

## Nucléaire



### La sortie du nucléaire en Allemagne entraîne-t-elle une hausse des émissions de CO<sub>2</sub> ?

*Soutenue par les gouvernements successifs, la sortie du nucléaire est engagée en Allemagne depuis le début des années 2000, et doit se conclure en 2022, date prévue de l'arrêt de la dernière centrale. La fermeture de ces centrales nucléaires entraîne-t-elle une hausse des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur électrique allemand en favorisant un retour au charbon ?*



Publié le 19 novembre 2015  
Modifié le 10 février 2022

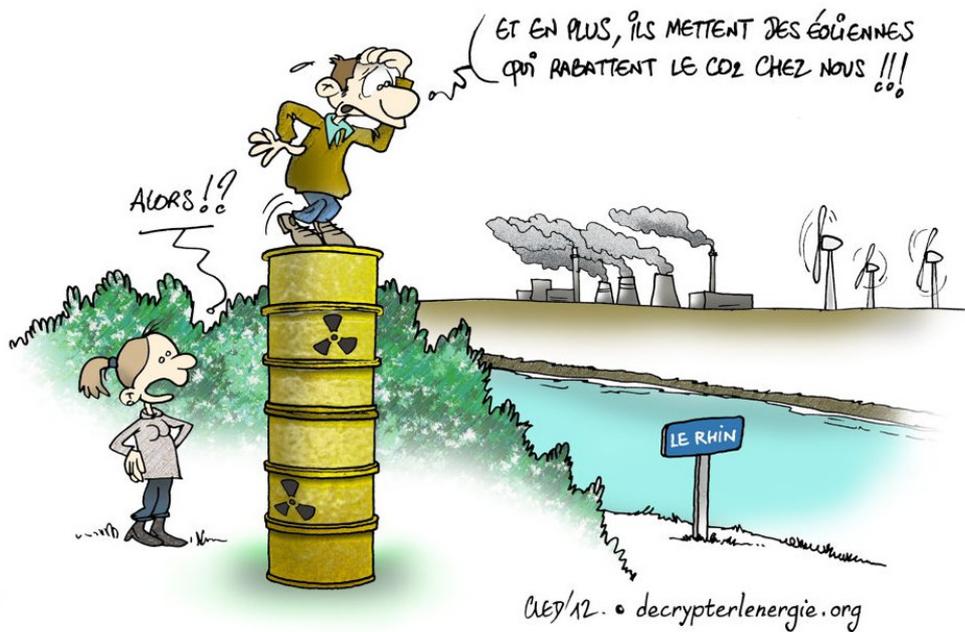
### En quelques mots

**Depuis 35 ans, les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur électrique allemand sont globalement en diminution.** Ces 10 dernières années, elles ont baissé de plus de 20 % alors même que la production nucléaire allemande a chuté de 55 % depuis 2006 et que les exportations d'électricité ont considérablement augmenté.

La hausse de l'utilisation du charbon constatée entre 2009 et 2013 en Allemagne est souvent associée – à tort – à la diminution de la production nucléaire. Ce recours au charbon est en réalité venu compenser une baisse de l'approvisionnement en gaz naturel fossile, devenu moins compétitif sur cette période.

**La stabilisation de la consommation d'électricité allemande depuis plus de 10 ans ainsi que l'essor des énergies renouvelables électriques – éolien et photovoltaïque en tête – contribuent favorablement à la transition énergétique de l'Allemagne ainsi qu'à la réduction de ses émissions de gaz à effet de serre.**

Les efforts doivent désormais être poursuivis et amplifiés, aussi bien dans l'installation d'énergies renouvelables que dans la sobriété et l'efficacité énergétique, pour que l'Allemagne puisse rester sur la trajectoire ambitieuse de réduction de ses émissions qu'elle s'est fixée.



## Une baisse des émissions totales de CO<sub>2</sub> allemandes depuis 1990

L'*Energiewende* – la transition énergétique allemande –, a démarré il y a déjà plusieurs décennies. **Principalement médiatisée par la fermeture de centrales nucléaires et la forte croissance du parc éolien et photovoltaïque, cette mutation concerne en fait l'ensemble des secteurs de consommation et de production d'énergie.** Les énergies renouvelables ne concernent pas que la production d'électricité : avec la biomasse, elles sont également de plus en plus fréquentes dans le chauffage des logements, des bureaux et des équipements publics.

Cette transition porte également sur la maîtrise des consommations d'énergie. Un mélange d'incitations et de réglementations permet une réduction – encore insuffisante aujourd'hui – des consommations d'électricité et de chauffage dans de nombreux bâtiments, neufs comme anciens. D'autres actions pourraient être mises en œuvre, notamment dans le secteur des transports qui, comme souvent, demeure le parent pauvre des politiques énergétiques.

**Mais l'*Energiewende* porte déjà ses fruits.** Les émissions totales de CO<sub>2</sub> (et non pas uniquement du secteur électrique) ont diminué de près de 25 % depuis 1990. L'objectif est de réduire de plus de 80 % l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050<sup>1</sup>.

