



La production durable
de courant – un passage obligé
pour l'électromobilité.

La voiture électrique est-elle plus écologique?

Maintenant que les biocarburants ne sont plus sur le devant de la scène comme alternative durable à l'essence et au diesel, les véhicules électriques suscitent de grands espoirs. Mais là aussi, on est en droit de se demander s'ils sont globalement plus écologiques que les véhicules conventionnels.

Le projet «Thelma»¹ entend répondre à cette question. Des chercheurs de l'Empa et du PSI établissent des écobilans pour les deux-roues et les voitures à propulsion traditionnelle et électrique d'aujourd'hui et de demain – en tenant compte de leur impact environnemental global lors de la production, de l'utilisation et de l'élimination des véhicules. Les

¹ www.thelma-emobility.net/

résultats de ce travail sont représentés au schéma en page 21, qui compare les voitures de la classe moyenne inférieure à l'aide de divers indicateurs environnementaux².

² Toutes les émissions de gaz à effet de serre ont été converties en équivalents CO₂. Les atteintes à la santé sont exprimées en daly (disability adjusted life years) selon l'unité de mesure des «années de vie ajustées sur l'incapacité» élaborée par l'OMS. On mesure la consommation des ressources en se demandant combien d'énergie supplémentaire devra être engagée à l'avenir par rapport à aujourd'hui pour gagner un minéral (p.ex. minéral métallique).

La production d'électricité: le facteur clé

Les résultats du bilan écologique révèlent que la batterie des véhicules électriques ne représente le plus souvent qu'une petite partie de la charge écologique. La consommation de carburant ou d'électricité des véhicules et, dans le cas des véhicules à batterie, la production de l'électricité ont une plus grande incidence sur les ré-

sultats. Malheureusement, il n'y a pas de réponse universelle à la question de savoir quel est le «bon» courant. Il faut par exemple se demander si l'on achète aujourd'hui pour un usage individuel ou s'il s'agit d'exploiter une flotte qui fonctionnera majoritairement à l'électricité dans trente ans. Une seule voiture électrique supplémentaire ne changera pas sensiblement la production



© Project Photos

d'électricité moyenne. Il peut donc être sensé de prendre en compte l'électricité suisse ou européenne si le propriétaire n'achète pas du courant vert certifié expressément pour sa voiture électrique. Si à l'inverse on considère de nombreux véhicules électriques neufs, on part souvent du principe que l'électricité employée doit provenir de centrales supplémentaires. Selon le débat politique, des centrales combinées à gaz et de nouveaux agents renouvelables (correspondant au courant vert certifié) joueront un rôle en Suisse.

En ce qui concerne l'effet de serre (les émissions de CO₂), les voitures de tourisme électriques obtiennent toujours de meilleurs résultats dans notre comparaison que les véhicules diesel et essence ou encore que les véhicules au gaz naturel les plus efficaces. Par contre, si l'on emploie une électri-

ciété provenant des centrales à gaz ou du mix moyen européen pour charger le véhicule électrique, l'avantage sur les voitures utilisant des énergies fossiles est moindre. Les émissions de gaz à effet de serre ne diminuent nettement que si l'on emploie une électricité à faibles émissions de CO₂. Si une voiture à gaz consomme du biogaz produit à partir de déchets organiques, elle contribue beaucoup moins à l'effet de serre que les autres voitures équipées de moteurs à combustion. Elle devance même les voitures électriques qui consomment de l'électricité produite majoritairement à partir d'énergies fossiles. Les voitures hybrides rechargeables (Plug-in), qui peuvent parcourir 40 km en mode 100 % électrique après une recharge de batterie et assurer ainsi une grande partie des trajets pendulaires – elles ont recours dans peu de cas au mo-

teur à essence – sont à peine mieux placées que les voitures à propulsion 100 % électrique.

La préoccupation: le cuivre et l'aluminium

La comparaison portant sur la consommation de ressources minérales se révèle très différente: les véhicules électriques obtiennent toujours de moins bons résultats que les véhicules conventionnels, tandis que les véhicules hybrides se situent entre les deux. Ce sont le cuivre et l'aluminium contenus dans les moteurs électriques et la batterie qui sont les principaux responsables et non le lithium de la batterie, très discuté, ni les terres rares employées pour les aimants permanents. Si l'on considère les atteintes à la santé qui peuvent être provoquées par les émissions polluantes lors de la fabrication, de l'utilisation et de l'élimination du véhicule, les voitures diesel et essence ainsi que les voitures électriques alimentées par l'électricité européenne moyenne sont les plus nocives. Les voitures à gaz et électriques qui consomment une électricité plus écologique sont à peu près au même niveau et obtiennent les meilleurs résultats.

