

UTB Chalon-sur-Saône  
Atelier Economie et Géopolitique  
18/03/2024

Martine THOMAS

## **La politique énergétique de l'Allemagne : le tournant énergétique (energiewende)**

Quels objectifs et quels moyens se donne l'Allemagne, gros émetteur de CO<sub>2</sub>., pour réduire drastiquement ses émissions ?

### **Source principale :**

<https://allemagne-energies.com/tournant-energetique/>

### **L'auteur**

Hartmut Lauer, Ingénieur diplômé et Docteur – Ingénieur (Université technique de Hanovre), a travaillé plus de 35 ans dans le secteur de l'électricité en France et en Allemagne. Ancien dirigeant d'un grand groupe énergétique allemand, il a été membre de plusieurs comités consultatifs et techniques dans des entreprises spécialisées du domaine de l'énergie. Il a également été membre de la Commission sur la Sécurité des Installations Nucléaires auprès du Ministère Fédéral de l'Environnement.

### **Autres sources :**

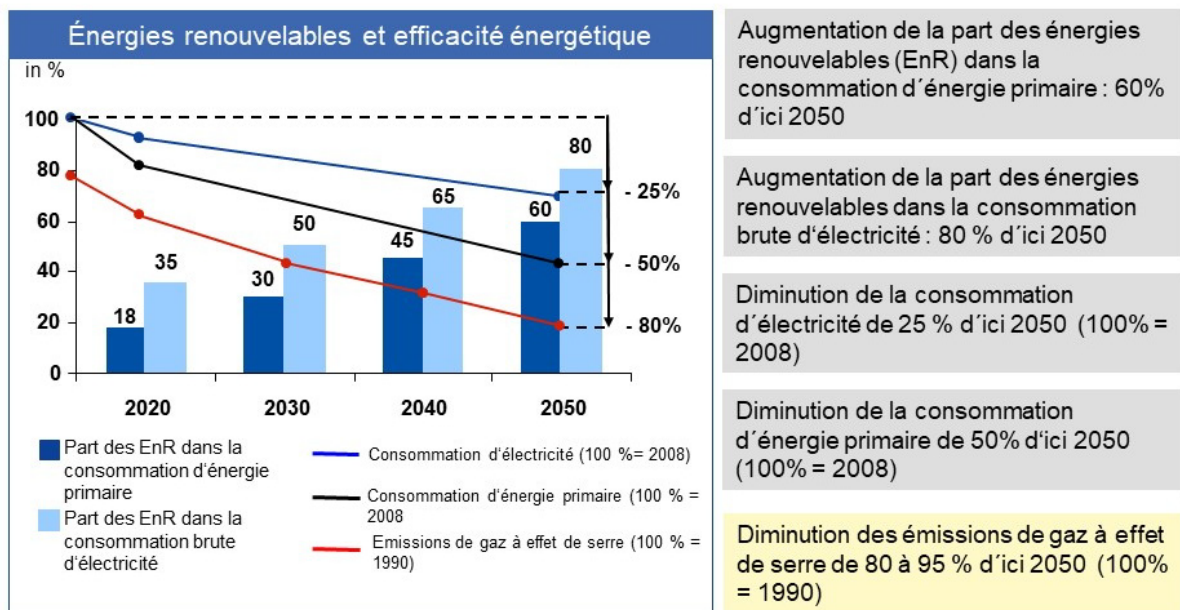
<https://allemagne-energies.com/2023/09/11/le-barometre-de-mckinsey-de-septembre-2023-seuls-6-sur-15-criteres-de-la-transition-energetique-allemande-empruntent-la-bonne-trajectoire/>

<https://www.dw.com/en/gemrany-green-infrastructure/a-66488738>

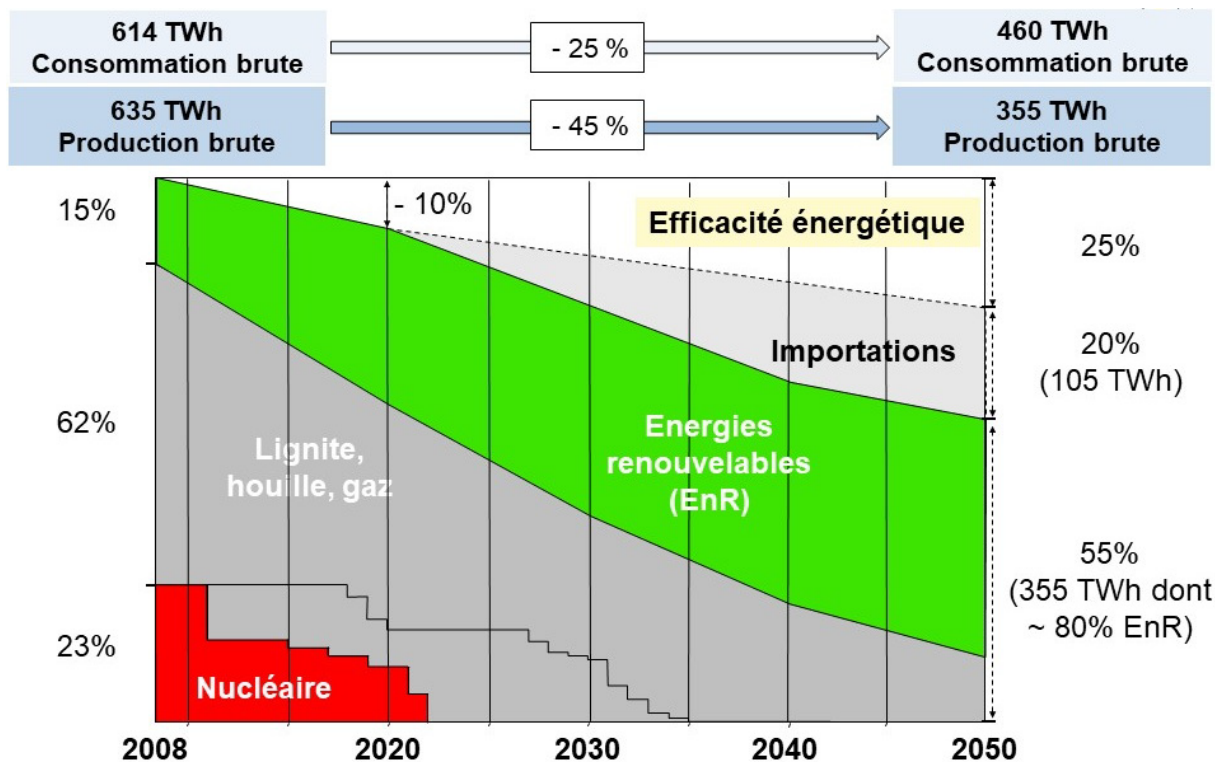
<https://allemagne-energies.com/2023/10/26/premiere-centrale-prete-pour-lhydrogene-inauguree-a-leipzig-saxe/>

## Le concept énergétique

La transition énergétique allemande repose sur une feuille de route à l'horizon 2050, appelée *concept énergétique* « *Energiekonzept* », publiée en 2010. Ce concept définit les grandes orientations de la transition énergétique et fixe des objectifs quantitatifs pour tous les secteurs afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre.



Objectifs quantitatifs du concept énergétique de 2010



Concept énergétique du secteur électrique de 2011 et modification de 2011 (avancement de la sortie du nucléaire)

## I. Les grandes étapes de la transition énergétique

### ➤ Abandon de la production d'électricité à partir du nucléaire

En 2002, la coalition gouvernementale SPD-Verts décide d'interdire la construction de nouvelles centrales nucléaires commerciales et limite la durée de fonctionnement des centrales nucléaires existantes à 32 ans.

En 2010 le gouvernement d'Angela Merkel prolonge de 12 ans en moyenne la durée d'exploitation des centrales au titre de technologie de transition.

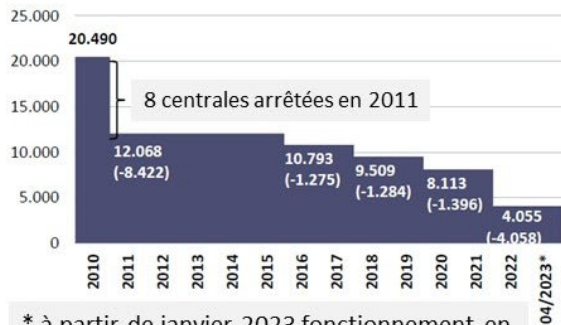
Quelques mois plus tard, suite à l'accident de Fukushima, le gouvernement fait marche arrière et accélère la sortie du nucléaire : sur 17 centrales, 8 sont arrêtées définitivement en 2011, l'arrêt des 9 centrales restantes s'échelonnant jusqu'à fin 2022, date d'arrêt des trois dernières centrales, d'une puissance d'environ 4 GW.