## Emission of greenhouse gases covered by the UN Framework Convention on Climate

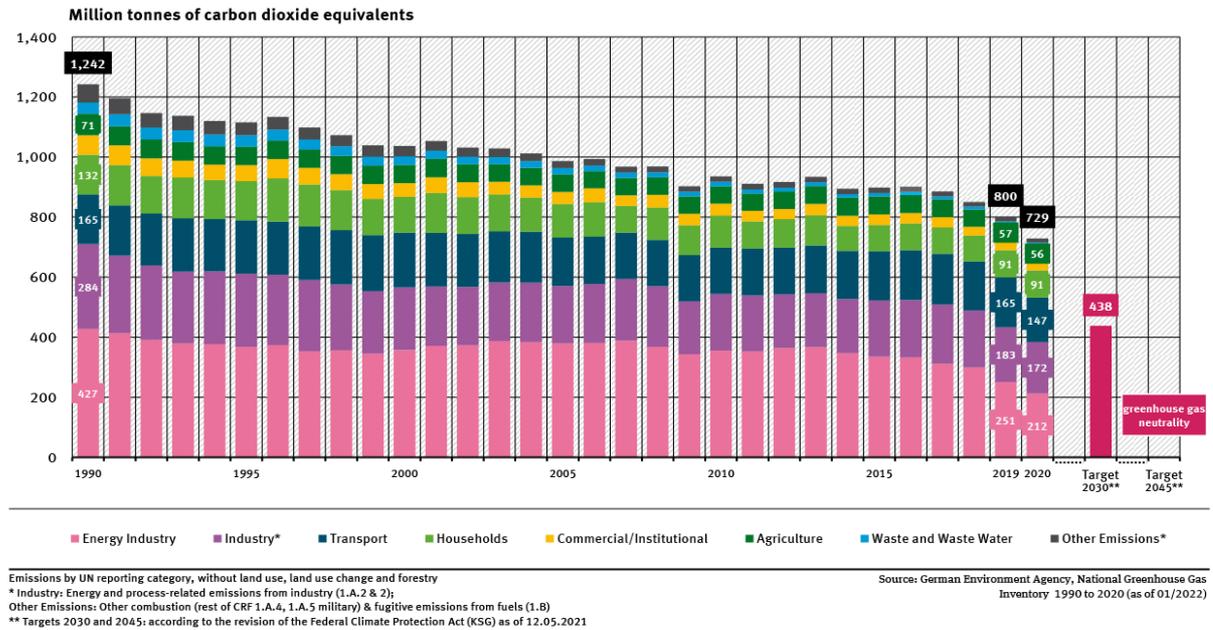


Figure 1 : Évolution des émissions de gaz à effet de serre en Allemagne entre 1990 et 2020 (en MteqCO<sub>2</sub>)  
 Source : Umweltbundesamt (Agence fédérale de l'environnement)<sup>2</sup>

Au-delà de ce regard d'ensemble sur les émissions de CO<sub>2</sub> en Allemagne, qu'en est-il plus précisément de l'impact de la fermeture des centrales nucléaires sur les émissions de CO<sub>2</sub> ? C'est en effet sur ce point que se concentrent les critiques autour de la transition énergétique allemande, avec une question récurrente : la sortie du nucléaire entraîne-t-elle un recours accru au charbon et au lignite ?

## Production et consommation d'électricité : quelles évolutions depuis 1990 ?

Entre 1990 et 2017, la production brute d'électricité en Allemagne a augmenté de 19 % (+104 TWh). Deux facteurs expliquent cette hausse : la nécessité de satisfaire des besoins de plus en plus élevés et l'accroissement des exportations d'électricité.

### *Une stabilisation de la consommation d'électricité*

La consommation finale d'électricité est passée de 455 TWh en 1990 à 520 TWh en 2018. L'augmentation a été presque continue entre 1993 et 2004, avant que le niveau de consommation d'électricité connaisse une relative stabilité (excepté en 2009, année de « crise économique »), oscillant autour de 520 TWh.