Une base de données fiables pour connaître les impacts environnementaux de la fabrication des batteries, des moteurs électriques et de l'électronique de puissance employés dans les véhicules électriques est indispensable pour comparer les véhicules. Nos données relatives aux batteries lithium-ion, qui ont été confirmées entre-temps par la récente étude du laboratoire Argonne, montrent que l'énergie nécessaire à leur production est trois à cinq fois moins importante que d'autres études ne l'ont souvent prétendu. Par conséquent, les impacts environnementaux des batteries n'atteignent pas des proportions qui annuleraient les avantages des véhicules électriques.

Il est tout aussi important pour comparer les différentes techno-

logies des véhicules de disposer de valeurs pertinentes concernant les besoins en énergie des véhicules pendant la phase d'utilisation. Or dans ce domaine, on ne peut pas tout simplement exploiter les valeurs indiquées par les fabricants. Cette consommation normalisée est mesurée dans le cadre de tests standardisés lors desquels on roule de manière inhabituellement économique et aucun utilisateur de courant supplémentaire tel que le chauffage, la climatisation ou la lumière n'est allumé. Les voitures équipées d'un moteur à combustion consomment quotidiennement environ 25 à 30 % d'énergie supplémentaire. Pour les véhicules électriques, il faut même compter dans la pratique 60 à 70 % d'énergie supplémentaire par rapport au test standard, avant tout car la chaleur perdue par le moteur ne chauffe pas la voiture.

Les ressources sous pression

En résumé, remplacer les voitures de tourisme conventionnelles par des véhicules électriques en Suisse contribuerait à réduire l'effet de serre.

Toutefois, la pression exercée sur les ressources minérales (p. ex. le cuivre) s'en trouve accrue et nécessite un recyclage à large échelle de ces matériaux – ce qui est fondamentalement possible. Remplacer les véhicules conventionnels par les véhicules électriques aurait un effet positif prépondérant, à la seule condition que du courant vert certifié soit employé pour leur fonctionnement.

Hans-Jörg Althaus, Andrea Del Duce,
Marcel Gauch (Empa);
Christian Bauer, Andrew Simons (PSI)

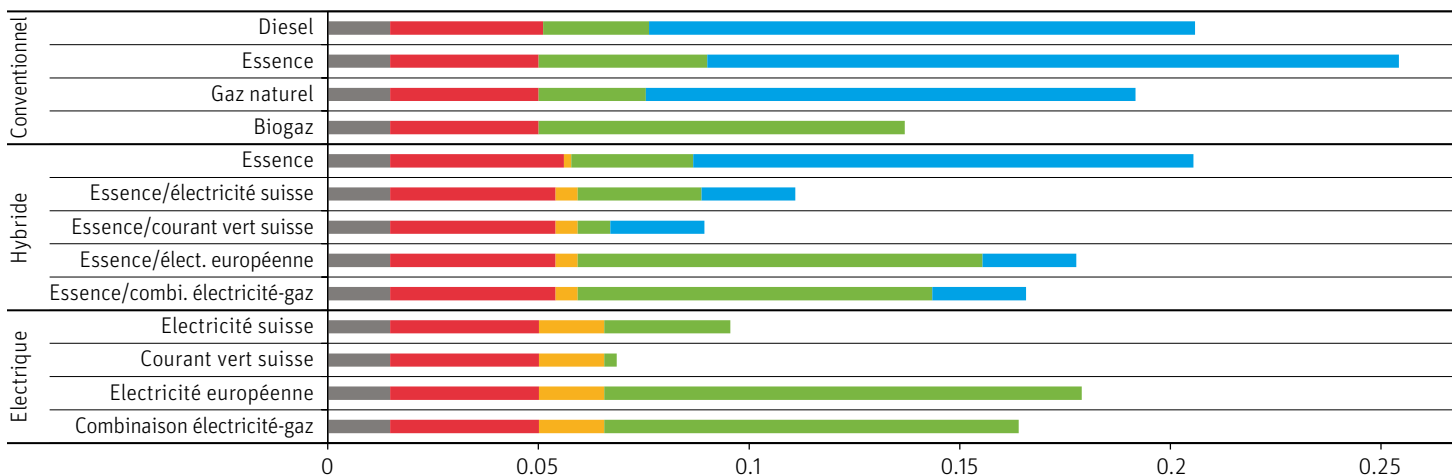
Suite en page suivante

Impact environnemental de la production, de l'utilisation et de l'élimination des différents types de véhicules modernes par kilomètre parcouru

