



HAL
open science

Vers une transition énergétique allemande adossée aux énergies renouvelables et au gaz ?

Gilles Lepesant

► **To cite this version:**

Gilles Lepesant. Vers une transition énergétique allemande adossée aux énergies renouvelables et au gaz?. Allemagne d'aujourd'hui: revue française d'information sur l'Allemagne, 2022, 239 (1), pp.89-99. 10.3917/all.239.0089 . halshs-03812445

HAL Id: halshs-03812445

<https://shs.hal.science/halshs-03812445v1>

Submitted on 12 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Vers une transition énergétique allemande adossée aux énergies renouvelables et au gaz ?

Gilles Lepasant*

Résumé

Par l'ambition de ses objectifs, le renoncement quasi-concomitant au nucléaire et au charbon et les succès enregistrés dans le déploiement des énergies renouvelables, l'Allemagne est devenue un laboratoire de la transition. Un laboratoire plus qu'un modèle car le renouvellement rapide du mix énergétique concerne à ce jour principalement le secteur de l'électricité. Le logement et le transport s'avèrent, eux, plus difficile à décarboner.

Parallèlement au déploiement des énergies renouvelables, la consommation de gaz augmente ainsi malgré son impact sur le climat. La nécessité de stabiliser le réseau dans le contexte d'une montée en puissance des sources d'énergie intermittentes (éolien et photovoltaïque) comme les besoins de l'industrie et du secteur résidentiel risquent à terme de soutenir la demande en la matière.

Or, les réserves allemandes étant proches de l'épuisement, une consommation accrue de gaz renforcerait la dépendance de l'Allemagne à l'égard des fournisseurs étrangers. Les investissements engagés pour renforcer les capacités de production, les infrastructures telles que Nord Stream 2 et les efforts consentis pour consolider un marché gazier fragmenté sont au final de nature à conférer un rôle important au gaz, associé aux énergies renouvelables, dans la transition énergétique.

Zusammenfassung

Durch die ehrgeizigen Ziele, fast gleichzeitig auf Atom- und Kohlekraft zu verzichten und den Einsatz erneuerbarer Energien stark auszubauen, ist Deutschland zu einem Modellprojekt für die Energiewende geworden. Es handelt sich hierbei eher um ein Reallabor als um ein Modell, da die rasche Erneuerung des Energiemixes bisher vor allem den Stromsektor betraf, während sich die Dekarbonisierung des Wohnungs- und Verkehrssektors als problematisch erwies.

Parallel zum Ausbau der erneuerbaren Energien steigt also der Gasverbrauch trotz seiner Auswirkungen auf das Klima. Die Notwendigkeit der Stabilisierung des Netzes im Zusammenhang mit der Zunahme intermittierender Energiequellen (Wind und Photovoltaik) und steigendem Energiebedarf des Industrie- und Gebäudesektors könnten langfristig die Nachfrage nach Gas verstärken.

Da die deutschen Reserven fast erschöpft sind, würde ein höherer Gasverbrauch die Abhängigkeit Deutschlands von ausländischen Lieferanten erhöhen. Aufgrund der Investitionen in Produktionskapazitäten, Infrastrukturen, wie Nord Stream 2, und Bemühungen um die Konsolidierung eines fragmentierten Gasmarktes wird Gas in Kombination mit erneuerbaren Energien letztlich auch in Zukunft eine wichtige Rolle bei der Energiewende haben.

Summary

Thanks to its ambitious commitments, the almost simultaneous phasing-out of nuclear and coal and the progress recorded in the deployment of renewable energies, Germany has become a laboratory of the energy transition. A laboratory more than a template since the transformation of the energy mix currently benefits more the electricity sector than the housing and the transport sectors.

Along with the deployment of renewable energies, gas consumption is thus increasing despite its impact on climate. Stabilizing the grid in the context of rising intermittent energy sources (wind and photovoltaic) as well as heating needs may indeed ultimately support gas demand.

With reserves nearing depletion, increased gas consumption would increase Germany's dependence on foreign suppliers. The investments made to increase production capacities and to develop the infrastructures such as Nord Stream 2 as well as the initiatives taken to tackle a fragmented national

* Directeur de recherche au CNRS. Centre Marc Bloch, Berlin.

market are likely to ensure to the gas sector a key role, together with the renewable energies, in the ongoing energy transition.

Introduction

Responsable du quart des émissions de l'UE (Union européenne), l'Allemagne n'est qu'au neuvième rang en termes d'émissions par habitant¹. Entre 1990 et 2019, les émissions du pays ont décliné de plus de 35%. Un parcours flatteur au regard du PIB² par habitant qui progressa dans le même temps de 45% et de la population qui augmenta de 4%³.

Les émissions ne chutèrent néanmoins sensiblement qu'à la faveur de deux phases qui ne durent rien aux politiques climatiques mises en œuvre : la déstructuration du tissu industriel de l'ex-RDA lors de la réunification puis la crise financière de 2008. En dehors de ces deux épisodes, les émissions ont diminué faiblement de sorte que l'objectif affiché, à savoir une réduction des émissions de 40% entre 1990 et 2020, n'a pu être atteint qu'à la faveur d'une troisième crise majeure, celle de la pandémie.

