ensemble n'ont pas suivi cette tendance, du fait, entre autres, des coûts d'installation toujours élevés. Par ailleurs, le marché des collecteurs solaires thermiques s'est largement restreint aux installations de petites tailles destinées aux maisons individuelles. D'autres pays, comme le Danemark en particulier, ont favorisé les grands collecteurs montés au sol, permettant d'obtenir des prix divisés par cinq et des coûts de production de chaleur compétitifs. En Allemagne, bien que les systèmes bénéficient d'une aide financière, ce segment de marché possède encore un potentiel de développement. De nouvelles mesures visant à soutenir les grandes installations solaires thermiques dans le chauffage urbain ont été annoncées dans le cadre de la Stratégie pour l'efficacité énergétique des bâtiments.

La chaleur solaire ne couvre à l'heure actuelle qu'un pour cent environ de la demande de chaleur en Allemagne. Ce qui est particulièrement regrettable étant donné que la chaleur représente environ 40 pour cent de la consommation énergétique totale du pays, l'électricité seulement 20 pour cent tandis que les 40 pour cent restants sont couverts par les carburants.

Le potentiel de chaleur renouvelable dans la transition allemande vers les énergies renouvelables est donc beaucoup plus élevé que celui de toutes les sources d'électricité.

Réseau et stockage de l'électricité

Si les experts en énergie sont unanimes quant à la nécessité d'une extension du réseau électrique allemand pour faire face à la croissance de la part des énergies renouvelables dans l'approvisionnement énergétique, aucun consensus n'existe sur la façon d'y parvenir. Si certains estiment nécessaire la construction de 4 500 km de nouvelles lignes, d'autres pensent que la moitié devrait suffire. Le réseau allemand se compose à l'heure actuelle de 35 000 kilomètres de lignes de transmission à très haute tension, et de 95 000 km de lignes à haute tension. Il est entièrement construit pour le secteur énergétique conventionnel. Le nombre de nouvelles lignes nécessaires pour le développement des renouvelables est donc comparativement minime. On compte 510 000 kilomètres de lignes électriques à moyenne tension et environ 1,1 million de kilomètres de lignes de distribution à basse tension.

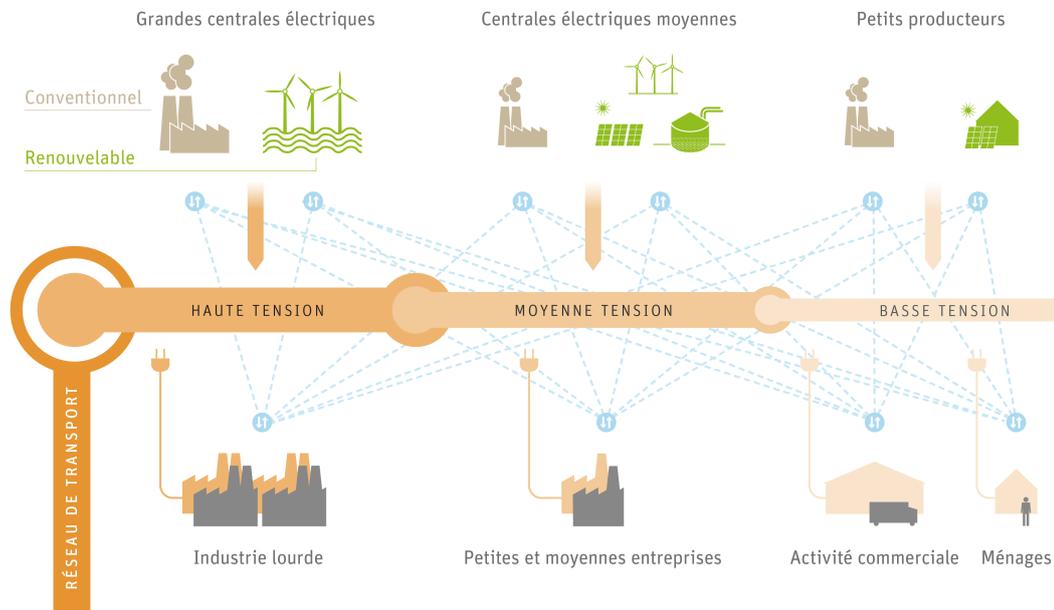
Les énergies éolienne et solaire n'étant pas flexibles, le passage à l'électricité renouvelable représente un défi technique. En effet, la production des turbines éoliennes et des panneaux solaires ne peut, en cas de hausse de la demande, être aussi facilement augmentée que la production des centrales à charbon et des centrales nucléaires. Un certain nombre de solutions existent.

Il est absolument impératif que le volume exact d'électricité nécessaire soit disponible, à tout moment, sans quoi il y a un risque d'effondrement du réseau. La production d'électricité a donc toujours été adaptée à la demande. Un certain nombre d'options de stockage sont à l'étude. Elles vont de l'air comprimé sous terre dans des cavernes naturelles centrales de au pompage-turbinage (STEP), les volants d'inertie et les batteries. Par ailleurs, l'Allemagne prévoit d'utiliser le gaz naturel comme carburant de transition, pour le remplacer un jour par du biogaz et de l'hydrogène durables fabriqués à partir des excédents éolien et solaire. Les énergies solaire et éolienne pourraient en effet être stockées sous forme de gaz (procédé « Power-to-Gas » ou P2G), pouvant être utilisé comme carburant pour les techniques de chaleur, ou pour produire de l'énergie au moment où il y en a besoin. Enfin, les « réseaux intelligents » permettront d'adapter la demande énergétique à l'offre disponible d'énergie renouvelable.

Le réseau électrique du futur sera bidirectionnel et intelligent

Flux d'électricité et d'information dans le réseau électrique

Source : IFEU



Energy Transition energytransition.org

IFEU

Le stockage de l'énergie est une nécessité

L'intégration européenne pourrait être une solution, notamment pour remédier à la capacité limitée de stations de pompage-turbinage (STEP) de l'Allemagne. Il a été proposé à l'Allemagne d'exporter par exemple de grandes quantités d'énergie vers la Norvège et la Suisse, dont le potentiel d'hydro-stockage est énorme, mais pour le moment les connexions sont insuffisantes. Les travaux sont en cours : en 2015, des plans ont été finalisés pour une nouvelle connexion de 1,4 gigawatts entre la Norvège et l'Allemagne. Baptisé Nordlink, ce câble doit être mis en service en 2020. Il reste aussi à vérifier toutefois si la Norvège ou la Suisse (qui ne sont pas membres de l'UE) seraient disposées à inonder davantage leurs vallées et leurs fjords vierges, afin que les Allemands puissent bénéficier d'un approvisionnement stable en électricité renouvelable.

La plupart des experts estiment qu'à mi-parcours, le besoin de stockage d'énergie sera minime en Allemagne. Une étude réalisée pour le WWF révèle qu'il n'y aura pas de marché de technologies de stockage conséquent avant 2030, et que selon l'organisation VDE d'ingénierie allemande, il n'y aura pas de demande importante en termes de stockage avant que la part des énergies renouvelables en Allemagne n'atteigne 40 pour cent, objectif susceptible d'être atteint au mieux en 2020. Par ailleurs, l'institut Fraunhofer ISE souligne le fait que le niveau de stockage requis n'est pas uniquement lié à la part fluctuante d'énergie renouvelable, mais plutôt à la combinaison entre les énergies renouvelables fluctuantes et l'énergie dite "de base", peu flexible. En d'autres termes, le besoin

en stockage d'énergie peut être réduit en diminuant la capacité de production de charge de base, principalement les centrales à charbon et les centrales nucléaires.

Mettre l'extension du réseau aux renouvelables dans son contexte

Remettons le sujet dans son contexte. D'abord, l'Allemagne est passée de 3 pour cent d'énergie renouvelable au début des années 1990 à 32 pour cent en 2016, sans avoir dû apporter de grands changements à son réseau. L'énergie éolienne, la biomasse et l'énergie solaire sont après tout des sources d'énergie largement disséminées – tout au moins dans le cas de l'Allemagne.

Les détracteurs des énergies renouvelables voient d'un œil critique la nécessité de l'extension du réseau pour les renouvelables. Selon eux, « le problème avec les parcs éoliens, c'est qu'ils sont construits dans des endroits où il n'y a pas besoin d'électricité. L'électricité produite doit donc ensuite être transportée ailleurs ».

En réalité, ceci correspond davantage à l'énergie à base de charbon qu'à l'énergie éolienne. Le solaire, l'éolien et la biomasse peuvent, plus que les énergies conventionnelles, être répartis assez uniformément dans le paysage. Les centrales au lignite, par contre, ne sont jamais construites là où le besoin d'électricité existe, mais plutôt là où a lieu l'extraction du lignite. Il en est de même pour les centrales à houille (pourtant désormais également produite et achetée dans le monde entier), qui ont été construites traditionnellement près des gisements de charbon, comme dans le Ruhrgebiet (la région de la Ruhr). Il est pourtant beaucoup plus facile et moins coûteux de transporter de grandes quantités d'énergie à travers des lignes haute tension que d'extraire du sol des tonnes de charbon. Celui qui affirme que les centrales au charbon se situent souvent à proximité de l'industrie (comme c'est le cas dans la région de la Ruhr), met la charrue avant les bœufs. En effet, il y a 200 ans, au début de l'industrialisation, la plupart des villes du Ruhrgebiet étaient des petits villages. Les centrales au charbon n'ont donc pas été construites dans la Ruhr à cause de l'industrie, mais plutôt parce que la zone était dotée de réserves de charbon que l'industrie s'y est développée.

En outre, si les centrales nucléaires sont plutôt construites là où le besoin d'énergie existe et non là où l'uranium est extrait, leur taille est tellement énorme qu'elles exigent une extension du réseau. Les nouvelles centrales nucléaires des années 1960 et 1970 en Allemagne, ont non seulement entraîné une extension du réseau mais aussi conduit à l'installation d'un grand nombre de systèmes de chauffage électrique dans les foyers, produisant de la chaleur pendant la nuit afin d'éviter de devoir ralentir les centrales nucléaires chaque jour. Un approvisionnement en énergie renouvelable décentralisé est une approche beaucoup plus douce, avec un impact réduit sur l'environnement. L'expert allemand sur les énergies renouvelables, Hermann Scheer, a comparé l'approvisionnement décentralisé à la distribution centralisée en disant que cette dernière était comme une méthode qui revenait à « couper le beurre avec une tronçonneuse. »

Extension du réseau

Malgré le consensus sur l'extension du réseau électrique pour l'intégration de plus d'énergies renouvelables, un certain nombre de questions comme le nombre de lignes à ajouter, leur localisation, et le type de lignes à utiliser, ne trouvent toujours pas de réponse. Par ailleurs, le secteur des énergies renouvelables, dont l'intérêt est que la transition énergétique reste abordable, a mis au point un certain nombre d'alternatives peu coûteuses à une extension considérable du réseau. Etant donné que certaines populations ne désirent pas vivre à proximité de lignes à haute tension, la participation du public est une nécessité. Cela exige davantage de transparence.

Le réseau électrique actuel se divise comme suit :

Le **réseau de transport** se compose de quelque 35 000 kilomètres de lignes de 220 et de 380 kV. Le niveau de connexion de l'Allemagne à ses voisins et celui du transport à longues distances est un niveau d'ultra haute tension. Le **réseau de distribution** est composé des éléments suivants :

1. Quelque 95 000 kilomètres de **lignes haute tension** (60 à 110 kV) pour les agglomérations et l'industrie à grande échelle.
2. Quelque 500 000 kilomètres de **lignes moyenne tension** (6 à 30 kV) pour beaucoup d'installations de grande taille comme les hôpitaux.
3. Environ 1 100 000 km de ****lignes basse tension**** (230 V et 400) pour les ménages et les petites entreprises.

L'Allemagne compte quatre opérateurs publics, composés d'actionnaires exploitant les quatre sections du réseau de transport, mais aussi quelques 900 gestionnaires de réseaux de distribution.

Combien de kilomètres ?

Que faut-il faire pour l'Energiewende du pays ? Pour l'instant, le nord du pays produit beaucoup d'énergie éolienne et le sud du pays produit beaucoup de solaire. Deux études (Étude de réseau I et II) publiées par l'Agence allemande de l'énergie (dena) estiment que si l'Allemagne veut augmenter sa capacité éolienne de 27 à 51 gigawatts en 2020 (dont 10 gigawatts en mer du Nord et mer Baltique), un supplément de 4 500 kilomètres de lignes ultra haute tension sera nécessaire. Certains experts dans le secteur des énergies renouvelables pensent au contraire que cette extension peut être réduite de plus de la moitié. Démarrant en 2016, le plan d'extension du réseau doit être révisé tous les deux ans. Il concerne actuellement 22 projets couvrant un total de 1 876 kilomètres de lignes nouvelles, dont 487 étaient achevés à la mi-2015.

En réalité, ces plans ont suscité des critiques virulentes chez les partisans des énergies renouvelables principalement à cause de la non-publication des données sous-jacentes, ce qui empêchait un examen minutieux des résultats. Il semblerait en réalité que si l'on atteint l'objectif de doubler la capacité éolienne, une extension du réseau de transport de 13 pour cent suffise. En outre, si le gouvernement encourageait davantage l'éolien sur terre dans le sud plutôt que le déploiement d'éolien offshore et terrestre dans le nord, un grand nombre de ces lignes ne seraient pas nécessaires. L'industrie éolienne a mis au point ces dernières années des turbines particulières avec des mâts plus hauts et des lames plus longues, conçues spécialement pour des endroits où le vent est faible, comme dans le sud de l'Allemagne. Ce type d'éoliennes terrestres n'exigerait pas un grand nombre de lignes électriques. Ce qui réduit de fait le coût global de la transition énergétique allemande. En outre, l'éolien terrestre est beaucoup moins cher à installer que l'éolien offshore.

Certains partisans de l'énergie solaire souhaiteraient par ailleurs l'ajustement par région des tarifs de rachat pour le photovoltaïque (comme c'est le cas en France), afin d'en installer davantage dans le nord, et faciliter ainsi l'intégration au réseau.

La modernisation du réseau se heurte souvent à une opposition locale (les gens ne souhaitant pas habiter à proximité de lignes électriques aériennes) et la complexité des démarches administratives et du financement ralentit également les choses. Les câbles souterrains constituent bien une solution, mais ils sont plus chers. En 2016, le gouvernement a pris la décision de favoriser les câbles souterrains par rapport aux câbles aériens pour les lignes de courant continu à haute tension,

installées pour relier le nord et le sud de l'Allemagne. En ce qui concerne les lignes de courant alternatif, le nombre de câbles souterrains a également augmenté par rapport aux équipements plus anciens. Dans le cadre de la loi révisée sur l'énergie renouvelable, il a également été question de réduire le nombre de nouvelles installations d'énergie éolienne soumises à une offre dans les zones de goulets d'étranglement du réseau.

Il faut garder à l'esprit, encore une fois, qu'il s'agit d'ajouter environ 1 900 kilomètres à un réseau électrique d'une centaine de milliers de kilomètres déjà, mis en place pour l'approvisionnement du pays en énergie nucléaire et fossile, exclusivement.

En 2017, l'Agence fédérale des réseaux a annoncé que les trois lignes principales nord-sud devant être ajoutées seront terminées d'ici à 2025. D'ici là, l'Allemagne entend combler les manques à l'aide de centrales de réserve. Quelque 10,4 gigawatts ont ainsi été mis de côté en vue de l'hiver 2017/18.

Alternatives à l'extension du réseau électrique

Le secteur allemand des énergies renouvelables ne se contente pas d'attendre que le gouvernement invente le réseau électrique de l'avenir. Le secteur solaire a mis au point une façon d'augmenter l'efficacité de l'utilisation des lignes à très haute tension: les centrales solaires peuvent ainsi agir comme « oscillateurs à déphasage », afin de stabiliser la fréquence du réseau. Le secteur solaire espère que cette approche permettra de réduire le nombre de lignes à construire.

Le secteur éolien regorge aussi d'idées. Selon le droit allemand, une réglementation appelée « n +1 », exige qu'à chaque mise en place d'une ligne, soit prévue une ligne de réserve capable de reprendre la capacité de la première en cas d'échecs. Le secteur éolien a mis au point une solution qui pourrait rendre cette exigence inutile : des lignes électriques dédiées à l'intégration des énergies renouvelables.

En outre, l'Union européenne – dans le cadre de son projet d'Union de l'énergie – ambitionne d'accroître les interconnexions entre les pays afin de renforcer la sécurité énergétique et de maintenir les prix bas sur le continent. Cela étant, la surproduction d'énergie éolienne et solaire est déjà envoyée en Pologne et en République tchèque. Une intégration renforcée serait donc un défi pour ces pays. Des déphaseurs ont par ailleurs été installés sur la frontière germano-polonaise pour que les Polonais puissent mieux maîtriser leur propre réseau.

Numérisation

La loi relative à la numérisation adoptée en 2016 oblige les clients ayant une consommation annuelle d'électricité de plus de 6 000 kWh (un foyer moyen consomme près de 3 500 kWh / an) à installer des compteurs intelligents. À ce niveau, le coût est plafonné à 100 euros, de crainte que l'investissement ne soit pas amorti. Il faut savoir que la plupart de ces systèmes relèvent de la sphère commerciale, non résidentielle. Les clients ayant une consommation annuelle d'électricité de plus de 100 000 kWh doivent installer les compteurs dès 2017, tandis que les plus petits consommateurs auront, quant à eux, jusqu'à 2020 pour le faire. La directive européenne relative à l'efficacité énergétique stipule, par ailleurs, qu'au moins 80 % des consommateurs devront être équipés de systèmes intelligents de mesure d'ici à 2020.

Si la numérisation revêt une si grande importance dans le secteur de l'électricité, c'est principalement pour deux raisons : le déplacement des charges et la répartition des ventes d'énergie. Pour ce qui est de la répartition des ventes d'énergie, l'idée est que tout un chacun soit capable de vendre de l'électricité à n'importe qui. Une maison dont le toit est équipé de panneaux solaires produit de l'électricité en continu, qui n'est pas utilisée lorsque les propriétaires partent travailler. Ils pourraient, par exemple, la vendre à leurs voisins ou à des entreprises voisines. Le registre comptable pourrait être assuré au moyen d'une chaîne de blocs (ou blockchain), la technologie qui est derrière le protocole Bitcoin.

En 2017, le gouvernement allemand a adopté la loi relative à l'autoconsommation collective d'électricité : un premier pas vers la vente d'énergie. Elle autorise les propriétaires d'un bâtiment résidentiel à vendre l'électricité produite à leurs locataires ; la loi couvre une capacité annuelle supplémentaire de 500 MW. Pour le moment, l'électricité ne peut toutefois pas encore être vendue d'un bâtiment à un autre. L'objectif de cette loi est de permettre aux personnes non-propriétaires de pouvoir tout de même participer à l'*Energiewende*, d'autant plus que les projets des collectivités supérieurs à 750 kW doivent désormais être soumis aux enchères. Par le passé, tout le monde pouvait profiter des panneaux solaires, que les personnes soient propriétaires de leur bien ou non. Cette option existe toujours, mais les projets supérieurs à 750 kW doivent remporter une enchère.

Pour ce qui est du déplacement des charges, la numérisation jouera un rôle crucial. Les signaux devront en effet être envoyés à divers appareils qui indiqueront en temps réel si l'électricité peut être consommée ou non. À titre d'exemple, une personne utilisant un véhicule électrique souhaitera peut-être recharger sa batterie le soir, en rentrant du travail. Si tout le monde en fait de même au même moment, la consommation d'énergie grimpera en flèche au moment de la journée où les réseaux sont déjà les plus sollicités. L'utilisation de signaux permettra aux usagers de recharger leur véhicule durant la nuit, lorsque l'électricité est disponible en quantité suffisante. En d'autres termes, la numérisation renforcera l'efficacité du secteur de l'électricité.

Une production d'énergie flexible sans charge de base

Il est clair que l'intermittence des énergies solaire et éolienne finira par réduire fortement la charge de base. Les experts en énergie sont conscients que la charge de base (charbon et nucléaire) est incompatible avec les énergies renouvelables intermittentes. Pour y remédier, il faut des centrales flexibles capables d'adapter assez rapidement leur production en fonction de la demande. Ces centrales aujourd'hui sont plus proches des charges moyenne ou de pointe (comme les turbines à gaz) que de la charge de base (comme les centrales nucléaires, qui ne sont pas très flexibles). Financer une telle capacité de production de réserve exige le réaménagement du marché de l'électricité, raison pour laquelle on parle de plus en plus, en Allemagne, de marché de capacité et de réserve stratégique de puissance. Aucun projet n'a été établi à compter de 2017. Au lieu de cela, « une réserve hivernale » avec une capacité différente chaque année (2017/18 = 10,4 gigawatts) a été instaurée. Cette réserve est essentiellement un marché de capacité.

Il est toutefois prévu que la « réserve hivernale » soit étendue de 2,5 à 4 gigawatts. Cette "réserve hivernale" concerne des centrales électriques dont on a besoin uniquement en cas d'urgence, en général lors des pics de demande en énergie survenant au cours de la saison de chauffage. Ces centrales reçoivent une compensation pour leurs services de veille, mais il leur est interdit de vendre de l'électricité par ailleurs.

Que faire quand le soleil ne brille pas et que le vent ne souffle pas ? On dit souvent, hors de l'Allemagne, que les centrales électriques conventionnelles seront les technologies de pont pour le passage aux renouvelables. Un débat existe en particulier sur la question de la nécessité d'une charge de base que la flexibilité des turbines éoliennes et panneaux solaires ne garantit pas. L'Allemagne tire déjà tant d'avantages de ses énergies éolienne et solaire, que son point de vue est différent. À la surprise de nombreux observateurs étrangers, les Allemands pensent que la demande de charge de base appartiendra bientôt au passé. Il n'y a pas besoin d'une charge de base, mais d'une production d'énergie flexible qui puisse être acheminée rapidement. La différence s'impose d'elle-même lorsqu'on considère les centrales telles que les centrales au charbon et les centrales nucléaires. Idéalement, ces centrales sont en service et fonctionnent à pleine capacité jusqu'à la nécessité d'un entretien. Il n'est pas facile pour les centrales nucléaires, en particulier, d'augmenter ou de ralentir leur production en l'espace de quelques heures, et les tentatives d'y parvenir sont néfastes pour le résultat financier, à deux égards : d'abord, les coûts fixes restent inchangés, seuls les coûts de carburant baissent légèrement, ce qui entraîne la hausse du coût de l'énergie produite ; deuxièmement, les centrales elles-mêmes subissent des dommages de fatigue thermique, risquant de raccourcir leur durée de vie moyenne.

Cette nouvelle donne met les quatre plus grandes compagnies d'énergie allemande devant un vrai dilemme. Leur capacité de production est basée sur l'hypothèse de réalisation de grandes marges bénéficiaires dans les temps de consommation de pointe. La consommation d'énergie, aujourd'hui, reste inchangée avec les mêmes pics au-dessus de 70 mégawatts certains jours, mais le solaire et l'éolien renforcent la production conventionnelle d'électricité, à peu près au même niveau que la charge de base que doivent couvrir les grandes entreprises d'électricité. Il y a à peine dix ans, ces compagnies d'électricité qualifiaient les énergies éolienne et solaire de technologies de niche, et les jugeaient incapables de participer à l'approvisionnement de manière importante. Ces entreprises sont aujourd'hui de moins en moins rentables, et ce en raison du développement des énergies solaire et éolienne.

En 2015, le fournisseur allemand E.On a annoncé sa décision de se scinder en deux sociétés : l'une consacrée aux énergies renouvelables et aux nouveaux services, et l'autre en charge des énergies traditionnelles. Vattenfall, fournisseur détenu à 100 pour cent par l'État suédois, a également annoncé vouloir abandonner ses actifs dans le charbon en Allemagne, mais sa motivation est d'ordre politique et non financière : le gouvernement suédois élu en 2014 souhaite en effet que l'entreprise suédoise soit aussi respectueuse de l'environnement à l'étranger qu'elle l'est en Suède. Le gouvernement fédéral du Bade-Wurtemberg contrôle le fournisseur EnBW, qui propose dorénavant une stratégie « plus verte ». Le fournisseur RWE s'est également scindé en deux entreprises. La part de lignite est trop élevée chez RWE (plus du tiers de sa production électrique), celui-ci restant relativement rentable sur le marché allemand de l'énergie. En comparaison, la part du lignite chez E.On se situe à seulement six pour cent. En 2015, un tiers de sa capacité de production d'énergie provenait du pétrole et du gaz naturel. E.On était l'entreprise la plus touchée par la sortie du nucléaire, RWE étant le fournisseur le plus concerné par la discussion sur une sortie progressive du charbon. La plupart de ces fournisseurs investit essentiellement dans les énergies renouvelables à l'étranger (RWE au Royaume-Uni, E.On au Royaume-Uni et aux États-Unis), où ces investissements n'entrent pas en conflit avec leurs actifs existants.

Un résultat inattendu : les énergies renouvelables font reculer le gaz naturel

Ce résultat est en partie intentionnel et en partie involontaire. La part involontaire est liée au fait que les énergies renouvelables rendent les investissements dans les turbines à gaz naturel de puissance moyenne peu attrayants, celles-ci ne fonctionnant pas le même nombre d'heures à l'année. L'Allemagne a essentiellement besoin d'une capacité installée flexible du niveau de sa demande de pointe annuelle, qui est actuellement d'environ 80 gigawatts et se produit les soirs d'hiver – quand le soleil ne brille pas. Une grande partie de ces 80 gigawatts doit provenir de turbines à gaz. N'exigeant pas d'infrastructure supplémentaire, cette option est généralement considérée comme la meilleure sur le plan technique, et permettrait de stocker l'électricité de façon saisonnière. La capacité de stockage des canalisations actuelles de gaz naturel est, selon les estimations de chercheurs allemands, suffisante pour répondre à la demande énergétique du pays pendant quatre mois.

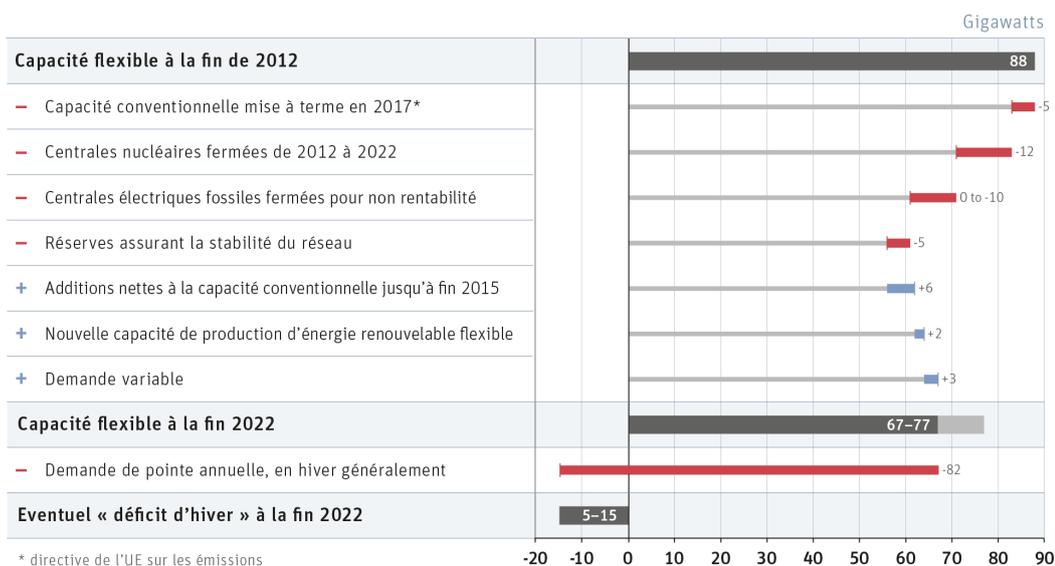
Apparemment la meilleure en termes de technologie, cette option fait néanmoins face à un défi financier: les prix de gros sur le marché de l'électricité sont pour l'instant si faibles qu'investir dans une capacité additionnelle de production ne serait pas rentable. Les quatre plus grandes compagnies énergétiques allemandes abandonnent non seulement leurs projets de mise en place de nouvelles turbines à gaz, mais pourraient, si l'on en croit les rumeurs, mettre hors service un certain nombre de turbines existantes dont le rendement annuel est insuffisant. Toutefois, en 2016,

la rentabilité des turbines à gaz a un peu augmenté, ce qui laisse présager un regain de production d'électricité à partir du gaz naturel.

L'Allemagne a-t-elle besoin d'un marché de capacité pour réduire le « déficit de l'hiver » ?

Les tendances pour les capacités flexibles 2012-2022

Source : Agora Energiewende



Energy Transition energytransition.org CC BY SA

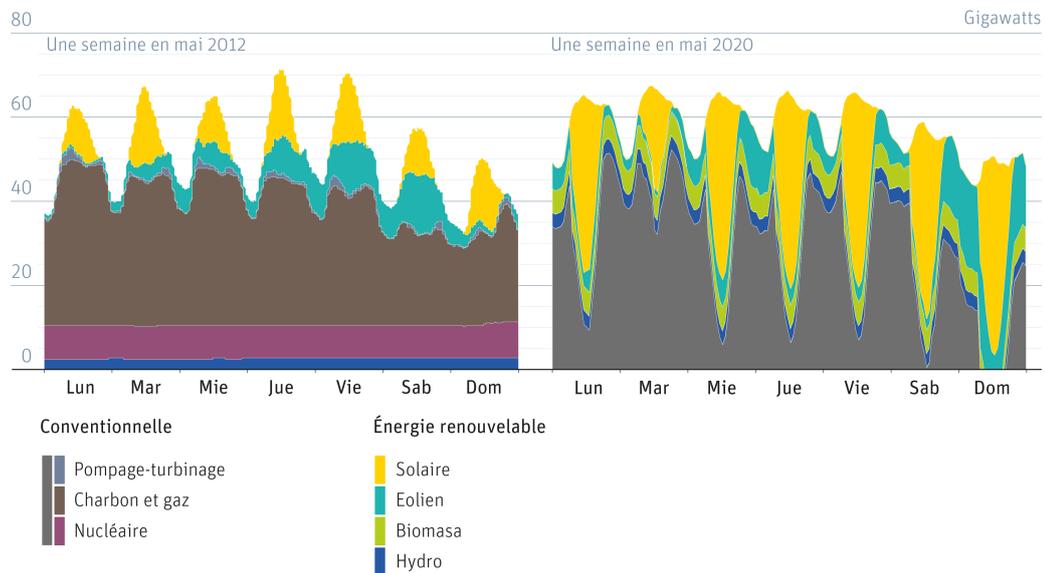
Agora Energiewende

Cette situation, bien que prévisible, s'est produite beaucoup plus rapidement que ne l'avaient prévu les partisans des énergies renouvelables, compte tenu spécialement de la croissance rapide du photovoltaïque de 2010 à 2012, lorsque 7,5 gigawatts étaient installés par an. Si le marché du PV allemand avait continué à croître au niveau de ces trois années (en 2014, seuls 1,9 gigawatts ont été installés et seulement 1,4 en 2015), le pays posséderait probablement plus que 150 pour cent de la pointe de la demande en été, quand les pointes de demande en semaine se situent entre 60 et 70 gigawatts et autour de 50 gigawatts seulement le week-end. Le graphique d'un chercheur allemand montre l'effet qu'aurait l'installation de "seulement" 70 gigawatts de PV en 2020 (en gardant à l'esprit l'objectif officiel du gouvernement de 52 gigawatts en 2020).

Les renouvelables ont besoin de réserves flexibles, pas de charge de base

Estimation de la demande énergétique pendant une semaine en 2012 et 2020, Allemagne

Source : Volker Quaschnig, HTW Berlin



Energy Transition energytransition.org CC BY SA

Ce graphique ne présente pas du tout de charge de base ; la zone grise représente ici la charge moyenne et celle de pointe. Il est clair que l'Allemagne aura besoin d'un parc de générateurs très flexibles capables d'augmenter chaque jour leur production d'environ 10 à 50 gigawatts, ou davantage pour quelques heures seulement. Aujourd'hui, le pays ne possède pas la capacité de production flexible nécessaire ; et tous les projets de nouvelles centrales, compte tenu des nouvelles conditions de baisse des prix sur le marché de gros, sont en ce moment remis en question. De 2010 à 2015, les prix de gros de l'électricité sur le marché allemand de l'énergie ont chuté d'environ la moitié. Ceci s'explique principalement par la progression de l'électricité solaire : dans la mesure où la majeure partie de celle-ci est produite autour de midi, la demande de puissance de pointe à midi a été largement compensée.

Volker Quaschnig, HTW Berlin

Ce graphique ne présente pas du tout de charge de base ; la zone grise représente ici la charge moyenne et celle de pointe. Il est clair que l'Allemagne aura besoin d'un parc de générateurs très flexibles capables d'augmenter chaque jour leur production d'environ 10 à 50 gigawatts ou davantage pour quelques heures seulement. Aujourd'hui, le pays ne possède pas la capacité de production flexible nécessaire et tous les projets de nouvelles centrales, compte-tenu des nouvelles conditions de baisse des prix sur le marché de gros, sont en ce moment remis en question. De 2010 à 2016, les prix de gros de l'électricité sur le marché allemand de l'énergie ont chuté de près de la moitié. Ceci s'explique principalement par la progression de l'électricité solaire : dans la mesure où

la majeure partie de celle-ci est produite autour de midi, la demande de puissance de pointe à midi a été largement compensée.

Une solution possible, les paiements de capacité, est en cours de discussion. Dans ce cadre, les propriétaires de générateurs capable de distribuer rapidement de l'électricité seraient payés non seulement au kilowattheure produit, mais aussi au kilowatt mis en réserve. En 2015, le gouvernement allemand a décidé de maintenir à un bas niveau les paiements de capacité en accroissant la « réserve hivernale » de 2,5 à 4,0 gigawatts, mais ce volume a augmenté pour atteindre 10,4 gigawatts pour l'hiver 2017/2018. L'Allemagne a plus de 100 gigawatts de capacité de production disponible.