En décembre 2022, face à la crise énergétique liée à la guerre en Ukraine, les trois dernières centrales nucléaires en service sont prolongées jusqu'au 15 avril 2023.

**L'arrêt de toutes les centrales est effectif depuis cette date.**

En sortant du nucléaire, l'Allemagne se prive d'une énergie décarbonée et non intermittente.

### Evolution de la puissance nette installée en MW jusqu'au 15 avril 2023



\* à partir de janvier 2023 fonctionnement en régime de prolongation de cycle jusqu'à l'épuisement du combustible



Calendrier d'arrêt définitif des centrales nucléaires selon l'avenant à la Loi Atomique de 2022

### ➤ Le pari de la neutralité carbone en 2045

Le *concept énergétique* de 2010 prévoyait pour 2050 une réduction de 80% à 95% des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990.

En 2019, la *Loi Fédérale sur la Protection du Climat* vise la neutralité carbone à l'horizon de 2050.

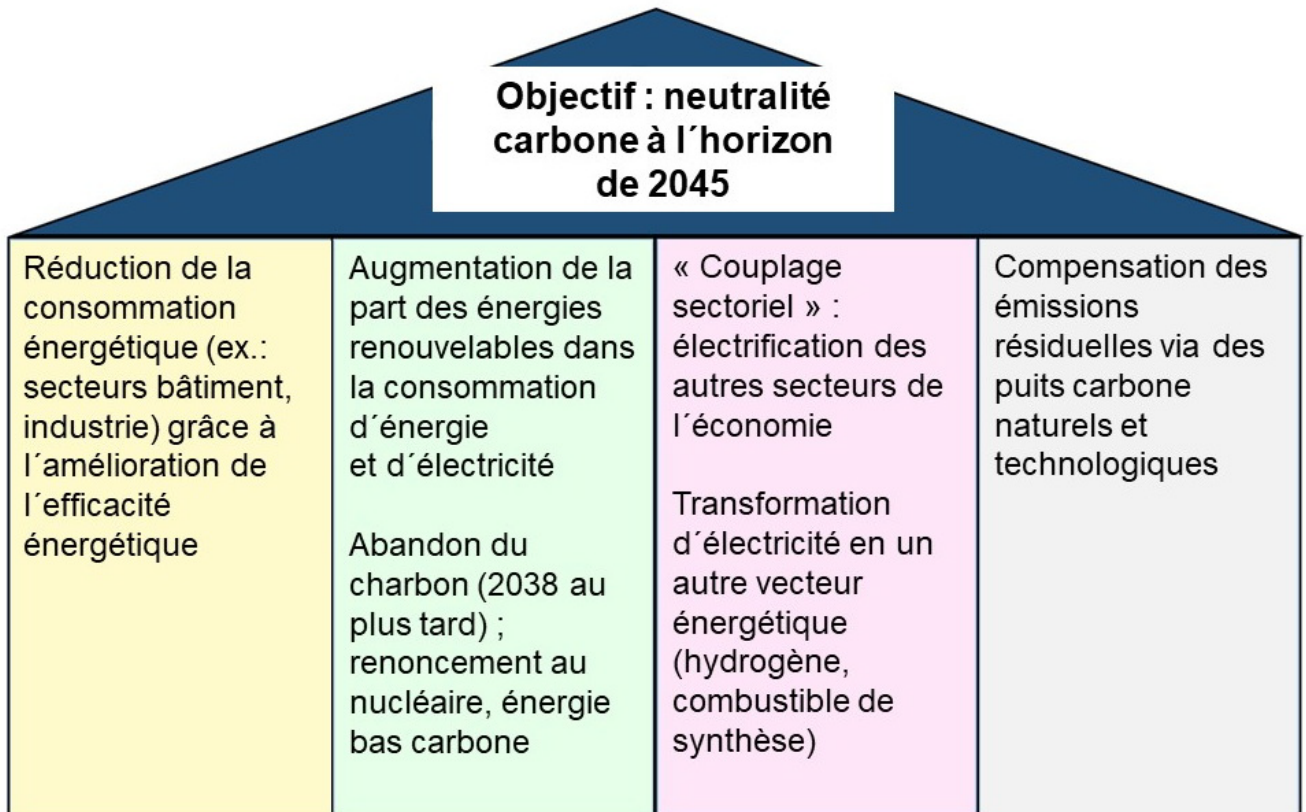
En 2021, afin d'atteindre les objectifs de l'*Accord de Paris sur le climat*, un avenant avance à 2045 l'objectif de neutralité carbone.

Dans les termes de l'*Accord de Paris*, la neutralité carbone signifie zéro émissions nettes. Pour atteindre la neutralité carbone il faut agir sur la réduction des émissions et compenser les émissions résiduelles par des puits de carbone (cette captation du carbone engendre ce que l'on désigne par « émissions négatives »).

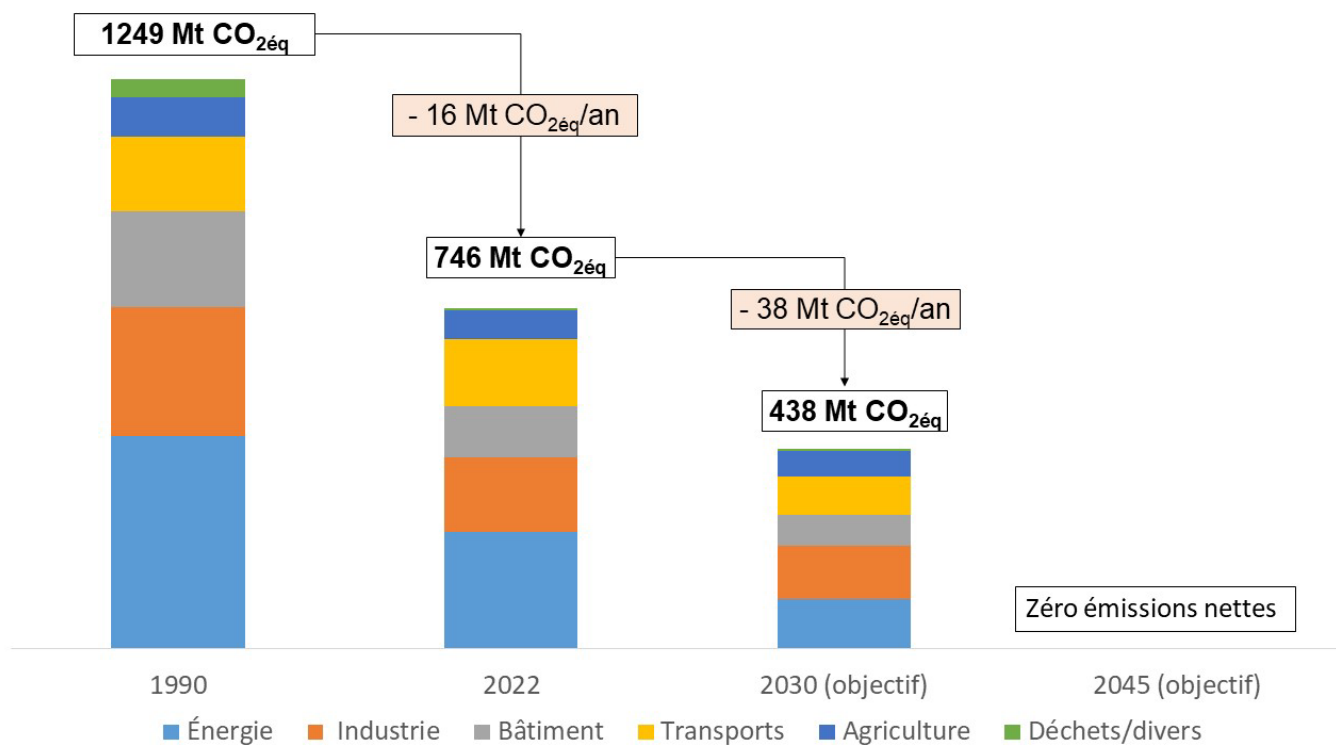
- **Loi sur la neutralité carbone de 2021**

L'atteinte de la neutralité carbone repose sur 4 piliers :

- **Réduire la consommation énergétique** grâce à l'efficacité énergétique et à des efforts de sobriété ;
- **Privilégier les énergies renouvelables** dans la consommation d'énergie et notamment dans la consommation d'électricité, **abandon du nucléaire et du charbon** ;
- **Electrification des autres secteurs de l'économie**, ce que l'on appelle aussi « couplage sectoriel » et remplacement des combustibles fossiles par l'hydrogène et des combustibles « synthétiques » lorsque l'électricité ne peut pas être utilisée directement ;
- **Déploiement des puits de carbone** pour compenser les émissions résiduelles.