La production d'énergie étant en Allemagne la première source des émissions de gaz à effet de serre (GES), l'évolution du mix énergétique constitue un enjeu primordial. À ce jour, celui-ci repose sur les énergies fossiles tandis que la production d'électricité dépend de moins en moins du charbon et de plus en plus des énergies renouvelables et du gaz. Dans la perspective de la fermeture du parc nucléaire et des centrales thermiques au charbon (actée respectivement pour 2022 et 2038)⁴, l'objectif d'un mix énergétique entièrement décarboné confère aux énergies renouvelables un rôle éminent. Celles-ci devront s'imposer, non seulement pour la production d'électricité mais également pour le chauffage et la mobilité pour que l'Allemagne réduise de manière drastique ses émissions.

De fait, une refonte du système énergétique a été engagée. La décision qui a été prise d'éliminer presque simultanément le charbon et le nucléaire au profit entre autres des énergies renouvelables (EnR) revient à renouveler plus de la moitié du mix électrique en moins de 20 ans. À ce jour, la forte croissance des EnR constitue le principal succès de l'*Energiewende*⁵. L'objectif que les autorités allemandes s'étaient fixé pour 2020 (35% d'EnR dans le mix électrique) a été largement dépassé⁶ de même que l'objectif convenu dans le cadre européen d'atteindre 18% d'EnR dans le mix énergétique⁷ (UBA, 2021). Vents réguliers, ensoleillement abondant, chute de la consommation en raison de la pandémie : l'année 2020 fut certes favorable mais même dans la durée, le renouvellement du mix énergétique s'opère à un rythme soutenu.

Par l'ambition de ses objectifs, l'Allemagne est ainsi devenue un laboratoire de la transition. Un laboratoire plus qu'un modèle car ce renouvellement rapide du mix énergétique n'a pas suffi pour réduire drastiquement les émissions de GES. Or, l'objectif de la neutralité climatique a été fixé pour 2045. L'*Energiewende* s'apparente pour l'heure avant tout à une *Stromwende*⁸ tant les secteurs du logement et du transport restent peu concernés. Les besoins de l'industrie et du secteur résidentiel (en chauffage) expliquent notamment que la demande en gaz soit en hausse depuis la fin des années 90.

La difficulté d'électrifier certains usages et la nécessité de pallier l'intermittence des énergies renouvelables invitent donc à ne pas écarter le scénario d'un maintien à un niveau élevé de la consommation de gaz, l'échéance d'un mix énergétique décarboné risquant ainsi d'être repoussée.

Cette contribution vise à discuter cette hypothèse en s'appuyant sur le bilan qui peut être dressé de la transformation du système énergétique intervenue à ce jour. La forte croissance des énergies renouvelables est discutée dans un premier temps avec un accent mis sur les instruments déployés pour

¹ Eurostat, *Greenhouse gas emissions per capita*, Consulté le 17 août 2021.

² Produit intérieur brut.

³ Ministère allemand de l'environnement. <https://www.umweltbundesamt.de/en/indicator-greenhouse-gas-emissions>. Consulté le 13 juillet 2021.

⁴ Le contrat de coalition agréé en novembre 2021 envisage une sortie du charbon en 2030 « si possible » (*idealerweise*). In : *Koalitionsvertrag 2021 – 2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), Bündnis 90 / Die Grünen und den Freien Demokraten (FDP)*, 2021, p. 5.

⁵ Transition énergétique.

⁶ Destatis, *Stromerzeugung im 1. Quartal 2020: Windkraft erstmals wichtigster Energieträger*. Pressemitteilung Nr. 189, 28 mai 2020. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/05/PD20_189_43312.html. Consulté le 12 avril 2021.

⁷ En 2020, la part des EnR dans le mix énergétique a été de 19,3% (UBA, 2021).

⁸ Strom signifie électricité.

appuyer cette croissance ainsi que sur les défis qui émergent et qui rendent leur déploiement à grande échelle incertain. La résilience du gaz est soulignée dans un deuxième temps afin de préciser la part qu'il pourrait jouer dans le mix énergétique parallèlement à la progression des énergies renouvelables.

Un déploiement des énergies renouvelables incertain ?

La stratégie climatique allemande a bénéficié d'une forte croissance des énergies renouvelables qui tiennent désormais une place essentielle dans le mix électrique du pays. La Loi sur les énergies renouvelables adoptée en 2000, qui posa notamment les bases du système de soutien à travers des tarifs d'achat proposés aux producteurs a initié une transformation profonde du secteur de l'énergie. Une forte croissance d'installations de bioénergie s'ensuivit, principalement au bénéfice des agriculteurs mais l'impact des bioénergies sur la biodiversité et sur les paysages agraires convainquit les pouvoirs publics de revoir à la baisse les soutiens accordés. Les perspectives des bioénergies sont désormais limitées.

Les sites d'hydroélectricité étant peu nombreux et pour l'essentiel déjà aménagés, l'avenir des EnR repose sur l'éolien et le photovoltaïque. En 1993, les capacités installées dans l'éolien terrestres étaient inférieures à 1 GW, un chiffre supérieur à 54 GW en 2020. Le parcours du photovoltaïque fut plus heurté mais guère moins spectaculaire. Les installations n'apparaissent dans les statistiques nationales qu'en 2001. Dès 2021, 53 GW étaient installés⁹.