L'énergie des citoyens pour les citoyens

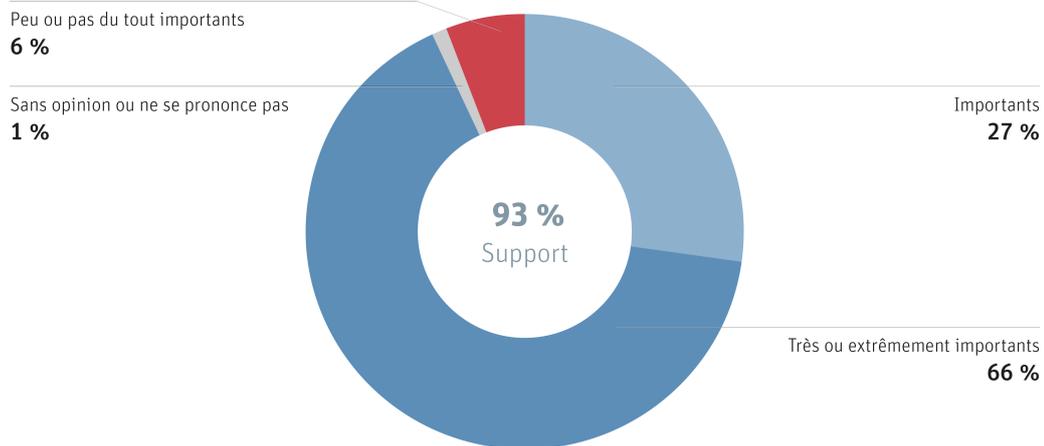
Les Allemands peuvent changer de fournisseur d'énergie. Pas seulement libres comme consommateurs de fait, mais aussi libres de devenir des « pro-sommateurs », producteurs et consommateurs à la fois. Ils peuvent même vendre l'électricité qu'ils produisent avec un bénéfice. La loi allemande sur les énergies renouvelables stipule que l'électricité renouvelable de « monsieur tout le monde » prévaut sur « l'électricité sale ». Ce sont les tarifs de rachat qui ont permis l'instauration d'un actionnariat local et réduit en même temps le phénomène NIMBY (Not in my backyard), tout en augmentant le niveau d'acceptation des énergies renouvelables.

Le secteur de l'énergie est, dans la plupart des pays, depuis longtemps aux mains de grandes compagnies – parce que l'électricité provenait de centrales de grandes tailles. Les énergies renouvelables sont l'occasion de passer à un grand nombre de petits producteurs, et cette approche de distribution offre aux citoyens et aux localités l'opportunité de s'impliquer. Un Allemand sur soixante est désormais un producteur.

93 pour cent des Allemands sont favorables au développement des énergies renouvelables

« L'utilisation et la croissance de l'énergie renouvelable est ... », étude du mois de septembre 2016

Source : www.unendlich-viel-energie.de 



Energy Transition energytransition.org 

www.unendlich-viel-energie.de

La transition énergétique allemande présente un niveau inhabituellement élevé d'implication citoyenne. Pour certains pays, le passage vers les énergies renouvelables, se fait en exigeant des entreprises publiques de produire de l'énergie plus verte, à travers des « systèmes de quotas ». Ces politiques fixent des objectifs à atteindre pour les entreprises, et infligent des amendes en cas d'échec. L'accent est en général mis sur le coût, l'hypothèse étant que les entreprises publiques feront le choix de la source d'énergie renouvelable la moins chère. L'Association britannique de l'énergie éolienne par exemple, divise les projets éoliens en "présentés, approuvés, refusés, et construits", catégories qui n'existent pas dans les pays qui bénéficient de tarifs de rachat. Les rejets font donc naturellement partie des appels d'offres, ce qui est fréquent aussi aux États-Unis.

En revanche, il n'existe aucune organisation en Allemagne dont la tâche serait d'examiner les propositions de parcs éoliens, de les approuver ou de les rejeter. Ce sont les collectivités locales qui décident de la localisation des parcs éoliens et de leur conception (la taille, le nombre de turbines, etc.). N'ayant pas la responsabilité d'augmenter la production des renouvelables, les entreprises publiques ne sont pas exposées à des amendes. Elles peuvent bénéficier de tarifs de rachat, mais ces entreprises se sont rarement engagées dans de tels investissements. La différence entre les deux approches – tarifs de rachat contre quotas – est en général frappante. Dans le régime des quotas, seuls les systèmes les moins chers, après des examens fastidieux, augmentent, et restent aux mains des compagnies; alors dans le régime des tarifs de rachat, tout ce qui est utile, augmente rapidement, et la propriété de l'approvisionnement se transmet rapidement aux citoyens. On peut dire en d'autres termes que l'Allemagne démocratise son secteur énergétique.

Dans les systèmes de quotas (comme les normes de portefeuille d'énergie renouvelable aux États-Unis), l'attention mise sur les coûts se justifie, les bénéfices exceptionnels ne profiteraient sinon qu'à un petit nombre de compagnies. Les partisans des systèmes de quotas dénoncent à juste titre que le coût des tarifs de rachat est en général supérieur à celui des systèmes de quotas, mais en négligeant deux aspects: d'abord, les pays utilisant les tarifs de rachat déploient en général beaucoup plus de capacité de production de sources renouvelables ; d'autre part, les profits générés par des tarifs de rachat bien conçus reviennent aux petits investisseurs, et non pas aux acteurs multinationaux, rompant ainsi avec la mainmise des grandes entreprises sur le secteur de l'énergie. En d'autres termes, la plupart des personnes connaissant des taux de détails légèrement plus élevés perçoivent en même temps les recettes de ces hausses.

Les partisans des systèmes de quotas affirment qu'ils sont « technologiquement neutres », c'est-à-dire qu'ils n'accordent pas de préférence particulière à une technologie plutôt qu'à une autre. Ils reprochent aux tarifs de rachat de « faire des gagnants ». Mais ce reproche est étrange au regard des résultats des différents marchés. Les quotas favorisent le type d'énergie renouvelable le moins cher, qui s'est généralement avéré être l'éolien terrestre jusqu'à présent. Il n'est donc pas surprenant que le PV, relativement cher jusqu'à tout récemment, ait parfois été dans l'incapacité de remporter intégralement des appels d'offres, à moins qu'une part ait été réservée au photovoltaïque (même si la situation est peut-être en train de changer, le PV étant à présent tout à fait abordable). Au contraire, au niveau des marchés disposant de tarifs de rachat pour l'ensemble des sources d'énergie renouvelable, on constate généralement un développement de l'ensemble de ces sources. Pour la réussite de la transition énergétique, il est nécessaire de s'appuyer sur un bouquet de sources d'énergie renouvelable, et non de mettre l'accent sur la moins chère d'entre elles.

Ironie de l'histoire, la politique de quotas, prétendument « neutre d'un point de vue technologique », a conduit à mettre l'accent sur une seule et unique source d'énergie, l'éolien terrestre, tandis que la politique supposée « faire des gagnants » a créé les conditions d'un bouquet technologique diversifié - et plus sain. Les appels d'offres sont qualifiés de compétitifs alors que la compétition s'impose en réalité entre les sources d'énergie renouvelable. Les entreprises sont également entrées en concurrence les unes avec les autres dans le cadre des appels d'offres, mais ces derniers ont provoqué une intensification de la concentration du marché. Les tarifs de rachat ont produit des marchés bien plus ouverts, avec de nouveaux acteurs concurrençant des acteurs déjà en place, et ce, sur un pied d'égalité.

Jusqu'à peu, le site Internet de l'American Wind Energy Association (AWEA) comportait une section intitulée Projets, dans laquelle figuraient les parc éoliens classés par lieu, taille et propriétaire. À l'époque, l'Allemagne avait la capacité d'électricité éolienne la plus importante de tous les pays du monde. Toutefois, DEWI, l'organisation qui recueille les statistiques relatives à l'énergie éolienne allemande, a renoncé à publier ce type de tableau en délivrant l'explication suivante : « Nous ne pouvons pas dire à qui appartient un parc éolien particulier en Allemagne car la propriété de ceux-ci est partagée entre des vingtaines, et parfois des centaines de citoyens et d'entreprises locaux. »

Ces exemples sont fréquents en Allemagne, et n'ont rien d'exceptionnel. Dardesheim n'était même pas le premier parc éolien citoyen en 1994. L'honneur revient à la petite ville de Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog, près de la frontière danoise. Pendant ce temps, les citoyens de Fribourg, ville d'environ 220 000 habitants au sud-ouest du pays, finançaient environ un tiers des coûts d'investissement pour les quatre turbines installées sur une colline voisine, les deux autres tiers provenant de prêts bancaires. Le chef de projet affirme que les taux d'intérêt bancaires étaient de l'ordre de 4,5 pour

cent, tandis que le dividende versé par le projet à l'actionnariat citoyen s'élevait à 6 pour cent. L'engagement des citoyens vaut comme capitaux propres. En d'autres termes, les banques ont proposé des taux d'intérêt relativement faibles car une quantité suffisante de capitaux propres était disponible. Certes, les tâches administratives sont plus lourdes avec des centaines de petits actionnaires qu'avec un petit nombre de prêts bancaires importants. Mais comme beaucoup d'autres en Allemagne, le projet de Fribourg était axé sur une plus grande acceptation locale – qui fait que les habitants négocient entre eux, et non pas avec une entreprise de l'extérieur, qui donne à chacun le sentiment d'être réellement partie-prenante du projet.

Les derniers projets cherchent à ce que les communautés locales deviennent complètement autonomes et pas seulement des exportateurs nets (en vendant l'électricité excédentaire au réseau et lui en achetant quand l'énergie renouvelable vient à manquer). Pour réduire de 90 pour cent la dépendance de ses 1 200 habitants aux importations d'énergie, [l'île de Pellworm](#) par exemple, s'est doté d'une centrale électrique hybride combinant le solaire, l'éolien, la biomasse et l'énergie géothermique connectée à un réseau intelligent, avec une capacité de stockage d'énergie.

Il existe aussi des projets d'actionnariats citoyens de biomasse. En 2004, un agriculteur du village de Jühnde et neufs autres ont formé ensemble une coopérative pour la culture de plantes énergétiques. Plus de 70 pour cent des habitants du village ont accepté de changer leur système de chauffage pour un réseau de chauffage urbain connecté à une nouvelle unité locale de biogaz. L'unité de biomasse repose en grande partie sur les cultures locales de maïs. Pour se chauffer, depuis plusieurs années, les habitants paient des agriculteurs et des entreprises locales au lieu de payer du pétrole et du gaz naturel étrangers.

La transition de Jühnde a suscité l'intérêt de tout le pays et servi (et sert toujours) d'exemple pour un beaucoup d'autres municipalités. L'essor de la culture du maïs comme plante énergétique a d'ailleurs attiré quelques critiques. Certains craignaient les monocultures et se préoccupaient de l'impact sur la biodiversité et les paysages. Mais comparés à la Corn Belt aux États-Unis, aux plantations de soja au Brésil, ou aux plantations de palmiers à huile en Malaisie, les plus grands champs de maïs en Allemagne paraissent minuscules.

Les nouveaux projets auront besoin du soutien local. Si les citoyens concernés refusent d'être entourés de maïs, les projets n'aboutiront pas.

Selon une estimation globale « les coopératives d'énergie » – coopératives publiques de projets renouvelables – ont réussi à lever plus de 1,67 milliard d'euros d'investissements auprès de plus de 130 000 citoyens en 2014. Il est souvent dit que seuls les riches peuvent se permettre de tels investissements. Certaines critiques affirment par exemple qu'il faut être propriétaire de sa maison pour avoir un toit solaire. Pourtant, plus de 90 pour cent des coopératives d'énergie allemandes ont déjà installé des panneaux solaires, et le montant d'une action coûte moins de 500 euros dans les deux tiers de ces coopératives – et dans certains cas ce montant est inférieur à 100 euros. Comme le proclame le directeur de l'Association allemande de l'industrie solaire (BSW-Solar), « les coopératives d'énergie démocratisent l'approvisionnement énergétique en permettant à chacun de bénéficier de la transition énergétique, sans devoir être propriétaire de sa maison ».

En outre, les coopératives d'énergie vont plus loin que la production d'énergie et deviennent dans certains cas propriétaires du réseau. Le mouvement a commencé dans les années 1990, avec les [Power Rebelles de Schönau](#), habitants d'un village de la Forêt Noire qui ont contraint leur municipalité à accepter qu'ils achètent le réseau local. Aujourd'hui, le mouvement se propage

encore à travers le pays. En 2014, la deuxième ville d'Allemagne, Hambourg, a voté en faveur du rachat de son réseau. Dans la capitale, Berlin, une campagne similaire a été menée sans connaître la même issue favorable toutefois. Les citoyens sont même autorisés à acquérir des parts dans des lignes de transmission étendues à l'éolien offshore, bien que dans une proportion très restreinte.

Transition sociale

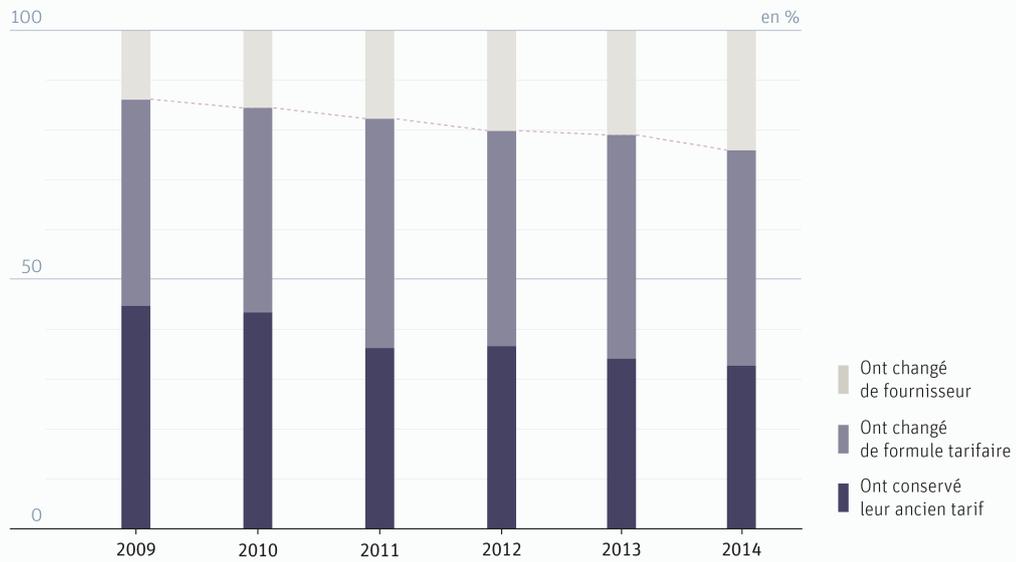
L'Energiewende n'est pas qu'un défi technique : elle est aussi un défi quotidien, puisqu'elle implique que chacun adapte ses comportements. S'ils veulent atteindre leurs objectifs, les Allemands devront mener des « stratégies de suffisance » qui mettent l'accent sur une transformation culturelle – un processus qui ne se fait pas du jour au lendemain, mais qui prend du temps et exige beaucoup de sensibilisation. La société allemande est une société composée d'individus qui attachent une importance particulière à leur confort matériel. Il faut donc s'assurer que la mise à disposition d'appareils de plus en plus efficaces n'entraîne pas un comportement inverse à celui qui est attendu : si grâce à une meilleure efficacité énergétique, le prix d'utilisation d'une voiture est divisé par deux, cela ne doit pas conduire à doubler l'utilisation de cette voiture pour le même coût. Ce débat sur la nécessité de politiques de sensibilisation au changement de comportement ne fait que débiter en Allemagne. La discussion relative à la hausse des prix à l'énergie est en cours. Les nouveaux régimes de propriété et les modèles de financement (comme les coopératives de l'énergie) offrent aux citoyens de nouvelles manières de s'impliquer, renforcent l'acceptation des changements locaux et permettent une meilleure sensibilisation à la consommation énergétique.

Il sera toutefois de plus en plus nécessaire de tester de nouveaux modes de flexibilité. Pour mettre un terme à la croissance constante de la superficie habitable par habitant ces dernières décennies, les associations de logement travaillent sur des concepts de logement flexibles. L'usage commun de lave-linges ultra performants dans les sous-sols de complexes résidentiels ou le covoiturage, mobilité efficace qui répond aux besoins des personnes, sont des pistes parmi tant d'autres. Ce n'est cependant pas l'imposition de ces solutions sous la contrainte qui permettra aux gens de s'adapter. De plus en plus sensibilisés aux problèmes posés par la fluctuation imprévisible des prix de l'énergie et l'impact des émissions de carbone, ils seront des forces de proposition.

Les ménages allemands tardent à changer de fournisseur d'énergie

Choix de la formule tarifaire en Rhénanie-du-Nord-Westphalie de 2009 à 2014

Source : organisation de consommateurs de Rhénanie-du-Nord-Westphalie (Verbraucherzentrale NRW)



Energy Transition

energytransition.org

CC BY SA

Le couplage des secteurs

L'énergie est consommée dans trois secteurs d'utilisation finale : le bâtiment (pour le chauffage et le refroidissement), le transport et l'industrie. Le secteur de l'énergie est également souvent inclus dans cette liste du fait de l'importance de l'électricité. Mettre en lien ces trois secteurs constituera une étape décisive pour la réussite de la transition énergétique. Cette étape est désignée sous le nom de « couplage des secteurs ».

Ces dernières années, en Allemagne, l'Energiewende s'est principalement concentrée sur le secteur de l'électricité. La chaleur produite à partir d'énergies renouvelables, l'efficacité énergétique et le secteur du transport n'ont connu que de petites avancées. Fort heureusement, les problèmes concernant ces trois secteurs peuvent être partiellement résolus en mettant en lien le secteur de l'énergie et les secteurs du chauffage et du transport. L'électrification est un exemple de couplage de secteurs. Ainsi, l'électricité solaire et l'électricité éolienne sont les deux sources d'énergie renouvelable qui se développent le plus rapidement à travers le monde. Il est probable qu'un nombre croissant de pays disposera de surplus de cette électricité verte lorsque le soleil brille et lorsque le vent souffle. Dans ce cas, l'électricité sera bon marché sur les marchés de gros, et elle sera de plus en plus utilisée pour produire la chaleur utilisée dans les bâtiments et dans l'industrie. Cette option sera utilisée en priorité car elle est extrêmement efficace et ne requiert pas d'équipement coûteux.

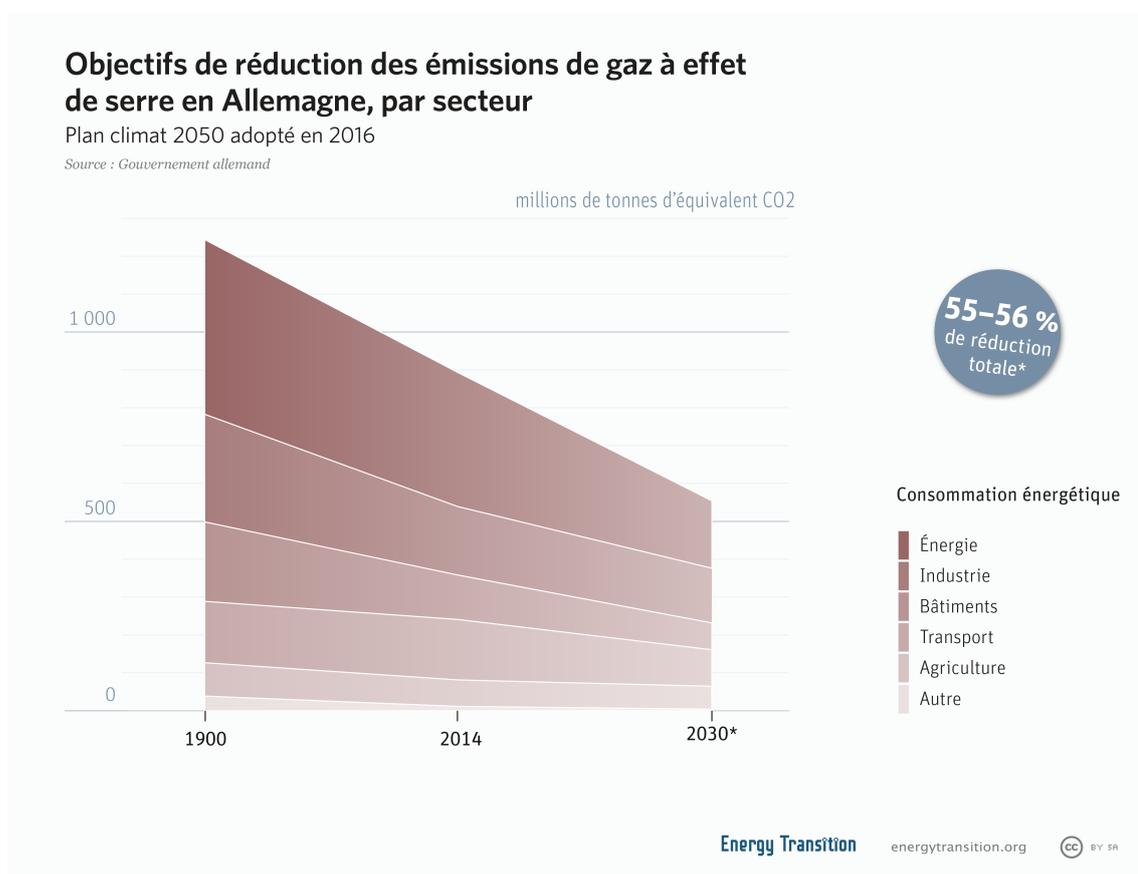
Pour ce qui est du transport électrique, il est d'ores et déjà très répandu sous la forme de trains et de tramways, mais de plus en plus de vélos et de voitures électriques seront mis en circulation. Les batteries demeurent assez chères toutefois, et la plupart des pays (dont l'Allemagne) ne parviennent pas à donner les signaux en termes de prix pour inciter les gens à charger leurs véhicules électriques lorsqu'il existe un excédent en électricité produite à partir des énergies renouvelables. Mais dans la mesure où le nombre d'utilisateurs de véhicules électriques est en augmentation, il sera davantage nécessaire de coordonner la charge et les prix de gros de l'électricité. Ainsi, la consommation d'électricité en Allemagne connaît généralement un pic en soirée, lorsque les gens rentrent du travail et préparent le dîner ou regardent la télévision. Si ces gens branchent également leurs voitures électriques à ce moment-là, la demande en électricité va grimper en flèche alors que le réseau est déjà saturé. Les compteurs intelligents pourraient constituer un moyen de charger les véhicules pendant la nuit, lorsque la demande en électricité diminue.

En 2017, la Fédération nationale allemande du secteur de l'eau et de l'énergie (BDEW) a publié ses propositions pour le couplage des secteurs. Celles-ci comprennent, en plus du prix de gros valable pour l'Allemagne et l'Autriche (la zone Phelix), des zones tarifaires régionales, car les goulets d'étranglement présents sur le réseau ne se produisent généralement que de manière localisée, et non sur l'ensemble du pays ; une zone à tarif unique ne permet cependant pas de signaler que le réseau est saturé quelque part. La bourse européenne de l'énergie EEX (European Energy Exchange), sur laquelle les prix de gros sont établis, n'envoie aucun signal de prix pour la saturation

du réseau régional. Le prix de gros se contente quant à lui d'indiquer le tarif de la prochaine unité d'électricité achetée.

La surtaxe appliquée aux énergies renouvelables constitue un obstacle de taille pour l'avenir. À près de 6,9 centimes par kWh en 2017, elle peut tout à fait avoir une incidence négative sur la rentabilité du couplage des secteurs même si les prix de gros, qui avoisinent actuellement les 3 à 4 centimes, se rapprochent de zéro ou chutent dans des valeurs négatives. Les entreprises pourraient certes être exemptées de cette surtaxe sur la quantité d'énergie verte excédentaire utilisée, mais cette taxe supplémentaire sert toutefois à financer les tarifs de rachat versés aux producteurs d'électricité issue des énergies renouvelables. En conséquence, si la surtaxe ne permet pas de payer l'excédent d'énergie verte, un autre moyen de financement devra être mis en place, sans quoi les producteurs ne seraient pas indemnisés pour le surplus d'énergie produite.

La loi allemande sur la gestion de l'énergie encourage désormais le couplage des secteurs (électricité/chaleur) en association avec des unités de cogénération.



4

Histoire de l'Energiewende

La transition énergétique allemande s'est dessinée bien avant 2011. Elle trouve ses racines dans le mouvement anti-nucléaire des années 1970 et va rassembler aussi bien les défenseurs de l'environnement que les conservateurs : des écologistes jusqu'à l'Église ! Le choc pétrolier et la catastrophe nucléaire de Tchernobyl ont conduit à la recherche d'alternatives – et à l'adoption des tarifs de rachat.

A	Chronologie de l'Energiewende	110
B	Origine du terme « Energiewende »	115
C	Wyhl – la centrale nucléaire qui n'a jamais existé	116
D	Les crises pétrolières	117
E	Tchernobyl – Le changement se fait lentement	119
F	Indemnisation des coûts pour le photovoltaïque	120
G	La Cour européenne de justice déclare que les tarifs de rachat ne sont pas des aides d'Etat	121
H	La loi sur les énergies renouvelables (EEG)	122

Chronologie de l'Energiewende

Voici la chronologie des principaux jalons historiques de l'Energiewende en Allemagne.

1974

Création de l'Agence fédérale de l'Environnement.

1977

En réaction à la crise pétrolière, approbation des premières ordonnances sur « l'isolation thermique » et « l'exploitation de la chaleur », de manière à régler la demande énergétique maximale des bâtiments et les exigences d'efficacité des systèmes de chaleur.

1978

Instauration par l'Allemagne du label Ange Bleu qui certifie les produits respectueux de l'environnement, quatorze ans avant la création du standard Energy Star aux États-Unis. Si le label Ange Bleu a été conçu par une coalition regroupant écologistes, syndicats, représentants de l'Église, le standard de l'Energy Star est une *production de l'Agence américaine de protection de l'environnement*.

1980

Publication d'une étude intitulée l'Energiewende (la transition énergétique) qui démontre que la croissance économique est compatible avec une réduction de la consommation énergétique.

1983

Pour la première fois de l'histoire les Verts entrent au Parlement allemand et font entendre leur inquiétude en matière d'environnement.

1986

Le réacteur de la centrale nucléaire de Tchernobyl (en Ukraine) entre en fusion. Cinq semaines plus tard, le ministère fédéral de l'Environnement, de la Conservation de la nature et de la Sécurité nucléaire est créé.

1987

Le chancelier allemand Helmut Kohl (CDU) évoque devant le Parlement « les terribles menaces que posent les changements climatiques engendrés par l'effet de serre ».

1987

L'Institut Fraunhofer pour les systèmes énergétiques solaires fait du chalet Rappenecker (Forêt Noire) le premier chalet de montagne à l'usage des randonneurs européens équipé en énergie solaire, non raccordé au réseau.

1990

Cinq réacteurs de l'ex-Allemagne de l'Est sont mis à l'arrêt dans le cadre de la réunification allemande. Il s'agit de la première étape décisive vers une sortie du nucléaire.

1991

La coalition conservatrice des Chrétiens Démocrates (CDU) et des Libéraux (FDP) menée par le chancelier Helmut Kohl adopte la loi sur les tarifs de l'énergie qui met en place les premiers tarifs de rachat et donne une priorité d'accès aux énergies renouvelables sur toute autre énergie conventionnelle.

1991

Les « Schönauer Stromrebellen » ("les rebelles de l'énergie de Schönau", petite ville de la Forêt Noire), mettent sur pied une initiative citoyenne en vue de racheter leur réseau local.

1992

En construisant à Fribourg la première maison solaire non raccordée, l'Institut Fraunhofer pour les systèmes énergétiques solaires veut démontrer qu'une famille standard peut subvenir à tous ses besoins énergétiques domestiques à partir d'énergies renouvelables.

1993

Après que les Verts et les sociaux-démocrates ont exigé une sortie du nucléaire dans les années 1980, les discussions sur un consensus énergétique ont été engagées sur l'avenir de l'énergie nucléaire en Allemagne. Le gouvernement conservateur a invité les partis d'opposition à s'asseoir à la table des négociations avec les représentants de fournisseurs ayant des actifs dans le nucléaire.

1996

La banque de développement publique KfW, (Institut de crédit pour la reconstruction) lance son Programme de réduction des émissions de CO2 afin de soutenir le renouvellement du parc immobilier, en particulier dans l'ex République démocratique allemande.

1997

Les "rebelles de l'énergie" de Schönau prennent enfin le contrôle de leur réseau local et augmentent la production d'énergies renouvelables.

1998

L'Allemagne « libéralise » son marché de l'énergie. Les producteurs d'énergie et les gestionnaires de réseaux deviennent deux entités légalement distinctes. En ce qui concerne les énergies renouvelables, cela donne la possibilité à de nouveaux fournisseurs d'énergie de ne mettre que de l'électricité verte sur le marché. Malgré cette libéralisation, le pays restera sept ans sans autorité régulatrice.

1999

Le programme « 100 000 toits solaires » lance le marché du solaire en Allemagne. Est lancé la même année, le programme d'incitation au marché, un mécanisme de soutien financier de plusieurs millions pour les systèmes de chauffage renouvelable.

1999-2003

L'Allemagne instaure une « écotaxe » ; le prix du litre d'essence et celui du kilowattheure d'électricité issu de l'énergie fossile augmentent de quelques centimes d'euro chaque année. Il en résulte une hausse des ventes de voitures plus économes en carburant et une légère baisse de la consommation globale.

2000

La loi sur les énergies renouvelables (EEG), élaborée par la coalition des sociaux-démocrates (SPD) et des verts dirigée par le chancelier Schroeder, remplace la loi sur les tarifs de l'énergie et précise que le paiement des tarifs est lié au coût d'investissement, et non plus au prix du marché.

2000

La coalition du chancelier Schroeder signe un accord avec les propriétaires des centrales nucléaires qui prévoit la fermeture progressive de ces centrales à l'horizon de 2022.

2001

Confirmation par la Cour européenne de justice que les tarifs de rachat ne constituent pas « une aide de l'État » et qu'ils sont par conséquent légaux.

2002

Création de l'Agence pour l'efficacité énergétique, dont l'objet est la promotion de l'efficacité dans l'utilisation finale pour les ménages et les commerces.

2002

Adoption de la Loi sur la cogénération chaleur-électricité. Deux modifications ultérieures en ont fait l'instrument de soutien le plus important à la production combinée de chaleur et électricité.

2004

Inclusion sans restriction du photovoltaïque dans la Loi sur les énergies renouvelables.

2005

L'Agence des réseaux allemands qui jusque-là contrôlait les télécommunications et les services postaux, se voit adjoindre le réseau électrique et le marché du gaz, en partie pour éviter les conflits en matière de tarification du réseau pour les énergies renouvelables.

2005

L'Union européenne inaugure son système d'échange de quotas d'émissions.

2007

Le Programme intégré énergie et climat allemand fixe de nouveaux objectifs, de nouvelles politiques et de nouveaux mécanismes de soutien pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables.

2009

Première modification de l'EGG sans l'accord des sociaux-démocrates et des verts. La nouvelle loi se concentre davantage sur ce que la coalition de la chancelière Angela Merkel, comprend sous le terme « instruments du marché ».

2009

La loi pour la production de chaleur à partir de sources d'énergies renouvelables est la première à aborder explicitement le « chauffage renouvelable », en exigeant de tout entrepreneur l'installation de systèmes de chaleur renouvelable.

2009

Adoption d'une loi sur l'éco-conception des produits consommateurs d'énergie; transcription dans le droit allemand d'une directive européenne sur le même sujet.

2010

La coalition de la chancelière Angela Merkel décide de prolonger la durée de vie de 17 centrales nucléaires de 8 à 14 ans.

2010

L'ordonnance de durabilité pour la biomasse aborde le problème de la production durable de la biomasse.

2010

Création du premier fonds allemand sur l'efficacité énergétique, le Fonds spécial pour l'énergie et le climat, financé par des fonds provenant des certificats d'émission de carbone. En raison du faible prix de ces certificats, l'activité du fonds est réduite de moitié. La chancelière Angela Merkel revient également sur la sortie progressive du nucléaire décidée en 2002, en étendant la durée de vie des centrales nucléaires.

2011

L'accident nucléaire de Fukushima oblige la chancelière Angela Merkel à revoir sa position sur le nucléaire. Elle annonce une accélération de la sortie du nucléaire, plus radicale encore que le calendrier du chancelier Schröder: la suppression de 40 pour cent de la production nucléaire en moins d'une semaine, et la fermeture de la dernière centrale aux environs de 2022.

2012

Mai 50 % du mix : nouveau record mondial de l'Allemagne de production d'énergie solaire.

Novembre Les exportations allemandes d'énergie atteignent un niveau record.

2013

Janvier La surtaxe pour les énergies renouvelables passe à 5,3 centimes par kWh. Les exportations d'énergie allemandes ont augmenté d'environ 50 pour cent.

2014

La surtaxe pour les énergies renouvelables passe à 6,3 centimes par kWh. L'EEG est modifiée au mois d'août, et le nouveau gouvernement adopte un Plan d'action en faveur du climat et un Plan national en matière d'efficacité énergétique au mois de décembre.

2015

Le premier appel d'offres concernant les grandes centrales électriques photovoltaïques a lieu dans le cadre l'EEG modifiée. L'Allemagne introduit un paquet de nouveaux instruments en faveur de l'efficacité énergétique, tels qu'un nouveau programme de soutien en faveur de la modernisation des bâtiments non résidentiels.

2017

L'Allemagne organise ses premières propres enchères pour l'éolien terrestre et offshore.

Origine du terme « Energiewende »

Le terme « Energiewende » voit le jour dans les années 1970, avec la tentative des opposants au nucléaire de démontrer qu'une alternative en matière d'approvisionnement énergétique pouvait exister.

Ce terme (qui peut se traduire par « transition énergétique ») nous renvoie donc au-delà de ces dernières années. On le retrouve ainsi dans une étude de 1980 réalisée par l'Institut allemand d'écologie appliquée.

Cette publication, révolutionnaire à l'époque, était certainement la première à affirmer que la croissance économique était compatible avec une baisse de la consommation d'énergie – un thème qui sera repris plus tard dans de nombreux ouvrages comme le « Facteur 4 » en 1998. Des publications antérieures, comme le rapport du Club de Rome, *Limits to growth* (Limites de la croissance) en 1972, consistaient principalement en des avertissements qui ne proposaient toutefois pas de solutions spécifiques. L'ouvrage *Energiewende* était l'une des premières tentatives de proposition d'une alternative globale, les énergies renouvelables couplées à l'efficacité énergétique. Le sous-titre de l'ouvrage intitulé *Energiewende*, ouvrage publié en 1982, s'intitule « Croissance et Prospérité sans pétrole ni uranium ».

L'institut d'écologie appliquée venait lui-même d'être créé, financé par des organisations non seulement environnementales, comme Les Amis de la Terre, mais aussi par une organisation protestante qui finançait la recherche. En Allemagne, défenseurs de l'environnement et conservateurs restent, jusqu'à aujourd'hui, très apparentés, et ce lien fait qu'il est presque inconcevable que des hommes politiques conservateurs puissent s'opposer aux renouvelables, alors que c'est l'inverse ailleurs. Ainsi, nombre des partisans les plus en vue des énergies renouvelables sont issus du Parti des Chrétiens-démocrates (CDU), comme Peter Ahmels, à la tête de l'Association allemande pour l'énergie éolienne entre 1997 et 2007.