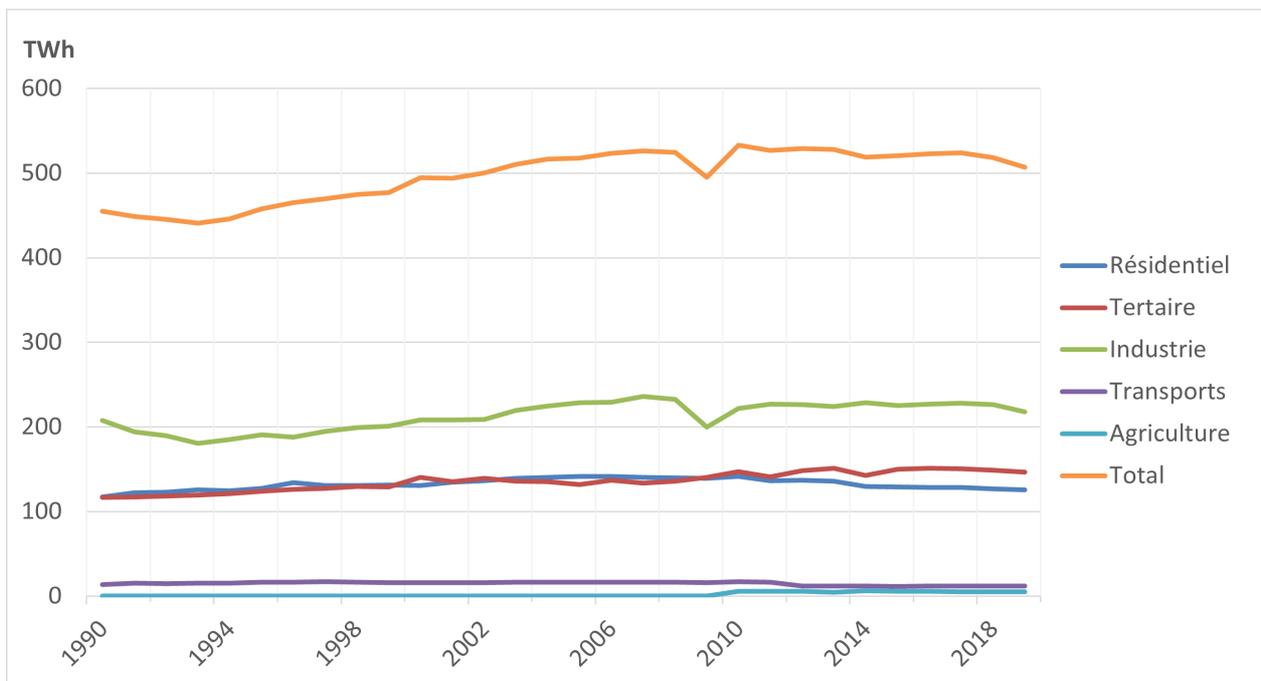


Figure 2 : Évolution de la consommation d'électricité en Allemagne, par secteur – Source : AGEB<sup>3</sup>

La dynamique d'évolution observée est à peu près la même dans les secteurs du bâtiment et de l'industrie ; le secteur des transports ne représente quant à lui qu'une faible part de la consommation d'électricité. **Après une période d'augmentation, les consommations d'électricité ont donc pu être stabilisées depuis plus de 10 ans.** Cette tendance est depuis observée dans de nombreux autres pays européens, dont la France, où l'on note depuis 2011 une stagnation des consommations d'électricité.

### *Des exportations d'électricité en hausse*

Entre 1990 et 2002, le **solde exportateur** d'électricité de l'Allemagne est resté proche de 0. Il a ensuite connu une forte hausse jusque 2017, nettement accentuée depuis 2012 puis une légère baisse depuis ; la plupart de ses pays voisins ont importé de plus en plus d'électricité entre 2010 et 2015, mais cette tendance semble se stabiliser sur les dernières années (excepté pour la Pologne)<sup>4</sup>.

**Ces exportations d'électricité sont rendues possibles grâce à la surcapacité de production dans laquelle se trouve l'Allemagne** : alors que la consommation d'électricité stagne, de nouvelles installations de production – notamment renouvelables – sont inaugurées chaque année, sans que les anciennes centrales ne soient fermées à un rythme équivalent.