L'essor des énergies renouvelables n'en est probablement qu'à ses débuts. Si l'objectif énoncé d'atteindre 18% de renouvelables dans le mix énergétique a été atteint, les prochaines étapes sont 30% d'ici à 2030, 45% en 2040 et 60% en 2050... contre 3% en 2000. À la suite du jugement de la Cour constitutionnelle de 2021 donnant partiellement raison à des associations qui reprochaient au gouvernement de manquer de clarté et d'ambition¹⁰, le gouvernement d'Angela Merkel releva les objectifs climatiques du pays. Elle approuva le projet d'atteindre la neutralité climatique dès 2045 (et non plus en 2050) et d'atteindre en 2030 des capacités de production de 95 GW et de 150 GW pour respectivement l'éolien terrestre et le photovoltaïque. Le risque ici est que l'écart s'accroisse entre les objectifs politiques déclarés et les réalités du court-terme.

Les incertitudes ne manquent pas en effet. Plaintes des riverains, difficultés d'obtention des autorisations à l'échelle locale et régionale, lenteur des procédures ... l'éolien terrestre connaît depuis quelques années une crise qui s'est traduite par un effondrement du nombre d'installations raccordées¹¹. Plusieurs *Länder* ont durci les conditions d'octroi des permis nécessaires et réduit les zones de développement disponibles, des évolutions à ajouter à une professionnalisation croissante des associations d'opposants à l'éolien. Malgré la pandémie, davantage de capacités de production ont été installées en 2020 qu'en 2019 (3,3 GW contre 1,9 GW) mais l'installation de 5 à 6 GW chaque année serait nécessaire pour atteindre les objectifs arrêtés pour 2030.

L'introduction du système d'enchères depuis 2015 pour fixer le montant des soutiens financiers accordés aux EnR a certes comprimé les coûts mais les soutiens publics accordés l'étant pour 20 ans (Salles, 2019), le montant à acquitter par le consommateur n'a cessé d'augmenter. En 2019, il s'éleva à 25 milliards € (contre 5 milliards € en France). Après les amendements apportés en 2014 et 2016, une nouvelle loi sur les modalités de soutien aux EnR fut adoptée en 2020 avec pour perspective une suppression des soutiens financiers d'ici à 2027. Sur le plan industriel, le déploiement des énergies renouvelables revêt désormais des enjeux significatifs. La filière de l'éolien comptait plus de 120 000 emplois en 2018, contre 45 000 en 2000, mais après avoir dépassé le seuil de 160 000 emplois en 2016¹². Selon les projections du gouvernement, le photovoltaïque est appelé à surpasser l'éolien, une dynamique qui risque de bénéficier aux acteurs industriels asiatiques face auxquels l'industrie allemande tarde à

⁹ Son déploiement connaît désormais une dynamique supérieure à celle de l'éolien. Fin 2019, le photovoltaïque produisait 8.2% de la consommation électrique grâce à environ 1,8 million d'installations. <https://www.energy-charts.de>, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, Freiburg, Germany Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik), German Solar Industry Association (BSW-Solar), mars 2020.

¹⁰ Bundesverfassungsgericht (Cour constitutionnelle), *Verfassungsbeschwerden gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich*, Pressemitteilung Nr. 31/2021, 29 avril 2021. https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html;jsessionid=FC70C23B2B36D6DAD06FBD80D770A8BB.1_cid377. Consulté le 6 mai 2021.

¹¹ Kathrin Witsch, Klaus Stratmann, « Ausbau der Windkraft bricht dramatisch ein », *Handelsblatt*, 25.07.2019.
¹² A. Breitkopf, *Windenergie - Beschäftigtenzahl Off- und Onshore in Deutschland bis 2018*, 21.05.2021. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/271271/umfrage/beschaeftigtenzahl-in-der-deutschen-windenergiebranche/>. Consulté le 14 juillet 2021.

retrouver la compétitivité dont elle jouissait avant la crise de 2008-2010. Forte de 45 000 emplois en 2018, la filière n'a guère retrouvé son niveau de 2011 (156 000 emplois)¹³.

Par ailleurs, les principaux centres de consommation ainsi que quatre des sept centrales nucléaires encore en service se situant dans le sud, un renforcement des interconnexions s'avère nécessaire. Les aléas des procédures administratives et les résistances des riverains freinent néanmoins les projets. 1700 kms seulement sur les 3600 kms supplémentaires prévus d'ici à 2020 avaient été aménagés au premier trimestre 2021¹⁴. Plus que jamais, le corolaire d'un déploiement massif des énergies renouvelables est un investissement conséquent dans les réseaux ou les capacités de stockage pour mieux gérer la variabilité de la production, organiser une nouvelle distribution géographique de celle-ci et améliorer la gestion de l'offre, de la demande et du stockage.

L'enjeu est dramatisé par la situation géographique de l'Allemagne. Située au centre de l'espace électrique européen, bordée de pays eux aussi dotés de fortes capacités de production d'énergie renouvelable (Danemark, Autriche) et de capacités de stockage (Suisse, Norvège), elle est liée par des interdépendances de fait avec ces pays limitrophes. À ce jour, la transition n'a guère fragilisé la sécurité d'approvisionnement du pays. Entre 2002 et 2019, l'Allemagne a chaque année exporté davantage d'électricité qu'elle n'en a importé¹⁵. Il est vrai que la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables est la plus élevée en hiver (en raison du nombre élevé de parcs éoliens), saison qui correspond à la période de l'année où la demande est la plus forte.