Un autre bon exemple est celui de Wolf von Fabeck, qui a contribué à la mise en place des tarifs de rachat pour l'énergie solaire dans sa ville d'Aachen, dès les années 1980. Von Fabeck, ancien officier dans l'armée, est devenu écologiste en voyant les effets des pluies acides provoquées par les centrales à charbon, et a milité ensuite pour l'énergie solaire quand il a compris l'impossibilité pour les centrales nucléaires de se protéger des risques d'une attaque militaire. Ses premières conférences sur l'énergie solaire se sont tenues dans l'église de sa ville dont le pasteur fut l'un de ses premiers soutiens. On peut également citer Franz Alt, l'auteur de *Der ökologische Jesus* (Jésus l'écologiste). Nombre d'églises modernes en Allemagne sont, en cohérence avec cela, équipées de panneaux solaires sur leurs toits.

Wyhl – la centrale nucléaire qui n’a jamais existé

L’Energiewende trouve donc son origine dans le mouvement anti-nucléaire des années 1970. Le succès durable de cette contestation au cours des dernières décennies réside dans son aspect fédérateur ; défenseurs de l’environnement et conservateurs ont travaillé ensemble dès le début.

Le mouvement de l’Energiewende est né de la mobilisation contre l’énergie nucléaire dans les années 1970. En 1973, est annoncé le projet de construction d’une centrale nucléaire à Wyhl, village situé dans la région viticole de Kaiserstuhl à proximité de la frontière française. Ce projet suscita un mouvement de résistance puissant et durable dans toutes les couches de la population. Des étudiants de la ville de Fribourg, toute proche, unirent leurs forces aux viticulteurs de Kaiserstuhl et aux scientifiques comme Florentin Krause, auteur de l’*Energiewende*.

En 1983, suite à ces protestations incessantes, le gouverneur de la région du Bade-Wurtemberg déclare le projet de Wyhl « non urgent », repoussant ainsi le projet de centrale à une date indéterminée. Le succès du mouvement a donné la preuve, à travers l’Allemagne et l’Europe qu’il était possible d’empêcher la construction de centrales nucléaires. Pendant les années 1980, un certain nombre de groupes locaux prônant la transition énergétique se créèrent partout en Allemagne, comme autant de signes de la volonté de la population d’agir localement.

Le mouvement anti-nucléaire est une des raisons de la création du parti des Verts allemands. Dans les années 1980, les Verts ont commencé à recueillir régulièrement plus de 5 pour cent des voix, seuil limite exigé pour l’entrée au Parlement.

Les crises pétrolières

Les crises pétrolières ont mené à la mise en place des premières politiques d'efficacité énergétique.

Les crises de 1973 et 1979 amenèrent la population à imaginer comment il était possible de changer l'approvisionnement énergétique. Pour la première fois, l'Allemagne prenait conscience du risque économique d'une hausse des prix de l'énergie et, que comme le soulignait le président Jimmy Carter aux Américains en 1977, « les économies sont la source d'énergie la plus rapide, la moins onéreuse, la plus pratique. C'est aussi la seule manière d'acheter un baril de pétrole à quelques dollars ».

Les économies d'énergies étaient aussi considérées en Allemagne comme un moyen de réduire la dépendance aux importations de matières premières. Si certaines mesures prises ont été de courte durée (comme l'interdiction de circuler le dimanche) ou ont eu des effets limités (comme l'instauration de l'heure d'été), les fondements d'une nouvelle politique en matière d'efficacité énergétique étaient néanmoins posés. Le ministre allemand de l'Economie lança une première campagne intitulée « Les économies – notre meilleure source d'énergie ». En 1976, une étape importante est franchie avec l'adoption de la loi sur les économies d'énergie posant les premières conditions pour l'isolation des bâtiments : « Afin d'économiser l'énergie, ceux qui construisent des bâtiments doivent concevoir et installer des moyens d'isolation de façon à prévenir toute perte énergétique en matière de chauffage et de refroidissement ». L'actuelle loi sur les économies d'énergie commence encore par la même première phrase.

Le 27 juin 1980, une commission d'enquête du Bundestag portant sur la future politique de l'énergie nucléaire mettait en tête de ses recommandations « la promotion des économies d'énergie et des énergies renouvelables ». Les suggestions concernant le secteur du transport incluaient « l'adoption de règles limitant la consommation de carburant spécifique pour les véhicules » et « les limitations de vitesse sur autoroute ».

En 1982, ces propositions conduisirent à un vaste débat public, lieu de controverses multiples et mouvementées. Seul capable de mettre un frein à cette forte demande de la population en attente de changements, le gouvernement allemand a alors obligé l'industrie automobile à installer des convertisseurs catalytiques, lesquels ne sont compatibles qu'avec de l'essence sans plomb, ce qui a contraint les entreprises pétrolières à en vendre. En 2000, l'Union européenne interdisait la vente d'essence au plomb. Cela étant, si elles ont aidé à réduire la pollution, ces mesures n'ont pas pour autant renforcé la politique d'économies d'énergie.

Depuis 1982, il y a eu de nombreuses tentatives pour édulcorer cette politique d'économies d'énergie. Dans les années 1990, l'industrie de la tuile s'est ainsi opposée à l'utilisation de coefficients de transmission thermique pour déterminer la nécessité d'une isolation supplémentaire. Une autre controverse a eu lieu autour de l'obligation pour les propriétaires

de bâtiments existants de remplacer les anciennes chaudières et d'isoler les conduits de chauffage, même quand aucune rénovation n'était envisagée. L'idée de base d'économiser les sources d'énergie est néanmoins devenue partie intégrante de la politique allemande, et ce progressivement, depuis les années 1970.

Tchernobyl – Le changement se fait lentement

En 1986, le réacteur de la centrale nucléaire de Tchernobyl explose et des pluies radioactives atteignent l'Allemagne. Les Allemands perdent foi en la sécurité de l'énergie nucléaire, mais ne savent pas encore comment la remplacer.

Après l'explosion, l'Union soviétique n'ayant pas annoncé la catastrophe, les détecteurs de radioactivité commencent à enregistrer, partout en Europe, des pics dans les niveaux de radiation ambiants. Un message radio déclare aux Allemands qu'il est peut-être dangereux de laisser jouer les enfants dehors. La confiance de la population en l'énergie nucléaire atteint son niveau le plus bas, alors même que simultanément, ingénieurs et politiciens allemands répètent inlassablement que Tchernobyl est un cas isolé, que c'est le résultat de la technologie soviétique, largement dépassée. Ils n'ont cessé pendant des années d'affirmer que les centrales nucléaires allemandes étaient sûres et qu'un accident de l'ampleur de Tchernobyl était impossible – comment en témoigne la déclaration faite en août 2010, par la coalition Merkel, moins d'un an avant que Fukushima ne la fasse changer d'avis.

En 1986, la question était encore de savoir comment remplacer l'énergie nucléaire. Depuis la publication en 1980 de *l'Energiewende*, rien n'a vraiment changé en Allemagne. Encore trop chère, l'énergie solaire n'était utilisée que par la NASA dans l'espace, et ce pour approvisionner des lieux sans réseau local en petites quantités d'énergie. Le véritable démarrage de l'énergie éolienne s'est produit au début des années 1980, quand la Californie tirait alors un pour cent de son énergie de l'éolien. Mais un changement de politique de l'administration Reagan conduisit à l'effondrement de ce marché. À la fin de ces années, seul le Danemark développait considérablement le secteur éolien ; les fabricants d'éoliennes danois étant les principaux fournisseurs de ces premiers projets californiens.

Indemnisation des coûts pour le photovoltaïque

L'introduction par les services publics locaux de trois villes allemandes, à la fin des années 1980, d'une « indemnisation des coûts totaux » – premiers tarifs de rachat – pour le photovoltaïque conduit à leur mise en place au niveau national, une première en Allemagne.

Wolf von Fabeck (mentionné ci-dessus), n'a pas été le seul à tenter de trouver des solutions alternatives à l'énergie nucléaire (et de plus en plus à l'énergie fournie par les centrales à charbon). Tout comme le changement climatique et les émissions de carbone provoquées par l'homme, les pluies acides devenaient une source de préoccupation. Le chancelier chrétien-démocrate Helmut Kohl évoqua la question devant le Bundestag en 1987, en parlant de « la menace grave d'un changement climatique dû à l'effet de serre ».

À la fin des années 80, la nouvelle Association pour l'énergie solaire (SFV) fondée par von Fabeck, réussit à convaincre les autorités locales de sa ville d'Aix-la-Chapelle (Aachen) de payer deux Deutsche Marks le kW d'énergie solaire, et ce après leur avoir démontré qu'elles avaient déjà payé un montant équivalent ou supérieur pour répondre à la demande en période de pointe, ce que le photovoltaïque aurait pu compenser. L'idée selon laquelle la rémunération de l'électricité produite suffit à couvrir le coût d'investissement, s'est fait connaître comme le Modèle d'Aix-la-Chapelle. Un comble, puisque l'idée n'était même pas allemande. Le projet d'Aix-la-Chapelle n'a en effet fait que copier une politique similaire dans deux villes suisses. La Californie, au début des années 1980, avait aussi adopté une politique de contrats d'offre standard similaire.

Deux autres villes allemandes – Freising et Hammelburg - avaient déjà mis en œuvre une politique d'indemnisation de coût total, mais seul l'exemple d'Aix-la-Chapelle retint l'attention. Derrière le succès d'Hammelburg, se cache Hans-Josef Fell (parti des Verts) qui deviendra plus tard, avec le social-démocrate Hermann Scheer, un des artisans majeurs de la Loi sur les énergies renouvelables à partir de 2000.

Ces petites réussites disparates ont, dans un premier temps, mené l'Allemagne à adopter en 1991 les premiers tarifs de rachat au plan national, le fruit d'une coalition inhabituelle entre chrétiens démocrates et verts. À l'époque, les deux partis n'étaient pas en très bons termes (ce qui a changé depuis), la CDU ayant posé une condition : que la loi proposée soit présentée comme une initiative uniquement chrétienne-démocrate, et non comme le résultat d'une alliance entre CDU et Verts.

La légende dit que la loi, qui ne comportait que deux pages, faillit ne pas voir le jour. Dernière loi votée au cours de la session parlementaire de 1990, elle le fut principalement en raison de la conviction des chrétiens-démocrates que quelques éoliennes pouvaient difficilement nuire.

La Cour européenne de justice déclare que les tarifs de rachat ne sont pas des aides d'Etat

En 2001, la Cour européenne de justice décrète que les tarifs de rachat ne constituent pas une aide d'État et qu'ils ne sont donc pas illégaux. C'est ce qui a permis l'essor des énergies renouvelables.

La loi a conduit à l'essor rapide de l'énergie éolienne, en particulier. Le secteur énergétique conventionnel a donc décidé de contester la légalité de la politique. Le commissaire européen de la concurrence, Karel van Miert, déclara ouvertement que selon lui, ces tarifs de rachat constituaient des aides illégales. C'est à la même époque, que le fournisseur allemand d'électricité Preussenelektra (fusionné en 2000 avec Bayernwerk pour former E.On Energie) décidait de contester les tarifs de rachat en justice. La procédure alla jusqu'à la Cour européenne de justice qui déclara en 2001 que ces tarifs de rachat ne constituaient pas des aides d'État et qu'ils étaient donc parfaitement légaux. Même si cette décision de la Cour portait sur la première loi sur les tarifs de rachat de 1991, et non sur l'EEG de 2000, elle a été largement interprétée comme applicable aux deux, ce qui est une des raisons pour lesquelles l'EEG n'a posé aucun problème jusqu'à ce que l'UE à Bruxelles se penche sur les exemptions de surtaxe sur les énergies renouvelables dont bénéficiaient l'industrie en 2012.

Comme la Cour l'a expliqué en 2001, en raison du fait que « les énergies renouvelables sont utiles à la protection de l'environnement » et à la « réduction des émissions à effet de serre », cause principale du changement climatique que la Communauté européenne et ses États membres se sont engagés à combattre », les États membres de l'UE peuvent exiger des compagnies énergétiques privées qu'elles achètent de l'énergie renouvelable « à un prix minimal, plus élevé que la valeur économique réelle de ce type d'électricité, et de répartir dans un second temps les charges financières résultant de cette obligation » sur les consommateurs.

En d'autres termes, la Cour statue que les tarifs de rachat sont en fait ouverts à tout le monde, y compris aux grandes entreprises énergétiques, sans discrimination aucune entre les acteurs du marché et sans fausser la concurrence. Plus exactement, ils favorisent un certain type d'énergie, au détriment d'autres, de façon à ce que toute l'Europe partage des objectifs de bien commun. En d'autres termes, ces tarifs de rachat ne sont pas des subventions parce qu'aucune entreprise en particulier ne bénéficie de subsides du gouvernement, que les coûts ne sont pas répercutés sur les contribuables mais les usagers, et qu'ils n'entrent pas dans le budget de l'État.

La loi sur les énergies renouvelables (EEG)

Pour couvrir le coût spécifique d'un investissement en fonction de la taille et de la technologie, la loi allemande sur les énergies renouvelables garantit l'indemnisation totale des coûts. Afin de protéger l'investissement, les taux offerts sont garantis 20 ans à partir de l'année d'installation, mais ceux-ci baissent chaque année pour les nouveaux systèmes installés, une façon de maintenir une pression sur les prix auprès des constructeurs.

La principale différence entre les lois sur les tarifs de rachat de 2000 et de 1991 est que ces tarifs de rachat ne sont plus liés à un pourcentage du prix de détail, mais qu'ils se différencient selon le coût réel de l'investissement en fonction de la taille et de la technologie.

En 2004, la loi a été modifiée pour abolir le Programme des 100 000 Toits photovoltaïques qui intégrait dans le prix d'achat un bonus payé d'avance. Les panneaux solaires sont aujourd'hui éligibles aux tarifs de rachat dans leur intégralité. À nouveau amendée en 2009, elle est trois fois plus importante qu'en 2004. Ce qui ne faisait que deux pages fait désormais 51 pages. La loi a récemment fait l'objet d'amendement en 2012 et en 2014.

« L'EEG se rapproche du marché »

En 2009, les Verts ne sont plus au gouvernement, et la loi EEG est la première loi à être amendée par la grande coalition des sociaux-démocrates et des chrétiens-démocrates. Nombre de personnalités politiques appartenant aux sociaux-démocrates et aux chrétiens-démocrates ont pensé qu'il fallait modifier la loi pour que les énergies renouvelables répondent aux besoins du marché - tout en maintenant les principes de base : tarifs de rachat et priorité à l'énergie renouvelable.

Les principaux changements apportés à l'EEG en 2009 traduisent donc la façon dont ces responsables politiques définissent ce que doit être un marché. Les producteurs d'énergie éolienne deviennent par exemple de plus en plus incités à vendre directement leur électricité à la bourse de l'électricité, au lieu de bénéficier de tarifs de rachat, en leur offrant une « prime de marché » pour compenser le surcroît de travail occasionné. On ne peut cependant appliquer cette option que si on prouve qu'elle est plus profitable que les tarifs de rachat. C'est donc une sorte de prime exempte de risque – ce qui n'est pas vraiment ce qu'on attend d'une politique qui promet « plus de marché ». Entraînant des profits hasardeux et une hausse inutile du coût de la transition énergétique pour les consommateurs, le secteur éolien s'opposa en masse à cette option.

Cependant, en 2016, un tribunal européen de première instance a estimé que l'EEG de 2012 constituait bien « une aide publique » ; le gouvernement allemand avait notifié à l'UE (Bruxelles) cette politique de soutien, mais la Commission européenne a insisté sur le fait qu'elle disposait d'un droit de regard. Berlin a répondu en exprimant sa volonté de négocier tout en insistant sur le fait que cette ouverture était volontaire et que l'UE ne disposait pas de ce droit de regard. Le tribunal a toutefois statué que l'UE disposait bel et bien de ce droit. Les négociations ayant abouti

sur un compromis satisfaisant les deux parties (Berlin et Bruxelles), l'EEG 2012 ne devra pas être modifiée rétrospectivement. Le tribunal s'est contenté de spécifier que Berlin n'avait pas le droit de refuser des négociations au sein de l'UE. Finalement, les tarifs de rachat sont jugés comme une aide admissible car l'UE et ses États membres ont des objectifs en matière d'énergies renouvelables, de climat et d'environnement.

Ce qui nous amène là où nous en sommes aujourd'hui : l'Allemagne a conservé les tarifs de rachat pour les systèmes inférieurs à 750 kW, mais a instauré un système d'appels d'offres pour les projets d'une puissance supérieure. L'EEG 2014 avait également mis en place pour la première fois des limites quant à l'augmentation de la part de la consommation d'électricité brute provenant des énergies renouvelables qui ne devait pas dépasser 45 pour cent d'ici 2025. Il avait toujours été fait mention « d'au moins » un certain pourcentage dans les versions précédentes de l'EEG 2014.

Perspectives européennes

Partout à travers l'Europe, de nombreuses visions de la transition énergétique cohabitent.

Quel est le rôle de l'énergie dans le processus décisionnel de l'Union européenne ? Que font les autres États membres pour décarboniser leur système énergétique, et quels défis internes et externes doivent-ils relever ? Y-a-t-il une chance que ces défis soient surmontés grâce à davantage de coopération européenne ?

Les textes et les profils de pays suivants tentent de fournir une meilleure vision des activités liées à la transition énergétique en Europe.

A	La transition énergétique : penser européen	125
B	L'Energiewende polonaise. Loin du plombier polonais : une transition européenne	128
C	Le pionnier : le Danemark est-il en train de perdre sa place ?	131
D	Au-delà de la COP : où en est la transition énergétique française ?	134
E	Énergie en République tchèque : de petits pas en avant, mais les projets nucléaires continuent d'avoir la priorité	137
F	La transition énergétique en Espagne : aller de l'avant, mais vers où ?	141
G	L'Autriche et sa transition énergétique – La passivité des décideurs politiques : un risque majeur	145
H	Donner un sens à la politique énergétique du Royaume-Uni	148

La transition énergétique : penser européen

La question de l'énergie s'est imposée au cœur des préoccupations de l'Union européenne. Toutefois, L'UE ne dispose pas d'une compétence exclusive en la matière.

Les températures chutent en Europe, et les récentes réflexions qui échauffent pourtant les esprits ne sont pas d'un grand secours. Ni la mesure législative proposée par la Commission européenne. Après une longue période de gestation, le « paquet législatif hivernal », aussi connu sous le nom de « paquet géant » et de « tsunami législatif », a récemment été présenté dans le cadre de l'Union de l'énergie. La proposition législative, portant le titre très encourageant « Une énergie propre pour tous les Européens », comporte tout de même plus de mille pages. Mais ces mesures tiennent-elles leurs promesses ?

Certains points de ce paquet de mesures sont déjà bien connus, par exemple la révision de la Directive sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique ; ils seront mis à jour et adaptés pour se conformer à la législation à l'horizon 2030. Dans le même temps, la Commission franchit une étape importante en proposant une restructuration et une gouvernance à l'échelle de l'UE afin de parachever le marché intérieur de l'énergie. Enfin, les révisions devront également être adaptées aux accords existants, notamment en ce qui concerne la limitation du réchauffement planétaire au-dessous de 2 °C. Cet objectif avait été fixé lors de la conférence de Paris sur le climat et est entré en vigueur le 4 novembre 2016.

En réalité, le lion qui s'apprêtait à bondir finira par se transformer en agneau si, avec l'aide de mécanismes de capacité et en dépit des restrictions concernant les émissions de CO₂, nous ouvrons la porte à la construction de nouvelles centrales au charbon. Et il ne sera plus qu'un vieux lion édenté si nous ne rehaussons l'objectif d'efficacité énergétique qu'à 30 % au lieu des 27 % initialement prévus, et ce, bien que le principe consistant à « Privilégier l'efficacité énergétique ! » ait été martelé à de nombreuses reprises. Enfin, l'UE deviendra totalement impuissante si elle supprime le système de « distribution prioritaire », qui donne la priorité aux énergies renouvelables dans les réseaux énergétiques européens. L'objectif consistant à accroître la proportion d'énergies renouvelables pour qu'elle atteigne « au moins 27% » de la consommation énergétique totale d'ici à 2030 est peu ambitieux, et il sera encore davantage affaibli s'il ne s'applique qu'à l'échelle européenne, c'est-à-dire s'il n'y a plus d'objectifs contraignants pour chaque État membre comme c'était le cas avec ceux fixés pour 2020. Comment l'UE parviendra-t-elle à atteindre le but du président Juncker, à savoir devenir numéro 1 mondial en matière d'énergies renouvelables ? En termes d'investissements, les États-Unis et la Chine ont depuis longtemps une longueur d'avance. L'UE va donc devoir redoubler d'efforts pour transformer ses belles paroles en actes concrets.

Ceci étant dit, nous apercevons la lumière au bout du tunnel : pour la première fois, il a été explicitement question des coopératives énergétiques et de leur accès aux réseaux. L'UE a finalement reconnu le potentiel que représentent les citoyens qui produisent et commercialisent

leur propre énergie. La vision globale de l'Union de l'énergie met également clairement l'accent sur un système énergétique durable et sûr à faibles émissions de carbone pour l'Europe. Même les eurosceptiques les plus virulents doivent comprendre que tout ceci ne se fera pas en un jour. Il est donc d'autant plus important de prendre les mesures nécessaires pour éviter que ces propositions ne soient édulcorées lors de négociations futures avec le Parlement européen et les États membres. Car, en définitive, ce sont les États membres qui traceront la voie vers une transition énergétique réussie au niveau européen en soutenant des initiatives locales et régionales qui impliqueront activement les pays voisins. Dans cette perspective, « Une énergie propre pour tous les Européens » ne constitue qu'une partie du paquet de mesures. Il reste désormais à voir quels États membres de l'UE feront les efforts nécessaires pour atteindre les objectifs en matière d'énergie propre.

Les propositions de Bruxelles font clairement apparaître que les politiques européennes en matière d'énergies renouvelables n'ont pas de dénominateur commun ambitieux qui pourrait faire l'unanimité entre tous les États membres. Au lieu de cela, les États membres cherchent à servir leurs intérêts propres, purement nationaux, que ce soit vis-à-vis du charbon en Pologne ou du nucléaire en France, par exemple. Partant de là, comment l'UE peut-elle mettre en place une politique énergétique qui soit à la fois sensée, cohérente et ambitieuse ?

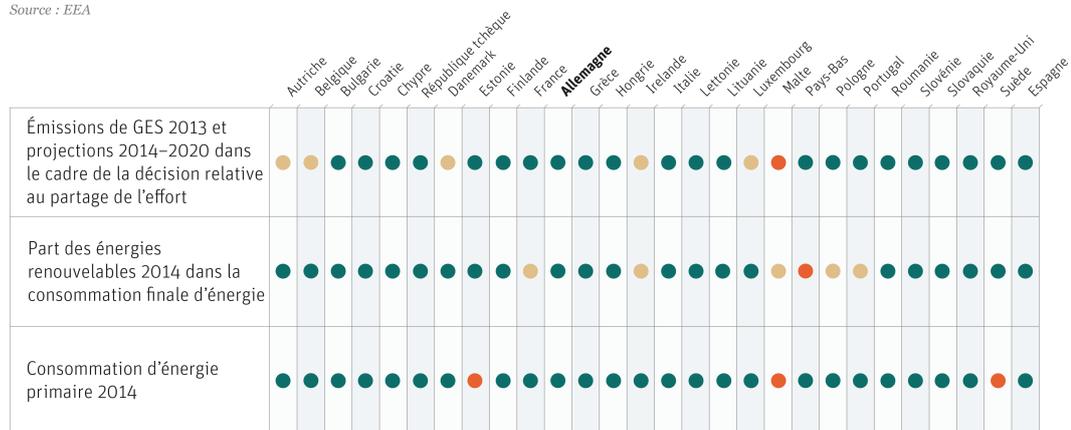
Par le passé, les pionniers de la transition énergétique, dont fait partie l'Allemagne, n'ont pas réussi à convaincre leurs voisins européens des impacts positifs qu'aurait la restructuration du système énergétique grâce à l'innovation et la croissance économique. Pour le moment, nous ne sommes pas parvenus à créer une coalition pour une transition énergétique européenne, et certains s'étonnent aujourd'hui des résultats plus que mitigés obtenus par Bruxelles. Nous pourrions presque aller jusqu'à dire que l'une des raisons principales du manque d'ambition qui ressort des propositions de l'UE concernant le secteur de l'énergie serait justement le fait que l'Allemagne ait travaillé seule à la politique énergétique. Les effets concomitants qui se font ressentir sur le marché de l'électricité de nos voisins immédiats, et qui ne sont pas toujours positifs, y sont peut-être aussi pour quelque chose.

Si l'Allemagne souhaite avoir un impact significatif sur le processus d'élaboration de directives européennes pertinentes dans les deux prochaines années, alors Berlin devrait cesser de se concentrer sur des questions futiles et isolées de priorités et de mécanismes de capacité. Elle devrait plutôt prendre un peu de recul et travailler en étroite collaboration avec les autres États membres afin d'élaborer un nouveau scénario pour une transition énergétique européenne commune, tout en tenant compte des problématiques de chacun et en modernisant l'économie de l'UE, ce qui améliorera sa compétitivité à l'international. C'est la seule façon de mener à bien la transition énergétique à la fois en Allemagne et en Europe.

Progression des États membres de l'UE vers les objectifs en matière de climat et d'énergie pour 2020

Progression vers les objectifs en termes d'efficacité énergétique, d'émissions de carbone et d'énergies renouvelables, 2014

Source : EEA



- En bonne voie
- Partiellement en bonne voie
- Pas en bonne voie

L'Énergiewende polonaise. Loin du plombier polonais : une transition européenne

L'année 2015 a vu le photovoltaïque polonais croître de 240 pour cent et la création de parcs éoliens de 40 pour cent. Malgré ces chiffres impressionnants, la Pologne demeure le royaume du charbon.

Par Ireneusz Sudak, journaliste spécialisé dans les questions énergétiques, Gazeta Wyborcza

Commençons par quelques chiffres : la Pologne est le premier producteur de charbon en Europe. Chaque année, les mineurs polonais extraient 75 millions de tonnes de charbon. L'électricité produite à partir du charbon en Pologne a représenté 81 % de la production électrique du pays en 2016 (48 % à partir de la houille et 33 % à partir du lignite). Le gouvernement polonais a affirmé que le charbon est le trésor national car il garantit notre indépendance énergétique.

La Pologne ne s'est pas contentée de poursuivre la construction de trois nouvelles centrales à charbon géantes (dans les villes de Koziencice, Opole et Jaworzno), elle envisage également d'en construire d'autres, à Ostroleka et Pulawy, et ce, en dépit des doutes sérieux qui pèsent sur le bien-fondé économique de ce type d'investissement. Grâce aux sources d'énergie renouvelable (SER), les prix de gros de l'énergie sont devenus si bas que, selon plusieurs experts indépendants, la construction de nouveaux grands équipements de production d'électricité est irrationnelle. Cependant, d'après le gouvernement, il ne s'agit pas d'un problème économique mais bien d'une question de sécurité énergétique.

De plus, la Pologne conteste le Système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne (SEQUE-UE), en soutenant qu'il lui est défavorable. Selon le ministre de l'Environnement, Jan Szyszko, la structure du SEQUE-UE devrait avant tout prendre en considération les spécificités de chaque État membre, et notamment leur bouquet énergétique. Il propose à l'UE que les émissions nationales de CO2 puissent être réduites en tenant compte de l'absorption du CO2 par les forêts polonaises.

Nouvelle loi SER

L'année dernière, l'évolution de la transition énergétique en Pologne s'est modifiée, pour ne pas dire interrompue. Le 5 mai 2016, le gouvernement conservateur dévoilait le projet longtemps attendu de nouvelle loi sur les sources d'énergie renouvelable (« loi SER »). Cette loi constitue le socle de la réglementation sur les SER, et définit de manière générale le cadre légal dans lesquelles les activités s'effectuent dans le secteur. Mais au lieu de mettre en place des transitions vers une politique énergétique basée sur le renouvelable, cette proposition entérine la situation actuelle du charbon en Pologne. Les organisations environnementales ont appelé en vain le gouvernement à mettre en place des tarifs de rachat pour les petites usines de production d'électricité, mais seul un système de bonus pour les producteurs d'énergie renouvelable a été instauré. Les petits producteurs

d'électricité (jusqu'à des systèmes photovoltaïques sur toit de 7 kW par exemple) bénéficieront d'une réduction de 70 % sur le rachat d'électricité par le fournisseur d'électricité pour chaque kWh injecté dans le réseau électrique. Ces règles sont entrées en vigueur le 1er juillet 2016, mais on ne sait toujours pas si les « prosommateurs » en tireront un véritable bénéfice en Pologne.

Une coalition d'organisations environnementales, telles que Greenpeace et WWF, se montre critique vis-à-vis de la nouvelle loi, affirmant que celle-ci empêche les citoyens d'accéder à des sources d'énergie bon marché, propres et vertes. Alors que se tenaient les discussions parlementaires sur la loi SER, le Fond national pour l'environnement reportait le démarrage d'un programme de soutien parallèle destiné aux microproducteurs, prévoyant en particulier des prêts à taux préférentiels et des subventions. Difficile de croire à une coïncidence quand on sait qu'un changement a eu lieu récemment à la tête de l'institution concernée.

Loi anti-éolien

La seconde loi relative aux sources d'énergie renouvelable est liée à la production éolienne. Dans l'état actuel des choses, le parti Droit et Justice au pouvoir veut réduire de manière drastique la possibilité de construire des éoliennes en Pologne.

La récente proposition adoptée par la Diète fin mai 2016 prévoit que les nouvelles éoliennes doivent être construites à une distance équivalente à au moins dix fois leur hauteur par rapport au bâtiment, à la forêt ou à la zone NATURA 2000 les plus proches. Les experts en énergie éolienne s'accordent à dire que cette nouvelle législation limite à 1 % du territoire polonais l'espace sur lequel il sera possible de construire de nouvelles éoliennes. Selon l'Association polonaise pour l'énergie éolienne (PSEW), « la loi aura pour effet d'éliminer complètement les nouveaux projets éoliens de Pologne. » Elle pourrait bien sonner également le glas des parcs éoliens polonais.

En 2015, la Pologne a installé plus d'éoliennes que les autres pays européens, à l'exception de l'Allemagne. Selon le régulateur de l'énergie, la capacité totale installée s'élevait fin 2015 à 4 592 MW fournissant 10 231 GWh (chiffre en augmentation de 40 %). Ceci place la capacité des parcs éoliens en Pologne quasiment au même niveau que celle du Danemark.

Qu'est-ce que tout cela veut dire ?

Ces propositions de loi sont le fruit d'une action délibérée du parti conservateur au pouvoir, Droit et Justice. Le gouvernement de la Première ministre Beata Szydło est conservateur non seulement sur le plan religieux et des droits des minorités, mais également pour ce qui est de la production des énergies renouvelables. Ce gouvernement a maintes fois répété que la sécurité énergétique de la Pologne dépendait du maintien du charbon. Et ce, au mépris des avertissements lancés récemment par la Commission européenne qui s'inquiète du caractère de plus en plus préoccupant de la pollution de l'air et du manque de politique en matière de SER.

La transition continue

Mais le tableau est-il si noir qu'il en a l'air ? Certainement pas. 2015 a été une année record en Pologne, non seulement pour la production d'énergie éolienne mais aussi pour la production d'électricité solaire. Selon des régulateurs de l'énergie, 2015 a été marquée par une augmentation de 71 MW de la capacité de puissance photovoltaïque installée, ce qui représente un bond de 240 %, et certainement un jalon pour les collectivités et les citoyens polonais. Des systèmes photovoltaïques

ont été installés par des municipalités, des écoles, et des entreprises locales dans tout le pays. Un des plus grands parcs photovoltaïques a été inauguré à Ostrzeszow en juillet 2015 (à 100 km de Wroclaw). Il a une capacité de près de 2 MW, et il a été financé par une entreprise locale privée avec une aide européenne.

Nombreuses sont les entreprises et les usines à avoir décidé de développer leur propre source d'énergie électrique afin, d'une part, de s'assurer de bénéficier de sources d'énergie additionnelles en cas de panne du réseau de distribution et, d'autre part, de réduire leur facture d'électricité. Il existe d'autres exemples encourageants comme la salle de sport de Gryfice (au nord-ouest de la Pologne, à environ 200 km de la frontière avec l'Allemagne), sur laquelle ont été installés des panneaux solaires qui permettent de réaliser une économie annuelle de 5 000 euros. Même l'entreprise d'État PKN Orlen (une grande entreprise de raffinerie et de vente d'essence au détail) envisage d'installer de petites éoliennes sur ses stations-essence.

C'est grâce à ces petits pas en avant que la vraie transition énergétique a lieu. En réalité, le vrai changement se produit dans les esprits ; la conscience citoyenne vis-à-vis des problèmes environnementaux n'a jamais été aussi élevée dans l'Histoire de la Pologne. Mais il reste encore bien des étapes à franchir.

Le pionnier : le Danemark est-il en train de perdre sa place ?

En parvenant à mener de front réduction des émissions de CO2 et forte croissance économique, le Danemark s'est fait un nom dans le domaine de la technologie verte, pour avoir bâti une société durable, et un système énergétique qui a, jusqu'à présent, intégré d'énormes quantités de sources d'énergie renouvelable. Toutefois, les récentes évolutions politiques jettent le trouble sur la détermination du pays en matière écologique.

Par Tore Keller, journaliste freelance danois

Le saut effectué par le Danemark dans l'énergie verte a été motivé par la crise pétrolière des années 1970. À l'époque, la société et le système politique danois sont choqués par l'étendue de leur dépendance vis-à-vis des importations énergétiques de l'étranger. Les Danois décident alors de se libérer eux-mêmes de cette dépendance, et d'emprunter un autre chemin.

La première étape de cette évolution a consisté à engager de grands projets d'exploration pétrolière et gazière en mer du Nord. Il s'agissait de lancer des projets énergétiques à grande échelle destinés au chauffage urbain, en utilisant l'excédent de chaleur des centrales électriques et un réseau optimisé pour l'exploitation du gaz naturel.

Les Danois ont choisi d'axer leur stratégie aussi sur les énergies renouvelables, l'éolien en priorité. Par ailleurs, après d'intenses discussions politiques menées en parallèle d'immenses rassemblements hostiles à l'énergie nucléaire à Copenhague dans les années 1970, les Danois ont finalement pris la décision de sortir progressivement du nucléaire. Le Danemark continue d'importer de l'énergie nucléaire depuis la Suède et l'Allemagne lors des périodes de faible production d'énergie domestique, mais son agenda politique général ne conçoit pas l'énergie nucléaire comme une option viable.