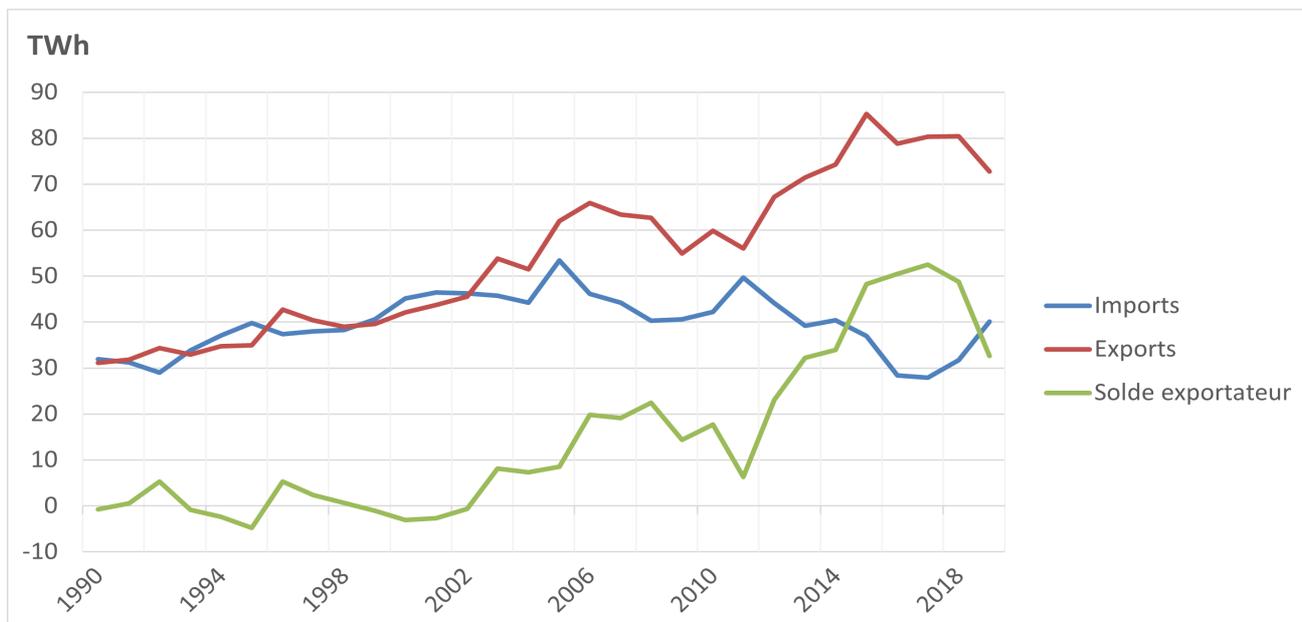


Figure 3 : Évolution des importations et exportations d'électricité en Allemagne – Source : AGEB<sup>5</sup>

Les échanges d'électricité entre la France et l'Allemagne sont plus complexes. Selon que l'on regarde les flux physiques ou contractuels<sup>6</sup>, l'Allemagne est respectivement importatrice nette<sup>7</sup> ou exportatrice nette<sup>8</sup> par rapport à la France. Il est surtout important de retenir que les 2 pays sont exportateurs nets sur l'année, donc que même s'ils importent de l'électricité d'un pays voisin, ils en exportent plus vers les autres pays voisins.

Dans tous les cas, il n'y a pas eu d'augmentation des importations de l'Allemagne depuis la France pour pallier la fermeture des réacteurs nucléaires allemands. On observe même une diminution du solde exportateur de la France vers l'Allemagne entre 2010 et 2017 que ce soit en termes de flux physiques ou contractuels<sup>9</sup>.

A un pas de temps plus fin, on observe que chacun des deux pays présente des périodes où il importe plus qu'il n'exporte :

- Principalement sur certaines périodes en été pour l'Allemagne<sup>10</sup>,
- Principalement sur certaines périodes en hiver pour la France, soumise à des niveaux de consommation qui dépassent parfois les moyens de production nationaux.