Si les chiffres varient d'une année sur l'autre, l'Allemagne dégage régulièrement un excédent avec les Pays-Bas, l'Autriche et la Pologne (mais un déficit avec la France). Encore ce dernier se transforme-t-il souvent en excédent l'hiver. De même, le risque que le réseau soit déstabilisé par les transformations rapides mises en œuvre ne s'est pas matérialisé. La « qualité » de l'électricité est l'une des meilleures en Europe malgré un marché national fragmenté avec la coexistence de plusieurs centaines de producteurs, de 800 distributeurs et l'importance prise par la production décentralisée¹⁶.

Cette situation perdura-t-elle avec la déconnexion d'importantes capacités de production dans le nucléaire et le charbon ? Des tensions sont apparues en 2019 (Eriksen et Wettengel, 2019) contraignant l'Allemagne à importer massivement depuis les États voisins et à retrouver une situation d'importatrice nette d'électricité en 2020¹⁷. Selon le ministère de l'Économie¹⁸, aucun accroissement net des capacités de production ne devrait être nécessaire d'ici à 2030, les besoins pouvant être satisfaits le cas échéant par une hausse des importations. Or, plusieurs pays voisins ont prévu de retirer des capacités de production, notamment les Pays-Bas (s'agissant du charbon et du gaz) et la Belgique (en raison de l'abandon du nucléaire).

Les risques d'approvisionnement concernent particulièrement le sud du pays, une région industrielle qui concentre une part significative des capacités de production d'origine nucléaire. La consommation y est élevée, l'hostilité contre les éoliennes et les lignes à haute tension manifeste si bien que l'ajout de capacités de production adossées au gaz s'avère nécessaire. Peu sollicitée depuis son inauguration au début des années 2000, la centrale thermique à gaz d'Irsching a ainsi vu son horizon s'éclaircir¹⁹.

¹³ DIW/DLR/GWS (2020), *Anzahl der Beschäftigten im Bereich erneuerbare Energien*, <https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihe-der-beschaeftigungszahlen-seit-2000.html>. Consulté le 7 juillet 2021.

¹⁴ McKinsey, *Energiewende-Index*, <https://www.mckinsey.de/branchen/chemie-energie-rohstoffe/energiewende-index>. Consulté le 14 décembre 2021.

¹⁵ A. Breitkopf, *Stromausgleichssaldo Deutschlands bis 2020*, Statista, 22.12.2020 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153533/umfrage/stromimportsaldo-von-deutschland-seit-1990/>. Consulté le 20 janvier 2021.

¹⁶ La moitié de la production d'énergie conventionnelle est néanmoins le fait des 4 principaux énergéticiens (E.ON, RWE, Vattenfall, EnBW). 25% de la production proviennent des producteurs publics rattachés à des pouvoirs locaux. Le secteur des énergies renouvelables est bien davantage fragmenté avec non seulement les énergéticiens, les installations commerciales, les régies municipales, les développeurs et les *prosumers*. Le secteur de la distribution est divisé entre 4 acteurs (TSOs) : Amprion, TenneT, 50Hertz and TransnetBW. Le pays compte en outre 800 distributeurs (DSOs). S'agissant du marché de détail, les 4 énergéticiens disposent d'une part de marché voisine de 40% et les consommateurs peuvent choisir entre plus d'une centaine de fournisseurs.

¹⁷ Les importations ont en 2020 augmenté de près de 20% par rapport à 2019, la part des Pays-Bas et de l'Autriche augmentant fortement, celle de la France diminuant. Destatis, *Stromerzeugung 2020: 5,9 % weniger Strom ins Netz eingespeist als 2019*, Pressemitteilung Nr. 101, 5 mars 2021. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/03/PD21_101_43312.html;jsessionid=AE1A665B691D648E0ECB56D008E5A81A.live711. Consulté le 12 juillet 2021.

¹⁸ Ministère de l'économie et de l'énergie. BMWi's monitoring report. Juin 2019.

¹⁹ Susanne Harmsen, « 20.000 MW Kapazität an Gaskraftwerken bis 2030 nötig », *Energie & Management*, 01.10.2020. <https://www.energie-und-management.de/nachrichten/handel/emission/detail/20.000-mw-kapazitaet-an-gaskraftwerken-bis-2030-noetig-139175>. Consulté le 2 juin 2021.

Dans le reste du pays, plusieurs autres centrales sont appelées à être construites ou à être remises en service de sorte que l'hypothèse d'une résilience du gaz ne saurait être écartée. Bien que peu évoqué dans le débat public, le gaz ne semble pas devoir être marginalisé. Le manque de visibilité concernant la production issue des parcs éoliens et solaires comme la difficile électrification de certains secteurs (le chauffage notamment) expliquent qu'il puisse demeurer, au moins à titre provisoire, un pilier du système énergétique allemand²⁰.

Le gaz, une composante incontournable de la transition énergétique ?