Les 4 piliers de la neutralité carbone



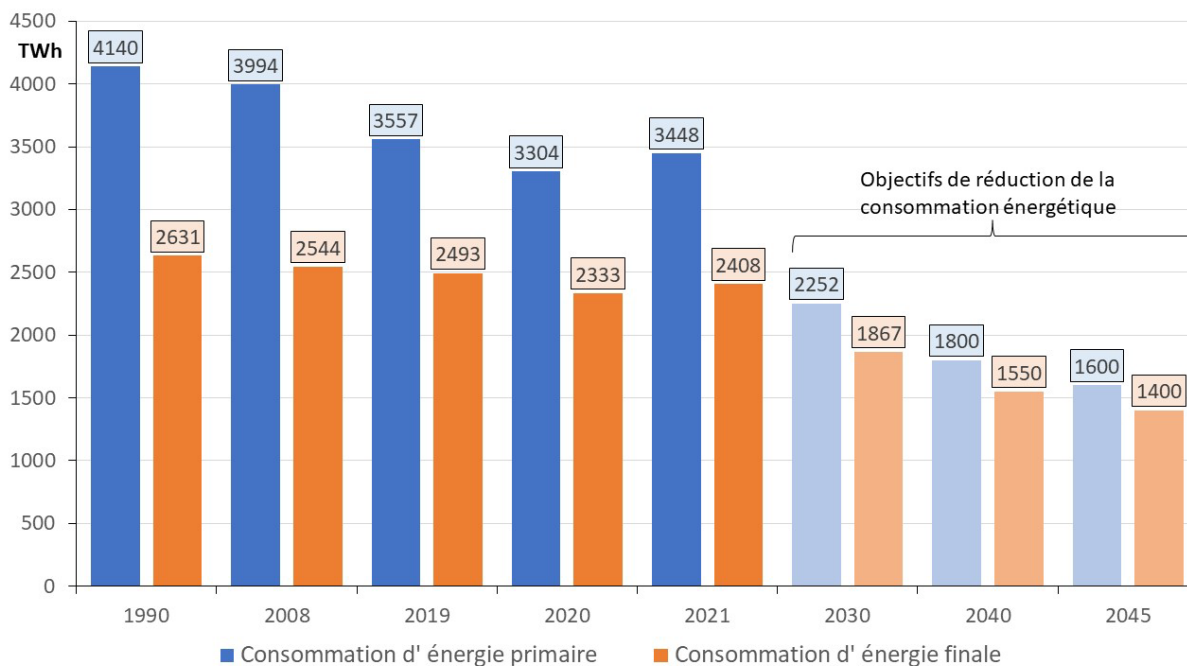
Réduction d'émissions de gaz à effet de serre de 1990 à 2045

2023 : 673Mt)

- **Réduction de la consommation énergétique (1° pilier)**

La réduction de la consommation énergétique constitue un axe prioritaire de la transition énergétique pour atteindre la neutralité carbone. Elle peut être obtenue par une combinaison de l'augmentation de l'efficacité énergétique et des efforts de sobriété.

*La Loi sur l'efficacité énergétique de 2023* fixe des objectifs très ambitieux de réduction de la consommation d'énergie primaire et d'énergie finale pour les années 2030 et 2045.



Evolution de la consommation d'énergie primaire et d'énergie finale 1990 – 2045

- **Déploiement des énergies renouvelables (2° pilier)**

L'Allemagne vise actuellement une part de **30% d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale à l'horizon de 2030.**

Cet objectif est susceptible d'être révisé, car l'Union Européenne est parvenue à un accord définitif sur 42,5% de renouvelables dans la consommation d'énergie finale d'ici 2030.

**La biomasse fournit plus de la moitié de l'énergie d'origine renouvelable**, en raison de ses multiples utilisations dans tous les secteurs (sous forme de combustibles solides pour le chauffage, de biocarburants pour les transports ou de biogaz pour la production d'électricité).

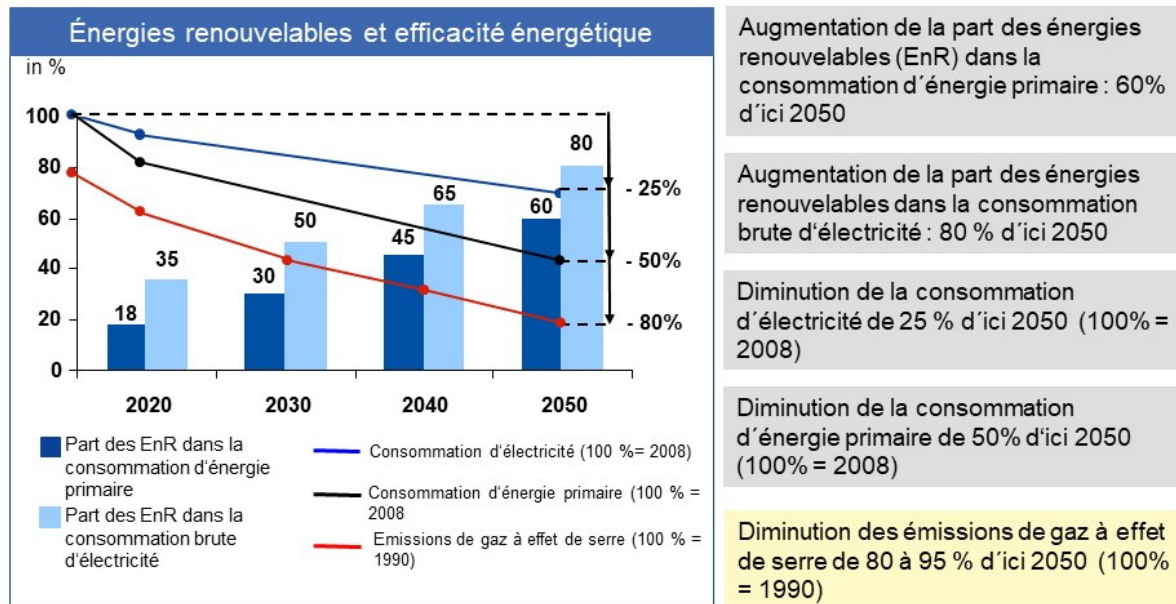
**L'utilisation des énergies renouvelables se réalise principalement dans le secteur électrique.**

Part des énergies renouvelables à la consommation finale d'ici 2030		
Électricité	Chaleur	Transports
80%	50%	32%

Part des énergies renouvelables dans la consommation finale des secteurs de l'électricité, de la chaleur et des transports, objectifs à l'horizon de 2030



L'objectif initial du concept énergétique de 2010 d'une réduction de la consommation électrique de 25% d'ici 2050 par rapport à 2008 s'est avérée comme une erreur majeure d'appréciation.



En tenant compte de l'électrification accrue dans le domaine de la mobilité (véhicules électriques, transport ferroviaire), l'habitat (pompes à chaleur), la production de batteries, le numérique et la génération d'hydrogène par électrolyse, la **consommation brute est maintenant estimée à 750 TWh en 2030**

**Puisque le gouvernement vise une part des énergies renouvelables de 80% dans la consommation brute d'électricité d'ici 2030 (leur part est censée atteindre presque 100% dès 2035), environ 600 TWh (80%) devraient donc provenir des énergies renouvelables.**

La priorité est donnée au développement des énergies intermittentes, éolien et photovoltaïque