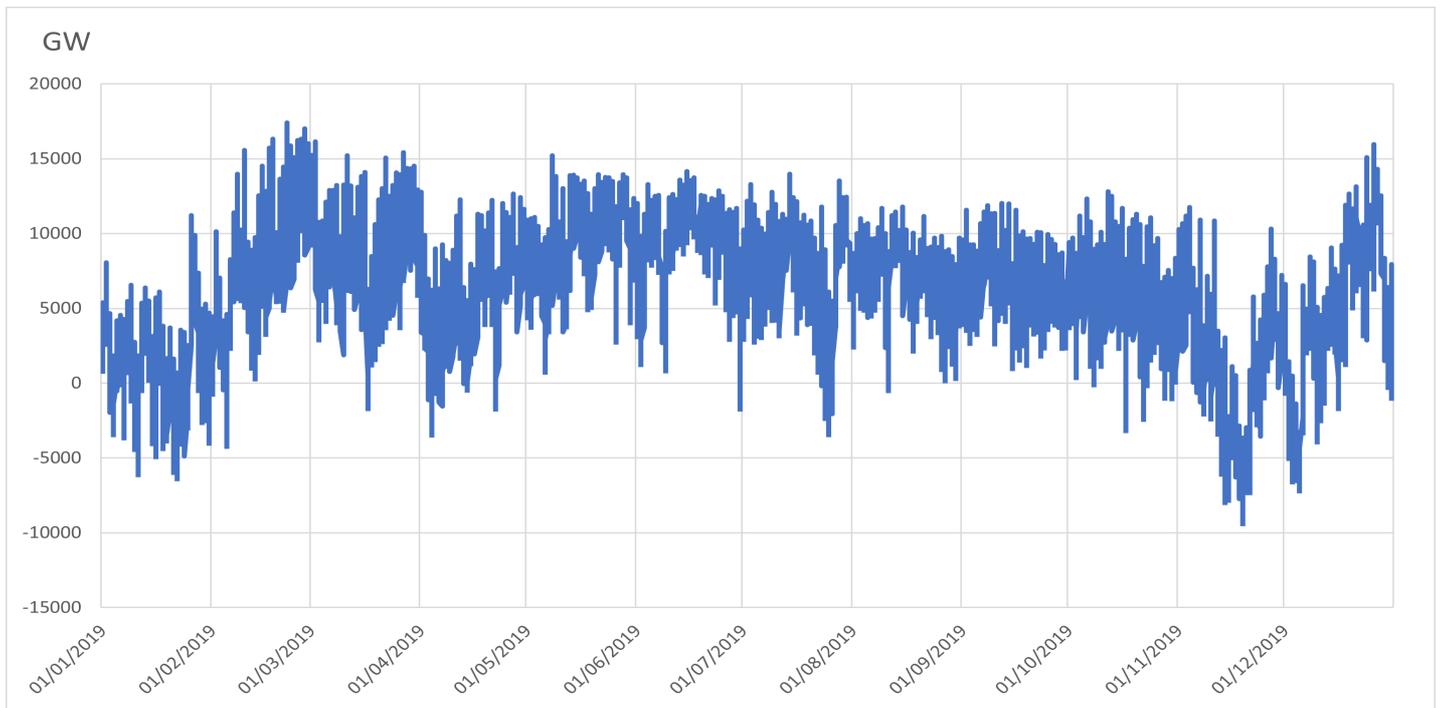


Figure 4 : Solde exportateur de la France au pas horaire en 2019 – Source : RTE<sup>11</sup>

### Une baisse des énergies fossiles et nucléaire

On observe une diminution conjointe du recours aux énergies fossiles et nucléaire dans la production d'électricité allemande sur la période 1990-2019 mais aussi plus précisément sur la période 2008-2019, période où la production nucléaire a fortement chuté. **Les énergies fossiles n'ont donc pas eu à compenser le déclin de la production nucléaire, comme le montre le tableau ci-dessous.**

	Evolution 1990-2019	Evolution 2008-2019
Nucléaire	↓ -51 %	↓ -50 %
Charbon	↓ -59 %	↓ -54 %
Lignite	↓ -33 %	↓ -24 %
Gaz	↑ +140 %	↑ +14 %
Pétrole	↓ -53 %	↓ -48 %
Ensemble des fossiles	↓ -25 %	↓ -29 %
Ensemble fossiles et nucléaire	↓ -33 %	↓ -35 %
Production totale	↑ +11 %	↓ -5 %

Tableau 1 : Évolution des sources de production d'électricité, hors énergies renouvelables, en Allemagne – Source : BMW<sup>12</sup>

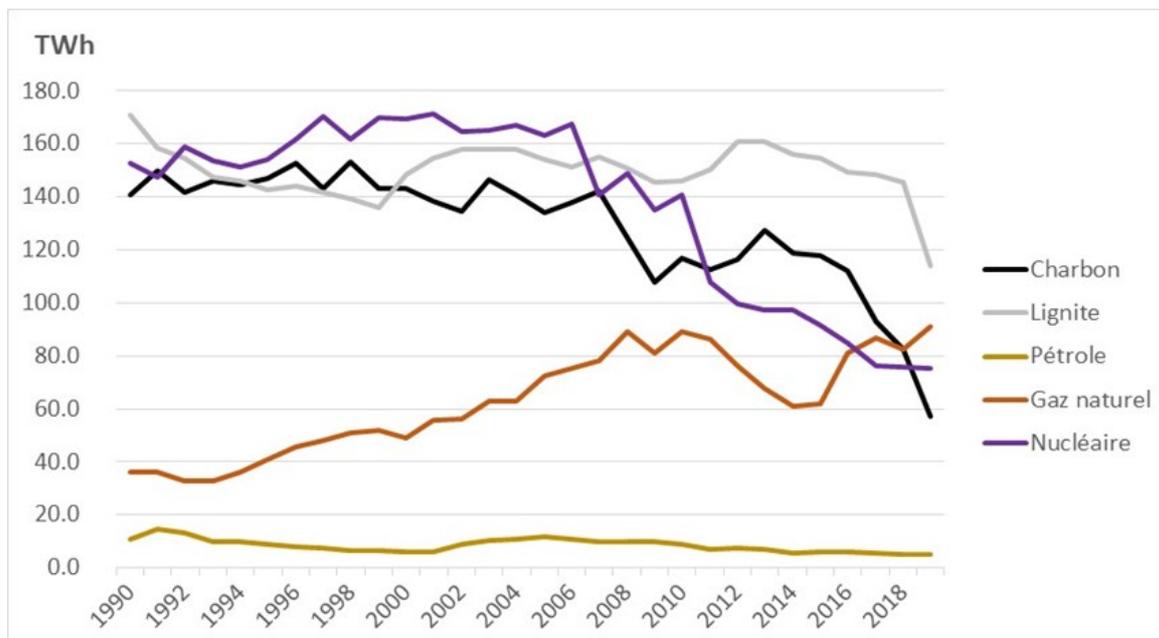


Figure 6 : Évolution des sources fossiles et nucléaire d'énergie dans la production brute d'électricité – Source : BMWi<sup>13</sup>

Comme dans de nombreux autres pays européens, le charbon et le lignite ont connu un regain passager de consommation entre 2009 et 2014, au détriment du gaz naturel fossile.

Ce recours accru au charbon s'explique par l'évolution du contexte énergétique international. L'évolution de la consommation de charbon en Chine et aux États-Unis et de la production en Australie, en Afrique du Sud et en Colombie a entraîné une chute du cours de cette énergie fossile sur le marché mondial de l'énergie. Devenue plus compétitive, elle a été privilégiée, bien qu'étant plus polluante, dans plusieurs pays européens.