Depuis 2000, la consommation de gaz progresse en Allemagne et n'est devancé que par le pétrole dans le mix énergétique du pays. Le gaz joue un rôle clef dans l'industrie comme dans le secteur résidentiel (il assure la moitié des besoins de chauffage). Son rôle dans la production d'électricité déclina entre 2010 et 2014 en raison de la concurrence des énergies renouvelables et du charbon mais une hausse de la consommation est intervenue à partir de 2014 dans le contexte de la sortie du charbon et du nucléaire (graphique 2). La hausse du coût des droits d'émission sur le marché européen du carbone a encore renforcé sa compétitivité par rapport au charbon. S'agissant des scénarios appelés à prévaloir, les avis divergent.

Une étude commandée par le Ministère allemand de l'environnement s'inscrivant dans la perspective d'une réduction des émissions de GES de 80% et de 95% (comme indiqué plus haut, l'objectif a depuis été revu à la hausse) table sur une réduction de la consommation de gaz d'au moins 14% et d'au plus de 83% par rapport à 2015 (Wachsmuth et al., 2019). Un scénario voisin est envisagé par l'Agence pour les énergies renouvelables qui prévoient que la consommation de gaz en 2050 pourrait être de 75% inférieur à ce qu'elle était en 2017 (AEE, 2019). Le ministère de l'Économie envisage, lui, une légère augmentation de la consommation. Les progrès en matière d'efficacité énergétique, la multiplication des hivers doux invitent selon lui à envisager une baisse de la consommation de gaz dans le secteur du chauffage. Quant à son rôle dans la production d'électricité, la sortie du charbon et du nucléaire pourrait être en partie compensée par la progression des énergies renouvelables et l'accroissement des importations²¹.

Pour l'Agence allemande de l'énergie (DENA, 2018) en revanche, un doublement des capacités de production adossées au gaz pourrait être nécessaire d'ici à 2030. L'Agence des réseaux (Bundesnetzagentur) table également sur un accroissement des capacités de production avec plusieurs centrales nouvelles en cours de construction ou planifiées, notamment dans le sud de l'Allemagne et en Rhénanie du Nord-Westphalie (DIW, 2021). Autant de projets susceptibles d'assurer la stabilité du réseau dans des régions bientôt privées de leurs capacités de production nucléaire ou à base de charbon.

La production d'électricité à base de gaz a déjà doublé en une trentaine d'années²², une dynamique qui risque de se prolonger avec la hausse de la consommation d'électricité. À cet égard, le ministère de l'Économie releva ses prévisions en juillet 2021. S'il envisageait un an plus tôt une consommation de 590 TWh en 2030, il porta cette estimation à environ 645 – 665 TWh (contre 560 TWh consommés en 2020). Les objectifs ambitieux en matière d'hydrogène vert, la forte progression du véhicule électrique (14 millions de véhicules attendus en 2030 contre 1 million en 2020)²³, la rénovation du système de chauffage dans le secteur résidentiel constitueront autant de facteurs de cette forte hausse.

La hausse de la consommation d'électricité n'explique toutefois que partiellement la dynamique favorable au gaz. Les renouvelables jouent en effet un rôle clef dans le remplacement des centrales au charbon ou des centrales nucléaires. En revanche, le gaz constitue la principale alternative aux fermetures de centrales à charbon pour l'industrie et pour la production de chaleur. Trois quarts des logements dépendent à ce jour des énergies fossiles pour le chauffage (la moitié dépend du gaz, le quart du fioul) et le quart restant est connecté à des réseaux de chaleur approvisionnés par du charbon, du gaz et plus rarement de la biomasse²⁴.

²⁰ Andreas Franke, Alisdair Bowles, « German gas plant capacity set to exceed coal/lignite in 2023 », S&P Global Platts, 26 janvier 2021, <https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/latest-news/natural-gas/012621-german-gas-plant-capacity-set-to-exceed-coallignite-in-2023>. Consulté le 12 juillet 2021.

²¹ Ministère allemand de l'économie et de l'énergie, *Dialogprozess Gas 2030, Erste Bilanz*, octobre 2019.

²² Elle était de 50 TWh en 1990, de 91,7 TWh en 2020. AG-Energiebilanzen.

²³ « Energiepolitik: Deutschland braucht viel mehr Strom », *Süddeutsche Zeitung*, 13 juillet 2021.

²⁴ Freja Eriksen, *Heating 40 million homes – the hurdles to phasing out fossil fuels in German basements*, Clean energy wire, 17 janvier 2020.

La reconversion de ce secteur est engagée comme en témoigne le fait que les pompes à chaleur sont désormais majoritaires dans les nouvelles constructions et que le fioul est en voie de disparition²⁵. Néanmoins, le gaz reste adopté pour le quart d'entre elles et la reconversion de l'ensemble des systèmes de chauffage dans le stock existant de logements exigera du temps et des investissements conséquents. La part des énergies renouvelables dans la production de chaleur (la biomasse principalement) n'a que peu progressé ces dernières années et la reconversion de centrales à charbon en centrales à biomasse demeure rarissime (DUH, 2021).