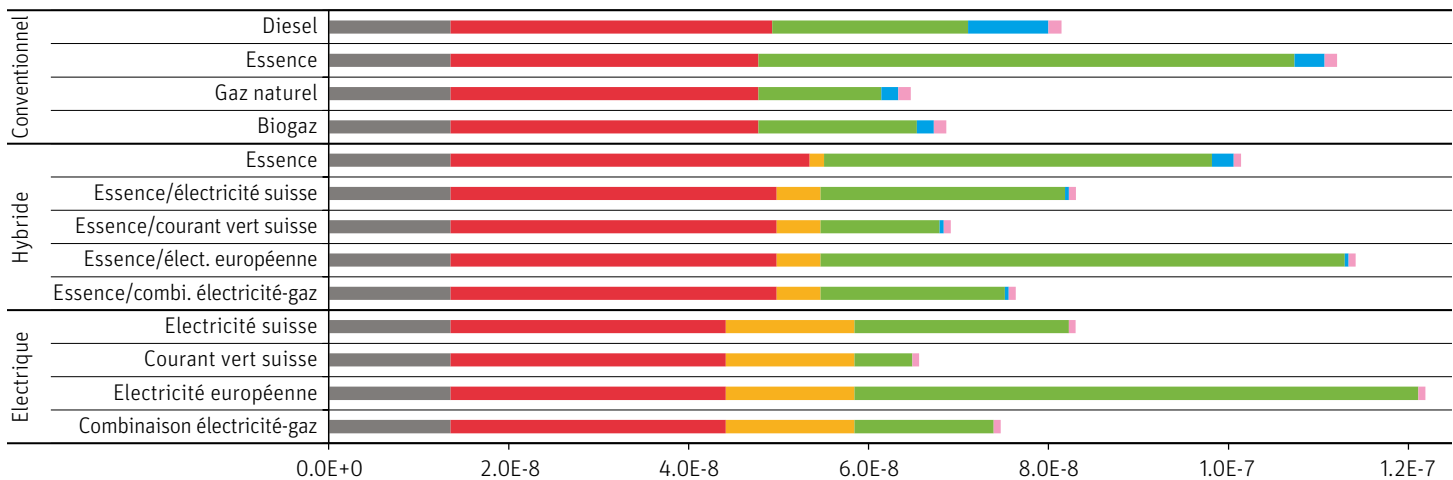
Plus la barre est longue, plus les atteintes à l'environnement sont importantes.

■ Route ■ Véhicule sans batterie ■ Batterie Li-ion ■ Electricité/carburant ■ Gaz d'échappement ■ Emissions de particules

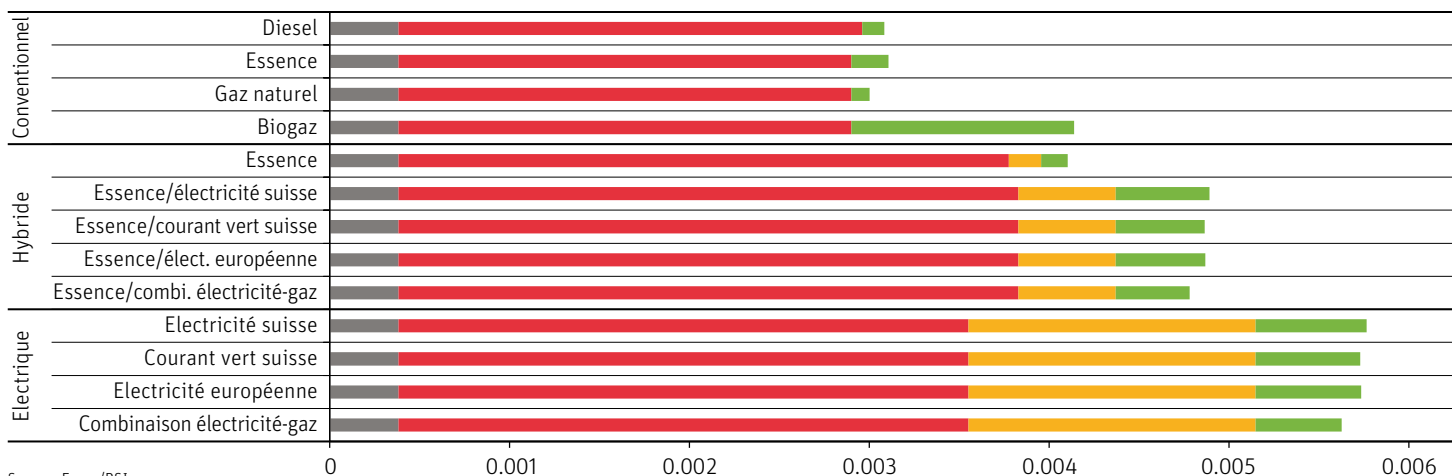
Emissions de gaz à effet de serre en kg eq-CO₂ par véhicule – km



Atteintes potentielles à la santé (selon impact 2002+) en DALY par véhicule – km



Atteintes potentielles aux ressources minérales (selon impact 2002+) en MJ surplus par véhicule – km



Source: Empa/PSI