- **Abandon de la production d'électricité à partir du charbon**

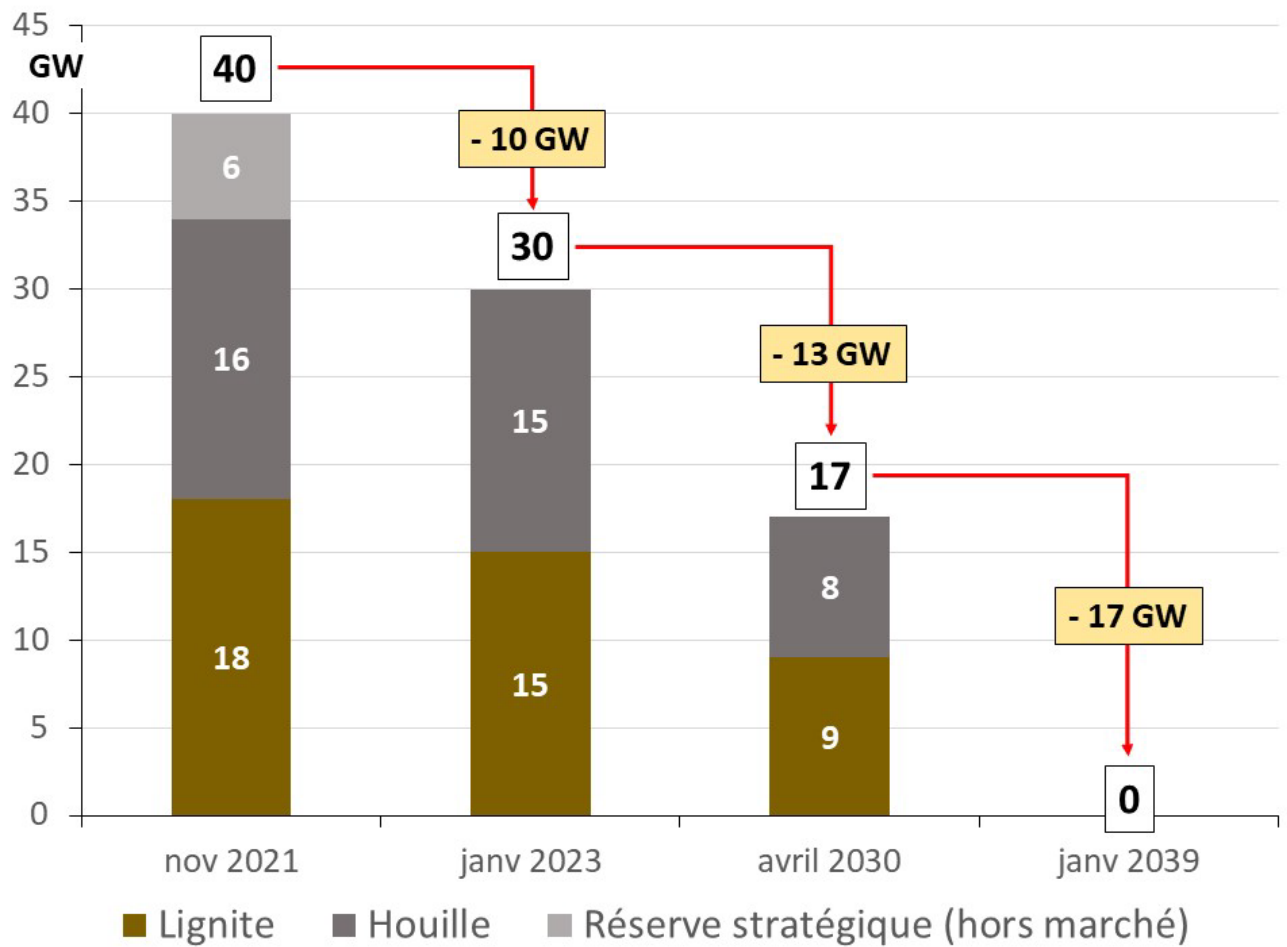
**Près d'un tiers des émissions allemandes relèvent du secteur énergétique.**

*La Loi de sortie de la production d'électricité à partir du charbon fixe celle-ci au plus tard à 2038.*

La nouvelle coalition au pouvoir souhaite avancer la date de sortie définitive à 2030, « dans l'idéal ».



Les exploitants seront indemnisés pour l'arrêt de leurs centrales.



Calendrier de sortie des centrales à houille et à lignite selon la *Loi de Sortie du Charbon*

- **Puits de carbone (4<sup>e</sup> pilier)**

Pour atteindre les zéro émissions nettes d'ici 2045, il faut viser une réduction d'au moins 97% par rapport à 1990. Les émissions négatives des puits de carbone naturels devraient compenser les 3% restants, soit environ 40 Mt CO<sub>2</sub>éq/an.

	2030	2035	2040
Émissions négatives en Mt CO <sub>2</sub> éq	- 25	- 35	- 40

Emissions négatives du secteur UTCATF (secteur des terres et forêts) (*Loi sur la protection du climat*)

Les solutions sont fondées sur la nature (puits de carbone biologiques dans les sols et la biomasse, ou géochimiques) et sur les solutions technologiques

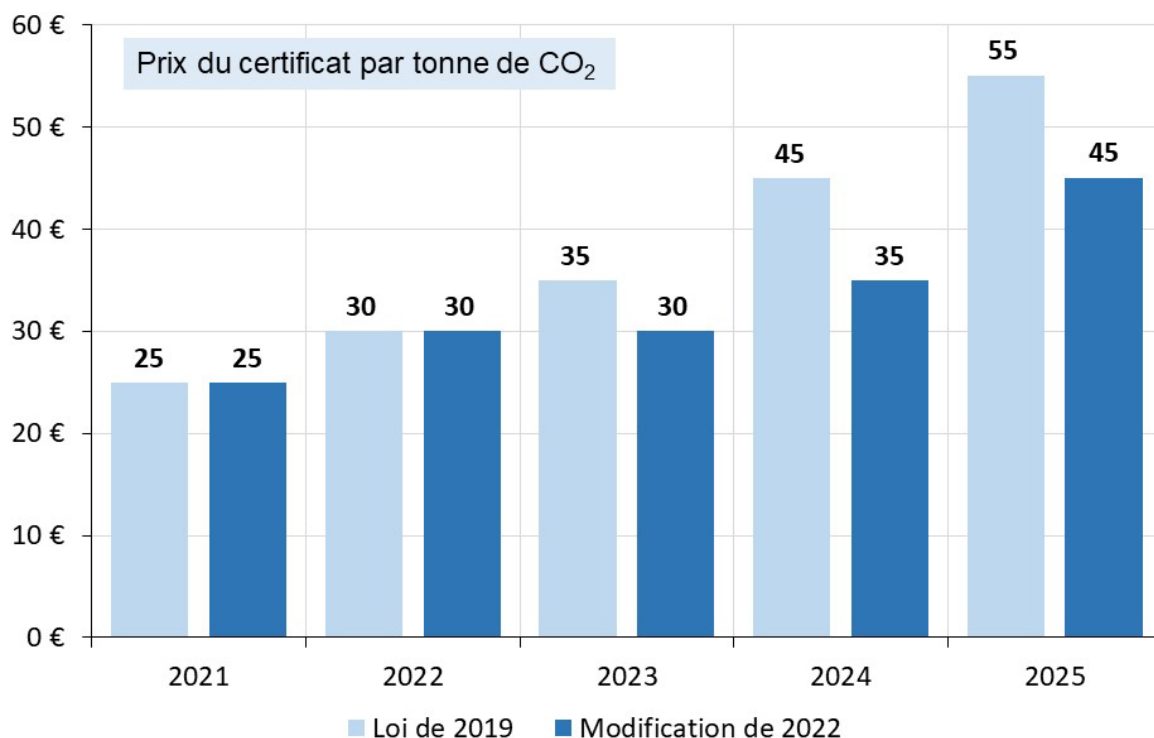
- **Système national de tarification du CO<sub>2</sub>**

La réduction des émissions de CO<sub>2</sub> est encouragée par le *Système Européen d'Échange de Quotas d'Émissions (SEQE-UE)*.

En 2019, le gouvernement fédéral a adopté un système national de tarification complémentaire au système européen pour les secteurs de la chaleur et des transports (*Loi sur l'Échange de Quotas de Carburant*).

La taxe carbone a été intégrée au prix final de l'essence, du gazole, du fioul et du gaz naturel. A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2023, la taxe s'applique également aux émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion du charbon et à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2024 aux émissions issues de l'incinération des déchets.

La taxe doit augmenter régulièrement pour donner un signal prix, incitant à réduire l'usage des énergies fossiles et à stimuler le développement des énergies renouvelables et des technologies respectueuses de l'environnement



En 2026, le prix du certificat sera mis aux enchères dans une fourchette de 55 à 65 Euros par tonne de CO<sub>2</sub>

Taxe carbone sur les émissions des produits combustibles non couverts par le *Système Européen d'Échange de Quotas d'Émissions*.

Les recettes de la taxe carbone sont entièrement affectées au *Fond National pour l'Énergie et le Climat*. Celui-ci sera doté de 57Mds. € en 2024.

## ➤ **Electrification des autres secteurs de l'énergie**

Cependant **l'électricité ne représente qu'environ un cinquième de la consommation énergétique**. Donc, même si l'électricité était produite à 100% à partir de sources renouvelables, la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie resterait modeste. Il est donc évident que **l'objectif de neutralité carbone d'ici 2045 ne pourra pas être atteint uniquement grâce au développement des énergies renouvelables dans le secteur électrique**.

Pour relever le défi de la neutralité carbone il faut remplacer le plus possible les énergies fossiles par l'électricité, ce que l'on appelle aussi le « couplage sectoriel », à condition que l'électricité soit fournie par une source d'énergie décarbonée.

En complément de l'électrification de l'économie, il faut mettre en œuvre la transformation de l'électricité en un autre vecteur énergétique, comme l'hydrogène « vert », actuellement le moyen de stockage inter saisonnier des énergies renouvelables intermittentes le plus prometteur, ou un combustible synthétique.