La sortie quasi-simultanée du nucléaire et du charbon bénéficie ainsi au gaz qui constitue une source d'énergie non intermittente (à l'inverse de l'éolien et du photovoltaïque) et flexible (Köppel et al., 2019). À terme, l'approvisionnement du marché allemand doit bénéficier de trois terminaux de gaz naturel liquéfié (GNL) à ce jour en projet (dans les villes de Brunsbüttel, de Wilhelmshaven et de Stade)²⁶ malgré le fait que les terminaux européens existants sont utilisés à hauteur de 30% de leurs capacités (BGR, 2020). Le dédoublement du gazoduc Nord Stream a par ailleurs été acté, en dépit des réserves exprimées par certains pays d'Europe centrale (la Pologne et l'Ukraine notamment), par les États-Unis et par la Commission européenne, peu convaincue de son utilité.

Au total, les investissements envisagés pour les années à venir dans les capacités de production, les infrastructures et les terminaux de GNL s'élèvent à environ 18,3 milliards €, chiffre qui fait de l'Allemagne le deuxième pays européen en termes de financements alloués au gaz (Heilmann et al., 2020, p. 13-14)

L'impact du gaz sur le réchauffement climatique n'est pourtant pas négligeable. Le méthane (son principal composant) est en effet un gaz à effet de serre jugé par le GIEC²⁷ 87 et 36 fois plus puissant que le CO₂ (sur un horizon de respectivement 20 et 100 ans) (IPCC, 2013). Les autorités allemandes retiennent néanmoins un facteur 25 (DIW, 2021, p. 8), relativisant ainsi les conséquences du recours au gaz sur le réchauffement climatique. Si une part du méthane présent dans l'atmosphère est d'origine naturelle, les quantités observées sont en augmentation depuis 2007 sans que les raisons de cette évolution soient pour l'heure précisément établies. Il reste qu'au-delà des émissions générées lors de sa combustion, le gaz doit être évalué à l'échelle de l'ensemble de la chaîne de valeur, surtout lorsqu'il est convoyé sous forme de GNL (Cremonese et Gusev, 2016). Dès lors, son intérêt pour une politique d'atténuation du changement climatique paraît limité.

Or, la durée de vie d'une centrale au gaz avoisine un demi-siècle de sorte que d'ici à 2045 (année retenue pour atteindre la neutralité climatique), les centrales récentes devront être équipées de dispositifs de séquestration du carbone (une technologie encore immature) ou être déconnectées avant que l'investissement initial ne soit amorti.

En outre, une consommation accrue de gaz renforcerait la dépendance de l'Allemagne à l'égard des fournisseurs étrangers. Les réserves allemandes sont en effet proches de l'épuisement²⁸. La production ne couvre plus que 5% de la consommation et la production par fracturation de la roche est proscrite depuis 2017. La Russie est le principal fournisseur (57% des importations en 2018, devant les Pays-Bas avec 34% et la Norvège 5%). La fin de l'exploitation du principal gisement néerlandais étant proche²⁹, les autres pourvoyeurs devraient voir leurs parts de marché s'accroître, au bénéfice notamment de la Russie dont les exportations vers l'Allemagne n'ont cessé d'augmenter au cours des décennies passées³⁰.

À cet égard, l'axe de la Baltique (Nord Stream 1 et 2) conforte le rôle de hub gazier de l'Allemagne entre l'Est et l'Ouest de l'Europe. Des initiatives ont été prises pour unifier le marché interne, à ce jour l'un des plus fragmentés d'Europe avec 16 gestionnaires de réseau, 700 entreprises de distribution et 800 fournisseurs de gaz. La liquidité du marché national est appelée à s'améliorer avec la fusion entre deux zones infra-nationales³¹ susceptibles de donner naissance à un nouveau hub virtuel (VTP) qui, articulé

²⁵ N. Sönnichsen, *Sources of heating in new German homes 2020, by source*, Statista, 28 mai 2021. <https://www.statista.com/statistics/1189773/new-home-heating-sources-in-germany/>. Consulté le 10 juillet 2021.

²⁶ Pour un coût global compris entre 1,6 milliard € et 1,75 milliard € auquel devrait s'ajouter un investissement de 641 millions pour la connexion au réseau gazier (DIW, 2021).

²⁷ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

²⁸ D'une production annuelle de l'ordre de 20 milliards de mètres cube jusqu'en 2007, la production a chuté à 6.4 milliards de mètres cube en 2018.

²⁹ La fermeture du gisement de Groningen est envisagée pour 2022.

³⁰ L'AIE cite le chiffre de 57% pour 2018. IEA, *Germany 2020 Energy Policy Review*, p. 148. Un porte-parole du gouvernement allemand évoquait un taux de dépendance « d'environ 40% ». <https://www.cleanenergywire.org/news/trump-lashes-out-german-russian-gas-trade/trump-lashes-out-nord-stream-2-says-germany-totally-controlled-russia>.

³¹ Germany's NetConnect Germany (NCG) et Gaspool doivent former une nouvelle entité appelée Trading Hub Europe. In : Jacob Mandel, *Germany's new gas hub faces uphill fight for liquidity*, Argus, 15 juillet 2020.

à différentes sources d’approvisionnement, pourrait concurrencer le hub néerlandais (Title Transfer Facility - TTF) à ce jour dominant en Europe.