Ce n'est qu'avec le rapport sur le climat de la commission Brundtland de l'ONU (1987) que les préoccupations climatiques et environnementales ont commencé à avoir une influence sur la conception de la politique énergétique danoise. Toutefois, dès 1989, le Danemark devenait le premier pays au monde à mettre en place une législation visant à maîtriser les émissions de CO2 et, depuis lors, la politique en matière de climat a été au centre de la politique énergétique du Danemark. L'objectif actuel est de parvenir à un système énergétique indépendant des combustibles fossiles à l'horizon 2050. Cette ambition nécessitera de l'innovation, des nouvelles technologies, d'énormes investissements et une volonté politique associés au soutien de la société civile et des entreprises.

Qu'on ne s'y méprenne pas, le Danemark continue aujourd'hui de dépendre du pétrole, du charbon et du gaz. Tout ne va pas pour le mieux dans le meilleur des mondes. S'il n'y avait pas eu de champs

de pétroles en mer du Nord, l'histoire du Danemark aurait pu avoir un tout autre visage. Depuis les années 1990, le pétrole et le gaz exploités dans les fonds marins du nord du Danemark ont permis aux danois d'être auto-suffisants dans ces deux sources d'énergie, tout en dynamisant l'économie du pays.

Ces dernières années, les exportations de pétrole et de gaz, les taxes élevées pour l'énergie et un consensus politique ont permis la réalisation de nombreux parcs éoliens offshore dans les mers entourant le Danemark. L'objectif politique est d'atteindre une part de 35 pour cent d'énergie renouvelable dans l'électricité à l'horizon 2020. D'ici 2050, l'objectif est de supprimer tous les combustibles fossiles du système énergétique.

Ce sont des objectifs ambitieux pour lesquels les consommateurs (ménages et entreprises) payent des taxes énergétiques. Les recettes sont réinvesties dans des projets d'énergie renouvelable, tels que le [parc éolien offshore Horns Rev III](#) situé au large de la côte Ouest des Jutland. Il s'agit du troisième parc éolien construit dans la zone. Il sera opérationnel en 2019 et produira suffisamment d'électricité verte pour subvenir aux besoins de 400 000 ménages, avec une production totale de 400 MW, en plus des 370 MW produits par ses deux aînés : Horns Rev I+II.

En plus du parc Horns Rev, le Danemark construira le parc éolien de [Kriegers Flak](#) d'une puissance de 600 MW dans les eaux situées entre le Danemark, la Suède et l'Allemagne. Des revirements politiques en 2015 ont semé un doute sur le projet Kriegers Flak. Le tarif d'obligation du service public qui a aidé à financer de nombreux projets liés à l'énergie renouvelable au Danemark a été jugé illégal par la Commission européenne car il favorise les projets nationaux. Le nouveau gouvernement arrivé au pouvoir en 2015 a lancé l'idée d'abandonner ces projets, y compris Kriegers Flak en raison des problèmes de financement. Mais en novembre 2016, Vattenfall a remporté l'appel d'offres pour la construction du parc éolien, avec une offre historiquement basse pour l'époque, de 49,90 €/M Wh.

Le Danemark a manifestement choisi sa source d'énergie renouvelable favorite : l'énergie éolienne. En 2016, plus de 42 pour cent de sa consommation électrique était produite à partir de l'énergie éolienne. L'activité économique danoise n'est pas en reste. En 2016, les exportations de technologies de l'énergie se montaient à 11,3 milliards d'euros, soit environ 12 pour cent du total des exportations danoises. En 2014, ces exportations ont permis la création de 56 000 emplois selon l'Association danoise de l'énergie. De [1990 to 2007](#), l'activité économique du Danemark a progressé de plus de 40 pour cent, pendant que les émissions de CO2 diminuaient de 14 pour cent environ. En plus du soutien apporté par le secteur commercial, la politique énergétique à l'horizon 2020 a reçu l'aval l'ensemble des partis politiques, à peu d'exceptions près. Il existe donc un large consensus autour de la politique énergétique indépendante du nucléaire depuis la crise pétrolière des années 1970.

Mais tout n'est pas idyllique au Danemark. L'expression convenue *Not in my backyard*, « Pas dans mon jardin » a encore ses lettres de noblesses au royaume vert du Danemark. Ainsi, il y a quelques années, un site a été choisi pour accueillir un projet pilote de turbines éoliennes terrestres dans une zone naturelle isolée appelée Osterild, dans une région rurale. Les habitants des environs ont protesté contre cette construction, affirmant qu'ils étaient favorables aux énergies renouvelables, mais que le site n'était pas adapté. Finalement, le projet a bel et bien été construit, en dépit de ces protestations. Récemment, le placement d'éoliennes offshore près des côtes a rencontré la résistance des citoyens.

Toutefois, le pourcentage de Danois opposés au passage vers une société soucieuse de la durabilité, indépendante des importations énergétiques en provenance du Moyen-Orient ou de Russie, reste faible. Les politiques vertes bénéficient d'un soutien massif, même si certains Danois, comme la plupart des gens, aimeraient voir leur facture d'électricité baisser.

Des projets récents portant sur la possibilité d'extraire le gaz de schiste dans des zones rurales ont fait l'objet d'une forte hostilité locale. Les préoccupations des citoyens en la matière portent principalement sur la sécurité et sur la dimension de l'entreprise d'exploitation de gaz de schiste susceptible d'arriver dans leur jardin. Ceci a restreint les explorations autorisées. Mais le gouvernement arrivé au pouvoir depuis les élections générales de 2015 s'est montré plus ouvert aux projets de gaz de schiste.

Cependant, bien que le Danemark ait fait son possible pour diminuer son impact sur le climat, et bien qu'il ait accompagné une augmentation considérable de l'énergie verte, les Danois ne sont peut-être pas aussi verts qu'ils ne le paraissent. Un [rapport](#) publié par le WWF a mis en lumière le fait que la population danoise se place au quatrième rang des populations les plus polluantes de la planète, et ce, si l'on inclut leur impact dû aux importations, allant des très nombreux voyages touristiques au secteur agricole, lequel est moins réglementé que les autres secteurs.

Toutefois, les Danois ont pris en main le problème du climat au niveau local. L'île de [Samsø](#) est ainsi entièrement indépendante des combustibles fossiles. Les projets de la collectivité sont organisés dans des coopératives gérant des turbines éoliennes, qui comptent généralement 1 à 3 turbines terrestres proches de petites communes ou de zones industrielles. [Ce type de projets est présent dans tout le pays](#). Quelques 40 000 Danois sont copropriétaires ou propriétaires à titre individuel de la plupart des 5 200 turbines présentes au Danemark.

Le Danemark a été contraint de s'engager sur la voie d'un prix de l'énergie élevé dans les années 1970. Il a montré au monde entier que grâce à une planification énergétique prospective approfondie, à des incitations en faveur de l'électricité verte et à un soutien de la population, il était possible de diminuer la dépendance aux combustibles fossiles. L'Allemagne essaie également de dissocier son PIB de sa consommation de combustibles fossiles. Il se trouve que les Danois ont été les premiers à emprunter cette voie. La politique menée dans les toutes prochaines années par le nouveau gouvernement déterminera si le Danemark est en mesure de garder sa longueur d'avance ou s'il perdra son statut de leader du « Paquet vert ».

Au-delà de la COP : où en est la transition énergétique française ?

Dans le cas de la France, on peut décrire l'année 2015 comme une sorte de « marathon de la politique énergétique et climatique », dont la première étape a été l'adoption en août 2015, après plusieurs années de débat politique intense, de la toute première loi nationale sur la transition énergétique. Celle-ci prétend illustrer le caractère exemplaire de la France en tant que leader de la transition vers une économie durable. Ensuite, en décembre, Paris a accueilli la 21e Conférence internationale des parties sur le climat (COP 21) qui a eu la lourde charge de définir un accord international ambitieux pour lutter contre le changement climatique global pour la période post-2020. Ces deux défis ont été relevés avec un certain succès, créant ainsi un nouvel élan et définissant les grandes étapes de l'action à venir sur le plan national et international.

Par Kathrin Glastra, Fondation Heinrich Boell, Bruxelles et Andreas Rüdinger, IDDRI

Si l'on considère la loi sur la transition énergétique, on s'aperçoit que le programme de transition français pourrait bien être l'un des plus ambitieux d'Europe, notamment au niveau des éléments et des objectifs clés d'une feuille de route cohérente sur le climat. Cependant, il s'avérera probablement de plus en plus difficile à mettre en œuvre, avec un calendrier qui constituera l'un de ses défis majeurs. En effet, après que l'énergie et le climat ont été placés au premier plan dans la seconde moitié de l'année 2015, de nombreux observateurs ont craint que l'attention accordée à des mesures politiques drastiques, et la volonté politique de s'engager en faveur de celles-ci, ne diminuent progressivement, avant de connaître un temps d'arrêt au moment des prochaines élections présidentielles et législatives de 2017. Après la COP 21, où en est la France dans la mise en œuvre de sa propre stratégie de transition énergétique ?

Pour répondre à cette question, trois grands défis peuvent être identifiés : la mise en œuvre effective de mesures d'efficacité énergétiques, initialement définie comme « pierre angulaire de la stratégie de transition énergétique de la France » ; les mesures destinées à réduire la consommation de combustibles fossiles, en particulier dans le secteur du transport ; et plus important encore, l'adoption d'une ligne directrice claire définissant l'évolution du bouquet énergétique jusqu'à 2030 et fournissant une image cohérente de la manière dont les différents objectifs doivent être accomplis dans le temps.

Même s'il ne suscite pas le plus grand intérêt, l'objectif de réduction de 50 % de la consommation finale d'énergie entre 2012 et 2050 apparaît comme l'objectif le plus ambitieux de la loi française. Mais les mesures actuelles ne sont pas à la hauteur de cette ambition. Le gouvernement français avait annoncé vouloir publier à la mi-2016 plusieurs directives susceptibles de donner des signaux positifs. Cependant, les programmes de soutien existants (crédits d'impôt et éco-prêts en faveur de l'efficacité énergétique) n'ont pas encore été réformés ni renforcés, et aucun instrument de

financement à grande échelle n'a été mise en place pour la modernisation des bâtiments, ce qui ne laisse pas d'étonner compte tenu du niveau très élevé des ambitions. En définitive, la voie suivie actuellement semble davantage consister à accomplir de petites modifications progressives qu'un réel bouleversement permettant d'entériner le principe de « l'efficacité énergétique avant tout ». Ceci vaut également pour la lutte contre la précarité énergétique : alors que la plupart des experts conviennent qu'elle ne peut être menée que par le biais de mesures structurelles (c.-à-d. une consommation énergétique réduite grâce à des maisons et à des appareils plus efficaces), la seule nouvelle mesure adoptée dans ce domaine concerne la mise en œuvre d'un « éco-contrôle », une somme de 150 € destinée à aider les ménages à revenus modestes à payer leur facture d'électricité.

En ce qui concerne le problème de la réduction de la consommation de combustibles fossiles de 30 % d'ici 2030, très peu de signaux indiquent actuellement un dépassement du statu quo. Les incitations en faveur de la mobilité douce et des transports publics consistent principalement en une aide financière (dérisoire) accordée aux habitants des banlieues qui se déplacent à vélo. Plus regrettable encore, le gouvernement français n'a pas pris la mesure de l'opportunité représentée par les prix historiquement bas du pétrole : ceux-ci auraient pu lui permettre d'ajuster l'augmentation de sa taxe carbone, qui aurait pu fournir une source considérable de financement pour des projets de transition énergétique.

En troisième lieu, la publication du nouveau cadre de la planification pluriannuelle de l'énergie (PPE) pourrait bien être interprétée comme le problème le plus important pour ce qui est de la future mise en œuvre de la transition énergétique en France. Contrairement aux instruments de planification précédents, qui couvraient l'ensemble des secteurs (énergie renouvelable, électricité, gaz naturel, transports, etc.) indépendamment les uns des autres, la PPE a été conçue avec l'intention de les associer dans une ligne directrice cohérente en réalisant les multiples objectifs de l'horizon 2030. Initialement attendue à la fin de l'année 2015, la PPE avait été repoussée à la mi-2016. Mais il y a plus grave : il se peut qu'elle ne soit pas en mesure de régler un problème qui continue d'empêcher toute réelle transition dans le secteur de l'énergie en France, à savoir l'avenir du nucléaire et la réalisation de l'objectif de réduction de sa part de 75 à 50 % d'ici 2025. Plutôt qu'envoyer un signal clair sur l'évolution future du bouquet électrique dans son ensemble, le gouvernement a choisi d'opter pour une double approche afin de satisfaire (partiellement) le secteur des énergies renouvelables tout en évitant d'aborder la question conflictuelle d'une sortie possible du nucléaire. D'un côté, un décret publié en avril 2016 fixe des objectifs intermédiaires pour le développement des énergies renouvelables, indiquant les valeurs cibles (non contraignantes légalement) suivantes :

- 10 GW de capacités solaires installées d'ici 2018 (2015 : 6,5 GW) et 18 à 20 GW d'ici 2023
- 15 GW de capacités éoliennes installées d'ici 2018 (2015 : 10 GW) et 22 à 26 GW d'ici 2023

D'un autre côté, le gouvernement a décidé qu'aucune décision ne serait prise sur une possible fermeture ou extension de la durée de vie des réacteurs nucléaires (à l'exception de la centrale de Fessenheim, la plus ancienne en activité, censée être fermée à la fin de l'année 2017), et ce, avant la fin de l'année 2018, ajournant de fait toute responsabilité à court terme. Cette absence de signaux politiques présente toute une série de risques :

- Étant donné le niveau de production actuel, atteindre un part de 50 % d'électricité nucléaire exige la fermeture d'environ 25 réacteurs d'ici 2025. Si cela devait intervenir après 2020,

cela représenterait une moyenne de 5 réacteurs fermés par an, avec un besoin équivalent d'augmenter à la fois les économies d'énergie et les énergies renouvelables.

- Faute de signal et d'une ligne directrice claire de la part du gouvernement, l'opérateur d'électricité français EDF pourrait tout à fait décider de prendre en charge les investissements requis pour étendre la durée de vie des centrales électriques avant que le gouvernement ne définisse sa politique. S'il est difficile de fermer une centrale électrique en fin de vie, il est encore plus compliqué de fermer une centrale nucléaire qui vient de bénéficier d'une modernisation d'un milliard d'euros.
- La France est le principal exportateur sur le marché de l'électricité en Europe, qui souffre à l'heure actuelle d'une surcapacité et de prix à la baisse (25 €/MWh en moyenne en avril 2016). Dans un tel contexte, réinvestir à la fois dans les capacités d'énergies nucléaire et renouvelable créerait nécessairement une grande quantité de capital irrécupérable, étant donné que ces centrales ne seront jamais amorties.

Ce bref exposé donne un diagnostic relativement critique de la situation actuelle, mais il met moins en valeur ce qui est véritablement en jeu. En effet, l'adoption dans les délais d'une feuille de route cohérente et de mesures clés permettant d'amorcer l'effort de transition ne se résume pas avant tout à la réalisation des objectifs politiques de la France. C'est d'abord et avant tout la succession politique de l'actuel gouvernement dans le domaine du changement climatique qui suscite l'inquiétude. L'actuel gouvernement nourrit le projet de devenir un « leader par l'exemple », et d'aller aussi loin que possible dans la transition énergétique pour que l'ensemble de la société épouse cette nouvelle vision.

Énergie en République tchèque : de petits pas en avant, mais les projets nucléaires continuent d'avoir la priorité

Depuis 2015, une nouvelle Politique énergétique publique est entrée en vigueur en République tchèque. Mais le gouvernement compte toujours fermement sur la construction de nouveaux réacteurs nucléaires. Il n'en demeure pas moins vrai que les programmes pour les énergies renouvelables ont également été révisés et mis à jour. Ils tablent sur une petite croissance, mais cette nouvelle stratégie laisse espérer que le secteur des énergies vertes, qui stagne pour l'heure, va à nouveau décoller.

Par Martin Sedlák, Alliance pour l'autosuffisance énergétique

L'art tchèque de faire marche arrière

La Politique énergétique publique 2015 axée sur le nucléaire était déjà obsolète avant même de voir le jour. Elle est (partiellement) basée sur des données qui, sans raison apparente, ne tiennent pas compte de la baisse des coûts des panneaux solaires et des éoliennes. Certains investisseurs voient même se rapprocher la menace de devoir retirer leurs projets basés sur le solaire après 20 ans. La politique énergétique insiste même sur la croissance future de l'énergie nucléaire. Ces dix prochaines années, le gouvernement souhaite mettre sur pied de nouveaux projets de réacteurs nucléaires. Un commissaire gouvernemental en charge de l'énergie nucléaire récemment nommé supervisera toutes les constructions. 20 à 32 milliards de couronnes tchèques (0,74 à 1,2 milliard d'euros) devraient être consacrées à la préparation de ces projets.

Le ministre de l'Industrie défend une énergie nucléaire renforçant l'indépendance énergétique de la République tchèque. Cependant, la politique menée anticipe une croissance de la consommation totale, qui signifie que, malgré la construction de nouveaux réacteurs, la consommation de gaz va croître de 10 %.

Il est donc clair que les réacteurs supplémentaires ne garantiront pas l'indépendance vis-à-vis du gaz naturel. En donnant la priorité à l'énergie nucléaire, le ministre de l'Industrie, Jan Mládek, a négligé une autre source d'énergie beaucoup plus importante. Et contre toute attente, cette « source » n'est pas une source au sens traditionnel : il s'agit d'une efficacité énergétique optimisée. Une efficacité énergétique supérieure pourrait réduire au minimum la dépendance de la République tchèque par rapport aux importations de gaz russe. À l'heure actuelle, le gaz naturel est principalement utilisé en République tchèque pour le chauffage ; modifier les bâtiments pour augmenter l'efficacité énergétique pourrait diviser par deux notre consommation de gaz. Rien de bien nouveau : ces chiffres sont déjà connus depuis 2008, lorsque des experts ont réalisé ces calculs

pour la Commission Pačes sur l'énergie. Par contre, la raison pour laquelle l'actuel ministre n'a pas cru bon d'utiliser ces données dans sa politique énergétique mise à jour demeure une énigme.

La sous-exploitation du potentiel de l'efficacité énergétique n'est pas le seul problème posé par la Politique énergétique publique. Le ministre de l'Industrie tient si fiévreusement à de nouveaux réacteurs qu'il a inclus, dans ses calculs, des coûts outrageusement bas pour la construction des centrales nucléaires, et omis dans les grandes lignes de tenir compte de la nécessité d'apporter certaines formes de soutien public à de tels projets, comme on peut le voir actuellement en Grande-Bretagne et en Hongrie.

Les projets nucléaires de la République tchèque pâtissent de l'absence d'une comparaison juste entre les différentes sources d'énergie. Prenons l'exemple de l'évaluation de l'impact environnemental de l'extension de la centrale nucléaire de Temelín. Les études ne fournissent pas de comparaison entre les nouvelles centrales nucléaires, l'efficacité énergétique en augmentation dans les bâtiments et dans le secteur de l'industrie, et un bouquet d'énergies renouvelables. Si l'on en croit le cabinet de conseil Candole Partners, les consommateurs tchèques d'énergie pourraient même payer l'électricité plus cher en cas d'extension du nucléaire. La construction de deux réacteurs supplémentaires à Temelín pourrait coûter aux consommateurs plus de 30 milliards d'euros sur 35 ans.

Sources d'énergie renouvelable : l'heure du renouveau a-t-elle sonné ?

L'énergie propre a connu son heure de gloire en République tchèque en 2005, lorsque les membres du Parlement ont approuvé la loi de soutien aux énergies renouvelables, inspirée du système allemand. L'introduction d'une aide a dopé la croissance de l'énergie éolienne, de la biomasse, et même progressivement de l'énergie solaire, qui représente aujourd'hui 10 % de la consommation électrique des ménages.

Toutefois, des difficultés sont survenues en particulier avec l'énergie solaire. En 2010, à une époque où le prix de la technologie photovoltaïque diminuait fortement, les législateurs n'étaient pas en mesure de réagir à temps, obligeant les investisseurs à installer une capacité solaire totale de 2 000 MW sur plusieurs années. Le gouvernement a ensuite déstabilisé l'environnement commercial en procédant à des modifications rétroactives sous la forme d'une taxe solaire diminuant le revenu garanti par la loi des investisseurs de l'énergie solaire. À partir de 2010, seuls de nouveaux panneaux photovoltaïques sur toit ont pu être installés, et en 2014, les aides ont été coupées. Le nombre de nouvelles éoliennes se compte sur les doigts d'une main ; en 2014, les centrales à biogaz connaissaient un sort similaire à celui des centrales solaires, lorsque l'aide dont elles bénéficiaient a aussi été supprimée.

Cependant, de nouvelles stimulations positives commencent lentement à faire effet. Ainsi, des subventions ont été accordées aux installations sur toits de petite taille pour les habitations et les bâtiments professionnels. De plus, l'aide prévue pour les centrales à biogaz produisant de la chaleur a été réinstaurée. Le ministre de l'Industrie a également tenu compte des critiques formulées par l'Association solaire tchèque, l'Alliance pour l'autosuffisance énergétique et d'autres groupes professionnels, qui ont demandé à plusieurs reprises le retrait des obstacles administratifs empêchant l'exploitation des petites centrales électriques. Il s'agit de la première étape permettant de faire progresser l'intérêt en faveur des énergies renouvelables de plus en plus abordables. Conformément à un amendement proposé à la loi sur l'Énergie, les petites installations ayant une capacité inférieure à 10 kW ne seront pas soumises à l'obtention d'une licence, même si elles

sont connectées au réseau. Cependant, que ce mouvement ravive ou non l'intérêt, l'installation de centrales photovoltaïques sur toit dépendra du type d'instruments réglementaires qui en résultera.

Un programme d'action en faveur de l'énergie verte – Trop peu de place pour la croissance

Après des années de stagnation, en révisant le Programme national d'action pour les énergies renouvelables, le ministre de l'Industrie a accepté une stratégie permettant d'atteindre les objectifs tchèques 2020 en matière d'énergie verte. Le premier programme sans ambition de 2010 prévoyait de fixer l'objectif de la part d'énergies renouvelables à 13 %. La dernière révision du début 2016 prévoyait de porter cette part à 15,9 %. Mais cette augmentation n'est rien moins qu'une manipulation statistique, le ministre de l'Industrie tablant essentiellement sur un recul de la consommation (ce qui est positif), mais dans le même temps, les énergies renouvelables n'augmenteront pas plus qu'elles ne le doivent. Il y aura tout de même une légère augmentation des sources d'énergies renouvelables.

Espoirs solaires

La partie consacrée à l'énergie solaire dans le Programme d'action montre bien à quel point la conception des énergies renouvelables a évolué dans le temps. Tandis que le tout premier Programme d'action national de juillet 2010 consistait essentiellement à geler la capacité solaire à 1 695 MW jusqu'à 2020, le programme révisé d'août 2012 autorise une capacité de 2 118 MW en 2020. La version la plus progressiste du Programme d'action national date de 2016, qui fixe un plafond de 2 375 MW.

Aussi, ces cinq prochaines années, la République tchèque pourrait compter jusqu'à 306 MW de nouvelle capacité d'énergie solaire installée sur toit. Étant donné que la capacité moyenne d'une installation sur toit d'une habitation ne dépasse pas 5 kW, nous pourrions voir jusqu'à 15 000 nouvelles centrales photovoltaïques être installées par an.

Les batteries, qui bénéficient de subventions depuis 2015 dans le cadre du programme de Nouvelles économies vertes, aideront à tirer parti du potentiel solaire des toits.

Il y a du vent, mais pas de voiles

Il y a dix ans, les éoliennes étaient le symbole de l'énergie renouvelable en République tchèque. Aujourd'hui, ce statut a largement été endossé par les panneaux photovoltaïques et les centrales à biogaz. L'augmentation annuelle la plus forte du nombre d'éoliennes a eu lieu en 2007, avant la conception du premier Programme d'action national, avec 62 éoliennes mises en service. Depuis, 2012 a été l'année la plus prolifique pour l'énergie éolienne avec 43 nouvelles éoliennes commençant à produire de l'énergie.

Le Programme d'action prévoit une capacité cible globale inférieure d'un tiers par rapport au niveau d'il y a cinq ans pour les éoliennes. Mais dans le même temps, l'énergie éolienne est une des formes d'énergie renouvelable les moins chères, à la fois sur le plan national et international. Pour de nombreuses raisons, ce potentiel demeure inexploité. Les nouveaux projets éoliens en République tchèque font souvent face à une opposition locale. De plus, conformément à la loi amendée de soutien aux énergies renouvelables, les nouveaux projets éoliens ne bénéficient pas des tarifs de rachat. Le programme d'action révisé donne un peu d'espoir de voir réintroduire

ce soutien sous une forme qui corresponde mieux aux principes du marché et de la législation européenne. Les perspectives pour l'énergie éolienne en République tchèque font l'objet d'une étude réalisée conjointement par l'organisation Hnutí DUHA et par la Chambre des sources d'énergies renouvelables ; ce rapport affirme que 18,29 TWh d'électricité pourraient être produits chaque année par l'énergie éolienne. Cette prévision a été calculée sur la base du potentiel géophysique et géographique de la République tchèque. Selon ces deux organisations, le développement de l'énergie éolienne pourrait permettre de créer entre 17 000 et 23 000 emplois.

Biomasse, pompes à chaleur et énergie géothermique

La biomasse est toujours considérée comme une des sources d'énergie renouvelable les plus importantes dans le Programme d'action. Au total, la biomasse fournit un tiers de l'énergie renouvelable des ménages. En 2020, la biomasse pourrait produire jusqu'à la moitié de l'ensemble des énergies renouvelables.

Selon le nouveau Programme d'action, les pompes à chaleur devraient connaître un boom. La capacité installée des pompes à chaleur a augmenté pour atteindre 12 700 TJ, un chiffre qui est 2,5 fois supérieur à celui du premier Programme d'action. Selon certaines estimations, il impliquerait la mise en place de 20 000 nouvelles pompes à chaleur pour habitations individuelles. Au nom de la décentralisation énergétique, ces pompes devraient être associées à des panneaux solaires sur toit pour exploiter le potentiel local de pompes à chaleur.

Le Programme d'action mentionne une autre source intéressante d'énergie renouvelable : l'énergie géothermique. Selon le programme original de 2010, on devrait atteindre une capacité totale installée de 390 TJ d'ici 2013 pour cette source, et de 696 TJ d'ici la fin de la décennie. Toutefois, dans la mesure où les sources géothermiques n'ont pas progressé en République tchèque, le Programme d'action national 2015 propose un premier objectif de 75 TJ pour 2019, ce chiffre devrait aller jusqu'à 222 TJ dans les années suivantes.

Le climat politique : à la recherche de la stabilité

Dix ans d'énergies renouvelables ont démontré que les clichés sur l'absence de potentiel de cette source d'énergie, brandis par l'ancien ministre de l'Industrie, sont loin d'être fondés. Après des années de déni, le nouveau Plan d'action national a au moins laissé entendre que le ministre de l'Industrie pourrait à nouveau donner le feu vert aux énergies renouvelables. Pour que le potentiel d'énergie verte soit exploité dans les faits, et pas seulement sur le papier, il convient de réinstaurer la stabilité politique nécessaire à ce secteur en progression. C'est seulement à cette condition que les énergies renouvelables peuvent être utilisées pour réduire notre dépendance vis-à-vis des importations d'énergie, pour créer de nouveaux emplois intéressants, et pour donner aux ménages et aux entreprises les outils pour produire leur propre électricité.

La transition énergétique en Espagne : aller de l'avant, mais vers où ?

La transition énergétique en Espagne a connu un ralentissement ces dernières années, à commencer par la suppression en février 2013 des incitations économiques pour l'installation de nouvelles capacités de production d'énergie renouvelable. Dès 2008, il est devenu clair que le pays souffrait d'un déficit tarifaire estimé à 25,5 milliards d'euros en 2012. Ce déficit est survenu du fait que les prix réglementés de l'électricité n'ont pas intégralement couvert les coûts de la production d'électricité. Ceci met en évidence le besoin de réformes majeures du régime de soutien aux énergies renouvelables, si l'on tient à ce que la transition énergétique engagée continue.

Par Alexa Mollicchi, étudiante à l'Université de Maastricht et Ignacio Fresco Vanzini, Florent Marcellesi, Ecopolítica

La première directive européenne sur les énergies renouvelables de 2001 a été encouragée par l'Espagne, qui a eu une influence positive sur les discussions européennes. Cette influence était principalement liée au fait que l'Espagne disposait déjà d'objectifs nationaux inscrits dans son droit national avec une part moyenne de 12 pour cent d'énergie renouvelable dans son bouquet énergétique à l'horizon 2010. En réalité, une fois la directive entrée en vigueur, l'Espagne avait bien peu à faire pour la transposer dans sa législation. Ceci a contribué à créer un environnement de confiance autour de la voie empruntée par le marché espagnol. Qui plus est, l'Espagne était le premier pays à adopter des mesures d'aide en faveur de la production d'énergies renouvelables, à savoir des tarifs et des primes de rachat. D'un point de vue général, jusqu'à 2007, le secteur des énergies renouvelables en Espagne s'est porté à merveille, avec un taux de croissance de 8,9 pour cent entre 2005 et 2006. Toutefois, c'est aussi à cette date que le problème du déficit tarifaire (la différence entre le coût réel de l'électricité et le tarif réglementé) a commencé à voir le jour, ce qui a conduit à l'adoption de politiques qui empêchèrent l'Espagne de devenir un leader dans ce secteur.

La directive sur les énergies renouvelables de 2009 a formulé des objectifs contraignants ainsi que la réglementation de différents secteurs : électricité, biocarburants utilisés dans les transports, chauffage et climatisation. Le premier secteur est celui dans lequel l'Espagne a connu la croissance la plus significative. En réalité, selon des informations communiquées en avril 2016 par le gouvernement espagnol à la Commission européenne, au cours de la période de l'objectif intermédiaire de 2013 à 2014, la part de l'électricité renouvelable s'est élevée à 37,8 pour cent du bouquet électrique, celle du secteur du chauffage et de la climatisation à 15,8 pour cent, dans le secteur des transports la part s'est limitée à 0,5 %, bien loin de l'objectif fixé à 10 %. D'un point de vue général, la consommation d'énergies renouvelables s'élevait en 2014 à 16,2 %, bien au-dessus de l'objectif de 12,09 % pour la période de l'objectif intermédiaire de 2013-2014.

Si cette tendance se confirme dans les prochaines années, l'Espagne ne devrait avoir aucun mal à réaliser ses objectifs à l'horizon 2020. Toutefois, une série de facteurs, tels que l'évolution de la crise économique, le manque de stratégie énergétique crédible, ou encore un déficit tarifaire atteignant la somme astronomique de 25,5 milliards d'euros, a plongé l'Espagne dans une période de stagnation et créé une incertitude considérable concernant la capacité du pays d'atteindre ces objectifs.

En janvier 2012, afin de réduire les coûts de l'électricité et le déficit tarifaire, le gouvernement a suspendu les mesures d'aide en faveur des centrales électriques récemment construites. Ceci a fini par conduire à une suppression rétroactive des programmes d'aide aux énergies renouvelables en 2013, mettant en danger le principal soutien de la production d'électricité renouvelable, et bloquant l'accès au financement de nouvelles centrales. La suppression des mesures d'aide aux énergies renouvelables était basée sur l'hypothèse selon laquelle le déficit était dû aux coûts élevés de l'investissement dans ces énergies. Toutefois, d'autres facteurs importants ont contribué au déficit : les régimes d'aide aux centrales thermiques à charbon ou encore l'incapacité à adapter le tarif électrique à l'augmentation des coûts de l'électricité conventionnelle autour de l'an 2000. De plus, un nouveau décret sur l'autoconsommation instaurant une nouvelle taxe (connu publiquement sous le nom de « décret sur la taxe solaire ») a été approuvé en octobre 2015. Il a eu pour conséquence de restreindre le droit d'accès au réseau des « prosommateurs » et de limiter le prix de marché juste. Ces mesures hostiles sont la preuve d'un manque de cohérence avec la politique énergétique de l'UE pour 2020, et avec les compromis trouvés à Paris lors de la COP21.

En conséquence, l'Espagne ne devrait pas être en mesure de remplir ses objectifs nationaux à l'horizon 2020, principalement du fait de ces mesures gouvernementales. Ceci est décevant non seulement par rapport aux efforts consentis par les producteurs, mais aussi en raison de la position globalement forte de l'Espagne dans le secteur. Parallèlement, ces récentes mesures ont largement contribué à augmenter les prix de l'énergie, entraînant une aggravation de la « précarité énergétique » (pour environ 10 pour cent de la population espagnole qui n'est pas en mesure de prendre en charge une facture d'électricité élevée). Étant donné l'importance du secteur de l'énergie pour l'économie nationale, il ne fait aucun doute qu'une perspective politique claire, cohérente et de long terme est nécessaire.

Dans un pays dont le taux de dépendance énergétique s'élève à 72 pour cent, la suppression des mesures d'aide apparaît comme une mesure incohérente et inadaptée. L'Espagne devrait réfléchir à la politique énergétique qu'elle entend mettre en œuvre à long terme. Au lieu d'agir ainsi, l'Espagne se contente actuellement d'appliquer des actions à court terme visant à atténuer les conséquences de la crise économique et à réduire le déficit tarifaire, et ce, sans prévoir de nouveaux objectifs allant au-delà de ceux-ci.

La révision de la directive européenne sur les énergies renouvelables effectuée à la fin de 2016, ainsi que des actions à prendre en lien avec l'accord de Paris de 2015, devrait encourager la transition de l'Espagne vers un système énergétique pauvre en carbone. L'Espagne pourrait prendre des mesures supplémentaires telles que :

Maintenir des contrôles du déficit tarifaire

Suite à l'ouverture d'une procédure d'infraction par la Commission européenne, le gouvernement espagnol (par intérim) a approuvé au mois de février 2016 le premier décret réglementant les audits énergétiques pour les grandes entreprises (> 250 employés) visant à évaluer leur efficacité

énergétique. Toutefois, le système énergétique espagnol est une boîte noire par rapport aux dettes engendrées et à leurs coûts réels. Afin de promouvoir une réforme appropriée et de garantir un fonctionnement transparent, deux contrôles supplémentaires sont nécessaires. En premier lieu, un contrôle du déficit tarifaire pour analyser les décisions et les responsabilités politiques ayant conduit à une accumulation du déficit tarifaire et le montant exact dû. Deuxièmement, un contrôle du secteur de l'électricité pour ce qui est de tous les coûts attribués au tarif de l'électricité, et la définition de directives permettant de définir le prix du kWh pour les différents tarifs de l'électricité.