- **Economie de la filière hydrogène**

L'hydrogène « vert », c'est-à-dire l'hydrogène produit par électrolyse à partir d'énergies renouvelables est considéré comme un élément central du système énergétique décarboné par la Commission Européenne.

En effet, pour atteindre les objectifs climatiques, le recours à l'hydrogène « vert » ou au moins à un hydrogène à faible teneur en carbone, est incontournable en particulier là où il n'existe actuellement aucune alternative aux combustibles fossiles : le trafic poids lourds, l'aviation, l'industrie (notamment sidérurgie, chimie et ciment)

Le gouvernement allemand a donc fait de l'hydrogène « vert » un pilier du système énergétique neutre d'ici 2045 et met l'accent sur le développement d'une capacité d'électrolyse nationale

Il a adopté en 2020 son premier *Plan de Déploiement National de l'Hydrogène* doté de 9 milliards d'Euros.

Même si des projets pilotes ont été lancés, l'hydrogène « vert » est pour l'instant quasiment absent du marché allemand.

La majeure partie de l'hydrogène, dit « gris », est actuellement produite à partir de sources fossiles (gaz naturel, charbon, pétrole).

Pour l'année 2030, la demande totale est estimée à 95 – 130 TWh. En plus de la demande déjà existante d'hydrogène « gris » d'environ 55 TWh, le besoin en hydrogène « vert » (ou au moins en hydrogène à faible teneur en carbone) sera donc de 40 à 75 TWh.

La nouvelle coalition gouvernementale prévoit de mettre en place au moins 10 GW d'électrolyseurs d'ici 2030, correspondant à une production d'hydrogène vert de 28 TWh (environ 800 000 tonnes).

La capacité nationale de production ne suffira pas à satisfaire la demande du pays à l'horizon de 2030. Environ 50% à 70 % (45 à 90 TWh) des besoins seront importés.

Mais l'infrastructure d'approvisionnement est toujours en cours de planification, Les électrolyseurs sont encore chers, leur rendement global est médiocre et leur durée de vie n'est pas encore économiquement viable. L'hydrogène « vert » serait à l'horizon de 2030 encore au moins deux fois plus cher que l'hydrogène « gris ».

- **Secteur du chaud et du froid**

**Les besoins de chaleur et de froid représentent 58% de la consommation d'énergie finale en 2020.** Répondre à ces besoins grâce aux énergies renouvelables constitue un enjeu essentiel pour la réussite de la transition énergétique.

**En 2021, la part des énergies renouvelables dans le secteur de la chaleur était de 16,2 %,** dont environ 86 % étaient fournis par la biomasse.

**Le gouvernement vise l'objectif de 50% de la chaleur produite de manière climatiquement neutre d'ici 2030.** D'où un écart de 33 points.

Pour atteindre cet objectif, il faut entre autres que les conditions-cadres soient réunies:

- Augmentation du taux de rénovation énergétique des bâtiments
- Développement des réseaux de chaleur et décarbonation du chauffage urbain
- Utilisation efficace de la biomasse
- Accroissement du parc de pompes à chaleur
- Formation d'artisans spécialisés

- **Secteur des transports**

**Le secteur des transports est la troisième source d'émissions de gaz à effet de serre, avec une part d'environ 20 % des émissions totales.** La plus grande partie des émissions est imputable au trafic routier (97%).

L'objectif est de 15 millions de véhicules 100% électriques à l'horizon de 2030.

## ➤ Réseaux d'énergie

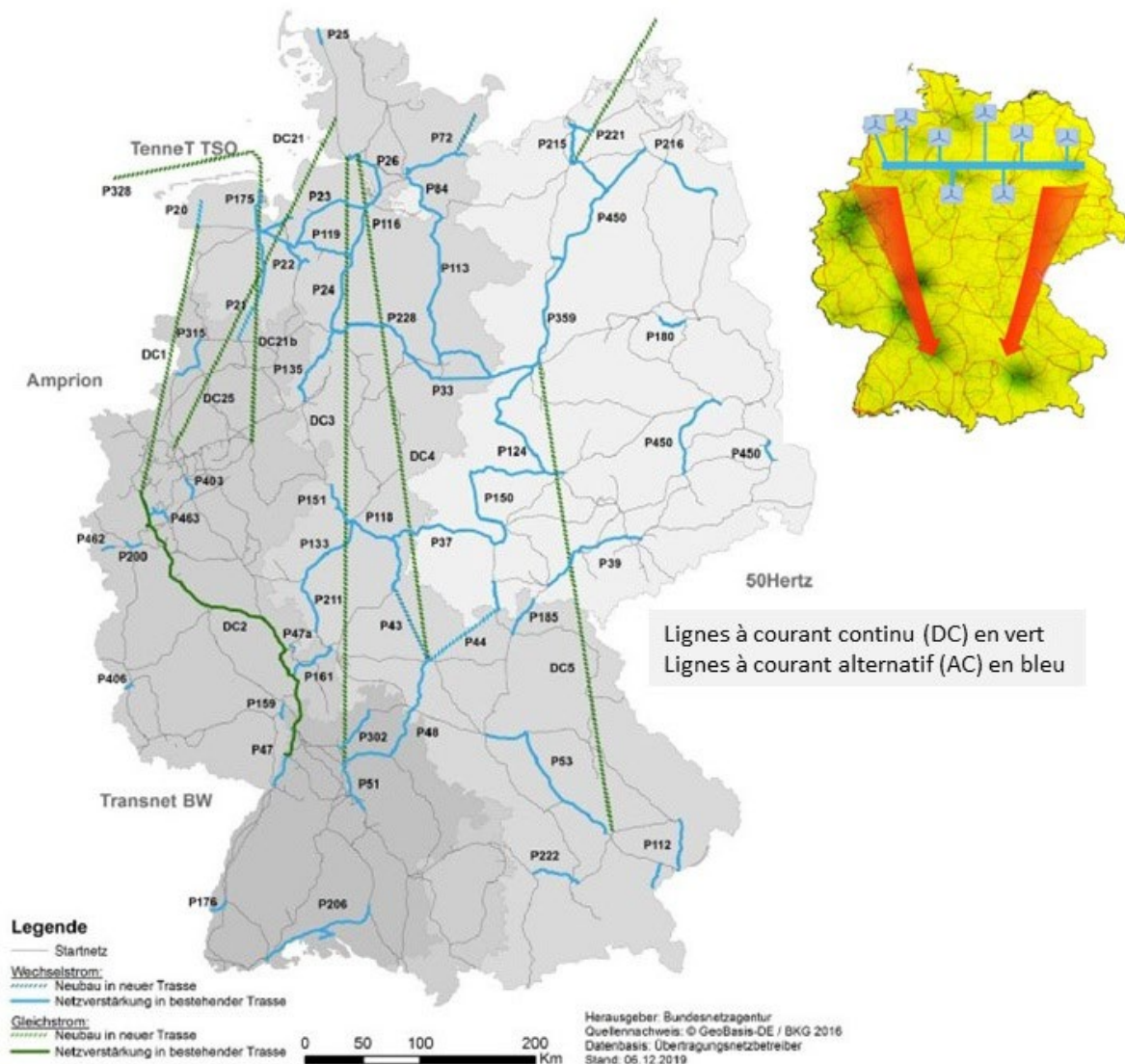
L'émergence de nouveaux usages de l'électricité et le développement des énergies de sources renouvelables nécessitent de développer et d'adapter les réseaux de transport et de distribution d'énergie.

De plus, le recours à l'hydrogène nécessite la conversion des infrastructures gazières actuelles et le développement de réseaux d'hydrogène.

### • Réseaux de transport

On observe une aggravation du déséquilibre dans la production d'électricité en Allemagne : alors que la production dans le nord et l'est du pays équivaut pratiquement au double de la demande, il y a un déficit dans le sud et l'ouest où entre un quart et la moitié de la consommation annuelle d'électricité doit être assurée depuis d'autres régions. L'électricité éolienne produite dans le nord doit être amenée à des centres de consommation dans le sud et l'ouest de l'Allemagne, d'où la nécessité de développer les réseaux de transport suprarégionaux et de distribution locaux.

Les besoins (nouvelles lignes et renforcement des lignes existantes) sont estimés à 14 000 km à l'horizon 2035 dont 5600 km en courant continu.



Programmation fédérale selon le *plan de développement des réseaux 2019-2030*

Depuis l'entrée en vigueur en 2013 de la *loi sur le développement du réseau de transport*, moins d'un cinquième des projets ont été réalisés. Pour atteindre l'objectif de 2035 il faudrait tripler l'effort.

Outre les contraintes administratives, l'installation de nouvelles lignes à haute tension se heurte aux refus des riverains et aux associations de protection de la nature.