Ce basculement vers le charbon a été facilité en Europe par l'effondrement du prix du CO<sub>2</sub> sur le marché européen du carbone. Alors qu'il était évalué à 18 € la tonne début 2011, son cours a chuté jusqu'à 3 € la tonne en 2013. En 2014, la forte baisse des cours du gaz a réinversé cette tendance, et l'utilisation du charbon a de nouveau diminué.

**Le recours au charbon est donc uniquement venu compenser l'approvisionnement en gaz naturel fossile et non la baisse de la production nucléaire, largement couverte par les nouvelles installations renouvelables.**

### *Un essor des énergies renouvelables électriques*

Pour permettre une baisse concomitante des consommations d'énergies fossiles et nucléaire, l'Allemagne a su maintenir depuis 2004 une consommation relativement stable d'électricité. **Elle a surtout fait le choix de développer massivement les énergies renouvelables électriques.** Composées uniquement d'énergie hydraulique en 1990, elles ont connu depuis un essor considérable. En 25 ans, leur production a bondi de 1200 %. Entre 2006 et 2018, elle a triplé, passant de 72 à 225 TWh. Cette hausse a été très largement supérieure à la baisse de l'électricité d'origine nucléaire sur la même période (-91 TWh), ce qui explique la baisse également constatée sur les énergies fossiles.

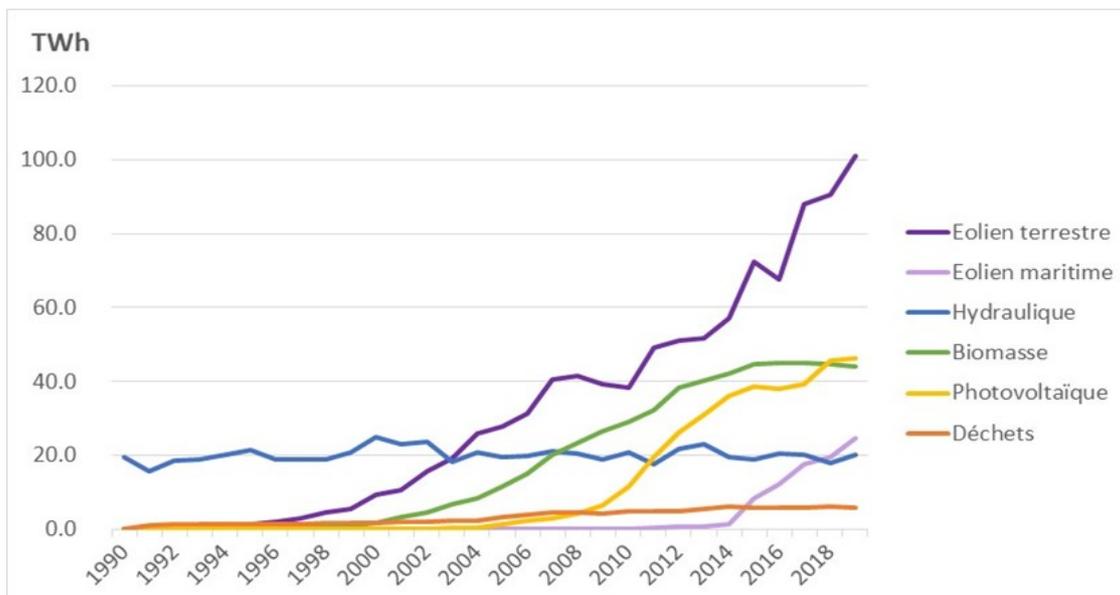


Figure 7 : Évolution de la production d'électricité d'origine renouvelable, par source d'énergie – Source : BMWi

**La forte augmentation des renouvelables, couplée à la diminution des énergies fossiles, a entraîné une baisse d'environ 27 % des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur de la production électrique entre 1990 et 2017.** Le graphique ci-dessous montre la répartition de ces émissions par source d'énergie.