Suppression des obstacles juridiques pour l'autoconsommation de l'énergie renouvelable

L'Espagne devrait supprimer les obstacles à l'autoconsommation de l'énergie renouvelable et mettre en place un régime de facturation nette qui garantit que les consommateurs exploitant des systèmes PV reçoivent un crédit pour toute électricité que leurs systèmes injectent dans le réseau. Alors que ce régime existe d'ores et déjà dans de nombreux pays européens, la discussion est toujours en cours en Espagne.

Changement de modèle de production industrielle

Les transitions énergétiques signifient avant tout une baisse de la consommation énergétique et des émissions de CO₂, et ce, tout en créant de nombreux emplois bien rémunérés et durables. Les secteurs clés pour ces « emplois verts » sont les suivants :

- L'agriculture : à travers la promotion de l'agriculture biologique et la relocalisation de la production et de la consommation ;
- L'efficacité énergétique : à travers une meilleure rénovation et une meilleure isolation thermique des bâtiments, la mise en place d'installations durables et l'installation de systèmes efficaces du point de vue énergétique. Ces mesures en faveur de l'efficacité énergétique pourraient permettre à l'Espagne d'économiser 39 millions d'euros d'ici 2050 ; et
- Les transports durables : à travers l'augmentation de l'utilisation des transports ferroviaires des marchandises de 3,2 à 10 % à l'horizon 2020. Le secteur des transports représente 40 % de la consommation énergétique finale, avec 30 % des émissions de CO₂. Il constitue donc un secteur-clé auquel il faut s'attaquer.

Démocratiser le secteur de l'énergie

Les transitions énergétiques impliquent un contrôle démocratique plus important du secteur de l'énergie. Il est donc impératif de réglementer les pratiques dites de "pantouflage" : en Espagne, certains hommes politiques de haut rang ont en effet reçu des parts de sociétés appartenant au secteur traditionnel de l'électricité. C'est par exemple le cas des anciens premiers ministres Felipe Gonzáles et José María Aznar. Ce phénomène explique le haut degré de défiance vis-à-vis de nombreuses politiques gouvernementales en matière d'énergie, conçues bien souvent par des politiques qui s'alignent avec les intérêts des anciennes entreprises d'énergie. Pour mettre fin à ces pratiques, il est nécessaire d'exiger l'introduction d'une période transitoire pour éviter les conflits d'intérêt.

Les précédentes recommandations peuvent contribuer à intensifier la transition énergétique sur le plan écologique et social, et à rendre à l'Espagne la position de leader qu'elle occupait dans le domaine des énergies renouvelable.

L'Autriche et sa transition énergétique – La passivité des décideurs politiques : un risque majeur

Au premier regard, les performances de l'Autriche dans le secteur de l'énergie semblent brillants : en 2015, environ 32 % de la consommation finale brute d'énergie étaient issus de sources renouvelables.

Par Johannes Wahlmüller, Global 2000 – Les Amis de la Terre Autriche

Dans l'UE, seules la Lettonie, la Finlande et la Suède ont des parts d'énergie renouvelable plus élevées. Par ailleurs, environ 78 % de la consommation d'électricité en Autriche sont d'ores et déjà issus d'énergies renouvelables. Le gouvernement autrichien s'est prononcé en faveur d'objectifs contraignants en matière d'énergie renouvelable au niveau européen, et il s'oppose aux revendications du secteur nucléaire qui souhaiterait davantage de subventions. Pourtant, la situation est loin d'être une réussite dans la politique énergétique et climatique autrichienne. Ainsi, l'Autriche n'a pas été en mesure d'atteindre ses objectifs découlant du protocole de Kyoto : au lieu de réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 13 % par rapport à leur niveau de 1990, c'est une hausse 2,5 % qui a eu lieu en 2012. En conséquence, l'Autriche est tenue de payer des certificats de CO2 d'un montant de 71,55 tonnes de CO2. Ceci s'explique par des éléments profondément ancrés dans la politique climatique et énergétique menée dans le pays ces deux dernières décennies.

Les éléments constitutifs du passé

En Autriche, la production d'énergie renouvelable est principalement basée sur l'énergie hydraulique et la biomasse. Même si l'Autriche est un pays relativement petit, elle se place au 4e rang des producteurs d'énergie hydraulique en Europe. Les principales étapes du développement de l'énergie hydraulique en Autriche ont été accomplies il y a vingt ans. À l'heure actuelle, l'hydraulique ne dispose plus que d'un potentiel réduit de développement. Il en va de même pour la biomasse, ce qui signifie que le potentiel existant pour les sources d'énergies renouvelables « traditionnelles » a déjà été exploité dans une large mesure.

D'un autre côté, le gouvernement autrichien ne s'est pas montré particulièrement ouvert aux autres sources d'énergie renouvelable, telles que l'éolien ou le solaire. La part des énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité a donc diminué chaque année depuis plusieurs années, tandis que la part des énergies fossiles augmentait. En 2011, après l'accident nucléaire de Fukushima, l'« Ökostromgesetz » (comparable à la loi fédérale allemande sur les sources d'énergies renouvelables, EEG) a cependant imposé une réforme profonde qui vise à permettre à davantage d'électricité éolienne ou solaire d'accéder au réseau. Cette réforme est arrivée trop tard pour être efficace durant la période de Kyoto, qui prenait fin en 2012, mais elle peut être considérée comme une

relance de la transition énergétique autrichienne dans le secteur de l'électricité. À l'horizon 2020, la part des énergies renouvelables dans le mix électrique pourrait ainsi atteindre 80 %. L'Autriche pourrait ainsi à nouveau faire figure de pionnier. Au cours de la Conférence sur le climat qui s'est tenue à Paris en 2015, le Chancelier Faymann et le ministre de l'Environnement, M. Ruppacher, ont déclaré que d'ici 2030, 100 % de l'électricité seraient issus des énergies renouvelables. Mais le Chancelier Faymann a quitté la chancellerie en mai 2016 sans avoir entériné cet objectif ambitieux dans la législation formelle.

Le manque de soutien politique

Même si le secteur de l'électricité joue un rôle majeur dans la transition énergétique du pays, il existe d'autres domaines importants qui influencent la politique climatique et énergétique et qui méritent à ce titre notre attention. C'est le cas par exemple du secteur de la construction. Les bâtiments contribuent pour un tiers environ à la demande énergétique finale de l'Autriche, laquelle joue un rôle de pionnier avec la densité la plus élevée de maisons passives en Europe. Dans le domaine du chauffage, les émissions ont été réduites de 34 % par rapport à leur niveau de 1990. Et le potentiel de réduction est encore grand.

Les principaux moteurs de ce succès ont été les subventions qui ont constitué des incitations à rénover les bâtiments, et à élever les exigences en termes d'efficacité énergétique posées par plusieurs Länder autrichiens, lesquels sont compétents en matière de réglementation du secteur du bâtiment. Toutefois, la dernière stratégie convenue entre le gouvernement central et les Etats fédéraux prévoyant d'augmenter les exigences en termes d'efficacité énergétique dans les bâtiments date de 2008. La dernière mesure prise pour durcir les exigences en termes d'efficacité pour la rénovation des bâtiments date quant à elle de 2010. De plus, en 2015, le gouvernement a coupé les subventions destinées à la modernisation des bâtiments. Le taux de rénovation de 1 % par an environ demeure donc d'une faiblesse préoccupante. Cela signifie que l'Autriche aurait besoin de 100 ans pour rénover entièrement son parc immobilier. Tandis que des architectes construisent d'ores et déjà les premiers « bâtiments à énergie positive », lesquels produisent davantage d'énergie qu'ils n'en consomment, le secteur de la construction a désespérément besoin de plus de soutien politique, et ce, afin de bâtir sur les fondations des succès passés.

Tandis que l'efficacité énergétique augmente lentement dans le secteur du bâtiment, la part des systèmes de chauffage au combustible fossile demeure élevée : sur 3,7 millions de ménages, environ 1,5 millions se chauffent encore au gaz, au fuel ou au charbon. De plus, 616 000 ménages sont connectés aux systèmes de chauffage urbain, dont 55 % sont alimentés par des combustibles fossiles. Il reste beaucoup à accomplir pour mettre la transition énergétique autrichienne sur la bonne voie. Malheureusement, les décideurs politiques autrichiens sont désespérément passifs, tandis que les prix du pétrole rendent les avancées de plus en plus difficiles.

En outre, le secteur du transport continue d'être un des défis les plus difficiles à relever en Autriche. De 1990 à 2014, les émissions de gaz à effet de serre ont augmenté de manière remarquable de 57,6 % dans ce secteur. Alors que les décideurs politiques se montrent incapables de faire des propositions pour réduire réellement le niveau de ces émissions, l'Institut économique autrichien (WIFO) a calculé que 3,8 à 4,7 milliards d'euros de subventions avaient été consacrés à des combustibles fossiles dangereux pour l'environnement en Autriche, dont environ 2 à 2,2 milliards d'euros pour le seul secteur des transports. Les principales exonérations d'impôt, pour le diesel par ex., sont responsables de ce pourcentage élevé. Les incitations pour une modification du

choix modal demeurent faibles. Il manque une réelle stratégie de décarbonisation du secteur du transport.

Les grands défis à venir

D'un point de vue général, l'Autriche a joué un rôle pionnier sous bien des aspects, mais les décideurs politiques n'agissent pas de manière aussi décisive qu'ils le devraient. Tandis qu'un sondage réalisé en 2014 révèle que 79 % des Autrichiens sont favorables à un abandon rapide des énergies fossiles, il n'y a encore aucune stratégie gouvernementale à long terme pour abandonner les combustibles fossiles en Autriche. C'est une lacune majeure tant les arguments économiques en faveur de l'action sont convaincants. L'Autriche doit importer environ 64 % de l'énergie dont elle a besoin. La facture de cette importation a atteint 11,4 milliards d'euros en 2014.

En conséquence, il reste encore beaucoup à faire si l'Autriche veut redevenir un vrai pionnier dans la transition énergétique. L'action politique et la mise en œuvre d'une stratégie de décarbonisation doivent être les moteurs de ce changement.

Donner un sens à la politique énergétique du Royaume-Uni

Par rapport au reste de l'Europe, le rôle tenu par le Royaume-Uni de champion du marché, de champion du nucléaire et de champion du gaz de schiste donne une teinte particulière à sa politique énergétique. La décision d'approuver Hinkley Point (centrale nucléaire) a été discutée sur la base des subventions qu'elle nécessite, même si elle était autorisée par la Commission européenne.

Par Naomi Luhde-Thompson, Les Amis de la Terre Angleterre, Pays de Galles et Irlande du Nord

Selon le dispositif de suivi de l'opinion publique du gouvernement britannique, en 2014, plus de trois quarts des habitants du Royaume-Uni se disaient favorables aux énergies renouvelables, tandis qu'un tiers d'entre eux soutenait le nucléaire, et un quart se disait en faveur de la fracturation (gaz de schistes). Le débat sur l'énergie est virulent alors que la facture d'électricité des gens s'envole, que les profits sur l'approvisionnement domestique des entreprises augmentent, et que le remplacement des systèmes vieillissants est synonyme d'investissements de grande ampleur.

La politique énergétique confuse du Royaume-Uni

Les grandes entreprises continuent de dominer la politique énergétique du Royaume-Uni, alors que les collectivités luttent pour implanter les énergies renouvelables en dépit des obstacles qu'elles croisent. 25 ans se sont écoulés depuis la privatisation de l'énergie, mais dans la classe politique et les médias dominants, la part de l'énergie gérée par des collectivités ou par des autorités locales, est considérée comme une contribution mineure à l'approvisionnement énergétique britannique (environ 3 GW à l'horizon 2020, selon les estimations du Ministère de l'Énergie et du Changement climatique). Il faudrait que cela change si le Royaume-Uni veut mettre sur pied un système d'énergies renouvelables décentralisé qui permettent d'atteindre les objectifs stricts de réduction des émissions de gaz à effet de serre, tout en étant plus efficace et plus juste.

La production d'énergie au Royaume-Uni

Récemment, le gouvernement britannique a soutenu une course effrénée en faveur des centrales électriques au gaz. Il y a toujours une demande pour les mines de charbon à ciel ouvert et le cadre actuel encourage les recours aux gaz de schiste, aux gaz de houille et même à la gazéification souterraine du charbon en Angleterre. L'Écosse et le Pays de Galles ont, pour leur part, décidé d'un moratoire sur la fracturation. L'opinion est de plus en plus hostile à la fracturation, particulièrement dans les zones ayant fait l'objet de demandes de permis. Dans des villages comme Balcombe, dans le Sussex, la menace des gaz de schiste a entraîné une campagne en faveur de l'alternative solaire, gérée localement. La production d'électricité issue des énergies renouvelables

a augmenté de 30 pour cent entre 2012 et 2013, atteignant 13,9 pour cent de la consommation brute d'électricité. En 2016, le solaire a représenté 3,4 % de l'approvisionnement énergétique du Royaume-Uni.

La lumière s'éteint ?

La crainte de voir les « lumières s'éteindre » a conduit le gouvernement actuel à soutenir les entreprises existantes. À travers le marché des capacités, les entreprises sont subventionnées en fonction de l'activité à laquelle elles se destinent. Elles gardent ainsi ouvertes leurs centrales électriques existantes, et elles sont payées en plus pour l'électricité qu'elles produisent. Les subventions annoncées récemment pour le nucléaire et le marché des capacités montre combien les entreprises sont à la manoeuvre pour éviter tout changement dans le système énergétique centralisé actuel.

Le marché au centre

Les deux principaux partis politiques au Royaume-Uni tiennent à un système qui repose sur un marché dominé par six grandes entreprises d'énergie. Le problème de cette approche est que les acteurs existants au sein du marché ont tous les avantages, et les bénéfices de l'investissement effectué avant la privatisation (par exemple, dans le réseau, alors que les nouveaux entrants sont supposés payer les coûts de transformation). Les gestionnaires de projets d'énergies renouvelables exploités par des collectivités doivent souvent payer des sommes astronomiques pour être connectés au réseau sous prétexte que celui-ci est apparemment « complet » (c'est le cas par exemple en Cornouailles).

Obstacles du système

Les énergies renouvelables ne sont pas prioritaires pour la connexion et l'alimentation du réseau. Fournir de l'électricité est impossible pour les petits producteurs, du fait des coûts de l'autorisation de fourniture. À travers le Ministère de l'Énergie et du Changement climatique, le gouvernement britannique a mis en place des groupes de travail sur l'alimentation, le réseau et la propriété collective. Mais sans changement structurel jusqu'à présent. L'année dernière, ces changements apportés au régime de subvention et de planification a effectivement interrompu le développement de l'éolien terrestre, et ils sont en train de ralentir le développement des parcs solaires. Le secteur de l'énergie communautaire répond lui-même en se cherchant de nouveaux modèles commerciaux lorsque les projets existants enregistrés sont construits cette année.

Que cela signifie-t-il pour la transition énergétique au Royaume-Uni ?

La relation entre la loi sur le changement climatique de 2008, et ses budgets carbone, et la loi sur l'énergie indique que le gouvernement britannique met l'accent sur la « décarbonisation » de l'électricité, mais pas spécifiquement sur la production d'énergies renouvelables. Au lieu de cela, les principaux partis politiques préfèrent garder ouvertes leurs options, avec un peu de tout dans le bouquet. Ceci crée un immense sentiment d'incertitude : la fracturation va-t-elle s'imposer si une pénurie d'approvisionnement a lieu, ou les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique vont-elles connaître un tel essor qu'elles vont parvenir à l'étouffer ? Une nouvelle génération de nucléaire est-elle sur le point de devenir réalité ou va-t-elle finalement être victime des coûts et de l'insurmontable problème des déchets ? Le réseau et les systèmes d'approvisionnement sont-ils

en mesure de fonctionner avec plus d'énergies renouvelables ? Avec l'annulation du programme de capture et de stockage du carbone et le programme nucléaire conduisant à des coûts toujours plus élevés, le risque existe de voir le Royaume-Uni être à la traîne dans la transformation de son système énergétique vers un modèle largement basé sur les énergies renouvelables.

Et maintenant ?

Le nouveau gouvernement britannique devra s'atteler à ces problèmes qui surviennent alors que la facture d'électricité des gens augmente, alors que des nouveaux développements énergétiques naissent, et alors que de plus en plus de personnes s'engagent pour l'énergie communautaire et comprennent les obstacles auxquels elle fait face. Les militants anti-fracturation garantiront que les carburants non conventionnels demeurent tout en haut de l'agenda politique, et que le coût net du nucléaire le rend inabordable. L'« énergie communautaire » a largement disparu de l'agenda, mais la priorité donnée au financement de l'infrastructure est susceptible de réouvrir le débat ultérieurement.

Le Royaume-Uni a d'abord besoin de mettre de l'énergie renouvelable en lien avec le réseau, de la rendre obligatoire pour des régimes visant à offrir une part aux collectivités locales, et de la rendre simple et abordable pour les projets locaux destinés à approvisionner leur collectivité au niveau local. Si cela arrive, l'énergie communautaire commencera à transformer la manière dont on produit et utilise l'énergie au Royaume-Uni.

6

Questions & Réponses

*Si vous avez des questions, n'hésitez pas à nous les envoyer par mail à :
energiewende@us.boell.org*

A	La transition énergétique est-elle abordable ?	153
B	Comment l'Allemagne garantira-t-elle l'accès à l'énergie aux personnes à faible revenu ?	158
C	Quand les énergies renouvelables seront-elles rentables ?	160
D	Le rendement des énergies éolienne et solaire est-il toujours positif ?	161
E	Pourquoi les objectifs de réduction d'émission de carbone ne suffisent-ils pas ?	162
F	L'Allemagne importera-t-elle plus d'énergie après l'abandon du nucléaire ?	163
G	L'Allemagne a-t-elle réagi de façon excessive à Fukushima ?	165
H	Les énergies renouvelables ne sont-elles pas un moyen trop coûteux de réduire les émissions de carbone ?	167
I	L'abandon du nucléaire n'entraînera-t-il pas une hausse des émissions de carbone en Allemagne ?	168
J	L'énergie nucléaire ne serait-elle pas un moyen bon marché de réduire les émissions de carbone ?	169
K	Y aura-t-il des pannes d'électricité ?	171
L	L'Energiewende nuira-t-elle à l'emploi ?	173
M	L'Energiewende bénéficie-t-elle du soutien des Allemands ?	175
N	L'Allemagne peut-elle être un leader dans l'énergie verte et rester une puissance industrielle ?	177

O	Comment les entreprises intensives en énergie sont-elles été exemptées de la surtaxe pour les énergies renouvelables ?	178
P	Quel rôle le gaz de schiste jouera-t-il dans l'Energiewende ?	180
Q	Comment les émissions de carbone évoluent-elles ?	182
R	L'Allemagne vit-elle une renaissance du charbon ?	183
S	De quelle capacité de stockage électrique l'Allemagne a-t-elle besoin ?	185
T	Pourquoi l'Allemagne passe-t-elle des tarifs de rachat aux enchères ?	187
U	Quels sont les principaux défis que l'Energiewende doit relever aujourd'hui ?	188

6A

La transition énergétique est-elle abordable ?

Oui – en fait, nous n'avons pas les moyens de l'éviter. Les investissements effectués aujourd'hui dans les renouvelables ne seront certes rentables qu'au bout de 20 ans de la durée de vie moyenne des équipements, mais cela correspond au moment où l'énergie conventionnelle deviendra plus coûteuse. Les énergies renouvelables sont d'ores et déjà compétitives par rapport aux énergies fossiles dans de nombreux pays du monde. En outre, si les renouvelables semblent plus chères, c'est aussi parce qu'une partie des coûts de l'énergie fossile ou nucléaire sont transformés en taxes et que les autres coûts externes ne sont pas compris dans la facture de l'électricité.

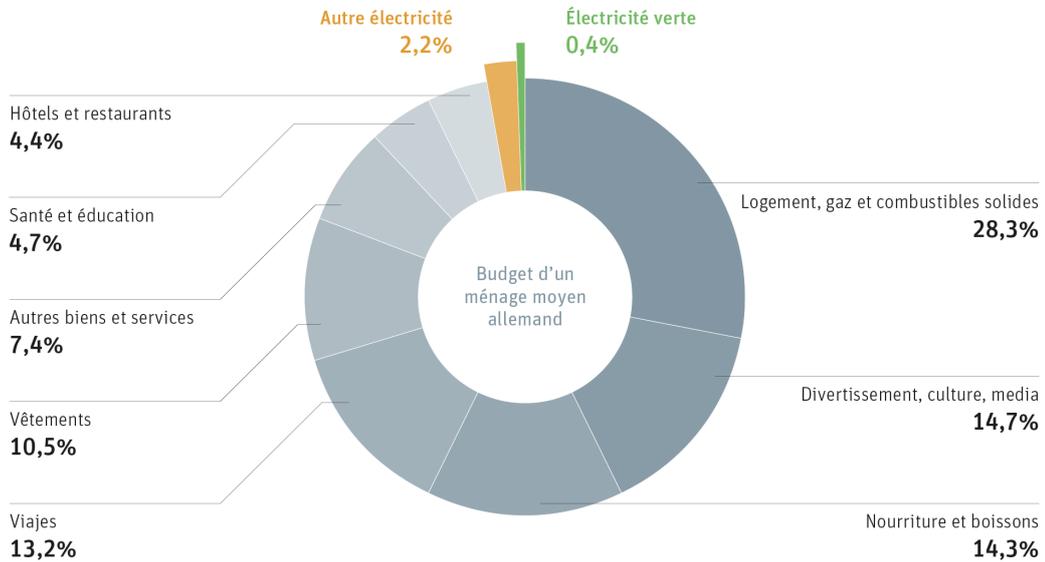
Fondamentalement, le coût des renouvelables continuera de baisser, alors que le coût de l'énergie conventionnelle – fossile et nucléaire – ne cessera de fluctuer de manière imprévisible. Les coûts de chauffage alimenté principalement en combustibles fossiles, ont atteint des niveaux records en Allemagne en 2013. Pour tenir compte de la baisse des prix du pétrole en 2015, le gouvernement a restreint les installations de chauffage au fuel et commencé à exiger de la chaleur renouvelable en 2016.

En 2012, l'un des principaux instituts de recherche économique allemands, le DIW, a estimé que *l'Energiewende* devrait coûter 200 milliards d'euros sur les dix années à venir, mais que le résultat final (certains coûts de l'énergie étant réduits en même temps) serait d'environ dix euros par mois par ménage. En 2015, l'institut Fraunhofer IWES a également chiffré le coût net de *l'Energiewende* jusqu'à 2050, et a déterminé, dans une estimation prudente, que les dépenses seraient inférieures que sans une transition.

L'électricité verte représente moins d'1% dans le budget d'un ménage moyen

Dépenses d'un ménage moyen en Allemagne avec une surtaxe des renouvelables de cinq cents, 2013

Source : www.unendlich-viel-energie.de



Energy Transition energytransition.org

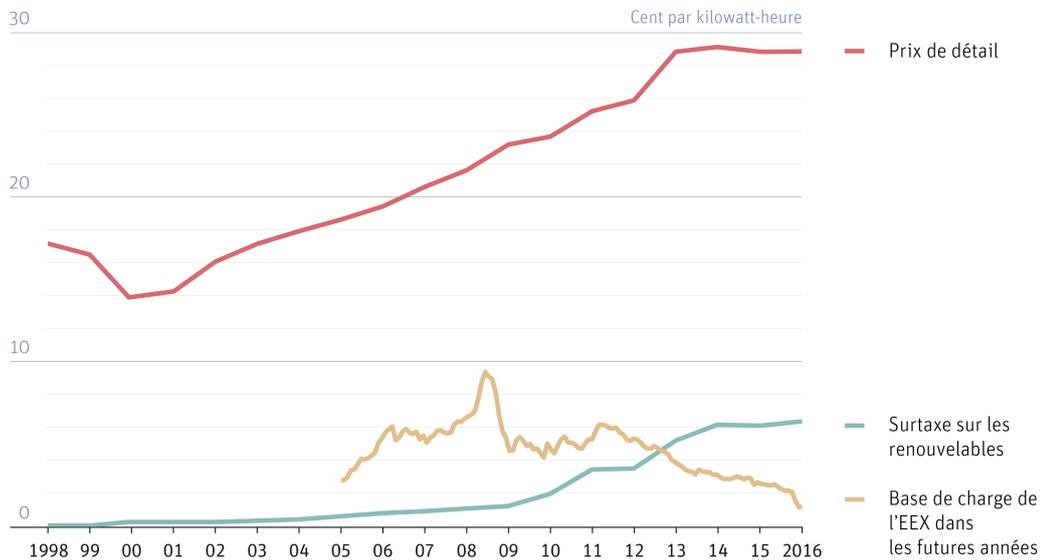
www.unendlich-viel-energie.de

Un examen approfondi de la surtaxe imposée à l'énergie renouvelable en Allemagne nous force à constater qu'elle n'explique pas la hausse des deux tiers du prix de détail moyen de l'énergie survenue durant la dernière décennie en Allemagne.

La hausse des prix de l'énergie n'est pas due aux renouvelables

Evolution des prix de détail, du prix spot et de la surtaxe sur les renouvelables, les dix dernières années

Source : www.unendlich-viel-energie.de



Energy Transition

energytransition.org



www.unendlich-viel-energie.de

Subventions cachées

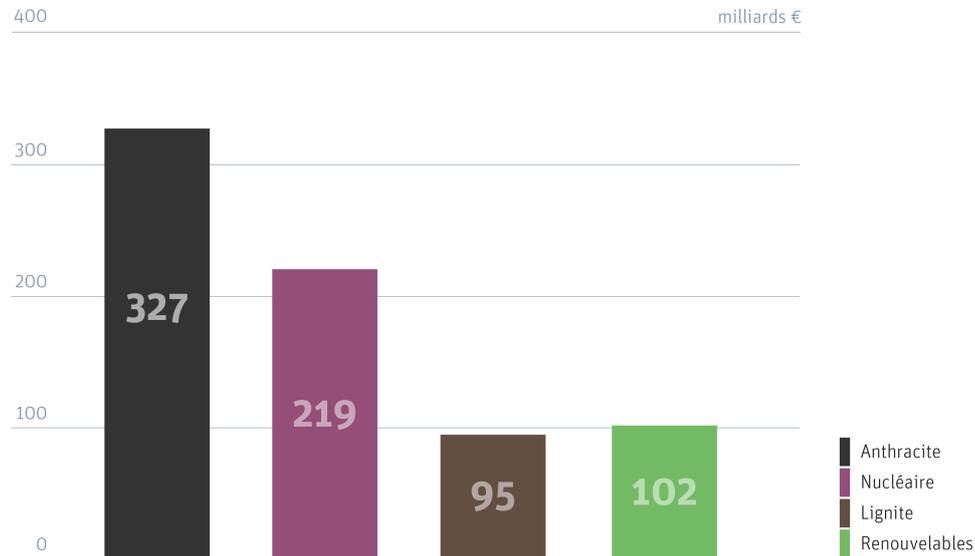
En fait, il est intéressant de constater qu'en intensifiant les renouvelables lorsqu'elles étaient chères, l'Allemagne a contribué à les rendre bon marché. Pendant tout ce temps, les prévisions indiquaient que l'incidence des coûts de la transition vers les énergies renouvelables culminerait durant la première moitié de cette décennie. Il semble clair à présent que si les investissements allemands dans les renouvelables ont culminé en 2010, ils devraient baisser annuellement de plus d'un tiers durant les prochaines décennies.

En investissant très tôt dans les renouvelables, l'Allemagne a peut-être engagé des frais élevés, mais elle s'est aussi positionnée comme un fournisseur incontournable de technologies d'avenir. En d'autres termes, les renouvelables devenant plus compétitives, le monde entier se lancera dans la transition. Les investissements allemands dans le photovoltaïque notamment ont permis de rendre la technologie abordable dans le monde entier, y compris dans les pays en voie de développement. Ainsi, en 2015, la Chine a installé 15 gigawatts PV, atteignant un total de 43 gigawatts, ce qui lui a permis de dépasser l'Allemagne au niveau international. Les Chinois ont également installé plus de 30 gigawatts d'éoliennes pour la seule année 2015. L'Inde a également de grands projets de constructions de parcs photovoltaïques et éoliens – 175 gigawatts d'énergies renouvelables d'ici 2022. Selon Bloomberg Energy Finance, les économies en développement et émergentes investissent à présent davantage dans les énergies renouvelables que les pays de l'OCDE.

Les fossiles et le nucléaire ont bénéficié de plus de subsides que les renouvelables

Subsides à l'énergie en Allemagne, 1970–2014

Source : Green Budget Germany



Energy Transition energytransition.org

Green Budget Germany

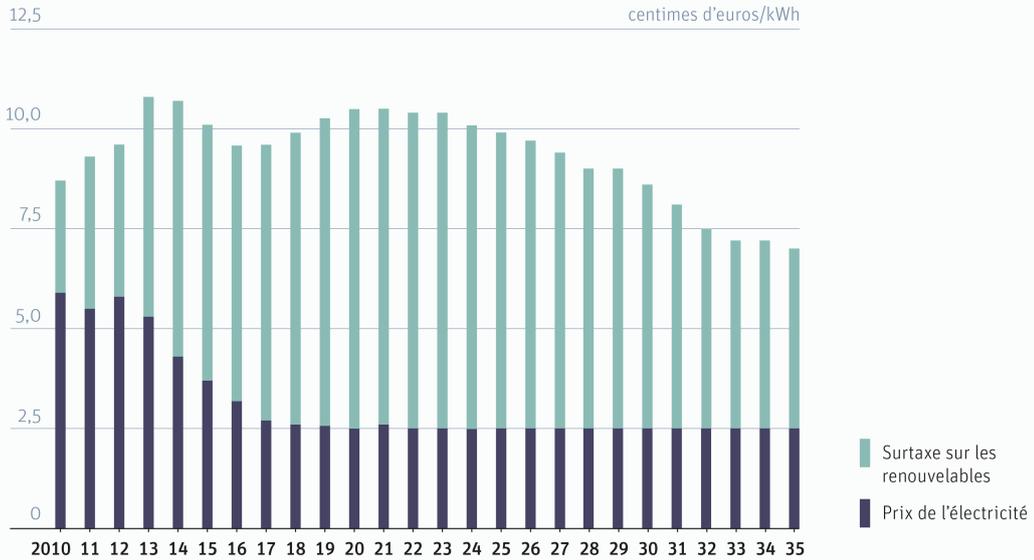
Si les renouvelables paraissent si chères, c'est en partie parce qu'une part importante de leur coût total est immédiatement payé par le consommateur comme une taxe (la surtaxe EEG). Le soutien au charbon et à l'énergie nucléaire provient indirectement quant à lui directement de postes budgétaires transférés sur les contribuables. En raison du déficit budgétaire allemand, ces coûts sont aussi transmis, avec intérêts, aux générations futures de contribuables (source: Green Budget Germany).

Par ailleurs, le « coût » de *l'Energiewende* ne peut être envisagé isolément. Les coûts non monétaires de la consommation énergétique n'apparaissent pas sur les factures d'électricité, de gaz ou d'essence du consommateur. Pourtant l'impact environnemental occasionné par les émissions de gaz à effet de serre et par la pollution, augmente vite jusqu'à atteindre une somme considérable. Selon une étude publiée en 2015 par le Ministère allemand de l'Énergie, quelque 9 milliards d'euros nets ont été épargnés en 2013 grâce à l'utilisation d'électricité et de chauffage renouvelables. Ces économies ne sont toutefois pas reprises explicitement sur les factures. En outre, en investissant dans sa propre énergie renouvelable, l'Allemagne réduit graduellement sa dépendance aux importations d'énergie – et en proposant des produits plus performants qui devraient aussi pouvoir se vendre sur le marché global.

L'impact de l'électricité verte sur les coûts en Allemagne pourrait commencer à diminuer d'ici quelques années

Prix de gros de l'électricité (marché à terme Phelix pour l'année de référence) et surtaxe pour les énergies renouvelables

Source : Agora Energiewende et institut allemand d'écologie appliquée (Öko-Institut)



Energy Transition

energytransition.org

CC BY 5.0

6B

Comment l'Allemagne garantira-t-elle l'accès à l'énergie aux personnes à faible revenu ?

Globalement, préparer l'industrie allemande aux technologies futures, un des objectifs clés de l'Energiewende, permettra à l'Allemagne de protéger les personnes à faible revenu par la création d'emplois avec des salaires décents. En outre, ces dernières décennies, le coût de l'électricité a augmenté plus lentement que le coup de l'essence ou du fuel de chauffage.

L'Energiewende n'est pas la cause d'une hausse des prix à long terme. Au contraire, elle est une réponse à la fluctuation imprévisible des prix de l'énergie. Le prix de l'énergie conventionnelle suit une tendance unique : la hausse. Depuis 2000, le prix de la houille a plus que doublé en Allemagne, et, dans le même temps, celui du gaz naturel a presque triplé.

Qui plus est, le prix de détail de l'électricité n'a augmenté que de 3 pour cent en 2013, à un niveau très proche de l'inflation générale qui est de 2 pour cent en Allemagne. Depuis lors, les prix de détail sont restés dans les limites de l'inflation.

En revanche, le prix de l'énergie renouvelable devrait continuer à baisser ou au moins se stabiliser, selon la technologie utilisée. Le coût du photovoltaïque a baissé de 50 pour cent de 2010 à 2015. Et la base de données transparente de coûts du département américain de l'énergie ([Transparent Cost](#)) montre que l'éolien terrestre est déjà à égalité avec le gaz naturel, le charbon et l'énergie nucléaire. L'institut Fraunhofer pour les systèmes énergétiques solaires estime qu'à la fin de cette décennie, le prix de l'énergie solaire dans le pays sera égal à celui du charbon – même dans une Allemagne au ciel plutôt nuageux.

La montée de la précarité énergétique devient une véritable préoccupation, alors même qu'il n'existe pas de définition claire du terme. Ces dernières années, quelque 330 000 ménages allemands ont subi chaque année des coupures d'électricité en raison de factures d'électricité impayées, le courant étant généralement rétabli en l'espace de quelques jours.