A cela s'ajoute le développement du réseau offshore pour la connexion des éoliennes en mer : les besoins sont estimés à 6 600 km pour une puissance de 30 GW, 40 GW en 2035, plus 8 500 km d'ici 2045 pour atteindre 70 GW.



- **Réseaux de distribution**

Non seulement le réseau de transport, mais aussi les réseaux de distribution doivent être adaptés à la transition énergétique.

Ceux-ci servaient naguère principalement à « distribuer » l'électricité aux consommateurs finaux.

Leur rôle a changé du fait du développement des énergies renouvelables.

La mise en place de millions de petites unités de production décentralisées, notamment à base d'énergies renouvelables intermittentes, injectant majoritairement dans le réseau de distribution, entraîne un changement radical dans le fonctionnement du système électrique.

**Les lignes doivent à présent transporter l'électricité dans les deux sens** : elles doivent équilibrer l'injection irrégulière d'électricité issue de l'éolien et du photovoltaïque et les fluctuations de la consommation d'électricité.

Entre 2013 et 2021, les *gestionnaires de réseau de distribution* ont ajouté 14.900 km/an en moyenne, ce qui permet d'atteindre les objectifs définis dans l'étude de l'*Agence allemande de l'énergie (Dena)*.

Cependant ils connaissent également des retards dans l'extension du réseau, notamment en raison de l'opposition des riverains et de la lenteur de traitement des demandes d'autorisation.

- **Intervention pour la stabilisation du réseau**

Le manque de moyens pilotables au sud de l'Allemagne, du fait de la fermeture mi-avril 2023 des deux dernières centrales nucléaires situées en Allemagne du sud et le retard de mise en service des tracés nord – sud en courant continu, conduisent à l'accroissement des flux d'électricité sur le réseau actuel et augmentent le risque de déséquilibre du réseau.

Les gestionnaires de réseau de transport sont obligés de recourir régulièrement à un management accru du réseau.

Depuis 2017 les coûts relatifs à la stabilisation du réseau dépassent régulièrement le milliard d'euros par an avec une tendance à la hausse.

S'y ajoute l'indemnisation des producteurs des énergies renouvelables : ce courant « vert » est prioritaire sur le réseau ; si celui-ci sature et n'est pas en capacité d'accueillir cette production d'électricité, la loi allemande prévoit d'indemniser financièrement les producteurs de renouvelables. Ces coûts sont supportés par le consommateur par le biais du tarif d'utilisation du réseau.

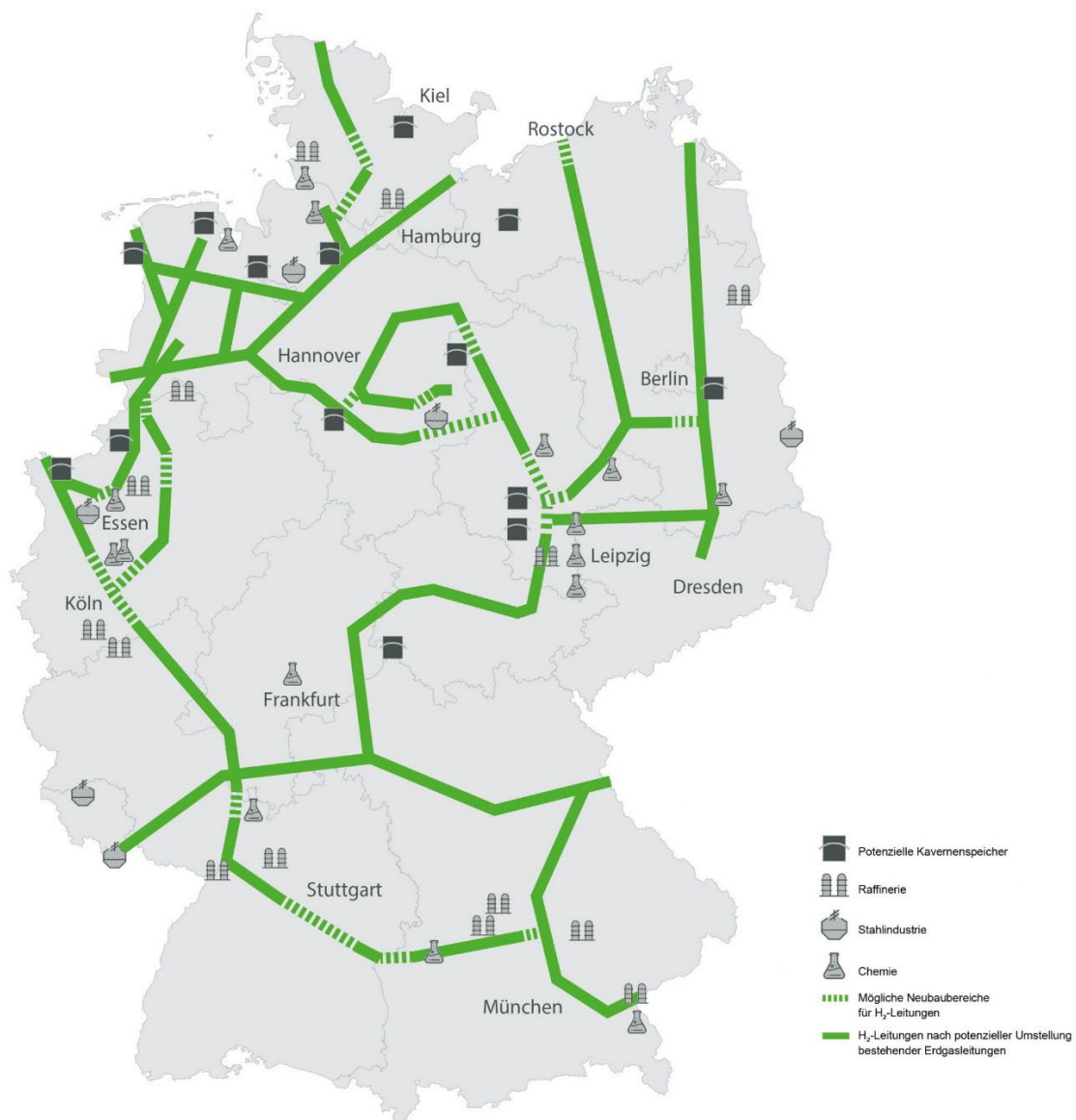
Pour débloquer la situation en attendant la mise en service de nouvelles lignes du réseau de transport, l'*Agence Fédérale des Réseaux* a décidé la construction de turbines à combustion (4 sites dans le sud du pays d'une puissance totale de 1200 MW).

- **Développement d'une infrastructure d'hydrogène**

Une économie de l'hydrogène avec une production nationale importante, un taux d'importation élevé et un approvisionnement fiable pour l'industrie et les autres secteurs, nécessite le développement d'une infrastructure de transport et de stockage.

Il est prévu d'utiliser une grande partie du réseau gazier existant. Toutefois, la reconversion de pipelines de gaz naturel existants nécessite des mesures techniques d'adaptation.

Le gouvernement prévoit de mettre en place d'ici 2027/2028 un réseau de démarrage de l'hydrogène avec des pipelines reconvertis et nouvellement construits.



Prévision d'un réseau d'hydrogène à l'horizon de 2030

Outre le réseau national, plusieurs connexions internationales sont prévues :

- Connection au pipeline européen d'hydrogène baptisé « H2Med » qui acheminera chaque année, via le Portugal, l'Espagne et la France quelque deux millions de tonnes d'hydrogène, soit 10% des besoins estimés en hydrogène de l'UE
- Construction de pipelines d'hydrogène entre la Norvège et l'Allemagne et entre le Danemark et l'Allemagne.

## II. Sécurité d'approvisionnement

L'Allemagne fait actuellement partie du groupe de tête en matière de sécurité d'approvisionnement car elle a conservé un grand parc de production conventionnelle, capable à lui seul d'assurer la totalité de la demande en toutes circonstances, notamment lorsque les renouvelables ne sont pas disponibles. De ce fait le déploiement massif des énergies renouvelables intermittentes n'a jusqu'à présent pas eu d'influence négative sur le système électrique.