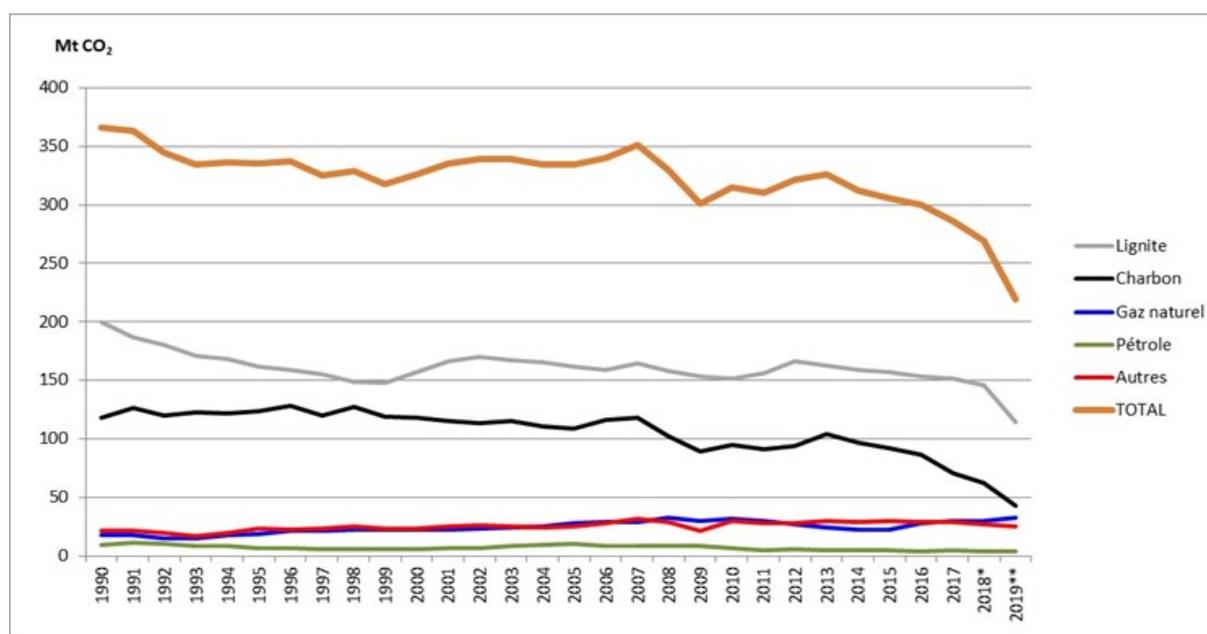


Figure 8 : Émissions de CO<sub>2</sub> du secteur électrique allemand, par source d'énergie – Source : Umweltbundesamt (Agence fédérale de l'environnement)<sup>14</sup>

\* Données provisoires \*\* Données estimées

Grâce à ces évolutions, le **contenu en CO<sub>2</sub> du kWh électrique**<sup>15</sup>, c'est à dire la quantité de CO<sub>2</sub> émise par kWh produit, est passé de 761g de CO<sub>2</sub>/kWh en 1990 à moins de 485g/kWh en 2017, soit une diminution de 36 %, et une tendance qui se poursuit avec un facteur d'émissions estimé à 400g/kWh en 2019.

## Quelles perspectives pour la suite ?

Les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur électrique allemand sont en baisse depuis 25 ans. La fermeture des centrales

nucléaires est plus que compensée par la hausse de la production renouvelable.

L'Allemagne présente néanmoins un contenu moyen en CO<sub>2</sub> du kWh électrique qui se situe dans la fourchette haute des pays européens. Bénéficiant de ressources en lignite quand d'autres peuvent davantage avoir recours à l'énergie hydraulique (Suisse, Norvège), elle a historiquement privilégié ses ressources fossiles, pendant que la France faisait le choix – non pour des raisons climatiques – de l'énergie nucléaire. Mais la transition vers les énergies renouvelables, entamée il y a plus de quinze ans, est solidement ancrée et partagée par la population<sup>16</sup>. La feuille de route allemande est claire. **En 2050, c'est un mix électrique comportant au moins 80 % d'énergie renouvelable qui est visé (au moins 65 % en 2030)**<sup>17</sup>. Des mécanismes financiers complémentaires (contribution climat-énergie nationale ou européenne, ...) seront sans doute nécessaires pour favoriser encore davantage le développement des énergies renouvelables et atteindre ainsi cet ambitieux objectif, qui devra passer par un plan de sortie du charbon.

Pour pouvoir fermer l'ensemble de ses centrales nucléaires et réduire ses émissions de gaz à effet de serre, **l'Allemagne doit également réduire encore davantage ses consommations**. Elle fait déjà figure d'exemple dans certains domaines, comme en témoigne la pénétration importante des appareils électriques domestiques économes<sup>18</sup>. Après avoir stabilisé ses besoins en électricité depuis plus de 10 ans, l'Allemagne doit désormais enclencher le cycle de réduction<sup>19</sup> nécessaire pour atteindre ses objectifs climatiques. **L'orientation politique actuelle va dans ce sens : l'ambition était d'atteindre une diminution de 10 % de la consommation d'électricité entre 2008 et 2020**. Cependant, les résultats ne sont pas toujours à la hauteur. En effet, cet objectif n'aurait pas pu être atteint sans la crise du coronavirus<sup>20</sup>.

Courant 2021, de nombreux objectifs climatiques sont en cours de révision pour rehausser l'ambition. En juin 2021, le parlement allemand a adopté un projet de loi qui modifie la loi fédérale sur l'action climatique. La nouvelle loi avance de cinq ans l'échéance pour atteindre la neutralité climatique, à savoir 2045, et renforce l'objectif intermédiaire de réduction des émissions de gaz à effet de serre, qui passe de 55 à 65 % d'ici 2030 par rapport à 1990<sup>21</sup>.