Malheureusement, les rapports réalisés sur le nombre de ménages sans électricité comparent rarement l'Allemagne avec les autres pays. Il s'avère que l'Allemagne obtient de bons résultats à ce niveau ; les comparaisons en matière de « précarité énergétique » placent régulièrement l'Allemagne au-dessus de la moyenne européenne. Une raison à cela pourrait être le fait que l'Allemagne lutte contre la pauvreté en général, et pas seulement contre la précarité énergétique. Ainsi, en 2015, un salaire minimum de 8,5 euros a été instauré. Depuis 2009, l'Allemagne arrive en tête des pays européens réussissant à contenir la précarité énergétique.

Les ménages pauvres peuvent bénéficier d'audits énergétiques afin de réduire leur consommation d'énergie. Il convient, en même temps, de garder à l'esprit que les familles à faibles revenus dépensent elles aussi moins 10 pour cent de leurs revenus pour l'énergie. Viser directement la

pauvreté elle-même par une politique sociale appropriée, par les régimes de retraite et les salaires, est donc essentiel. Enfin, l'énergie propre contribuera également à freiner le réchauffement climatique, qui touchera les pays pauvres très fortement. En d'autres mots, l'engagement de l'Allemagne envers les énergies renouvelables constitue également une aide aux pays pauvres.

Quand les énergies renouvelables seront-elles rentables ?

Elles le sont de plus en plus aujourd'hui. Les renouvelables, dont le coût différentiel est pour l'instant à son plus haut niveau, devraient contribuer à stabiliser les prix de l'énergie durant cette décennie. Seuls les pays entreprenant une transition énergétique – tels que l'Allemagne – seront en mesure de stabiliser les prix de l'énergie et d'empêcher une forte fluctuation des prix dans un avenir proche.

En 2014, le centre de recherche allemand Fraunhofer IWES a publié une étude montrant que l'Allemagne réalisait à l'époque des investissements dans les énergies renouvelables qui seront probablement rentabilisés en compensant les énergies conventionnelles. On supposait que le seuil de rentabilité serait atteint vers 2030, mais cela s'est produit avant : l'Inde abandonne ses projets de centrales à charbon en faveur de l'éolien et du solaire, en partie en raison des coûts.

Une chose est sûre désormais : *l'Energiewende* ne sera pas gratuite. Le coût de cette politique est déterminé par une multitude de facteurs ; il ne s'agit pas que des renouvelables et des tarifs de rachat. Et tandis que la loi sur les énergies renouvelables (EEG) de 2014 coûte environ 24 milliards d'euros par an, l'électricité éolienne a pendant longtemps été relativement bon marché, et les coûts du solaire continuent de chuter. Pour aller plus loin, l'augmentation des coûts est supposée faiblir et, d'ici 2020, un grand nombre de systèmes anciens ne sera plus éligible aux tarifs de rachat. À l'horizon 2030, de nombreux champs de panneaux solaires ne bénéficieront donc plus du tarif de rachat de 20 ans, mais ils resteront opérationnels. L'Allemagne commencera alors à avoir une électricité indépendante des anciens tarifs. Durant la période de transition, l'objectif doit être de garder le contrôle des coûts dans la mesure où la croissance ultérieure des énergies renouvelables est garantie.

La hausse prévisionnelle du prix de détail en Allemagne n'est pas inhabituelle. En juillet 2012, la Commission française de régulation de l'énergie, la CRE, prévoyait une hausse de près de 50 pour cent du prix de détail en France en 2020. La raison n'en étant pas tant le déploiement accru des renouvelables que la hausse des prix du nucléaire. À la fin de l'année 2013, la CRE a annoncé une augmentation de 5 pour cent du tarif avec également une augmentation annuelle brusque des prix pour les prochaines années. Les prix de détail prévus pour l'Allemagne sont relativement stables pour les prochaines années.

6D

Le rendement des énergies éolienne et solaire est-il toujours positif ?

Des personnes non initiées et, étonnamment, quelques experts posent quelquefois la question de savoir si les batteries de panneaux solaires et les éoliennes produisent plus d'énergie que celle qui a été nécessaire à leur production et leur installation. La réponse est simple : le rendement est extrêmement positif depuis des décennies.

L'Institut allemand de recherche solaire Fraunhofer ([PDF](#)) a estimé le temps de l'amortissement pour les panneaux photovoltaïques en Europe du Nord à « environ 2,5 ans », et même à 1,5 an, voire moins dans les endroits plus ensoleillés. La performance des panneaux solaires vendus les dernières années était garantie à 80 pour cent pour 25 ans. Ce qui veut dire, par exemple, que la capacité d'un panneau de 2,0 kilowatt à culminer à 1,6 kilowatt est garantie après 25 ans d'exploitation.

De toute évidence, le rendement énergétique du photovoltaïque est énorme – la quantité d'énergie obtenue étant bien supérieure à celle injectée.

La durée d'amortissement pour les éoliennes est encore meilleure ; elle se compte en mois, et non en années. [Comme l'a dit](#) le journal britannique The Guardian : « Une ferme éolienne moyenne produit 20-25 fois plus d'énergie au cours de sa durée de vie opérationnelle que celle nécessaire à la construction et l'installation de ses turbines. »

Avec le charbon, l'efficacité représente toujours une perte alors que pour le solaire elle représente toujours un gain. Le charbon que nous consommons est définitivement perdu, efficace pour un tiers, perdu pour les deux tiers restants. S'il n'était pas utilisé, il serait toujours sous terre – il ne serait pas perdu.

En revanche, la planète Terre reçoit une certaine quantité d'énergie solaire tous les jours. Quand l'efficacité d'un panneau solaire est de 16 pour cent, alors on perd environ 5/6 de l'énergie du soleil, mais avec un toit sans panneaux solaires, on perd tout. Le taux de 16 pour cent d'efficacité est un gain. La planète reçoit à peu près la même quantité d'énergie solaire chaque jour, mais l'énergie solaire d'hier est définitivement perdue.

En d'autres termes le choix est le suivant : recourir au charbon, c'est l'utiliser et le perdre ; recourir au solaire, c'est l'utiliser plutôt que de le perdre.

Pourquoi les objectifs de réduction d'émission de carbone ne suffisent-ils pas ?

L'Allemagne veut simultanément lutter contre le changement climatique et réduire le risque de l'énergie nucléaire. L'énergie nucléaire est rejetée à cause du risque, des coûts et du problème irrésolu des déchets. En outre, il n'y a pas d'argument économique qui lui soit favorable pour qu'elle joue un rôle majeur dans l'approvisionnement énergétique du monde.

L'Allemagne a pour objectif de lutter contre le changement climatique, de sortir progressivement du nucléaire et de passer à un approvisionnement fiable et abordable en énergie propre. Les objectifs en matière de climat et d'échanges de quotas d'émission contribuent à une partie seulement de ces objectifs, raison pour laquelle le gouvernement allemand mène une stratégie climatique et énergétique globale sur le long terme avec des politiques traitant différents secteurs et technologies.

Si l'échange de quotas d'émission est un outil important, il ne permettra pas aux Allemands d'atteindre leur objectif. Par exemple, le mécanisme principal des échanges de quotas d'émission est le coût. Les actions sont donc privilégiées en fonction des calculs coûts/bénéfices, avec comme résultat le choix de projets moins onéreux. Il en résulte involontairement qu'aucune action utile ne peut être accomplie à moins d'être considérée comme l'option la moins coûteuse par un investisseur. En ce qui concerne les renouvelables, c'est l'énergie éolienne terrestre qui l'emporte pratiquement toujours. Les échanges de quotas d'émission ne sont donc pas le moyen de développer tous les types de renouvelables.

L'objectif pour l'Allemagne est de réduire la consommation d'énergie à un niveau que peuvent couvrir les renouvelables, tout en garantissant un niveau de vie matériel toujours plus élevé. Quand bien même la question « Quand l'énergie solaire sera-t-elle compétitive par rapport au charbon ou au nucléaire ? » reste d'actualité, ni le solaire, ni l'éolien ou tout autre source d'énergie renouvelable ne peuvent chacun remplacer l'énergie traditionnelle – seul un mix de renouvelables en est capable. Le système d'échange de quotas d'émission ne soutenant que les options les moins coûteuses, il ne peut produire ce mélange et ne suffit pas aux objectifs allemands. Les décideurs politiques du pays sont convaincus de la nécessité de politiques permettant de renforcer progressivement l'efficacité, grâce aux nouvelles technologies (ce que fait l'échange de quotas d'émission) ainsi que de politiques promouvant l'innovation de technologies au départ plus coûteuses, mais qui pourraient devenir compétitives à long terme (ce que font les tarifs de rachat).

L'Allemagne importera-t-elle plus d'énergie après l'abandon du nucléaire ?

Exportatrice nette d'électricité depuis des années, l'Allemagne l'est restée en 2011, malgré la fermeture de huit centrales nucléaires en une semaine. En 2012, le pays a même atteint un niveau record d'exportations d'électricité, y compris vers la France. Des niveaux records ont été établis en 2015, et à présent, les énergies renouvelables connaissent une croissance si rapide que les centrales à charbon sont mises sous pression, avec pour résultat des prix de gros relativement bas qui rendent les exportations d'électricité attractives.

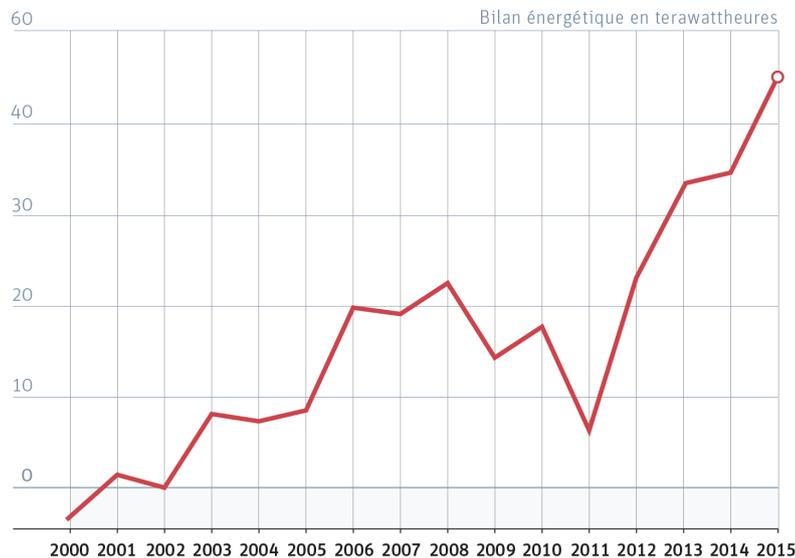
La capacité de production de l'Allemagne est dans l'ensemble bien supérieure à la demande en énergie. Après la fermeture en mars 2011 de 8 de ses centrales nucléaires, l'Allemagne disposait encore d'environ 100 000 mégawatts de capacité de production conventionnelle opérationnelle, comparé à seulement 80 000 mégawatts de demande en énergie maximum pour l'année.

La capacité de production d'énergie distribuable (c.-à-d. n'incluant pas l'énergie solaire et éolienne) de l'Allemagne début 2011, était de 93 100 mégawatts, dont environ 8 000 mégawatts mis à l'arrêt en mars dernier. Selon la Fédération nationale allemande du secteur de l'eau et de l'énergie ([BDEW](#)), l'Allemagne a exporté en moyenne 90 000 mégawattheures nets par jour dans les six semaines précédant le moratoire sur le nucléaire à la mi-mars 2011. Le pays, depuis le 17 mars 2011, a commencé à importer une moyenne de 50 000 mégawattheures nets par jour.

La hausse des exportations d'énergie allemande se maintient

Exportations d'énergie nette de 2000 à 2015 en TWh

Source : Agora Energiewende, AGEB



RECORD
DES EXPORTA-
TIONS NETTES
+50TWh

Energy Transition

energytransition.org

CC BY SA

Agora Energiewende, AGEB

To the east, more power might be imported from the Czech Republic, but not because of any electricity shortage in Germany. Rather, the German power market buys conventional electricity where it is cheapest. Countries like Poland and the Czech Republic are not complaining about having to prop up the German grid after the nuclear moratorium. On the contrary, they are leur principal souci concerne les flux de l'énergie éolienne et solaire de l'Allemagne, qui bouleversent leur propre production d'énergie fossile et nucléaire.

L'Allemagne a-t-elle réagi de façon excessive à Fukushima ?

Si un petit nombre de pays n'ont pas foncièrement changé leur position sur le nucléaire après Fukushima, l'Allemagne a fait partie de l'autre majorité. Par rapport à la sortie progressive du nucléaire entamée en 2000, la décision prise par la chancelière Merkel en 2011, n'est qu'un changement de position personnelle, pas un changement fondamental de l'opinion publique allemande.

Le processus de sortie du nucléaire allemand était entamé depuis un certain temps, mais la décision du gouvernement de fermer huit centrales nucléaires dans la semaine suivant l'accident de Fukushima, fut une surprise. En Allemagne, il existe un fort consensus politique favorable à l'élimination du nucléaire. Le débat politique sur ce premier processus engagé en 2000, ne porte pas sur son éventualité – mais sur le rythme de sa mise en œuvre.

Tandis que certains pays – comme les États-Unis, la France et la Russie – n'ont pas fondamentalement changé leur politique nucléaire suite à Fukushima, la coalition de la chancelière Merkel a fait volte-face. L'opinion publique, elle, au contraire, n'a pas beaucoup évolué depuis 2000. La population allemande accorde un soutien écrasant à la sortie du nucléaire proposée par le chancelier Schroeder depuis 2000. En avril 2012, 65 pour cent des personnes interrogées déclaraient y être favorables. La chancelière Merkel avait pourtant indiqué, avant la catastrophe de Fukushima, qu'elle comptait revenir sur la sortie du nucléaire de Schroeder.

A la suite de l'accident à Fukushima, le pourcentage d'Allemands favorables à l'élimination progressive du nucléaire n'a augmenté « que » de six points, passant à 71 pour cent, une différence minime. Un sondage américain révélait, presque un an après Fukushima, que 41 pour cent des Américains pensaient que les risques du nucléaire l'emportaient sur les avantages, comparé à 37 pour cent, l'année précédente.

Si la population allemande peut difficilement être accusée d'avoir cédé à la panique, on ne peut en dire autant de la chancelière Merkel. Si elle avait simplement maintenu le processus en cours de sortie progressive du nucléaire et seulement décidé d'accélérer les choses, les effets n'auraient peut-être pas été si préjudiciables. Elle a au contraire inversé deux fois la politique énergétique allemande, dans une même année. Deux facteurs majeurs ont sans doute incité Merkel à changer d'avis en 2011 : les élections à venir dans le Land allemand du Bade-Württemberg que son parti avait perdu, et d'importantes manifestations à la suite de Fukushima.

Les pays qui s'opposent au nucléaire

La position anti-nucléaire de l'Allemagne n'est pas isolée. Au Nord, l'objectif du Danemark pour l'énergie renouvelable était déjà de 100 pour cent en 2050 au moment de Fukushima. Au Sud, l'Italie

– la septième économie au monde – avait déjà voté une sortie du nucléaire dans un référendum en 1987. La tentative du président du conseil Berlusconi de modifier cette politique en juin 2011, a entraîné la mobilisation d'une majorité d'électeurs pour un référendum qui pour la première fois depuis 1995, donna une majorité contre. À plus de 94 pour cent, les Italiens rejetèrent les projets nucléaires de Berlusconi, une des principales raisons de sa défaite quelques mois plus tard.

Entre l'Italie et l'Allemagne, la Suisse a pris des mesures modestes pour sortir du nucléaire d'ici 2034. En 2017, les Suisses ont voté la sortie du nucléaire sans fixer de date précise. L'Autriche – qui avait déjà décidé en 1978 de ne pas miser sur le nucléaire – franchit une étape supplémentaire en 2012, en obligeant les compagnies électriques à ne pas acheter de l'énergie nucléaire à l'étranger à partir de 2015.

Ayant fait un certain temps les gros titres quand elle n'avait pas de gouvernement, une des premières décisions de la Belgique en octobre 2011, une fois le nouveau mis en place, fut de lancer la sortie progressive du nucléaire pour 2015.

6H

Les énergies renouvelables ne sont-elles pas un moyen trop coûteux de réduire les émissions de carbone ?

Il faut comparer ce qui est comparable !

On dit souvent de l'isolation, par exemple qu'elle est un moyen moins coûteux. Mais si nos habitations sont mieux isolées, il reste que nous avons toujours à décider de quelle façon produire de l'électricité pour les alimenter.

Si elles ont été coûteuses dans le passé, les renouvelables restent l'option la plus avantageuse encore. Exploiter de nouvelles énergies renouvelables est bien meilleur marché que construire de nouvelles centrales nucléaires, et toutes les estimations pour l'avenir montrent que les renouvelables seront la source d'électricité à faible émission de carbone la moins chère en Allemagne pour la décennie. Ces prix s'appliquent à des centrales neuves, pas à des centrales électriques vieilles de plusieurs décennies, déjà entièrement amorties.

L'abandon du nucléaire n'entraînera-t-il pas une hausse des émissions de carbone en Allemagne ?

Ce ne fut pas le cas en 2011, année où les émissions de carbone ont encore baissé. En outre, les émissions de carbone du secteur de l'électricité en Allemagne continueront à baisser car l'énergie nucléaire sera peu à peu remplacée par les énergies renouvelables.

L'Allemagne a déjà dépassé son objectif ambitieux de Kyoto pour 2012 en atteignant un niveau de réduction de 24,7 pour cent en 2012 (contre un objectif fixé à seulement 21 pour cent pour la même année). Le pays n'est pas en bonne voie pour atteindre ses objectifs de réduction de 40 pour cent à l'horizon 2020 (par rapport aux niveaux de l'année 1990). D'après les experts, ce retard serait dû au peu de progrès réalisés en faveur de l'électrification des secteurs du chauffage et de la mobilité ; le secteur du charbon a quant à lui reculé entre 2010 et 2016. Pour combler cet écart, le gouvernement allemand a mis en place un Programme d'action en faveur du climat à la fin de l'année 2014. L'accord de Paris sur le climat devrait donner lieu à des politiques plus ambitieuses, bien qu'aucune n'ait été formulée pour le moment.

La sortie du nucléaire fait partie d'une stratégie climatique globale à long terme de réduction des émissions d'au moins 80 pour cent en 2050, selon les recommandations du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Les études des scénarios sur le portefeuille allemand de centrales électriques confirment la baisse considérable des émissions liées à la production d'électricité.

6J

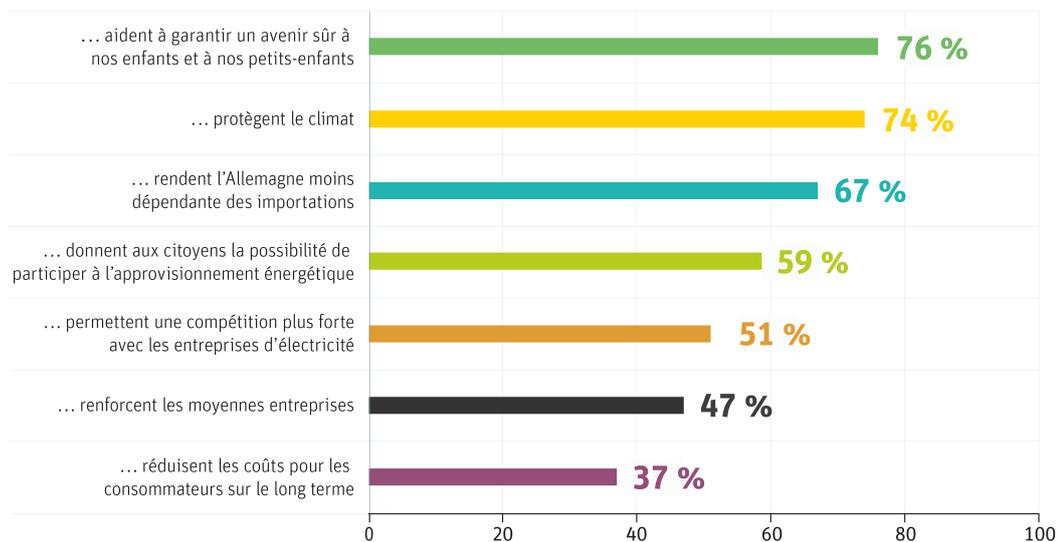
L'énergie nucléaire ne serait-elle pas un moyen bon marché de réduire les émissions de carbone ?

Le nucléaire n'est pas un bon investissement. Aucune centrale nucléaire ne se construit aujourd'hui dans le cadre d'un marché libre, sans une aide massive de l'État. On continue à considérer le nucléaire comme une source d'énergie bon marché pour deux raisons : la première est que toutes les centrales actuellement en service à l'ouest ont été construites il y a longtemps et sont déjà amorties – plus elles restent opérationnelles, plus elles sont rentables ; la seconde raison est que le coût total de l'énergie nucléaire n'est pas répercuté dans nos factures d'énergie. Une partie de ce coût est reporté sur les contribuables et les générations futures.

Avantages de l'énergie renouvelable : des technologies du futur pour la protection du climat

« Diriez-vous que les énergies renouvelables... » (réponses multiples possibles)

Source : Enquête TNS Emnid réalisée pour AEE auprès de 1015 participants - septembre 2016



Au Royaume-Uni, EDF, l'opérateur nucléaire français, demande une garantie de retour sur investissement de 10 pour cent sur une période de 35 ans. Plus précisément, EDF demande environ 10 pence par kilowattheure. Dans les deux cas, cette énergie nucléaire serait beaucoup plus chère que l'éolien terrestre actuellement, et même plus chère que celle produite par les grandes batteries de panneaux solaires nouvellement installées au sol. À partir de maintenant, et pour des décennies, l'électricité nucléaire coûtera plus cher car elle est indexée sur l'inflation, alors que le coût des nouvelles énergies solaire et éolienne diminuera.

Aux États-Unis, Wall Street s'est détournée des financements de centrales nucléaires dangereuses. Seule l'énorme subvention de 8,33 milliards de dollars de garanties de prêt fédéral conditionnel maintenait le rêve de construction par la Southern Company de deux réacteurs supplémentaires à Plant Vogtle, en Géorgie. Ce soutien n'a toutefois pas été suffisant ; le projet a été mis en suspens dans le courant de l'année 2017 car Westinghouse a fait faillite. Vogtle a également une histoire qui devrait préoccuper les contribuables. La construction des deux premiers réacteurs a pris presque 15 ans, a dépassé le budget de 1 200 pour cent et provoqué la hausse la plus importante des taux à l'époque en Géorgie.

Les centrales nucléaires vieilles de plusieurs décennies (construites grâce à d'importants subsides et de soutiens gouvernementaux) produisent en effet de l'énergie bon marché, mais toutes les estimations s'accordent pour dire que le coût de construction d'une centrale nucléaire, sans subsides importants, serait aujourd'hui prohibitif. Les seules centrales actuellement en construction dans l'Union européenne (en France et en Finlande) sont en retard sur le planning et dépassent largement le budget.

6K

Y aura-t-il des pannes d'électricité ?

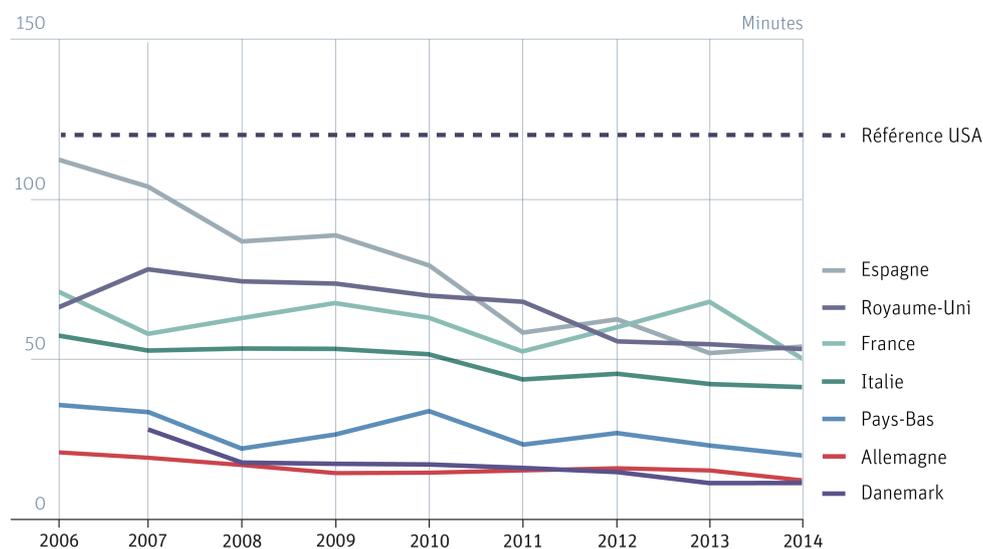
Depuis l'enregistrement de statistiques normalisées en 2006, on peut dire que l'Allemagne possède le réseau le plus fiable d'Europe, avec un nouveau record de fiabilité en 2015. Ce niveau (environ 12 minutes de coupure par an) est resté stable depuis lors. Par ailleurs, d'autres pays qui passent aux renouvelables, comme l'Espagne et l'Italie, voient aussi la fiabilité de leur réseau s'améliorer en même temps qu'ils développent les énergies renouvelables.

En Europe, l'Allemagne (avec le Danemark) est de loin le pays dont l'approvisionnement énergétique est le plus fiable. Les Allemands ont assez de capacité de production pour leurs foyers, leurs usines et leurs trains à grande vitesse.

Fiabilité du réseau et croissance des énergies renouvelables vont de pair

Minutage des coupures d'électricité par an (hors événements exceptionnels), basé sur l'indice Saïdi

Source : CEER et nos propres calculs



L'Allemagne a bénéficié de l'un des approvisionnements les plus sûrs en électricité en Europe, et ce, chaque année de 2006 à aujourd'hui, dépassé uniquement par le Luxembourg, le Danemark et la Suisse.

Des coupures de courant sont toujours possibles. La seule raison d'un déficit chronique de l'approvisionnement est l'insuffisance d'investissements dans les systèmes d'énergie flexibles pour remplacer les centrales conventionnelles vieillissantes dont l'arrêt est programmé. D'un point de vue technique, les solutions existent: une combinaison d'extension et d'optimisation transfrontalières du réseau sur le plan national et régional, un mélange de centrales électriques combinant une variété de renouvelables, une capacité de réserve flexible, une réserve stratégique de centrales électriques, une gestion de la demande et finalement du stockage. Le défi est plutôt financier. Pour le futur, le secteur de l'énergie réclame des paiements de capacité de façon à assurer une capacité de production de secours suffisante.

Pour la cinquième année consécutive, l'Allemagne a encore connu en 2016 une année record en termes d'exportations d'électricité. Les Pays-Bas ont été le premier importateur net d'électricité allemande mais ces exportations sont également allées vers la France du nucléaire. L'Allemagne a surpassé la France en tant que premier pays exportateur d'énergie, alors que le parc nucléaire français lutte pour rester dans la course.

6L

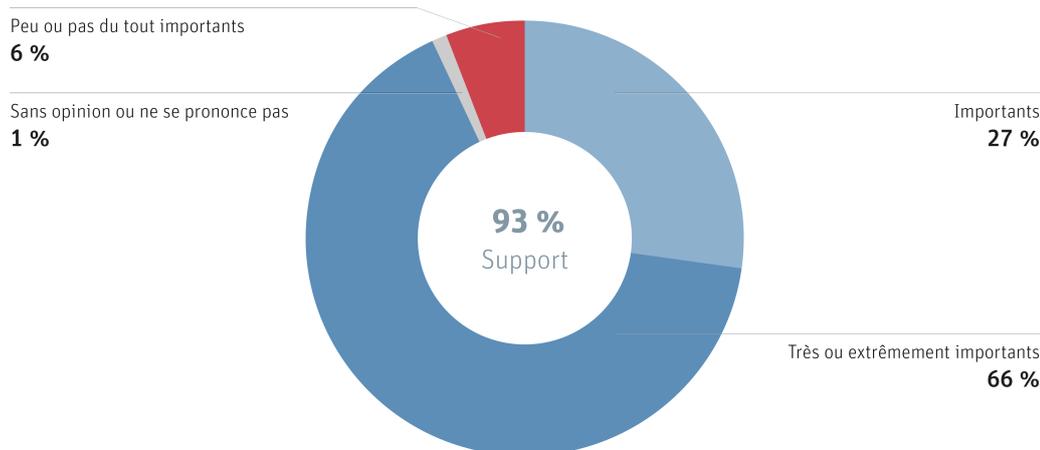
L'Energiewende nuira-t-elle à l'emploi ?

Les renouvelables créent plus d'emplois par mégawattheure produit que les secteurs de l'énergie fossile et du nucléaire, la plupart de ces emplois étant créés dans le pays, et non à l'étranger. Le nombre de personnes employées dans le secteur des renouvelables en Allemagne est deux fois supérieur à celui dans tous les autres secteurs de l'énergie réunis.

93 pour cent des Allemands sont favorables au développement des énergies renouvelables

« L'utilisation et la croissance de l'énergie renouvelable est ... », étude du mois de septembre 2016

Source : www.unendlich-viel-energie.de



Energy Transition

energytransition.org



www.unendlich-viel-energie.de

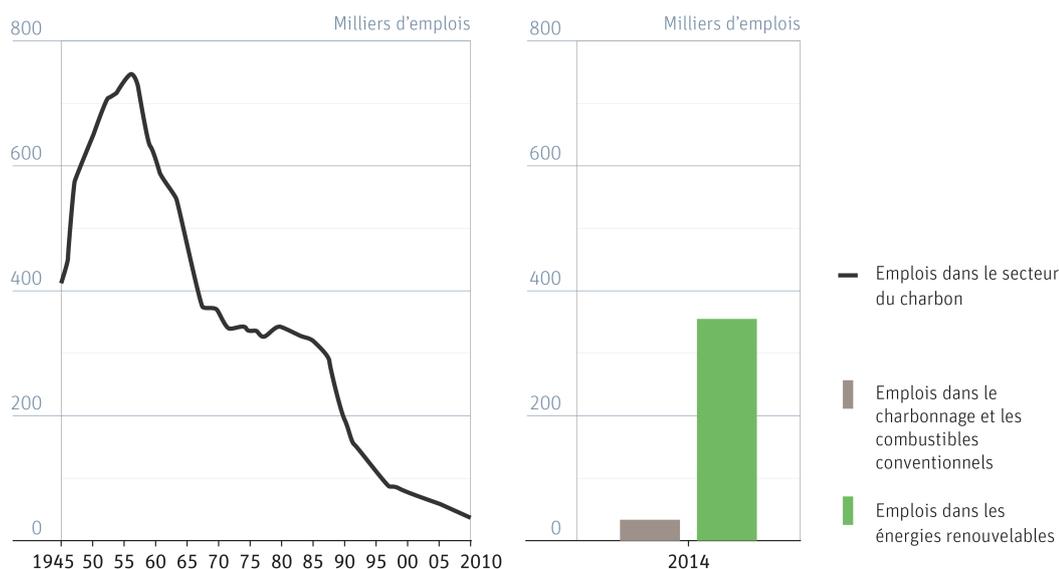
La transition vers l'énergie renouvelable est un moteur pour l'emploi. Le nombre d'emplois créés dans le secteur des renouvelables avant 2016 est estimé à 334 000, chiffre bien supérieur aux 182 000 personnes employées dans l'ensemble des autres secteurs énergétiques réunis du pays.

En termes simples, avec une valeur locale ajoutée, les renouvelables et l'efficacité remplacent les importations de pétrole et l'uranium, préservent les emplois en Allemagne et entraînent de fait une création nette d'emplois.

Les énergies renouvelables créent plus d'emploi que le charbon

L'emploi dans les secteurs énergétiques renouvelable et conventionnel en Allemagne

Source : DLR, DIW, GRS, Kohlenstatistik.de. Données de 2014.



Energy Transition energytransition.org CC BY SA

Ces chiffres représentent «la création brute d'emplois», à savoir le nombre absolu d'emplois ajoutés. Une étude approfondie du marché allemand prévoit une création nette d'environ 80 000 emplois qui passerait à 100 000 – 150 000 entre 2020 et 2030. Une des raisons de l'impact positif des énergies renouvelables sur la création nette d'emplois s'explique par le fait que l'électricité renouvelable compense directement l'électricité des centrales nucléaires, secteur où très peu de personnes travaillent.

DLR, DIW, GRS, Kohlenstatistik.de. Données de 2014.

L'Energiewende bénéficie-t-elle du soutien des Allemands ?

Oui, les Allemands soutiennent la transition énergétique, et ils le font depuis bien plus longtemps que ne le fait le gouvernement allemand. En septembre 2016, une enquête révélait que 93 % de l'opinion allemande jugeait l'Energiewende importante ou très importante pour le développement du pays.

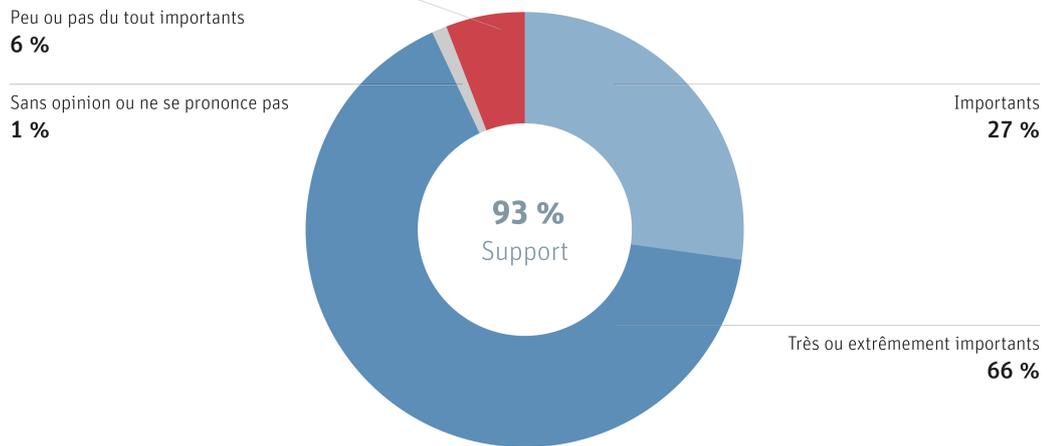
La majorité des Allemands interrogés (62 pour cent) affirmait vouloir vivre à proximité d'une installation d'énergie renouvelable. Ceux pour qui c'était déjà le cas, 90 pour cent étaient favorables à une installation solaire, et 69 pour cent à une éolienne. Seuls 56 pour cent affirmaient vouloir vivre près d'une centrale à biogaz. Ces chiffres étaient plus bas chez les personnes n'ayant pas encore eu une exposition directe, ce qui laisse à penser que les inquiétudes sont dissipées avec l'expérience directe.

Au contraire seuls 17 pour cent affirmaient vouloir vivre près d'une centrale nucléaire, 30 pour cent près d'une centrale à charbon et 40 pour cent près de turbines à gaz.