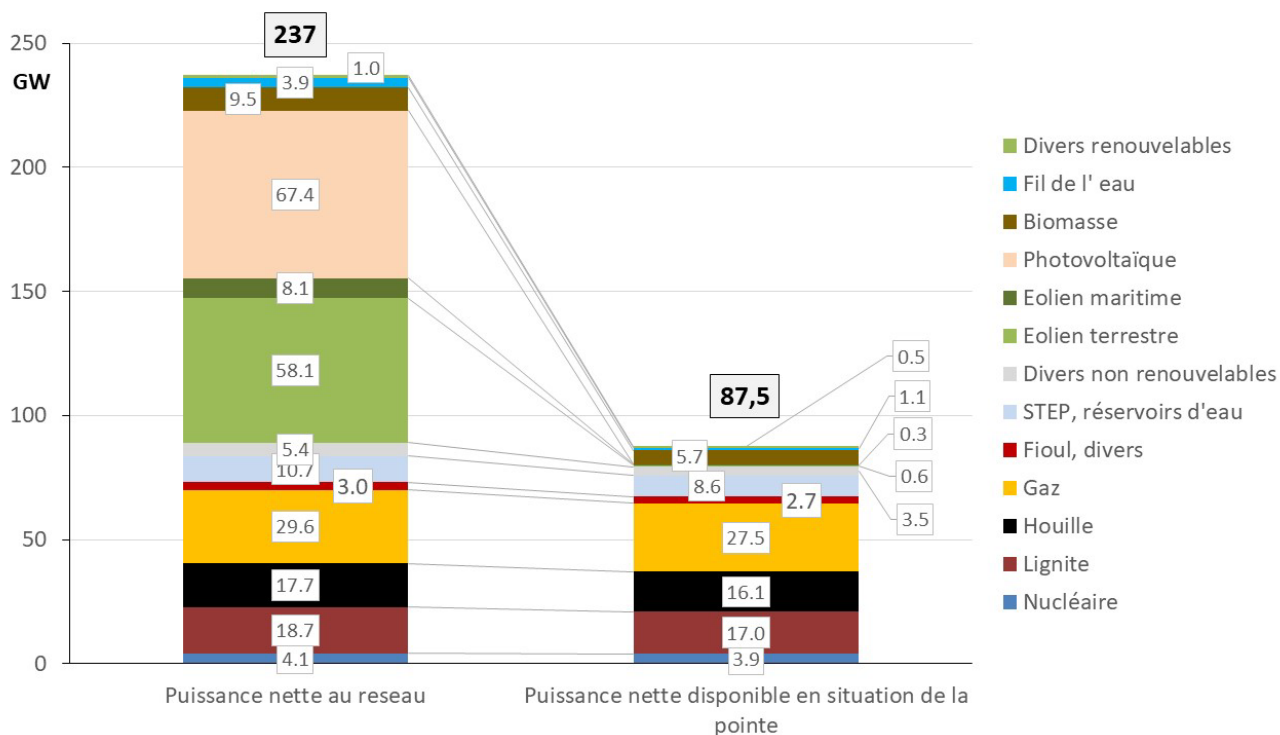
Filières	Disponibilité lors de la pointe de consommation
Nucléaire	95%
Houille, lignite	91%
Gaz, fioul	93%
STEP, réservoirs d'eau	80%
Divers non renouvelables	65%
Éolien terrestre	1%
Éolien maritime	4%
Photovoltaïque	0%
Biomasse	60%
Fil de l'eau	28%
Divers renouvelables	50%

Disponibilité des différentes filières lors de la pointe annuelle de consommation

L'Allemagne disposait fin 2022 d'un parc de production d'environ 237 GW nets actifs sur le marché électrique dont environ 40% sont des centrales conventionnelles y compris les systèmes de stockage (STEP, réservoirs d'eau).

La puissance nette réellement disponible lors de la pointe de consommation s'élève à environ 87,5 GW pour les filières actives sur le marché électrique.

La pointe annuelle de consommation se situe entre 80 et 83 GW.



Puissance nette active sur le marché électrique en 2022 et puissance nette disponible lors de la pointe annuelle

Cependant, la capacité disponible permettant de pallier les pointes de consommation diminuera de manière importante à l'avenir.

En effet, du fait de l'abandon du nucléaire, et progressivement de la houille et de la lignite, l'Agence Fédérale des Réseaux table actuellement à l'horizon de 2025 sur la mise hors service d'environ 15,3 GW et l'ajout d'environ 3,3 GW (dont 3 GW de centrales à gaz).

	2022	2023	2024	2025	2022-2025
Ajout attendu [MW]	1.831	1.041	232	182	3.286
Mise hors service attendue [MW]	120	4.056	8.688	2.452	15.316

Ajout et mise hors service des capacités de production entre 2022 et 2025 (manquent les points)

**L'Allemagne perdrait donc une capacité nette d'environ 12 GW d'ici 2025**

**L'abandon du charbon à l'horizon de 2030, comme souhaité par la coalition gouvernementale, entraînerait une diminution spectaculaire des moyens pilotables pouvant atteindre 40 GW au total par rapport à 2022.**

En outre, il faut s'attendre à ce que la pointe annuelle de consommation augmente significativement à l'horizon de 2030 suite à l'émergence de nouveaux usages (véhicules

électriques, pompes à chaleur, production d'hydrogène par électrolyse, électrification dans l'industrie). Selon McKinsey **la pointe annuelle de consommation atteindra 96 GW en 2025 et jusqu'à 120 GW en 2030.**

Il existe en principe des leviers potentiels pour que le lissage offre-demande du système électrique soit assuré en 2030/31. Toutefois, les experts mettent en doute le fait que les conditions soient remplies en temps voulu et dans leur intégralité.

La pointe annuelle se produisant généralement en hiver, le soir après le coucher du soleil, la contribution des énergies renouvelables est considérée comme insignifiante.

Les dispositifs de stockage ne sont pas non plus à eux seuls en mesure de compenser un épisode prolongé de production éolienne et photovoltaïque très faible.

Pour garantir le lissage offre-demande lors de la pointe annuelle, il faut donc maintenir une capacité suffisante de moyens pilotables au réseau.

La capacité des centrales à gaz existantes est insuffisante pour se substituer au nucléaire et au charbon et pallier l'intermittence des énergies renouvelables.

Selon l'Agence Fédérale des Réseaux, il faudrait ajouter 17 à 21 GW de centrales à gaz « prêtes pour l'hydrogène » d'ici 2031 (en plus des centrales à gaz et turbines à combustion existantes).

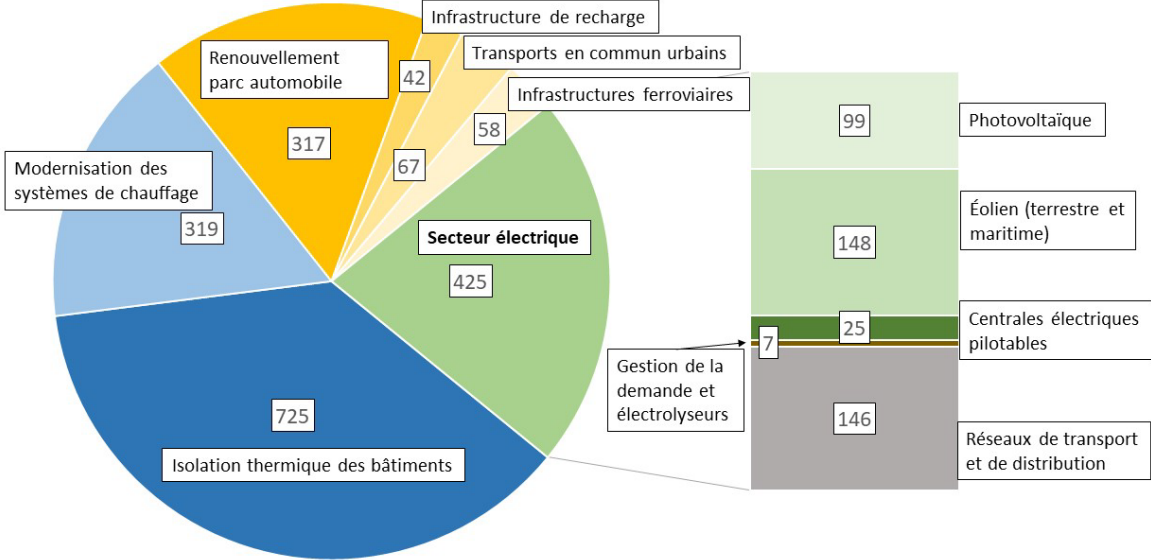
Le fournisseur communal d'électricité « *Leipziger Stadtwerke* » a procédé le 23 octobre 2023 à la mise en service officielle d'une centrale à cogénération par cycle combiné pouvant produire électricité et chaleur, tant au gaz naturel qu'à l'hydrogène.

