

> d'avance avant que leurs émissions n'atteignent celles de la seule production d'une voiture électrique.

Notons que dans cette comparaison, les émissions de gaz à effet de serre de ce que l'on nomme la « chaîne amont » (c'est-à-dire, dans le cas des carburants fossiles, de l'extraction, du raffinage et du transport à la pompe) ont été prises en compte. À cet égard, le Centre de recherche sur l'économie de l'énergie de Munich (*Forschungsstelle für Energiewirtschaft*) a publié des chiffres précis: la production de 1 kilowattheure d'énergie par combustion de diesel entraîne l'émission de 299 grammes de CO₂, dont 33 grammes d'émissions amont. Pour l'essence, les chiffres sont de 295 et de 61 grammes respectivement. Lorsqu'on brûle 1 litre d'essence, un peu moins de 9 kilowattheures d'énergie sont libérés, contre près de 10 kilowattheures dans le cas du diesel.

L'EMPREINTE CARBONE DE L'ÉLECTRICITÉ

Quiconque croit que les voitures électriques n'émettent pas de gaz à effet de serre commet une erreur de raisonnement: il ou elle suppose que ces véhicules sont rechargés à l'électricité verte, c'est-à-dire à l'électricité produite par des sources d'énergie renouvelables. Le courant du réseau ne saurait cependant être séparé en une part « verte », une part « carbonée », une part « nucléaire », etc. Un mélange de courants de diverses et nombreuses provenances circule dans les câbles ! Selon l'Agence allemande fédérale de l'environnement (*l'Umweltbundesamt*), en 2016, en Allemagne, chaque kilowattheure de recharge était associé à l'émission de 527 grammes de CO₂ en moyenne. À chaque recharge, une Ioniq de Hyundai émet ainsi, indirectement, 60 grammes de CO₂ par kilomètre parcouru, une Opel Ampera-e 76 grammes, une Citroën Berlingo 93 grammes, la Ford Focus Electric 81 grammes et le modèle S de Tesla pas moins de 125 grammes (*pour l'équivalent en France, voir l'encadré ci-contre*).

En l'absence de données fiables sur la consommation électrique dans le trafic réel, on doit fonder ce genre de calcul sur les consommations annoncées par les constructeurs. Mais on peut supposer que ces derniers enjolivent les chiffres, comme ils l'ont si souvent fait avec les véhicules thermiques, dont les consommations réelles se révèlent souvent supérieures d'un tiers à celles annoncées... Les données se rapportant aux véhicules hybrides doivent aussi être considérées avec prudence: derrière les déclarations des constructeurs, il y a parfois une hypothèse jamais vérifiée, quant à la fréquence à laquelle l'utilisateur recharge vraiment ses batteries.

On peut cependant affirmer que, à l'usage, les véhicules électriques ont un impact

ET EN FRANCE ?

L'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) souligne dans son document *Le véhicule électrique dans la transition écologique en France* (2017) que les « impacts de ce véhicule sur le climat et l'environnement varient en fonction du mix électrique qui est utilisé pour la charge des véhicules. » Au pire, ce mix électrique sera celui du réseau général, dont l'empreinte carbone en 2017 était de 119 grammes de CO₂ par kilowattheure (au lieu de 527 g/kWh en Allemagne).

Cette empreinte carbone implique qu'en appliquant le même principe de calcul que Christopher Schrader dans son article, à chaque recharge de sa batterie, une Ioniq de Hyundai est responsable de l'émission de quelque 13 grammes par kilomètre (60 outre-Rhin), une Opel Ampera de 18 grammes (76 outre-Rhin), une Citroën Berlingo de 93 grammes (60 outre-Rhin), une Ford Focus de 18 grammes (81 outre-Rhin)

et un modèle S de Tesla de seulement 28 grammes (125 outre-Rhin). Ces bons chiffres résultent des 72,3 % d'électricité d'origine nucléaire, produite avec relativement peu d'émissions de CO₂ (de l'ordre de 20 à 30 g/kWh). Mais il ne faut pas oublier que la production d'électricité d'origine nucléaire a ses propres inconvénients, notamment celui d'engendrer des déchets nucléaires dangereux et difficiles à gérer.

Par ailleurs, en 2017, 24 910 voitures électriques ont représenté de l'ordre de 1 % des 2 649 628 véhicules neufs immatriculés en France ; à ce rythme-là, il faudra environ 450 ans avant que le parc automobile français (quelque 30 millions de véhicules) soit électrique à 99 %...