93 pour cent des Allemands sont favorables au développement des énergies renouvelables

« L'utilisation et la croissance de l'énergie renouvelable est ... », étude du mois de septembre 2016

Source : www.unendlich-viel-energie.de



Energy Transition

energytransition.org



www.unendlich-viel-energie.de

L'Allemagne peut-elle être un leader dans l'énergie verte et rester une puissance industrielle ?

Les renouvelables font baisser le taux du marché de gros de l'énergie, celui que paient les entreprises, et les entreprises intensives en énergie sont largement exemptées de la surtaxe pour les énergies renouvelables. Par conséquent, les industries intensives en énergie bénéficient d'une électricité renouvelable, moins chère.

Les entreprises industrielles sont de plus en plus nombreuses à produire leur propre électricité à partir d'énergies renouvelables. Ainsi, BMW possède quatre éoliennes installées sur son site de production de Leipzig où est construite la voiture électrique i3. D'autres sociétés montent des installations solaires sur leur toit pour compenser l'électricité plus chère sur le réseau.

Les entreprises qui achètent de l'électricité en gros bénéficient également de prix inférieurs dans la mesure où ceux-ci diminuent. L'éolien et le solaire augmentent plus rapidement que le nucléaire et le charbon ne sont démantelés, de sorte que les centrales électriques conventionnelles fonctionnent à capacité réduite. Les centrales électriques qui sont plus coûteuses fonctionnent moins, ce qui produit des prix de gros plus bas.

L'industrie lourde bénéficie aussi des renouvelables, à plusieurs titres. Les technologies comme l'éolien, le solaire, le biogaz et la géothermie offrent des perspectives économiques aux industries traditionnelles. Les fabricants de turbines éoliennes par exemple, sont aujourd'hui le deuxième acheteur d'acier après le secteur automobile. Un certain nombre de ports allemands en difficulté se positionnent aussi pour le secteur éolien offshore. Les industries allant du verre à la céramique profiteront du secteur solaire, les communautés d'agriculteurs bénéficieront de la biomasse mais aussi de l'énergie solaire et éolienne. Le secteur du cuivre et de l'aluminium est prêt lui aussi à profiter du passage aux renouvelables. Par conséquent, le passage à l'énergie renouvelable permet le développement de nouvelles industries. Celles-ci donnent aux industries traditionnelles la possibilité de participer à la transition vers un avenir basé sur le renouvelable.

Les technologies vertes de pointe sont dans l'ensemble considérées par la plupart des Allemands comme l'industrie du futur, et pour eux, l'écologie et l'économie ne sont pas en contradiction.

Comment les entreprises intensives en énergie sont-elles été exemptées de la surtaxe pour les énergies renouvelables ?

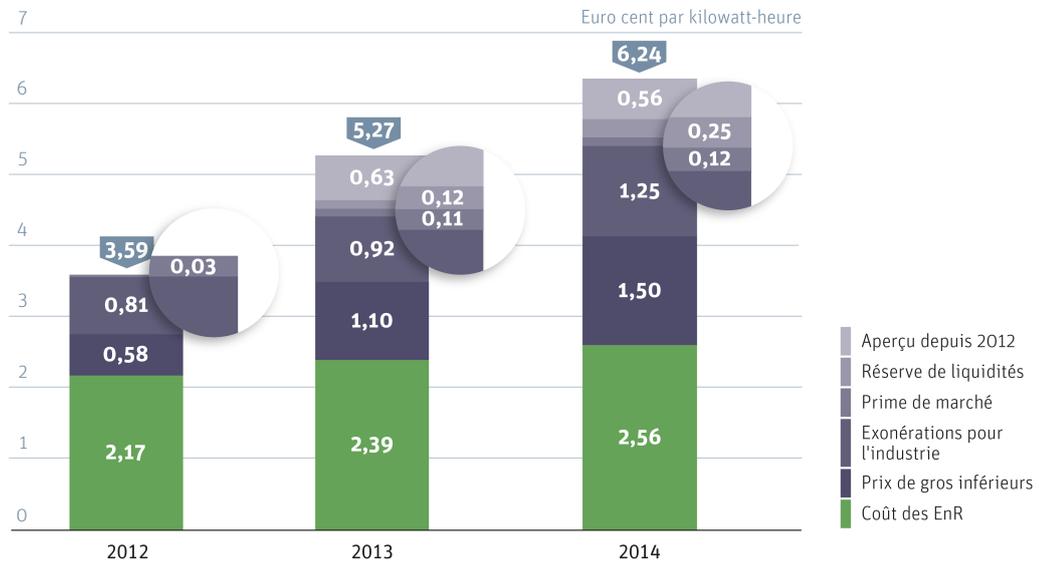
En 2003, trois ans après l'adoption de l'EEG, le gouvernement allemand a décidé d'exempter les industries intensives en énergie, exposées à la concurrence internationale, de la surtaxe destinée à couvrir les coûts de l'énergie renouvelable. L'objectif était de s'assurer que ces entreprises ne se « délocalisent pas ». Mais ces dernières années, ces exceptions ont été inutilement étendues aux entreprises non exposées à la concurrence par le gouvernement allemand, afin de les protéger. Ce qui a augmenté la charge financière sur les consommateurs, les petites et moyennes entreprises.

L'industrie intensive en énergie est largement exemptée de la surtaxe pour la promotion des renouvelables. En 2015, les entreprises intensives en énergie, dont les coûts énergétiques représentent plus de 14 pour cent des coûts de production, n'ont payé la totalité de la surtaxe que sur le premier gigawatt-heure de leur consommation, alors que presque tout le monde a payé environ 6,4 centimes d'euros supplémentaire par kilowattheure. En outre, l'industrie à forte intensité énergétique paie une part de la surtaxe de 0,05 centimes pour toute électricité consommée au-delà de 100 gigawatts-heures par an.

Les renouvelables ne sont pas la principale raison de la hausse de la surtaxe

Calcul de la surtaxe de l'énergie renouvelable en Allemagne. 2012-2014

Source : BEE



Energy Transition energytransition.org CC BY 5.0

BEE

En 2015, les entreprises industrielles exemptées ont consommé 18 pour cent des ressources énergétiques allemandes, et n'ont couvert que 0,3 pour cent de la surtaxe totale pour l'électricité renouvelable. Le nombre d'entreprises industrielles exemptées de surtaxe est passé, grâce au gouvernement, de 600 à plus de 2300. Les critiques soulignent que beaucoup de ces entreprises ne sont pas exposées à la concurrence internationale (telles que les services municipaux de transport public), et ne devraient donc pas être exemptées.

Dans l'ensemble, l'énergie ne représente qu'une part relativement faible des coûts de production de l'industrie de transformation allemande.

Quel rôle le gaz de schiste jouera-t-il dans l'Energiewende ?

Les observateurs internationaux se demandent parfois quand le gaz de schiste s'implantera en Allemagne. Se basant sur leur propre expérience, les Américains en particulier, pensent qu'avec le gaz de schiste, les Allemands pourraient réduire leurs émissions de carbone et faire baisser les prix de l'énergie.

L'Allemagne réfléchit actuellement à la solution du gaz de schiste. À l'heure actuelle, un petit nombre de projets est en cours, mais les forages sont uniquement autorisés si le gaz de schiste à extraire se situe au moins à une profondeur de trois kilomètres (afin de protéger les eaux souterraines). En fonction des résultats, la production de gaz de schiste pourrait être autorisée, mais aucune décision n'est attendue d'ici la fin de la décennie. De plus, de nombreuses parties en Allemagne (comme les brasseurs de bière, qui sont particulièrement concernés par la pureté de l'eau) s'opposent à la fracturation.

En Europe, le gaz de schiste reste cependant impopulaire. La France a déjà décidé d'un moratoire la concernant. Pour le gouvernement allemand, l'exploration du gaz de schiste peut commencer « dès que les préoccupations environnementales seront apaisées », ce qui pourrait bien être une manière diplomatique de dire « jamais ».

Selon une estimation, les réserves totales de gaz de schiste sont assez importantes pour couvrir la consommation de gaz du pays pendant 13 ans. Bien sûr, l'Allemagne ne supprimerait pas toutes les importations pour cette période, les réserves domestiques seraient plutôt étalées pendant quelques décennies pour compenser les importations.

Durant ce temps, le pays prend le risque d'une contamination des eaux souterraines et de l'environnement. La population de l'Allemagne étant bien plus dense, des milliers de personnes pourraient être affectées. Prendre ce risque pour seulement 13 ans pour un soupçon d'indépendance énergétique apparaît comme irraisonnable aux yeux des Allemands.

Une autre raison pourrait être la baisse des prix. Aux États-Unis, les prix du gaz ont chuté, mais seulement dans certaines parties du pays; les États-Unis n'ont pas de réseaux de gaz contigus. L'Allemagne, en revanche, est partie intégrante d'un réseau de gaz qui relie la Russie aux Pays-Bas ; l'Afrique du Nord est connectée avec l'Europe méditerranéenne. Si le gaz de schiste était disponible, il serait vendu au plus offrant à travers un vaste réseau d'acheteurs, ce qui n'assure en rien une baisse des prix significative.

De plus, les prix du gaz en Allemagne étant actuellement indexés sur le prix du pétrole, ils ne peuvent baisser indépendamment de celui du pétrole. Et même en supprimant ce rattachement, la baisse des prix du gaz ne serait pas significative, parce qu'il peut être vendu sur un énorme marché

européen. Les Allemands ne feraient que prendre des risques avec leur environnement pour que des entreprises gazières puissent réaliser plus de profits.

Une publication des Amis de la Terre a montré que le potentiel du gaz de schiste a peut-être été surestimé :

- les cinq principaux puits gaziers aux États-Unis se sont réduits de 63 à 80 pour cent au cours de la première année ;
- le secteur a revu à la baisse ses réserves à plusieurs reprises ces dernières années ;
- des sociétés telles que BP, BHP Billiton et Chesapeake ont réduit leurs actifs correspondant au gaz de schiste de plusieurs milliards de dollars.

Les Amis de la Terre considèrent cette combinaison entre la densité de population et la pénurie en eau comme un problème général, en Europe en particulier. Par ailleurs, une étude conduite par la banque de développement allemande KfW a révélé que, dans son ensemble, le secteur industriel américain n'était pas devenu plus compétitif que son équivalent allemand au cours du boom connu par le gaz de schiste, et ce, en grande partie en raison du fait que les prix de l'énergie ne représentent qu'une faible part des coûts totaux (deux pour cent). Toutefois, la situation est différente pour un petit nombre d'entreprises qui consomment une grande quantité de gaz naturel.

Enfin, des combustibles fossiles à bas prix ne sont pas un objectif de la transition énergétique allemande ; que le carbone reste dans le sol en est un. Si les efforts de réduction des émissions en passant du charbon au gaz de schiste sont louables, l'extraction du gaz de schiste signifie simplement prendre plus de carbone de la terre. Le monde a besoin est d'une alternative énergétique qui nous permette de garder les réserves fossiles dans le sol. L'Allemagne travaille sur l'alternative la plus prometteuse aujourd'hui : les énergies renouvelables combinées à l'efficacité.

Comment les émissions de carbone évoluent-elles ?

En 2013, les émissions de carbone ont augmenté d'environ un pour cent puis ont chuté de près de cinq pour cent avant de remonter à nouveau de 0,7 pour cent en 2015 et de 0,9 pour cent en 2016.

Selon l'AGEB, le groupe de travail composé d'experts d'entreprises publiques et de financiers qui rassemble les données énergétiques pour le pays, le secteur énergétique n'est pas à l'origine des récentes hausses des émissions de carbone, et la consommation de charbon est en baisse. Ces augmentations s'expliquent plutôt par la hausse de la demande d'énergie de chauffage et la croissance de la population allemande d'un pour cent au cours de cette période.

Si elle veut répondre à la demande des secteurs du chauffage et du transport, qui représentent environ quatre-cinquième de la consommation énergétique,* l'Energiewende* allemande doit devenir une véritable transition « énergétique » et pas seulement une transition électrique. C'est la seule façon de traiter vraiment le problème des émissions de carbone liées à la consommation d'énergie. Alors que toute l'attention continue d'être concentrée sur l'électricité issue du charbon, l'Allemagne émet actuellement plus de carbone en raison de la consommation de pétrole et de gaz.

Dans le secteur du chauffage, il y a eu un glissement progressif de l'huile de chauffage et du charbon au gaz naturel, dont les émissions de carbone spécifiques sont plus faibles ; mais dans le secteur électrique, le gaz naturel, comme source d'électricité, est plus cher en Allemagne que le charbon qui reste moins coûteux. Un prix du carbone à l'échelle européenne lié aux échanges de quotas devait faciliter la transition entre une électricité à base de charbon lourde en émissions et un gaz naturel plus respectueux de l'environnement. Mais le prix du carbone est resté beaucoup trop faible.

L'Allemagne vit-elle une renaissance du charbon ?

En 2017, une seule nouvelle centrale à charbon était en construction, et elle pourrait, en réalité, ne pas être achevée. Les centrales construites ces dernières années étaient planifiées dans la première phase des échanges de quotas qui n'ont pas réussi à mettre en place le passage d'une électricité à partir de charbon à une électricité à base de gaz naturel. Les énergies renouvelables compensant de plus en plus la demande, il se peut donc que cette capacité additionnelle soit peu rentable. Depuis Fukushima, pas la moindre centrale à charbon n'a été ajoutée dans la planification des équipements.

L'une des principales préoccupations de la transition énergétique de l'Allemagne est le rôle de l'électricité à base de charbon. En 2015, la discussion sur une sortie possible du charbon est passée à la vitesse supérieure. Le secteur du charbon employant de nombreux mineurs, beaucoup plus d'emplois sont en jeu que dans le secteur du nucléaire. C'est d'ailleurs une des raisons pour lesquelles la sortie du nucléaire a été politiquement plus simple. Mais les leaders syndicaux acceptent de mieux en mieux le caractère inévitable de la sortie du charbon, et ils souhaitent de plus en plus la modérer que l'empêcher. Les négociations concernent donc la décennie lors de laquelle les mines et les centrales à charbon seront fermées, et la manière dont les travailleurs et leurs communautés peuvent tirer parti de cette transition.

Les récents rapports des nouvelles centrales au charbon ont également attiré beaucoup d'attention. La sortie progressive du nucléaire de l'Allemagne jusqu'en 2022 donnera plus d'espace aux centrales au charbon sur le réseau électrique qui, sinon, seraient évincées par les énergies renouvelables. Aujourd'hui, l'électricité renouvelable compense principalement celle du gaz naturel et du nucléaire, actuellement plus coûteuse que l'électricité à partir du charbon. La combustion de gaz naturel émet environ 50 pour cent de CO₂ en moins que le charbon. Un passage du charbon au gaz naturel, même s'il est meilleur pour le climat, sera politiquement difficile à vendre. L'Allemagne importe la quasi-totalité de son gaz – dont 40 pour cent de la Russie – et reste le plus grand producteur de charbon brun au monde. Il se pourrait que 35 000 emplois soient en jeu dans la région de Garzweiler. Cela représente moins d'un dixième des emplois dans le secteur des énergies renouvelables.

Cependant, en fonction de la rapidité de la croissance des énergies renouvelables, les nouvelles centrales fonctionneront sur une durée restreinte. Une étude publiée en 2013 pour le gouvernement britannique déclarait que la «montée apparente» de la construction de centrales à charbon en Allemagne était le résultat d'un environnement de marché favorable en 2007/2008 et concluait que « dans un avenir prévisible, en dehors des constructions en cours, il n'y aurait pas de nouveaux projets au charbon ou au lignite ».

En effet, depuis la sortie du nucléaire de 2011, les nouveaux plans de construction de centrales au charbon sont en baisse. Dans un Etat démocratique, la construction des centrales à charbon ne se fait pas en 2 ans. Les centrales connectées au réseau en 2012 et 2013 n'étaient donc pas liées à la transition énergétique.

Un tableau publié en 2013 par l'ONG environnementale allemande Deutsche Umwelthilfe montre que l'Allemagne, en réaction à la sortie du nucléaire, n'a entrepris aucune construction de centrales au charbon et en a même abandonné six.

Au cours de la phase de sortie progressive du nucléaire, l'électricité renouvelable est censée combler le vide laissé par l'électricité nucléaire. Cependant, la croissance des énergies renouvelables dépassera seulement légèrement le déclin du nucléaire, de sorte que l'électricité issue du charbon restera relativement forte, notamment celle issue du lignite. Au contraire, on prévoit un déclin de l'électricité issue de la houille. En 2015, le gouvernement allemand a annoncé des projets de réduction des émissions issues du lignite. Si ces projets étaient transposés dans la loi, l'électricité issue du lignite pourrait bien diminuer au cours de la phase de sortie du nucléaire.

Quoiqu'il en soit, la phase de sortie du charbon commencera avec ou sans annonce officielle après l'achèvement de la sortie du nucléaire à la fin de l'année 2022, et ce, pour la simple raison que les énergies renouvelables n'auront alors plus rien à compenser dans l'approvisionnement électrique de l'Allemagne.

De quelle capacité de stockage électrique l'Allemagne a-t-elle besoin ?

En 2016, l'Allemagne a fait la preuve de sa capacité à produire 20 pour cent de son énergie à partir d'éoliennes (13 pour cent) et du photovoltaïque (7 pour cent) sans stockage d'énergie supplémentaire. La quantité de stockage requis n'est toutefois pas proportionnelle à la seule électricité renouvelable, mais plutôt à la part d'éolien et de solaire intermittents, en lien avec une charge de base fixe. Cette question majeure du stockage énergétique en général, ne devrait pas se poser avant la fin de cette décennie.

À court terme, l'Allemagne n'aura pas besoin de plus de stockage. Selon l'estimation (PDF) basée sur les statistiques de la production énergétique du premier semestre 2012 de Bernard Chabot, expert en énergie, une production combinée de 46 gigawatts de vent et de 52 gigawatts de PV (les objectifs actuels) ne dépasserait en général pas les 55 gigawatts. Avec ce niveau de capacité de production – que l'Allemagne peut atteindre en quelques années seulement – le besoin de stockage reste très limité, toute l'électricité produite pouvant être consommée.

En 2013, les chercheurs de l'institut Fraunhofer ISE ont découvert que l'Allemagne pouvait continuer à consommer 99 pour cent de son électricité éolienne et solaire fluctuante sans stockage si une capacité de 62 gigawatts d'éolien et un peu plus de 75 gigawatts de solaire étaient installés (en plus des 20 gigawatts actuels de puissance « constante »). « Constante » désigne ici le niveau minimum de capacité du parc conventionnel de l'Allemagne. Si le niveau constant est abaissé à 5 gigawatts, l'Allemagne pourrait avoir environ 100 gigawatts d'électricité éolienne et environ 120 gigawatts d'électricité solaire installées, tout en continuant à pouvoir consommer 99 pour cent de cette électricité sans stockage.

Même en atteignant ces objectifs, l'Allemagne, avec des niveaux de consommation allant de 40 à 80 gigawatts, aura besoin d'à peu près 80 gigawatts de capacité flexible. Le problème est qu'un volume croissant de cette capacité flexible est inexploité presque tout le temps, ces systèmes devenant alors peu rentables. Les paiements de capacités et la création d'une réserve stratégique sont les solutions proposées – la politique à mettre en œuvre n'étant pour le moment ni claire ni détaillée. En 2015, le gouvernement allemand a rejeté l'idée du marché de capacité.

Par ailleurs, de nombreuses options de flexibilité sont mises en place, allant de la gestion de la demande dans les entreprises à forte intensité énergétique aux méthaniseurs flexibles, aux solutions intelligentes pour les consommateurs, en passant par les nouvelles options innovantes électricité/chauffage qui utilisent le surplus d'électricité éolienne ou solaire pour alimenter les systèmes de chauffage urbains. Ces options de flexibilité créeront un nouveau marché d'entreprises de services liés à l'énergie.

Pourquoi l'Allemagne passe-t-elle des tarifs de rachat aux enchères ?

En 2014, dans ses directives sur les aides publiques en faveur de la protection de l'environnement et de l'énergie, la Commission européenne a appelé les États membres à harmoniser leurs politiques en matière d'énergie renouvelable. Les pays sont notamment invités à passer à un système d'enchères, sauf effet néfaste sur le marché national.

Les fonctionnaires du gouvernement allemand ont principalement argumenté en affirmant que le changement de politique est rendu nécessaire parce que la première phase (jusqu'à 25 pour cent d'électricité renouvelable) de l'Energiewende a donné la priorité au développement rapide des énergies renouvelables, tandis que la seconde (jusqu'à 50 pour cent d'électricité renouvelable) requiert une approche plus coordonnée. En réalité, aucune étude n'a été menée pour chercher à savoir si ce sont les tarifs de rachat ou les enchères qui constituent le meilleur système pour l'Allemagne, au point où elle en est.

Avec ce changement, les objectifs en matière d'énergie renouvelable ne peuvent plus être dépassés. Le volume soumis aux enchères ne doit pas nécessairement être produit si les offres gagnantes s'avèrent être basées sur des prix non rentables au moment où la production commence ; dans ce cas, l'objectif n'est pas atteint. Mais les entreprises ne produiront pas plus qu'un volume standard car il n'y aurait alors pas de situation commerciale, c.-à-d. pas d'acheteur.

En passant aux enchères, les décideurs politiques allemands se mettent en dehors de la ligne de front. Pendant de nombreuses années, une bataille a fait rage sur la croissance du PV en Allemagne par exemple. Tandis que le gouvernement avait initialement pour objectif de ne produire qu'un gigawatt par an, la moyenne s'élevait à 7,5 gigawatts sur la période 2010-2012. Durant ces années, le tarif de l'électricité solaire était également excessivement haut car le prix du PV diminuait plus vite qu'on le l'avait prévu. Dans le cadre des tarifs de rachat, un prix erroné était de la faute du gouvernement. Si les enchères échouent (à la fois à baisser le prix ou à produire le volume plein) le résultat sera considéré comme une erreur du marché. Il est aisé de comprendre pourquoi les décideurs politiques préfèrent le dernier système.

Quels sont les principaux défis que l'Energiewende doit relever aujourd'hui ?

La transition énergétique allemande a déjà parcouru un long chemin, mais un certain nombre de défis clés restent à relever : orchestrer la sortie du charbon et conduire la transition énergétique dans les secteurs du chauffage et de l'électricité (couplage de secteurs) figurent parmi les défis les plus importants.

Ceux que les émissions de carbone préoccupent diront que l'énergie issue du charbon constitue la priorité absolue, tandis que les collectivités qui vivent de cette même énergie et/ou de l'extraction du charbon affirmeront avoir besoin d'être protégées économiquement. Une sortie rapide du charbon serait bénéfique pour l'environnement, mais certains secteurs de la société allemande ne souhaitent pas qu'elle soit trop rapide vis-à-vis de leurs collectivités et travailleurs.

Les personnes qui sont préoccupées par la pollution atmosphérique pourraient également être tentées de pointer du doigt les véhicules roulant à l'essence ou au diesel. Au cours de la dernière décennie, le gouvernement allemand a clairement entravé, à Bruxelles, les règlements relatifs aux émissions au niveau européen qui auraient pu avoir des répercussions négatives sur l'industrie allemande, en particulier dans le domaine de l'automobile de luxe. Les véhicules électriques pourraient tout à fait réduire à néant l'expertise et le marché allemands du diesel : quelque 800 000 emplois sont en jeu dans le secteur automobile en Allemagne, c'est-à-dire deux fois plus que dans le secteur des énergies renouvelables à l'heure actuelle. Assurer la transition des constructeurs allemands au profit des véhicules électriques est un défi majeur, d'autant plus que cette technologie ne constitue pas leur point fort.

Dans le secteur de l'électricité, l'expansion du réseau pour le désengorger représente un autre enjeu de taille. Il a de toute façon besoin d'être élargi, mais certains citoyens et experts allemands auraient souhaité mettre davantage l'accent sur des projets locaux de plus petite taille plutôt que sur la multiplication des éoliennes dans le Nord du pays, plus venteux. Cette mesure nécessitera par la suite l'installation de câbles électriques à travers tout le pays pour acheminer l'énergie jusqu'au Sud, plus énergivore.

Ceci nous amène à la question de l'acceptation sociale. On ne peut partir du principe que l'Allemagne accueillera toujours l'*Energiewende* à bras ouverts, notamment parce que celle-ci évolue constamment. Ce qui n'était au départ qu'un simple mouvement populaire est devenu une véritable industrie. Les Allemands, qui se sentent les plus concernés par les énergies renouvelables, sont déjà impliqués ; nous aurions déjà dû cueillir les fruits qui étaient à portée de main en termes d'acceptation sociale. En Allemagne, beaucoup ont encore des habitudes néfastes pour l'environnement, comme conduire des véhicules qui consomment beaucoup d'essence ou manger régulièrement de la viande. Parvenir à convaincre tout un chacun de changer de comportement

même s'il n'y a aucune retombée financière positive à la clé est sans nul doute notre plus gros défi à ce jour.

Au-delà de ces réflexions, il faut avoir conscience que la transition énergétique est un projet complexe qui s'étendra sur plusieurs générations. Le chemin sera probablement jalonné d'erreurs. Dresser une liste des défis à relever par ordre d'importance et en toute objectivité relève tout simplement de l'impossible.

7

Conclusions clés

L'Energiewende allemande – Arguments en faveur d'un avenir énergétique renouvelable

A	L'Energiewende allemande est une entreprise ambitieuse mais réalisable.	191
B	La transition énergétique allemande est menée par les citoyens et les communautés.	192
C	L'Energiewende est pour l'Allemagne le projet d'infrastructure le plus important de l'après-guerre. Il renforce son économie et crée de nouveaux emplois.	194
D	Avec l'Energiewende, l'Allemagne vise non seulement à maintenir sa base industrielle mais à la préparer à un avenir plus vert.	196
E	La réglementation et les marchés ouverts instaurent un climat de confiance pour les investisseurs et permettent aux petites entreprises de rivaliser avec les grandes sociétés.	197
F	L'Allemagne démontre que le combat contre les changements climatiques et l'abandon progressif de l'énergie nucléaire peuvent être les deux faces d'une même médaille.	198
G	L'Energiewende allemande est plus vaste que ce que l'on en dit le plus souvent.	200
H	L'Energiewende allemande est là pour durer.	201
I	Pour l'Allemagne, la transition énergétique est abordable et devrait l'être encore davantage pour d'autres pays.	202

L'Energiewende allemande est une entreprise ambitieuse mais réalisable.

De nombreux observateurs étrangers, y compris certains écologistes, sont sceptiques à l'égard de l'*Energiewende* allemande. Cependant, même les sceptiques devraient apprécier l'ambition allemande qui est de démontrer qu'une économie industrielle prospère peut passer du nucléaire et de l'énergie fossile vers les énergies renouvelables et une meilleure efficacité énergétique. L'attitude volontariste de l'Allemagne repose sur l'expérience des deux dernières décennies, quand les renouvelables, se développant beaucoup plus rapidement que prévu, devinrent plus fiables et meilleur marché. En dix ans seulement, la part d'électricité renouvelable en Allemagne est passée de 6 pour cent en 2000 à environ 32 pour cent en 2016. Les jours de soleil ou de grand vent, les panneaux solaires et les éoliennes alimentent jusqu'à la moitié de la demande en électricité du pays, ce que personne n'anticipait il y a seulement quelques années. Des estimations récentes permettent de penser que l'Allemagne dépassera à nouveau son objectif en matière d'électricité renouvelable et qu'en 2020 plus de 40 pour cent de son énergie sera d'origine renouvelable. De nombreux instituts de recherche allemands ainsi que le gouvernement et ses organismes ont, par ailleurs, réalisé des estimations et développé des scénarios cohérents en faveur de l'économie renouvelable.

7B

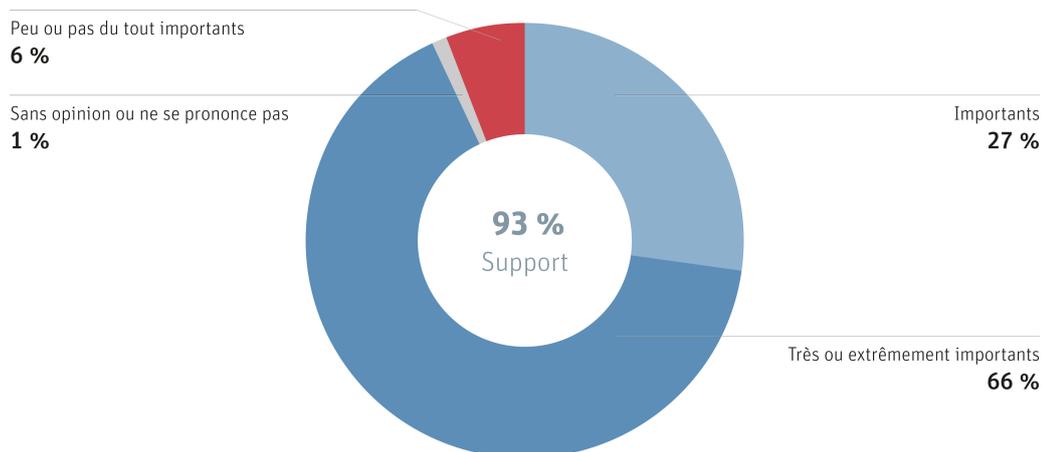
La transition énergétique allemande est menée par les citoyens et les communautés.

Les Allemands désirent de l'énergie propre et beaucoup souhaitent la produire eux-mêmes. La loi sur les énergies renouvelables (EEG), base juridique de *l'Energiewende*, garantit historiquement une priorité d'accès au réseau à toute l'électricité d'origine renouvelable et est aussi conçue pour générer des profits raisonnables. En 2013, près de la moitié des investissements dans les énergies renouvelables étaient réalisés par des petits investisseurs et des citoyens. Les grandes entreprises, toutefois, ont également commencé à présent à investir. Le passage aux renouvelables a considérablement renforcé les petites et moyennes entreprises, il a encouragé les communautés locales et leurs habitants à produire leur propre énergie renouvelable. Une révolution énergétique rurale se met en œuvre en Allemagne. Les communautés bénéficient de nouveaux emplois et d'une hausse des recettes fiscales.

93 pour cent des Allemands sont favorables au développement des énergies renouvelables

« L'utilisation et la croissance de l'énergie renouvelable est ... », étude du mois de septembre 2016

Source : www.unendlich-viel-energie.de 



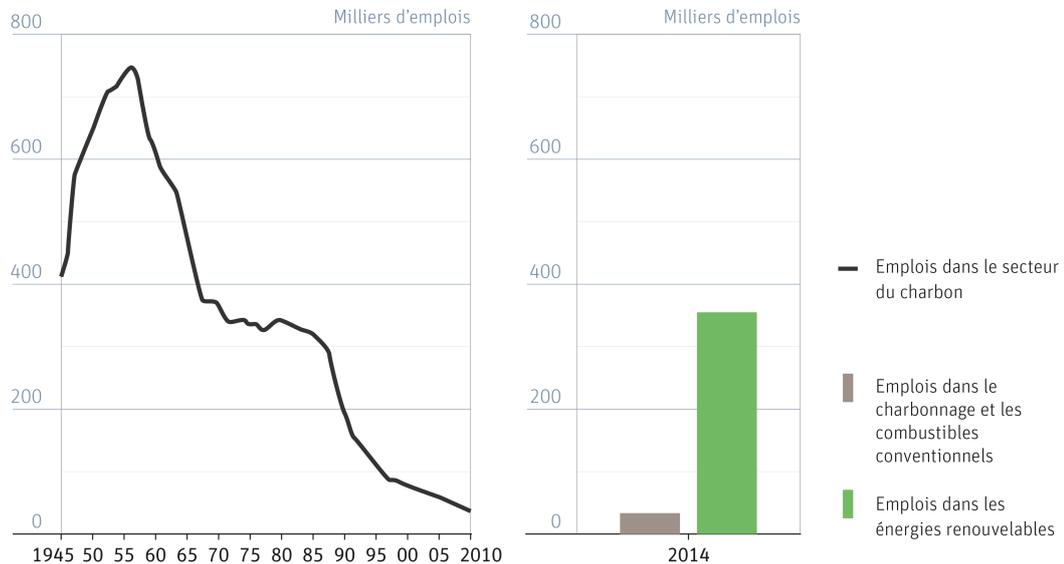
L'Energiewende est pour l'Allemagne le projet d'infrastructure le plus important de l'après-guerre. Il renforce son économie et crée de nouveaux emplois.

Les bénéfices économiques de la transition compensent déjà les coûts supplémentaires par rapport au « business as usual ». Le passage à une économie d'énergies renouvelables à haut rendement nécessitera des investissements à grande échelle. Les investissements globaux dans les énergies renouvelables s'élèvent déjà à au moins 300 milliards de dollars, malgré la baisse des prix des équipements éoliens et solaires. Les renouvelables semblent coûter plus chers que l'énergie conventionnelle, mais ils deviennent meilleur marché, rendant même le charbon de moins en moins compétitif. En outre, les énergies fossiles bénéficient encore de subventions importantes et leur impact négatif sur l'environnement n'est pas répercuté dans leurs prix. En remplaçant les importations énergétiques par des renouvelables, l'Allemagne améliorera sa balance commerciale et renforcera sa sécurité énergétique. Environ 334 000 allemands travaillent déjà dans le secteur des renouvelables – bien plus que dans le secteur de l'énergie conventionnelle. Au cours des dernières années, le taux de chômage a atteint son niveau le plus bas depuis la réunification allemande en 1990. Même si un certain nombre sont des emplois manufacturiers, beaucoup d'autres sont des emplois liés à l'installation et à la maintenance. Ces emplois destinés à des techniciens, des installateurs et des architectes ont été créés au niveau local et ne peuvent pas être délocalisés.

Les énergies renouvelables créent plus d'emploi que le charbon

L'emploi dans les secteurs énergétiques renouvelable et conventionnel en Allemagne

Source : DLR, DIW, GRS, Kohlenstatistik.de. Données de 2014.



Energy Transition energytransition.org CC BY 5.0

Ces chiffres représentent «la création brute d'emplois», à savoir le nombre absolu d'emplois ajoutés. Une étude approfondie du marché allemand prévoit une création nette d'environ 80 000 emplois qui passerait à 100 000 – 150 000 entre 2020 et 2030. Une des raisons de l'impact positif des énergies renouvelables sur la création nette d'emplois s'explique par le fait que l'électricité renouvelable compense directement l'électricité des centrales nucléaires, secteur où très peu de personnes travaillent.

DLR, DIW, GRS, Kohlenstatistik.de. Données de 2014.

Avec l'Energiewende, l'Allemagne vise non seulement à maintenir sa base industrielle mais à la préparer à un avenir plus vert.