À terme, ce hub pourrait bénéficier des capacités de stockage allemandes qui figurent parmi les plus importantes au monde³² permettant aux opérateurs de jouer des différences de prix entre été et hiver. Les conditions seraient ainsi idoines pour que des quantités significatives de gaz soient négociées avec des partenaires ouest-européens et d’Europe du Centre-Est sur un territoire moins excentré que le hub néerlandais TTF.

Entre une telle vision et le projet d’atteindre la neutralité climatique d’ici 2045, la cohérence n’est guère flagrante. Comme un rappel que la trajectoire vers la neutralité climatique n’est pas exempte de contradictions, la chancelière A. Merkel déplora la décision prise par la banque européenne d’investissement (BEI) de ne plus financer les projets gaziers en Europe... peu après avoir énoncé les termes d’un Plan climat ambitieux en 2019³³. Par ailleurs, entre les terminaux GNL susceptibles de réceptionner du gaz américain et le dédoublement de Nord Stream, la transition énergétique risque de rehausser la part du gaz russe et du gaz de schiste américain dans le mix énergétique allemand. Un aboutissement surprenant au regard des ambitions initiales de l’*Energiewende*.

Dans ce contexte, la recherche d’une voie alternative, radicalement innovante et permettant de ne pas dépendre uniquement des sources d’énergie renouvelables et intermittentes sans compromettre pour autant les objectifs climatiques se justifie. Elle explique l’engouement qui se manifeste pour l’hydrogène. Ce dernier joue pour l’heure un rôle marginal dans le mix énergétique allemand. Une production annuelle de l’ordre de 55 TWh à base de gaz naturel est destinée principalement aux secteurs de la sidérurgie et de la chimie. La Stratégie adoptée en 2020 vise à susciter le déploiement de l’hydrogène vert (produit à base d’énergies renouvelables). Une liste de 62 projets fut adoptée en 2021³⁴ qui devrait contribuer à atteindre l’objectif d’une capacité de production de 5 GW fixé pour 2030.

À cette date, la demande estimée oscillera néanmoins entre 90 et 110 TWh de sorte que des négociations ont été ouvertes avec des pays partenaires susceptibles d’exporter de l’hydrogène vert depuis d’autres pays européens comme du Moyen-Orient ou d’Afrique. Une telle perspective annonce de nouveaux débats sur la capacité des pays concernés à produire de l’électricité renouvelable au-delà de leurs besoins propres, sur les coûts de transport et de transformation de l’hydrogène et sur l’empreinte carbone d’importations massives d’hydrogène.

Conclusion

L’année 2020 fut un tournant symbolique pour l’*Energiewende* avec l’arrivée à terme des contrats de rachat d’énergie renouvelable conçus dans le cadre de la première Loi sur les énergies renouvelables adoptée en 2000. Cette loi et ses amendements ultérieurs ont permis une forte croissance des bioénergies, de l’éolien, du photovoltaïque, à un coût certes élevé mais avec à la clef une implication forte des citoyens dans la fourniture d’énergie. En 2014, la moitié des capacités de production d’électricité renouvelable était la propriété de ces derniers, un chiffre qui est tombé à 30% environ en 2020 avec la mise en place des systèmes d’enchères pour les grandes installations et la présence croissante des acteurs industriels sur le marché des énergies renouvelables³⁵.

Se limiter à interpréter la transition allemande à l’aune des bilans énergétiques reviendrait toutefois à négliger la portée des initiatives prises par les associations et les élus locaux dans la mise en place de projets d’énergie renouvelables. Difficile de quantifier la portée de cette appropriation par les citoyens des enjeux énergétiques mais celle-ci vaut assurément mieux qu’une transformation imposée par le haut à des citoyens récalcitrants ou au mieux indifférents.

<https://www.argusmedia.com/en/blog/2020/july/15/germanys-new-gas-hub-faces-uphill-fight-for-liquidity>. Consulté le 12 mai 2021.

³² L’Allemagne se classe en la matière au quatrième rang derrière les États-Unis, la Russie et l’Ukraine.

³³ Discours au Bundestag de la chancelière Angela Merkel, 27 novembre 2019.

³⁴ Ministère allemand de l’économie et de l’énergie, Ministère allemand des transports et des infrastructures numériques, « Wir wollen bei Wasserstofftechnologien Nummer 1 in der Welt werden » <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/05/20210528-bmwi-und-bmvi-bringen-wasserstoff-grossprojekte-auf-den-weg.html>. Consulté le 28 juin 2021.

³⁵ Agentur für erneuerbare Energien, *Neue Studie zeigt: Bürgerenergie bleibt zentrale Säule der Energiewende*, 15 janvier 2021. <https://www.unendlich-viel-energie.de/studie-buergerenergie-bleibt-zentrale-saeule-der-energiewende>. Consulté le 12 mai 2021.

Plus globalement, la réduction des émissions de GES a été engagée, précipitée il est vrai par trois épisodes : l'effondrement de l'appareil industriel de l'ex-RDA, la crise financière de 2008, la pandémie de 2020. Réduire rapidement les émissions dans les secteurs du logement et du transport s'avère compliqué si bien que la transition se limite pour l'essentiel au secteur électrique, lequel ne correspond qu'au quart du mix énergétique. La coalition arrivée au pouvoir en 2021 s'est engagée à accélérer la transformation du système énergétique. Elle a reconnu la nécessité à court terme de construire de nouvelles centrales au gaz, celles-ci devant néanmoins être adaptées à la montée en puissance progressive de l'hydrogène.

