

> doivent être proposés (voir l'encadré page 66), le cas allemand et les raisonnements menés sont caractéristiques de cet aspect de la transition énergétique, et instructifs.

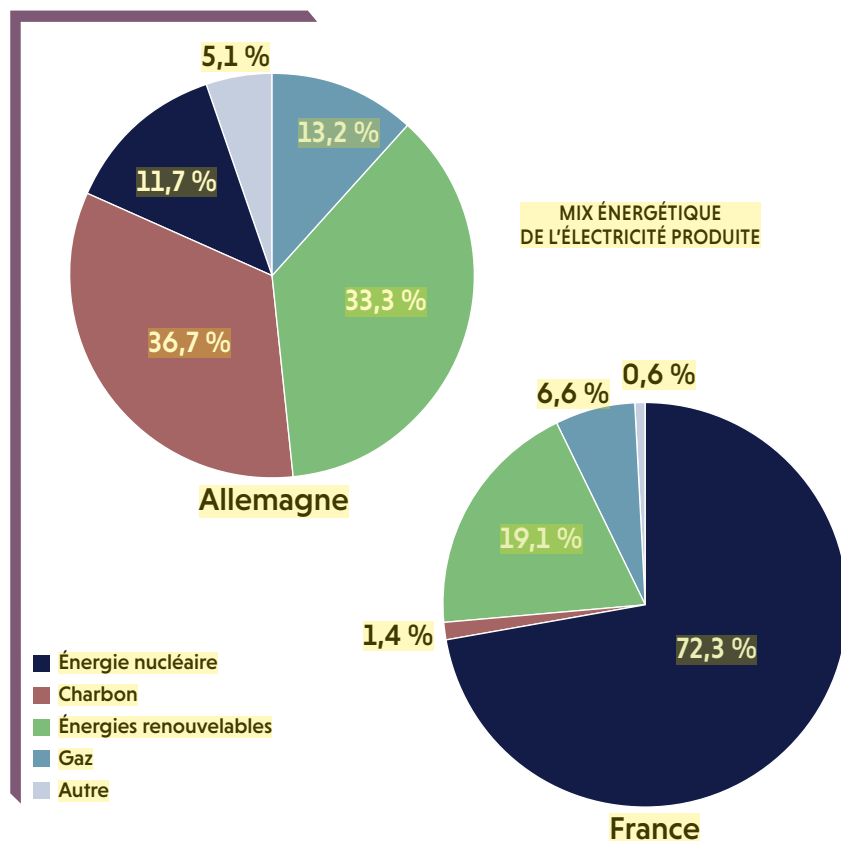
Aucun bilan écologique sérieux ne semble indiquer une innocuité climatique de l'électromobilité. Dans le meilleur des cas, les émissions de gaz à effet de serre associées à la production et à l'utilisation des véhicules électriques sont inférieures à celles des voitures à carburant. Dès lors, la bonne question à se poser est celle-ci : une fois leur usage terminé, les voitures électriques ont-elles un meilleur bilan écologique que les voitures classiques ?

Ce n'est pas facile à déterminer, tant les facteurs entrant en ligne de compte sont nombreux : consommation du véhicule, origine de l'électricité utilisée, effet du climat sur la batterie, puissance et durée de vie du véhicule, politique vis-à-vis du transport électrique... Tous ces facteurs déterminent le bilan écologique du cycle de vie. D'où les avis contrastés des experts : pour Eckart Helmers, l'électromobilité est le « plus grand progrès écologique dans le secteur automobile depuis 100 ans », tandis que pour Dieter Teufel, qui dirige l'Institut pour l'environnement et la prévision à Heidelberg (l'*Umwelt- und Prognose-Institut* ou UPI) « les voitures électriques aggravent beaucoup le problème climatique ».

LES BATTERIES, UN POINT CENTRAL

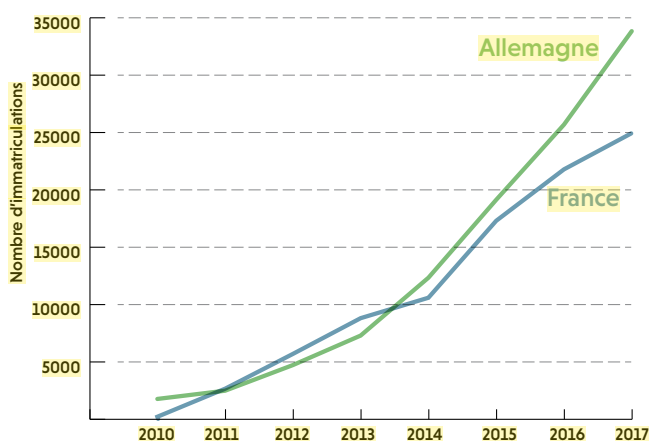
De temps à autre, une nouvelle étude met en avant tel ou tel aspect et l'image de la voiture électrique dans le public évolue. Par exemple, au cours de l'été 2017, l'institut suédois de recherche sur l'environnement (IVL) a publié de nouvelles données sur la production des batteries. L'encre en était à peine sèche que le puissant hebdomadaire *Der Spiegel* titrait déjà « Les illusions électriques » et évoquait carrément une « fraude écologique ». Peu après, l'Öko-Institut, une association allemande de recherche sur l'environnement, présentait un rapport sur les moyens de renforcer l'intérêt écologique de l'électromobilité. Le ton impliquait que cet intérêt ne peut absolument pas être mis en doute... Aussi, en novembre 2017, un groupe de quinze experts choqués que la discussion sur l'électromobilité semble se dérouler « sans tenir compte des lois de la physique » s'est rassemblé autour de Klaus Beckmann, ex-directeur de l'institut allemand d'urbanisme, pour mettre de l'ordre dans les idées en publiant une lettre ouverte.