Les politiques climatique et énergétique allemandes sont conçues pour maintenir une forte base industrielle à l'intérieur du pays. D'une part, l'industrie est encouragée à améliorer son efficacité énergétique, d'autre part, elle bénéficie de dérogations aux réglementations (certaines étant, sans doute, trop généreuses) en vue d'alléger les charges qui pèsent sur elle. Contrairement aux idées reçues, les renouvelables ont transformé l'Allemagne en un endroit attrayant pour les industries intensives en énergie. Entre 2010 et 2013, les prix ont chuté de 32 pour cent sur les marchés de gros de l'électricité. À la mi-2017, les prix ont atteint trois centimes d'euro par kWh, voire en dessous. Une électricité moins chère implique une réduction des dépenses de l'entreprise. Les industries de l'acier, du verre et du ciment bénéficient de cette baisse des prix de l'énergie. Les bénéfices de la transition énergétique s'étendent bien au-delà du temps présent. La demande de panneaux solaires, de turbines éoliennes, de biomasse et de centrales hydroélectriques, de systèmes de batterie et de stockage, d'équipement de réseau intelligent, de technologies permettant l'efficacité énergétique ne cessera de croître. L'Allemagne veut profiter de la première place et développer ces technologies d'ingénierie « Made in Germany » à forte valeur ajoutée. La priorité sur les renouvelables et les économies d'énergie dans les investissements des entreprises fait partie de cette approche tournée vers l'avenir. Quand le monde passera aux renouvelables, les firmes allemandes seront en bonne position pour fournir à ces marchés des technologies de haute qualité, un savoir-faire, une expérience et des services.

La réglementation et les marchés ouverts instaurent un climat de confiance pour les investisseurs et permettent aux petites entreprises de rivaliser avec les grandes sociétés.

La politique énergétique allemande est un mélange d'instruments fondés sur le marché et sur la réglementation. La loi sur les énergies renouvelables (EEG) garantit à l'électricité renouvelable un accès au réseau pour sécuriser l'investissement et permettre aux entreprises familiales et aux petites sociétés d'être compétitives avec les grandes entreprises. Cette politique a permis aux producteurs d'électricité renouvelable de vendre leur électricité au réseau à un taux défini. Les taux sont « dégressifs », ce qui veut dire qu'ils diminuent avec le temps afin de faire baisser les prix futurs. Avec la mise en place des enchères, le gouvernement allemand a cherché de nouveaux systèmes pour que les citoyens restent impliqués dans des projets énergétiques. Contrairement au charbon et à l'énergie nucléaire, les coûts des renouvelables ne sont pas cachés ni répercutés sur les générations futures, ils sont transparents et immédiats. Le gouvernement considère que son rôle est de fixer des objectifs et des politiques ; le marché détermine le montant investi dans les renouvelables et l'évolution du prix de l'électricité. Les consommateurs sont libres de choisir leur fournisseur d'énergie afin de pouvoir acheter la moins chère ou de passer à un fournisseur dont l'offre est 100 pour cent renouvelable.

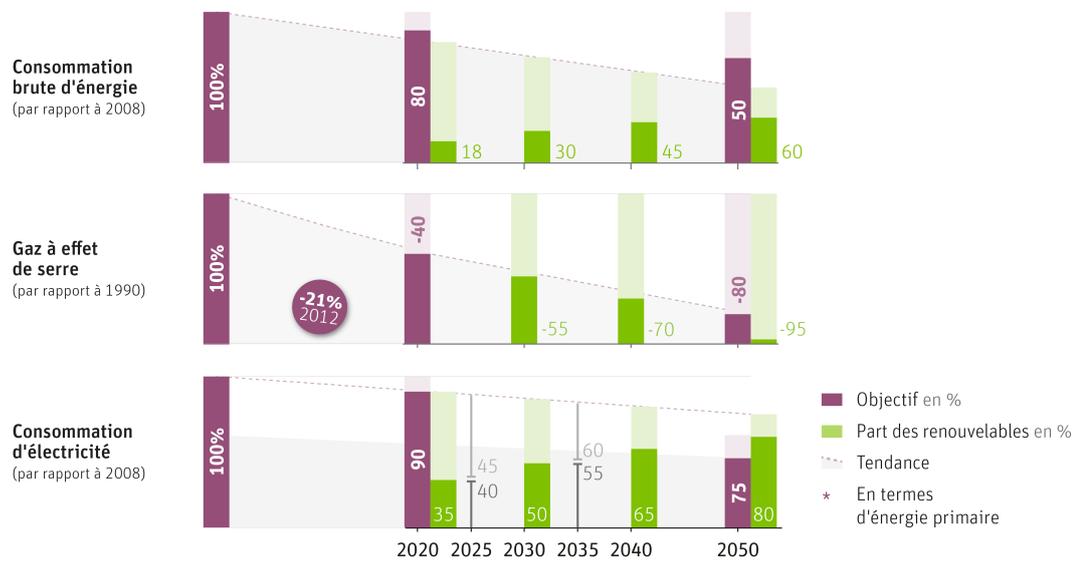
L'Allemagne démontre que le combat contre les changements climatiques et l'abandon progressif de l'énergie nucléaire peuvent être les deux faces d'une même médaille.

De nombreux pays luttent afin d'honorer leurs engagements en faveur du climat. La capacité nucléaire démantelée de l'Allemagne a été remplacée par davantage de renouvelables, par des centrales conventionnelles de renfort, et une plus grande efficacité. Les renouvelables ont permis à l'Allemagne de diminuer ses émissions d'environ 130 millions de tonnes en 2016. Globalement, l'Allemagne a dépassé de près de quatre points de pourcentage l'objectif de Kyoto sur le climat qui était de réduire ses émissions de 21 pour cent pour 2012. Toutefois, l'Allemagne risque de ne pas atteindre son objectif 2020 visant une réduction de 40 pour cent par rapport aux niveaux de 1990. En 2016, la réduction s'est uniquement élevée à 27 pour cent, abandonnant un écart important de 13 points en seulement cinq ans. Si les centrales au charbon restent en activité, les progrès devront être réalisés dans d'autres secteurs, notamment en incitant les citoyens à investir dans la rénovation de bâtiments et à utiliser moins leurs véhicules. Les Allemands ont généralement du mal à adhérer à ce type de solutions.

Transition énergétique allemande : haute certitude sur objectifs à long terme

Objectifs énergétique et climatique généraux du gouvernement allemand, à long terme

Source : BMU



Energy Transition

energytransition.org

CC BY 5.0

BMU

L'Energiewende allemande est plus vaste que ce que l'on en dit le plus souvent.

L'Energiewende allemande ne consiste pas uniquement à passer du nucléaire et du charbon aux renouvelables dans le secteur de l'électricité. L'électricité ne constitue approximativement que 20 pour cent de la demande énergétique allemande, dont à peu près 40 pour cent sont consacrés au chauffage et 40 pour cent aux transports. L'attention du public s'est spécialement portée sur le secteur énergétique, la sortie progressive du nucléaire et le passage aux énergies solaire et éolienne. En réalité, l'Allemagne est également un leader dans le domaine des technologies de construction hautement efficaces, telles que les « maisons passives » qui rendent les systèmes de chauffage pour les habitations largement superflus, de même que les appareils domestiques ou les équipements industriels électriques efficaces. Malheureusement, les taux de rénovation des logements sont toutefois trop bas pour que les gains en efficacité de la rénovation énergétique soient à la hauteur. L'Allemagne n'a pas étendu ses réseaux de chauffage urbain, qui génère de la chaleur résiduelle produite par les générateurs ou par les grands champs de collecteurs thermiques solaires. C'est peut-être dans le secteur des transports que se posent les plus grands défis, secteur où un certain nombre d'options sont envisagées au niveau mondial – de la mobilité électrique aux véhicules hybrides. L'industrie automobile allemande n'est pas encore un leader dans ces technologies. Les plus grands gains d'efficacité se produiront quand nous passerons d'une mobilité individuelle vers le transport public, et quand nous passerons des grandes voitures à de plus petits véhicules.

L'Energiewende allemande est là pour durer.

Il est très peu probable que l'Allemagne change de cap. La sortie du nucléaire a nécessité beaucoup de temps. Evidemment, les quatre grandes entreprises d'électricité (E.On, RWE, Vattenfall et EnBW) se sont battues durement pour défendre leurs propres intérêts, en retardant le passage aux renouvelables. Mais E.On et RWE ont annoncé publiquement leurs projets d'arrêter la construction de centrales nucléaires sur le plan international, et EnBW appartient maintenant à l'Etat de Bade-Wurtemberg dont le gouverneur écologiste, fort probablement, ne demandera plus à l'entreprise de persister dans la voie nucléaire. Le géant industriel Siemens a également réduit la part du nucléaire dans son portefeuille mondial, et veut à présent se concentrer sur les énergies éolienne et hydraulique. Le public allemand soutient résolument le développement des renouvelables, même à la lumière de la hausse des prix du détail de l'électricité. Les Allemands comptent sur leurs leaders politiques pour relever le défi de la transition énergétique. Il existe des désaccords dans l'échiquier politique quant aux meilleures stratégies, mais tous les partis politiques allemands en général soutiennent la transition énergétique voulue par une écrasante majorité du public allemand.

Pour l'Allemagne, la transition énergétique est abordable et devrait l'être encore davantage pour d'autres pays.

En choisissant les renouvelables, l'Allemagne a tiré profit économiquement de son rôle de leadership international. L'Allemagne a créé le plus grand marché intérieur de panneaux solaires photovoltaïques au monde. L'engagement allemand et la production de masse chinoise ont contribué à faire baisser le coût des renouvelables au niveau mondial. En Allemagne, les prix pour la mise en place de panneaux solaires photovoltaïques ont chuté de deux tiers de 2006 à 2014. Les coûts des technologies ayant baissé, investir dans les renouvelables sera beaucoup plus avantageux pour les autres pays. Qui plus est pour les nombreux pays ayant de bien meilleures ressources solaires que l'Allemagne : certains ont la capacité de produire deux fois plus de puissance à partir des mêmes panneaux solaires, parce qu'ils sont plus ensoleillés.

Glossaire

Accès au réseau:

un des obstacles à la croissance des énergies renouvelables est l'absence d'accès au réseau. La loi allemande spécifiant l'accès prioritaire au réseau de l'électricité issue des énergies renouvelables, les générateurs d'électricité traditionnelle doivent diminuer leur production. D'autres pays, voulant préserver la rentabilité des centrales traditionnelles, autorisent facilement la déconnexion des éoliennes et des panneaux solaires. La loi allemande détaille en outre les conditions dans lesquelles les distributeurs doivent développer leur réseau de façon à se connecter aux éoliennes, aux unités de biomasse et aux batteries de panneaux solaires. Faute de quoi, les investissements consentis dans les énergies renouvelables resteraient vains.

Capacité de production appelée aussi capacité nominale:

le rendement maximal produit par générateur d'électricité dans certaines conditions. Par exemple, le taux de capacité d'une seule éolienne peut s'élever à 1 500 kilowatts (1,5 mégawatt), mais uniquement dans des conditions de vents très forts. Se reporter à « taux de capacité ».

Charbon brun / lignite:

voir chapitre charbon dur

Charbon dur / anthracite:

l'anthracite est tout simplement un autre terme utilisé pour « le charbon dur », comme le lignite

est une autre façon de nommer « le charbon brun ». Celui-ci dont l'Allemagne possède de grandes quantités, est considéré comme le plus sale : son pourcentage d'eau étant très élevé, son contenu énergétique est relativement bas. On ne le transporte généralement pas sur de longues distances. A l'opposé, la houille est plus compacte et affiche donc un contenu énergétique plus élevé, ce qui la rend plus abordable pour des transports dans le monde entier.

On imagine souvent le « charbon dur » comme un gros morceau de charbon. Le charbon brun est plus léger. Dans la pratique, on ne fait guère de différence entre le lignite et l'anthracite qui peuvent être au mieux considérés que comme deux niveaux d'un même spectre. En effet, aux Etats-Unis, on qualifie la plus grande partie du charbon utilisé de « bitumeux », dont le contenu énergétique est légèrement inférieur à ce que les Allemands appellent le charbon dur.

Charge de base, charge moyenne, puissance de crête:

les charges de base des centrales électriques sont celles qui couvrent la quantité minimale d'électricité nécessaire aux besoins du pays 24 heures sur 24. En Allemagne, par exemple, la consommation énergétique tombe rarement en-dessous de 40 gigawatts (voir kilowatt) même au milieu de la nuit. La charge de base sera donc considérée comme devant répondre à ces premiers 40 gigawatts. Les centrales produisant cette charge fonctionnent en général sans relâche.

La charge moyenne est celle généralement obtenue chaque jour. En Allemagne, la consommation énergétique, un jour normal de travail, atteint facilement 60 gigawatts. La charge moyenne sera située entre 40 et 60 gigawatts. Les centrales qui couvrent cette charge tournent régulièrement mais s'ajustent aussi, en plus ou en moins, à la demande quotidienne. La puissance de crête recouvre tout ce qui dépasse la charge moyenne.

En Allemagne, la demande d'énergie dépasse rarement les 80 gigawatts. On dira donc de la puissance de crête qu'elle se situe entre 60 et 80 gigawatts. Les centrales capables de fournir une telle puissance travaillent peu, doivent être capables de monter en puissance rapidement et restent souvent inactives durant des jours, parfois des semaines.

Cogénération / trigénération:

quand la chaleur résiduelle d'un générateur électrique est récupérée pour des applications utiles, on parle de « production combinée » de chaleur et d'électricité. Le terme « trigénération » s'emploie lorsque qu'une partie de la chaleur résiduelle est aussi utilisée pour produire du froid. Ne pas confondre avec les turbines à gaz à cycle combiné, où la chaleur résiduelle (vapeur) est récupérée pour alimenter un second générateur en aval qui produit plus d'électricité, mais ne fournit pas de chaleur résiduelle utilisable. Dans la cogénération, la chaleur résiduelle n'est pas récupérée pour produire un supplément d'électricité, mais pour assurer le chauffage des locaux, les systèmes de chaleur, etc.

La culture énergétique:

on parle ici de plantation agricole dont le seul objet est de fournir de l'énergie. La culture du maïs à des fins alimentaires n'est pas une culture énergétique, même si les résidus produits sont aussi ramassés et utilisés pour produire de l'énergie. Si on garde l'exemple du maïs, une culture énergétique utilisée pour

produire du biogaz est aujourd'hui récoltée avant que les épis ne soient mûrs pour être comestibles, et dans ce cas toute plante est utilisée dans ce processus. Par contre, seul le fruit, la partie comestible, est utilisé pour produire de l'éthanol.

Efficacité énergétique:

il s'agit ici du rapport entre la quantité d'énergie utile produite et la quantité d'énergie au départ (à ne pas confondre avec le taux de capacité). Le rendement énergétique mesure quelque chose de fondamentalement différent pour les énergies éolienne et solaire que pour les énergies non renouvelables. Par exemple, le rendement d'une ancienne centrale à charbon peut être de 33 pour cent, ce qui veut dire qu'un tiers de l'énergie issue du charbon est transformée en électricité, et les deux tiers restant considérés comme de la chaleur perdue. Néanmoins, les 33 pour cent peuvent sembler meilleurs que les 15 pour cent de rendement d'un panneau solaire acheté dans le commerce. Mais il existe une différence : une fois brûlé, le charbon est perdu à tout jamais. Il est donc logique de l'utiliser aussi efficacement que possible. En d'autres termes, nous perdons ce que nous utilisons. S'il semble logique d'utiliser l'ensoleillement et la puissance du vent tout aussi efficacement, avec le solaire et l'éolien nous ne perdons seulement que ce que nous n'avons pas utilisé – la Terre fournissant chaque jour à peu près la même quantité de soleil. Ce que nous ne récoltons pas dans des panneaux solaires et avec des éoliennes est définitivement perdu. La distinction devient plus claire quand nous gardons à l'esprit que la quantité d'énergie à base de charbon diffère selon que nous l'évaluons comme énergie primaire ou comme énergie utile, alors que celle produite par l'énergie éolienne et solaire est la même, en termes de primaire ou utile.

Energie:

on distingue ici l'énergie selon le type de demande (électricité, carburant, chaleur), selon la quantité (mesurée, par exemple, en kilowattheure), selon également la puissance potentielle (se reporter à kilowatt).

Energie brute / énergie finale:

la première reflète la consommation d'énergie au sein du secteur énergétique, incluant les pertes au niveau de la distribution. L'énergie finale est celle qui arrive à votre porte comme le fuel et l'électricité, ce qui veut dire que, dans ce cas, les pertes au niveau de la production et du transport ne sont pas incluses. En 2011 en Allemagne, la consommation énergétique brute s'élevait par exemple à presque 600 térawatts-heure, tandis que l'énergie finale était évaluée autour de 535 térawatts-heure. Les 60 térawatts-heure « manquants » étaient consommés par les centrales elles-mêmes ou perdus dans des lignes électriques. Se reporter aussi à énergie primaire.

Energie décentralisée:

l'électricité produite à partir d'une multitude de petits générateurs (panneaux solaires, éoliennes, etc.), par opposition à un approvisionnement centralisé s'appuyant sur des grandes centrales (non seulement nucléaires et à charbon, mais aussi sur des installations photovoltaïques de taille industrielle et de grandes fermes éoliennes).

Energie primaire:

il s'agit de la quantité d'énergie affectée à un système d'approvisionnement, par opposition à l'énergie utile que ce système fournit aux consommateurs. Par exemple, les tonnes de charbon qui alimentent les centrales à charbon sont considérées comme énergie primaire, alors que l'électricité qui quitte la centrale est considérée comme énergie secondaire. Par ailleurs, une centrale à charbon avec

un rendement de 40 pour cent consomme deux fois et demie plus d'énergie primaire (charbon) qu'elle ne produit d'électricité (énergie secondaire). En ce qui concerne l'éolien et le solaire, il n'y a pas de différence entre énergie primaire et secondaire. Voir efficacité énergétique.

Energie de réserve:

le terme n'est pas clairement défini. En général, il indique la nécessité de maintenir certaines centrales électriques en réserve, au cas où d'autres générateurs tomberaient en panne. Dans le cas de l'éolien et du solaire, une capacité flexible de réserve sera toujours nécessaire, même si cela pourrait de plus en plus se transformer en stockage du supplément d'électricité produite par les énergies renouvelables.

Il arrive que les centrales conventionnelles subissent elles-mêmes des dysfonctionnements et exigent toujours dans ce cas une sorte de capacité de réserve; des pays qui ne dépendent pas trop de leurs importations maintiennent toujours une part de leur capacité de production à l'arrêt presque tout le temps. En outre, beaucoup de pays dont l'Allemagne, ont une « réserve de capacité » – des centrales qui ne fonctionnent que rarement en cas d'urgence. Pour le réseau allemand, ce sont les centrales au fuel lourd qui sont généralement considérées comme capacité de réserve.

Emissions de carbone, de gaz à effet de serre, de gaz qui retiennent la chaleur:

l'une des raisons pour laquelle la planète Mars est beaucoup plus froide que la Terre, est qu'elle n'a pas d'atmosphère. L'atmosphère de la Terre agit avant tout, comme une couverture et les rayons de soleil qui atteignent la Terre rebondissent en quelque sorte dans l'atmosphère avant de partir. Dans le processus, la chaleur s'accumule au lieu de se dissiper

rapidement. Beaucoup de gaz, certains plus que d'autres, amplifient cet effet d'isolation. Pour rester simple, les experts expriment tout cela en termes d'émissions équivalent carbone, le dioxyde de carbone étant le plus répandu en quantité. Essentiellement, notre civilisation extrait le carbone qui a été emprisonné sous terre (charbon, gaz, pétrole) et le rejette dans l'atmosphère, rendant en conséquence la couche atmosphérique encore plus présente. Ensemble, ces gaz forment ce qu'on appelle « l'effet de serre ». Chez quelques-uns ce terme a une connotation positive, comme le mot de « serre » pourrait le suggérer, alors que l'augmentation dramatique des températures a des conséquences particulièrement négatives. Le terme de « gaz qui retiennent la chaleur » est aussi employé. Il renvoie à la notion de « réchauffement climatique », plutôt qu'à celle qui sonne mieux de « réchauffement planétaire ».

Flexibles /dispatchables :

des centrales électriques flexibles sont simplement celles qui peuvent être activées et désactivées, voir leur production augmenter ou diminuer en fonction de la demande d'énergie. Les turbines à gaz sont les plus flexibles, même si les centrales à charbon les plus modernes peuvent tout à fait adapter leur production, à la hausse ou à la baisse. Les anciennes centrales à charbon préfèrent fonctionner sans arrêt, à pleine capacité à peu près, de même que les centrales nucléaires.

Comme les turbines à gaz, les générateurs de biomasse sont généralement et rapidement « flexibles », mais ils sont la seule source d'énergie renouvelable considérée comme véritablement flexible en Allemagne. Les énergies éolienne et solaire sont considérées comme « intermittentes », ce qui signifie qu'elles ne peuvent produire en continu, même s'il est possible de prévoir la production, au moins un jour à l'avance. Plus important, les éoliennes et panneaux photovoltaïques ne peuvent être « flexibles », à savoir, activés et désactivés.

Avec l'énergie hydraulique, les autres sources d'énergie flexibles sont l'énergie géothermique et l'énergie solaire par concentration dont l'Allemagne ne dispose pas en grande quantité.

Gestion axée sur la demande:

appelée aussi « gestion de la demande ». L'électricité ne pouvant pas être facilement stockée, il faut que la quantité consommée soit exacte à la quantité produite. Jusqu'il y a peu, nos systèmes d'approvisionnement d'électricité étaient conçus de façon à ce qu'ils puissent être gérés pour répondre à la demande ; ainsi, les centrales électriques ajustaient leur production à la hausse ou à la baisse selon que la demande d'électricité augmentait ou baissait.

L'approvisionnement électrique, avec l'intermittence des renouvelables (voir flexibilité), ne s'ajustant désormais plus aussi facilement, il s'agit de gérer la demande. Par exemple, les réfrigérateurs et congélateurs pourraient refroidir un peu plus dans les périodes où l'électricité est suffisante, afin de traverser ensuite une période de quelques heures de production plus basse. De cette façon, on pourrait modifier légèrement les pointes de demande.

Heures à pleine charge:

alors que le taux de capacité est une indication en pourcentage de la capacité existante, on parle aussi « d'heures à pleine charge », un terme utilisé en particulier pour les générateurs « flexibles » – qui peuvent être mis en marche puis arrêtés – comme la biomasse, le charbon, le gaz naturel ou le nucléaire. Une année normale compte 8 760 heures (365 jours x 24 heures). Le nombre d'heures à pleine charge est une indication du nombre d'heures à partir duquel un générateur particulier devient rentable. Par exemple, une centrale donnée peut, pour être rentable, avoir besoin de 4 000 heures à pleine charge, équivalent à un taux de capacité de $4\,000 / 8\,760 = 45,7$ pour cent. Si elle fonctionnait à la moitié de sa capacité, il lui faudrait 8 000

heures pour atteindre les 4 000 heures à pleine charge.

Intensive en énergie (énergivore):

en Allemagne, les entreprises qui consomment beaucoup d'énergie et doivent faire face à la concurrence internationale sont très largement exemptées de la surtaxe couvrant le coût des énergies renouvelables. Pour être éligibles, les entreprises doivent consommer au moins 10 gigawattheures par an et rejoindre ainsi la catégorie des « industries privilégiées ». En 2011, quelque 300 entreprises énergivores payaient 0,05 centimes d'euro par kilowattheure de surtaxe sur 90 pour cent de leur électricité et le tarif plein uniquement sur les 10 pour cent restants. Toutes les autres entreprises (non privilégiées) payaient le tarif plein supplémentaire pour la totalité de leur électricité. En outre, si une entreprise consomme au moins 100 gigawattheures par an et que ses charges en électricité dépassent ses coûts de production de plus de 20 pour cent, elle ne doit même pas payer la totalité de surtaxe correspondant aux 10 pour cent restants de sa consommation d'électricité.

Kilowatt vs Kilowattheure:

1 000 watts font un kilowatt. De même 1 000 kilowatts font un mégawatt ; 1 000 mégawatts, un gigawatt ; 1 000 gigawatts, un térawatt. Un sèche-cheveux dont la puissance affichée est 1 000 watts, consomme un kilowatt en électricité en plein régime. S'il fonctionne pendant une heure, il aura consommé un kilowattheure. De même, un appareil en marche qui consomme 2 000 watts en fonctionnant durant 30 minutes, consommera 1000 wattheures (ou 1 kilowattheure). On confond souvent les termes kilowatt et kilowattheure, alors qu'ils recouvrent deux réalités bien différentes. Voici un aide-mémoire : rapprochez kilowatt et cheval-vapeur, la quantité de puissance que le moteur de votre voiture peut fournir. Exprimant le potentiel d'un appareil ou d'un

moteur, les deux termes sont équivalents. Mais votre voiture roule rarement à pleine puissance et au cours d'une journée, elle reste souvent inutilisée. Avec les kilowattheures, on passe au travail réalisé et non plus au potentiel, ce qui équivaut avec la voiture au nombre de kilomètres parcourus.

Maison passive:

on le dit d'un bâtiment (résidentiel ou autre) qui utilise, « de manière passive », la chaleur solaire (l'ensoleillement) pour réduire de façon importante le besoin de chaleur et refroidissement « actifs », comme le chauffage et l'air conditionné. En Allemagne, beaucoup de nouvelles maisons sont déjà capables de fonctionner sans systèmes de chauffage central, avec l'appui de quelques petits chauffages électriques seulement, et cela quelques jours dans l'année. De plus en plus, des bâtiments anciens peuvent aussi être rénovés pour remplir ces normes. Sous des climats plus chauds, on peut aussi construire des maisons passives surtout pour compenser la demande d'air froid.

Marché spot / marché à Jour-1:

l'électricité peut être vendue ou achetée dans le cadre d'accords à long terme, le modèle le plus courant pour la majeure partie de l'électricité commercialisée dans les marchés libres comme l'Allemagne. La demande réelle ne pouvant pas être estimée de manière précise 18 mois à l'avance – le terme s'applique quelque fois pour les contrats d'achat d'électricité en Allemagne – le reste est acheté sur le marché de l'électricité, composé en partie d'un marché spot pour les achats immédiats et d'un marché à jour - 1 pour les achats du jour suivant. Le marché à J-1 est particulièrement intéressant pour les énergies renouvelables comme le solaire et l'éolien qui dépendent beaucoup de la météo – dont la prévision n'est fiable que dans les 24 heures.

L'ordre de mérite:

indique l'ordre dans lequel l'électricité est achetée aux centrales sur le marché. Il signifie que les centrales les plus chères en fonctionnement déterminent leur prix en fonction du marché boursier de l'électricité. Les centrales électriques sont classées et mises en route en fonction de leur « prix marginal », qui n'est autre que le coût de la production (surtout le carburant) ; un prix qui, par exemple, n'inclut pas expressément le coût de la construction de la centrale. Dans le cas du charbon et du nucléaire, le coût de construction de la centrale est particulièrement élevé alors que le coût de fonctionnement l'est relativement moins. Ainsi ces centrales ont-elles des coûts marginaux relativement bas et fournissent donc un nombre élevé d'heures à pleine charge. A l'opposé, les turbines alimentées au gaz naturel sont relativement peu chères à construire, mais le gaz naturel a un coût élevé dans beaucoup de pays dans le monde. Elles fournissent donc des heures à pleine charge moins nombreuses, le gaz naturel étant plus cher que le charbon comme c'est le cas en Allemagne et non au Royaume Uni. L'électricité renouvelable bénéficie d'un accès prioritaire au réseau et n'est donc pas classée en fonction de son prix. L'effet des renouvelables est donc le même qu'une faible consommation : les plus chères des centrales électriques de pointe fonctionnent souvent moins de temps, permettant de faire baisser les prix sur le marché.

Taux de capacité:

il est le rapport entre la capacité nominale d'un générateur (mesurée en kilowatts) et la quantité d'énergie produite (mesurée en kilowattheures). Une turbine éolienne d'une capacité nominale de 1,5 mégawatts par exemple peut, théoriquement, dans des conditions idéales, produire jusqu'à 36 mégawattheures par jour (1,5 M x 24 h), soit l'équivalent d'un taux de capacité de 100 pour cent - la turbine est à son plein rendement

tout le temps. En pratique, le taux de capacité d'une éolienne terrestre bien située est plus proche de 25 pour cent, une éolienne de 1,5 MW tournerait donc en moyenne à 0,375 mégawatt, et produirait 9 mégawattheures par jour. En Allemagne, le taux de capacité des éoliennes terrestres est inférieur à 20 pour cent, alors que celui des éoliennes en mer est dans les 30 pour cent. Le taux de capacité du solaire dépendant en grande partie de l'ensoleillement est en général estimé entre 10 et 20 pour cent, Se reporter à « heures à pleine charge ».

Qui sommes-nous

La fondation Heinrich-Böll-Stiftung est un catalyseur de projets et de visions sur l'écologie, un groupe de réflexion de réformes politiques et un réseau international. Les objectifs premiers à l'origine de notre travail sont l'établissement de la démocratie et des droits de l'homme, la lutte contre la dégradation de l'environnement, la sauvegarde des droits de chacun dans la participation sociale, le soutien à la résolution non violente des conflits et la défense des droits des individus. Nous développons des projets en collaboration avec plus de 100 partenaires dans plus de 60 pays différents et nous entretenons des bureaux dans 31 pays à travers le monde.

Auteurs

Craig Morris

Né aux États-Unis, Craig vit en Allemagne depuis 1992 et travaille dans le secteur des énergies renouvelables depuis 2001. En 2002, il fonde [Petite Planète](#), une agence de traduction et de documentation qui se concentre sur les énergies renouvelables. Il est l'auteur de deux livres en allemand et en anglais et a été rédacteur en chef de plusieurs magazines spécialisés dans les sujets de l'énergie. Il est actuellement coéditeur au quotidien [Renewables International](#). En 2013 et 2014, il a occupé le poste de rédacteur technique de l'étude Remap 2030 auprès de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA). Le prix IAEE du journaliste économique spécialisé dans l'énergie lui a été décerné en 2014. Il est le co-auteur de l'ouvrage intitulé Energy Democracy.

Martin Pehnt

Physicien de formation, Martin est directeur scientifique et directeur général de [l'Institut de Recherche en Énergie et en Environnement](#)

(ifeu), où il dirige également le département de l'énergie. Il travaillait auparavant au National Renewable Energy Laboratory aux États-Unis et au Centre aérospatial allemand (DLR). Il travaille aujourd'hui comme conseiller pour de nombreuses organisations nationales et internationales, y compris les ministères fédéraux allemands, l'Agence de protection de l'environnement, les ONG environnementales, les services publics, la Banque mondiale, l'IRENA et la GIZ (Gemeinschaft für internationale Zusammenarbeit - Communauté pour la collaboration internationale). Pehnt enseigne auprès de plusieurs universités.

Éditeurs

Rebecca Bertram

Elle est la directrice du Programme Énergie et Environnement [au bureau de la fondation Heinrich-Böll-Stiftung à Washington](#). Son travail se concentre sur la construction d'un dialogue mondial et transatlantique sur les politiques allemande et européenne en matière d'énergie et de climat. Rebecca est titulaire d'une maîtrise en affaires internationales et en économie de l'Université Johns Hopkins School of Advanced International Studies (SAIS).

Silvia Weko

Silvia est assistante de projet dans le cadre du projet German Energy Transition au siège de la fondation Heinrich-Böll-Stiftung. Elle effectue actuellement un Master d'Histoire européenne à l'Université Humboldt de Berlin.

Développement des médias

Lucid. Berlin

Laboratoire de solutions médias, Lucid développe des outils et des designs qui permettent à des fondations, des ONG et des institutions d'informer, d'encourager le dialogue et d'impliquer le grand public. Après [discover boell](#), www.energytransition.org est le deuxième projet Internet conçu par Lucid et produit par celle-ci pour la fondation Heinrich-Böll-Stiftung.

Notre projet

Avec son objectif de passer à une économie basée sur les énergies renouvelables et de sortir des énergies nucléaire et fossile, l'Allemagne a suscité l'attention internationale. Grand nombre des reportages internationaux sur la transition énergétique allemande, ou *Energiewende*, ont, cependant, été trompeurs, notamment quand ils abordent l'enjeu du charbon, les cours des prix de l'énergie, la compétitivité et les émissions de carbone.

Ce site vise à fournir des informations approfondies sur *l'Energiewende*, son fonctionnement et les défis qui l'attendent. Il s'adresse à un public international pour expliquer les bases politiques et ses principes. Le site met en évidence les effets de *l'Energiewende* sur l'économie allemande, l'environnement et la société en abordant les questions les plus importantes du projet. Nous avons également pour objectif de mettre en valeur le fait que les transitions énergétiques peuvent être structurées de manières très différentes à l'échelle internationale, en fonction du bouquet énergétique et des priorités politiques fixées par les pays respectifs.

Une équipe d'experts internationaux en énergie sont en charge du contenu de notre [blog Energiewende](#), et rédigent des articles sur

la manière dont la transition énergétique se poursuit en Allemagne et comment elles est mise en oeuvre dans d'autres pays.

Tous les textes et graphiques, à l'exception de ceux des posts publiés sur le blog, sont sous protection de la licence Creative Commons dans le but de rendre cette information accessible au public ([CC BY SA](#)). Nous vous encourageons à utiliser ce matériel dans votre travail. En retour, nous vous serions reconnaissants de nous communiquer celui que vous avez utilisé. Les posts publiés sur le blog peuvent être repostés à titre exceptionnel. Veuillez nous contacter si vous souhaitez utiliser ce matériel.

Vos réactions sont les bienvenues et nous vous encourageons à commenter et à débattre ensemble de *l'Energiewende* allemande. However, keep in mind our [comment policy](#).

If you would like to submit an article for publication, please contact [Silvia Weko](#).

[iage co-funded by the europe for citizens programme of the european union]

Mentions légales

Auteurs:

Craig Morris
Martin Pehnt

Editeurs:

Rebecca Bertram
Dorothee Landgrebe
Arne Jungjohann

Conception:

[Lucid. Berlin](#)

Publié le 28 novembre 2012

Mis à jour en juillet 2017

Heinrich Böll Stiftung

Schumannstr. 8

10117 Berlin

Allemagne Tél: +49 – (0)30 – 285 34 – 0

Fax: +49 – (0)30 – 285 34 – 109

Email: energiewende@us.boell.org

Vous pouvez également prendre contact avec l'un de nos 34 bureaux dans le monde qui travaillent tous sur les questions liées à l'énergie et le climat.