Toutefois, les hypothèses de construction d'ici 2030 d'un nombre suffisant de nouvelles centrales à gaz, compatibles hydrogène, sont considérées comme irréalistes par le cabinet McKinsey. Pour ce dernier, **des centrales à charbon continueront à fonctionner au-delà de 2030 (soit une capacité d'au moins 14 GW) pour éviter un important déficit d'approvisionnement.**



### III. Coûts de la transition énergétique à l’horizon de 2030

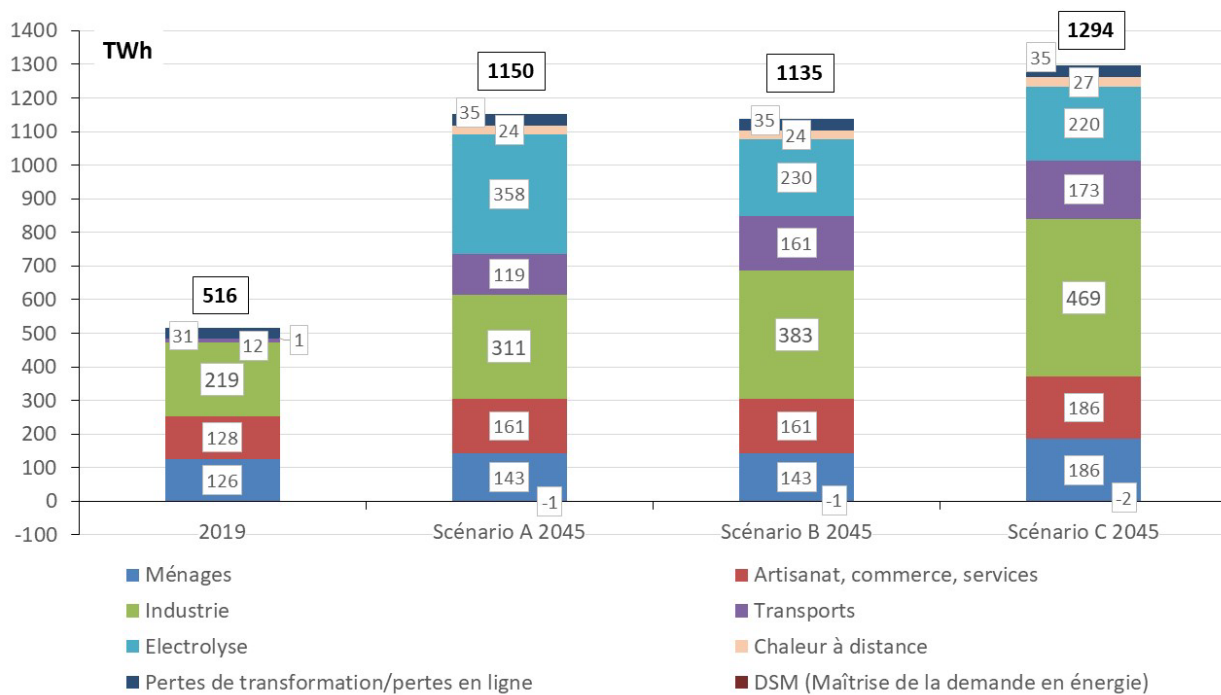
Coûts d’investissement en milliards d’Euros 2023 à 2030 : 1.900 Mds€



Pour 2024 le *Fond National pour l’Énergie et le Climat* sera doté de 57Mds. € .

### IV. Scénarios à l’horizon de 2045

Tous les scénarios prévoient une forte hausse de la consommation d’électricité suite à son utilisation accrue dans les autres secteurs économiques (la consommation nette sera doublée à l’horizon de 2045 et pourrait atteindre 1300 TWh) et à la montée en puissance de la production d’hydrogène par électrolyse.



### Hypothèses de consommation nette d'électricité pour les scénarios à l'horizon de 2045

Objectifs 2030		
- 65% des émissions de gaz à effet de serre vs. 1990	80% : part des énergies renouvelables à la consommation brute d'électricité (~750 TWh)	215 GW Photovoltaïque 30 GW Éolien en mer 115 GW Éolien terrestre
	Abandon de la production d'électricité à partir du charbon (dans l'idéal)	
	30% : part des énergies renouvelables à la consommation d'énergie finale	
	6 millions de pompes à chaleur	
	15 millions de véhicules électriques	
	10 GW électrolyseurs	
Par rapport à 2008, réduction de la consommation d'énergie finale d'au moins 26,5% et de la consommation d'énergie primaire d'au moins 39,3%		
Objectifs 2035		
Système électrique presque neutre en carbone		309 GW Photovoltaïque 40 GW Éolien en mer 157 GW Éolien terrestre
Objectifs 2045		
Neutralité carbone (zéro émissions nettes)		
Réduction de la consommation d'énergie finale d'au moins 45%, de la consommation d'énergie primaire de l'ordre de 57% par rapport à 2008		

## V. Suivi de la transition énergétique

Pour mesurer et rendre visibles les progrès de la transition énergétique plusieurs organismes publient régulièrement des rapport monitoring.

Le Ministère Fédéral de l'Économie et de l'Énergie

L'Agence Fédérale des Réseaux

Le cabinet international McKinsey

Le bureau d'études PROGNOSE pour le compte de l'Union Economique Bavaroise  
L'Association de l'Industrie de l'Énergie et de l'Eau

La Cour des Comptes allemande

### ➤ Plateforme énergétique franco-allemande

Une plateforme énergétique franco-allemand, décidée par le conseil des ministres franco-allemand de 2014, élabore des projets bilatéraux relatifs à la transition énergétique.

## VI. Bilan

Selon l'étude du cabinet McKinsey :

- Six indicateurs suivent une bonne trajectoire :

### **Part des énergies renouvelables dans la consommation brute d'électricité**

L'objectif d'étape de 45,7% étant dépassé, une part de 80% dans la consommation intérieure brute d'ici 2030 semble réalisable.

### **Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale**

Elle atteint 20,4%.

### **Niveau du prix de l'électricité pour les industries non privilégiées**

Il s'est amélioré et se situe à 1,4% en dessous de la moyenne européenne

**Coupures de courant non prévues** (durée moyenne en minutes d'interruption de l'approvisionnement d'électricité d'un consommateur final pendant une période considérée)

**Capacités d'importation disponibles**

## **Nombre d'emplois dans le secteur des énergies renouvelables (344 100)**

- **Pour quatre indicateurs, la réalisation semble incertaine à l'horizon de 2030 :**

### **Prix de l'électricité des ménages**

31% plus élevé que la moyenne européenne.

### **Emissions de gaz à effet de serre**

Les émissions de gaz à effet de serre se situent à 673 Mt CO<sub>2</sub>éq en 2023. Le rythme de réduction n'est pas encore suffisant pour atteindre la cible nationale de 65% de réduction d'ici 2030 (438 Mt CO<sub>2</sub>éq) par rapport à 1990.

La *commission d'experts sur les questions climatiques* mise en place en 2020 pour évaluer l'efficacité des mesures pour la protection du climat estime que, même si toutes les mesures sont mises en œuvre de manière conséquente, les émissions ne baisseront pas assez vite et environ 200 Mt CO<sub>2</sub>éq se seront accumulées en trop d'ici 2030 par rapport à la *Loi sur la Protection du Climat*.

## **Consommation d'énergie primaire**

### **Capacité de réserve de moyens pilotables**

Suite à la fermeture attendue de centrales à charbon il faudrait s'attendre à une dégradation supplémentaire de la marge dès 2024.

- **Cinq indicateurs sont au rouge :**

### **Electromobilité dans le secteur des transports**

En avril 2023, l'Allemagne comptait au total près de 2 millions de véhicules électriques, mais 4,2 millions auraient été nécessaires pour rester dans la bonne trajectoire.

### **Coûts d'équilibrage du réseau de transport**

Les coûts d'équilibrage sur le réseau de transport ont augmenté.

### **Développement du réseau de transport**

Des progrès ont tout de même été réalisés au sujet des procédures d'autorisation, ce qui permet d'espérer une certaine accélération du développement du réseau.

### **Coûts d'énergie des ménages**

## **Chaleur et froid produits à partir d'énergies renouvelables**

- **Le recours à l'hydrogène est incontournable pour atteindre la neutralité carbone**

## CONCLUSION

En matière d'énergie et de climat, l'Allemagne s'est dotée d'un arsenal législatif cohérent, fixant des objectifs quantifiés et évalués.

Le défi du *tournant énergétique* : atteindre la décarbonation complète du pays à l'horizon 2045, est gigantesque et suppose des investissements considérables.

Sans surprise, le point fort réside dans les énergies renouvelables. Mais leur intermittence, dans un contexte d'augmentation de la consommation d'électricité, fragilise la sécurité d'approvisionnement en électricité. Ce qui implique la construction de nouvelles centrales à gaz « hydrogène compatibles ».

Le gouvernement allemand mise sur l'**hydrogène à l'horizon de 2030**. Mais le défi pourra-t-il être relevé, sachant que l'hydrogène « vert » est actuellement absent du marché allemand, que les infrastructures sont inexistantes et la production nationale non rentable ?