Tout bilan écologique commence par un examen de ce qui se passe en production. Les véhicules électriques sont d'une construction bien plus complexe que les voitures classiques. Quoique de façon discrète, Volkswagen et BMW l'expliquent dans les brochures



environnementales accompagnant la e-Golf et la BMW i3 : il en ressort que la fabrication de ces véhicules entraîne l'émission de deux fois plus de CO₂ que celle d'une voiture classique comparable. Concrètement, 9 tonnes sont émises dans le cas de la Volkswagen et 4 dans celui de la BMW. La différence entre ces deux valeurs est liée à la fabrication des batteries. Dans l'étude de l'IVL mentionnée plus haut, on évalue les émissions dues à leur production entre 150 et 200 kilogrammes d'équivalent CO₂ par kilowattheure d'électricité stockée (certains des divers gaz émis ont, à masse égale, un effet de serre plus puissant que le CO₂, d'où la notion d'« équivalent CO₂ » pour tenir compte de cette réalité).

D'autres chercheurs parviennent à des valeurs comparables. Ainsi, dans une étude de 2017, l'équipe dirigée par Jens Peters, de l'Institut de technologie de Karlsruhe, trouve que la fabrication des batteries entraîne l'émission de 110 kilogrammes d'équivalent CO₂ par kilowattheure de stockage. Chargé par l'Agence fédérale de l'environnement de procéder aux mêmes estimations, l'Ifeu (*Institut für Energie und Umweltforschung*, l'Institut pour la recherche sur l'énergie et l'environnement de Heidelberg) arrive à 140 kilogrammes par kilowattheure de stockage. Une équipe dirigée



LES IMMATRICULATIONS DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES

De plus en plus de véhicules électriques roulent sur les routes de France et d'Allemagne, pour prendre ces deux exemples (voir le graphique ci-contre). La signification de cette évolution est cependant différente en Allemagne, où la transition énergétique est plus avancée, mais où l'on produit 48 % de l'électricité en brûlant des carburants fossiles, et en France, où l'on n'en brûle que 10,2 %, mais où 76,1 % de l'électricité est d'origine nucléaire.



par Linda Ellingsen, écologue à l'université des sciences et technologies de Norvège, trouve un peu plus de 170 kilogrammes d'équivalent CO₂ par kilowattheure.

La Golf électrique, par exemple, disposait à l'origine d'une batterie de seulement 24 kilowattheures; cela correspond à des émissions comprises entre 3 et 5 tonnes d'équivalent CO₂, soit à peu près la valeur mentionnée dans la présentation dont, en 2014, Volkswagen s'est servi pour vanter sa voiture. Mais la capacité de stockage de la même

voiture est désormais passée à 36 kilowattheures, ce qui implique une augmentation de moitié des émissions de gaz à effet de serre associées à la production de ses batteries.

Si le principe chimique des batteries n'a pas d'impact notable sur les émissions, ce n'est pas le cas de leur provenance géographique, puisque les usines qui les fabriquent consomment de l'électricité. Beaucoup de batteries sont fabriquées en Chine, où une grande part de l'électricité est produite dans des centrales thermiques au charbon particulièrement polluantes, ce qui a un effet très négatif sur le bilan écologique des voitures. «Du reste, tout dépend de la région chinoise de provenance des batteries, précise Peter Kasten, de l'Öko-Institut. Au sud de la Chine, des sources d'énergie renouvelables fournissent un tiers de l'électricité; au nord, ce sont surtout des centrales au charbon.»

En résumé, les batteries pour voitures électriques ont une très forte empreinte écologique: l'émission associée à la production d'une batterie représenterait en moyenne quelque 5 tonnes d'équivalent CO₂, ce qui équivaut à l'émission due à la combustion de 1900 litres d'essence ou de 1670 litres de diesel. Cela implique que les véhicules thermiques les plus économes ont quelque 40 000 kilomètres >

Fabriquer une batterie équivaut, en moyenne, à brûler 1900 litres d'essence