Si la transition énergétique allemande devait *in fine* bénéficier au gaz de schiste américain (grâce aux terminaux de GNL) et au gaz russe (grâce à Nord Stream 1 et 2), l'Allemagne risquerait de tarder à atteindre la neutralité climatique pour elle-même et de contribuer aux émissions sur d'autres points du globe. Une appréhension géographique du bilan de toute transition implique en somme d'alterner les échelles d'analyse, d'appréhender la transformation à l'œuvre à l'échelle d'un périmètre qui ne soit pas limité aux frontières de l'État concerné.

Elle suppose également de ne pas se limiter à la seule production d'énergie et d'associer à l'analyse les enjeux industriels tant les emplois fragilisés ou perdus dans le contexte de la transition risquent d'être sans cesse plus nombreux. De ce point de vue, les investissements conséquents opérés par la puissance publique comme par les acteurs privés dans le photovoltaïque, l'éolien, les batteries, l'hydrogène ouvrent des perspectives et annoncent de nouvelles mutations malgré l'inertie qui caractérise les systèmes énergétiques.

Bibliographie

AEE, *Die neue Gaswelt – Perspektiven für eine effiziente und grüne Gasversorgung*. Agentur für Erneuerbare Energien pour le compte du groupe parlementaire Bündnis 90 / Les Verts. https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/energie/gruene-metastudie-gas-nov-2019.pdf, 2019. Consulté le 12/2/2021.

AIE (Agence internationale de l'énergie), *Germany 2020, Energy policy review*, Paris, 2020.

BGR, *Klimabilanz von Erdgas - Literaturstudie zur Klimarelevanz von Methanemissionen bei der Erdgasförderung sowie dem Flüssiggas- und Pipelinetransport nach Deutschland*, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/bgr_literaturstudie_methanemissionen_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Hannover, 2020. Consulté le 12/2/2021.

Cremonese, Lorenzo et Gusev, Alexander, *Die ungewissen Klimakosten von Erdgas*, Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS), Potsdam, https://www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/working_paper_2017_klima-kosten_erdgas.pdf. 2016. Consulté le 12/8/2020.

DENA, *Integrated Energy Transition. Impulses to shape the energy system up to 2050*, Berlin, 2018.

Diekmann, Jochen ; Schill Wolf-Peter ; Püttner, Andreas ; Walker, Marion ; Kirrmann, Sven ; Maier, Magnus, *Vergleich der Bundesländer: Analyse der Erfolgsfaktoren für den Ausbau der Erneuerbaren Energien 2019 – Indikatoren und Ranking*, DIW, Politikberatung kompakt, 145, Berlin, 2019.

DUH (Deutsche Umwelthilfe), *Mehr grüne Fernwärme. Sieben Forderungen der DUH. Deutsche Umwelthilfe*, 12.03.2021. <https://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/deutsche-umwelthilfe-fordert-kohleausstieg-muss-zum-einstieg-in-gruene-fernwaerme-werden/>. Consulté le 12/6/2021.

Eriksen, Freya ; Wettengel, Julian, *German power grid strained at several moments in June, cause unclear*, Clean Energy Wire, 2 juillet 2019, www.cleanenergywire.org/news/german-power-grid-strained-several-moments-june-cause-unclear. Consulté le 29 juillet 2021.

Heilmann, Felix, de Pous, Pieter, Fischer, Lisa, *Gasinfrastruktur für ein klimaneutrales Deutschland - Jetzt den richtigen Kurs einschlagen*, E3G, <https://www.e3g.org/wp>

content/uploads/28_05_20_E3G_Gasinfrastruktur-f-r-ein-klimaneutrales-Deutschland.pdf, 2020.
Consulté le 12/3/2021.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*.
https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf, 2013.
Consulté le 12/4/2020.

Köppel Wolfgang, Degünther Charlotte, Wachsmuth Jakob, *Bewertung der Vorkettenemissionen bei der Erdgasförderung in Deutschland*, Étude conduite pour le compte du Ministère fédéral de l'environnement, Berlin, 2018.

Salles, Anne, « La transition énergétique allemande : entre avancées et obstacles », *Allemagne d'aujourd'hui*, 2019/1 N° 227, pp. 7 à 21.

UBA (Ministère fédéral de l'environnement), Geschäftsstelle der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) am Umweltbundesamt, *Erneuerbare Energien in Deutschland, Daten zur Entwicklung im Jahr 2020*, Ministère fédéral de l'environnement, Berlin, 2021.

Wachsmuth, Jakob, Michaelis, Julia, Neumann, Fabian, Wietschel Martin, Duscha Vicki, Degünther Charlotte, Köppel Wolfgang, Zubair, Asif, *Roadmap Gas für die Energiewende – Nachhaltiger Klimabeitrag des Gassektors*. Climate Change 12/2019. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt.

Weinachter, Michèle, « Sortie du nucléaire – et bientôt du charbon ? », *Allemagne d'aujourd'hui*, 2019/1 N° 227, pp. 22 à 36.