## Conclusion

**Le virage de la transition énergétique allemande est bien enclenché, avec une diminution conjointe du recours aux énergies fossiles et nucléaire pour la production d'électricité et une diminution concomitante du contenu moyen en CO<sub>2</sub> du kWh électrique.**

**Plus globalement, c'est l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre liées à l'énergie qui est en diminution outre-Rhin. Cependant, pour atteindre ses ambitieux objectifs à moyen et long terme, l'Allemagne devra sensiblement accentuer ses efforts sur la sobriété et l'efficacité énergétique et aller encore plus loin dans le développement des énergies renouvelables. Une attention particulière devra – comme dans de nombreux pays – être apportée au secteur du transport, fortement émetteur de gaz à effet de serre.**

## Sources et références

1. ↑ <https://www.iea.org/reports/germany-2020>
2. ↑ <https://www.umweltbundesamt.de/en/data/environmental-indicators/indicator-greenhouse-gas-emissions#at-a-glance>
3. ↑ <https://ag-energiebilanzen.de/10-1-Evaluation-Tables-on-the-Energy-Balance.html>
4. ↑ Analyse à partir des données EUROSTAT sur les échanges physiques, imports : [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_TI\\_EH\\_\\_custom\\_1132895/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_TI_EH__custom_1132895/default/table?lang=en) et exports : [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_TE\\_EH\\_\\_custom\\_1132890/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_TE_EH__custom_1132890/default/table?lang=en)
5. ↑ <https://ag-energiebilanzen.de/10-1-Evaluation-Tables-on-the-Energy-Balance.html>
6. ↑ Voir explications des différences ici : <https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/prix-echanges-solde-france-echanges/#2>
7. ↑ Analyse à partir des données EUROSTAT sur les échanges physiques, imports : [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_TI\\_EH\\_\\_custom\\_1132895/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_TI_EH__custom_1132895/default/table?lang=en) et exports : [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_TE\\_EH\\_\\_custom\\_1132890/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_TE_EH__custom_1132890/default/table?lang=en)
8. ↑ Voir page 15 ici : [https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2014/CP-Frankreich/CP\\_France\\_1015\\_update\\_web.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2014/CP-Frankreich/CP_France_1015_update_web.pdf) Et plus de détails sur l'évolution des flux contractuels ici : <https://journaldelenergie.com/nucleaire/contre-vertes-alle-magne-sortie-nucleaire/>
9. ↑ Voir sources de données citées précédemment.
10. ↑ [https://www.agora-energiewende.de/en/service/recent-electricity-data/chart/power\\_import\\_export/01.01.2019/31.12.2019/](https://www.agora-energiewende.de/en/service/recent-electricity-data/chart/power_import_export/01.01.2019/31.12.2019/)
11. ↑ [https://reseaux-energies-rte.opendatasoft.com/explore/dataset/imports-exports-commerciaux/table/?flg=en&sort=-fr\\_cwe](https://reseaux-energies-rte.opendatasoft.com/explore/dataset/imports-exports-commerciaux/table/?flg=en&sort=-fr_cwe)
12. ↑ [https://www.bmwi.de/SiteGlobals/BMWI/Forms/Listen/Energiedaten/energiedaten\\_Formular.html?&addSearchPathId=304724](https://www.bmwi.de/SiteGlobals/BMWI/Forms/Listen/Energiedaten/energiedaten_Formular.html?&addSearchPathId=304724)
13. ↑ [https://www.bmwi.de/SiteGlobals/BMWI/Forms/Listen/Energiedaten/energiedaten\\_Formular.html?&addSearchPathId=304724](https://www.bmwi.de/SiteGlobals/BMWI/Forms/Listen/Energiedaten/energiedaten_Formular.html?&addSearchPathId=304724)
14. ↑ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-kohlendioxid-6>
15. ↑ Pour en savoir plus sur les méthodes de calcul du contenu en CO<sub>2</sub> du kWh électrique, lire l'article suivant : <https://decrypterlenergie.org/decryptage-quel-est-le-contenu-en-co2-du-kwh-electrique>
16. ↑ Fondation Heinrich Böll, voir page 105 ici : [https://fr.boell.org/sites/default/files/german-energy-transition\\_fr.pdf](https://fr.boell.org/sites/default/files/german-energy-transition_fr.pdf)
17. ↑ <https://www.iea.org/reports/germany-2020>
18. ↑ Ce point est détaillé dans l'article suivant : <https://decrypterlenergie.org/nos-consommations-delelectricite-domestique-vont-elles-croitre-inexorablement>
19. ↑ Pour en savoir plus sur les pistes de réduction des consommations d'électricité, lire l'article suivant : <https://decrypterlenergie.org/nos-consommations-delelectricite-domestique-vont-elles-croitre-inexorablement>
20. ↑ [https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2020\\_01\\_Jahresauswertung\\_2020/200\\_A-EW\\_Jahresauswertung\\_2020\\_WEB.pdf](https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2020_01_Jahresauswertung_2020/200_A-EW_Jahresauswertung_2020_WEB.pdf)
21. ↑ <https://www.cleanenergywire.org/news/germany-passes-new-climate-action-law-pulls-forward-climate-neutrality-target-2045>

Crédit photo : Bert Kaufmann – CC BY-SA 2.0