FRANÇOIS SAVATIER

climatique inférieur à celui des voitures classiques. En effet, si les petits véhicules thermiques les plus économiques émettent un peu moins de 100 grammes de CO₂ par kilomètre, tous les autres se situent dans une fourchette à trois chiffres, parfois même au-dessus. Les véhicules électriques n'épargnent cependant pas à l'environnement autant d'émissions, mais seulement 20 ou 30, au maximum 40 grammes de CO₂ par rapport aux voitures à moteurs thermiques économiques. Les économies à trois chiffres ne sont possibles que dans la classe de



La Gigafactory du constructeur Tesla, aux États-Unis, est une immense usine de batteries lithium-ion conçue pour réduire nettement leur coût. Cette image est une représentation par ordinateur de l'immense installation, inachevée à ce jour.

© tesla.com

luxe, dont fait partie la voiture de Tesla. Bien que la Tesla S ait, en termes d'émissions de CO₂, l'une des plus piètres performances parmi les véhicules électriques, elle ne se compare vraiment qu'aux tout-terrain utilitaires (les SUV) et aux voitures de sport dotées de moteurs thermiques. D'autres véhicules électriques de cette taille seront sans doute proposés bientôt. C'est pourquoi l'équipe d'experts de Klaus Beckmann souligne aussi qu'«il faut absolument limiter la taille et le poids des voitures particulières, même non électriques, et ce, au plus tard lors de leur électrification.»

Quoi qu'il en soit, avec le mix énergétique allemand actuel, l'étude des chiffres montre qu'étant donné les économies de CO₂ au kilomètre des véhicules électriques par rapport aux véhicules thermiques de même catégorie, ce n'est qu'après environ 150 000 kilomètres qu'un véhicule électrique aura compensé l'empreinte écologique de 5 tonnes de CO₂ émises lors de la fabrication de ses batteries. En Allemagne, le conducteur moyen ne peut y parvenir qu'au bout de 10 à 12 ans.

La situation serait différente si l'on pouvait compter sur une véritable électricité verte. Il ne suffit pas pour cela de commander l'une des offres «vertes» des fournisseurs d'électricité, car le courant correspondant proviendra des mêmes centrales classiques, même s'il a été déclaré vert, par exemple à l'aide de certificats norvégiens (l'électricité norvégienne est verte car elle provient de barrages). D'une façon ou d'une autre, le mix énergétique reste le même: si l'on attribuait de l'électricité verte aux voitures, il faudrait

faire fonctionner le reste à l'aide d'électricité non verte: un jeu à somme nulle.

Pour améliorer la situation, il faudrait que l'électricité destinée au transport provienne d'éoliennes ou de parcs solaires construits à cet effet. C'est du moins ce que propose en Allemagne la Plate-forme nationale pour l'électromobilité (*nationale Plattform für Electromobilität*), un organe consultatif du gouvernement. La contrainte est très forte! Les sources d'énergie renouvelables ne pourraient être exploitées que pour le transport électrique et ne pourraient bénéficier d'aucune subvention ni d'aucun tarif préférentiel de rachat. Cette logique exclut aussi toute la production photovoltaïque des toits, qui existait déjà en Allemagne bien avant l'arrivée des voitures électriques.

L'ÉLECTRICITÉ D'ORIGINE ÉOLIENNE OU PHOTOVOLTAÏQUE N'EST PAS PROPRE

Comprenant cependant l'intérêt de cette logique, certains constructeurs automobiles ont pris l'initiative d'alimenter le réseau avec de l'électricité propre pour la recharge des batteries. Dans l'un de ses rapports de 2017, l'Öko-Institut loue par exemple le fait que Daimler ait financé une éolienne et «informe activement ses clients sur l'électricité verte.» En menant cette démarche, l'institut délivre une sorte de certificat de bonne pratique aux acheteurs de la première génération des Smart électriques. «Il est peu probable que Daimler continue dans cette voie malheureusement», regrette Peter Kasten (Öko-Institut). C'est seulement lorsque le courant servant à propulser les voitures électriques ne proviendra que de telles installations dédiées que l'on pourra éviter les 527 grammes de CO₂ par kilowattheure du mix énergétique allemand en le remplaçant par le facteur d'émission réel de l'électricité produite avec la source d'électricité utilisée.

Pour autant, même avec de l'électricité entièrement verte, les émissions ne seraient pas entièrement nulles: selon l'Agence fédérale de l'environnement, 11 grammes de CO₂ par kilowattheure sont émis lors de la production d'énergie éolienne terrestre et 68 grammes lors de la production d'énergie photovoltaïque. Ces chiffres sont calculés d'après les émissions associées à la production, au transport et à la maintenance des cellules solaires et des supports, pales, mâts et autres engrenages des éoliennes. Les émissions dues à ces opérations sont ensuite réparties en fonction de la quantité d'énergie produite.

Si la batterie d'une Tesla S était effectivement chargée exclusivement avec de l'électricité provenant d'une éolienne construite spécialement à cette fin, il en résulterait l'émission de 3 grammes de CO₂ par kilomètre

