

Source des images : Audi/enbw

Chaque conversion d'énergie engendre des pertes. Si l'essence, le diesel ou le gaz naturel (GNC), c'est-à-dire de l'énergie chimique, sont convertis en énergie thermique puis en énergie mécanique dans le moteur à combustion, des pertes importantes se produisent. Sur 100 % d'énergie contenue dans le réservoir de carburant, environ 25 à 40 % seulement parvient sur le vilebrequin. Le reste est dissipé sous forme d'énergie thermique (refroidissement, gaz d'échappement, frottements) et ne peut être utilisé pour la propulsion. Ensuite, de l'énergie est également « perdue » dans la chaîne cinématique jusqu'aux roues motrices.

Le rendement η définit le rapport entre l'énergie ou la puissance utile et absorbée. Les conversions d'énergie génèrent toujours des pertes. Le rendement est donc toujours inférieur à 1 ou 100 %. Plus le rendement est élevé, plus le système de conversion est économe en énergie. Les moteurs électriques des véhicules BEV, hybrides rechargeables ou hybrides ont un rendement d'environ 95 % dans le meilleur des cas. Seul 5 % de l'énergie ou de la puissance fournie sont convertis en chaleur.

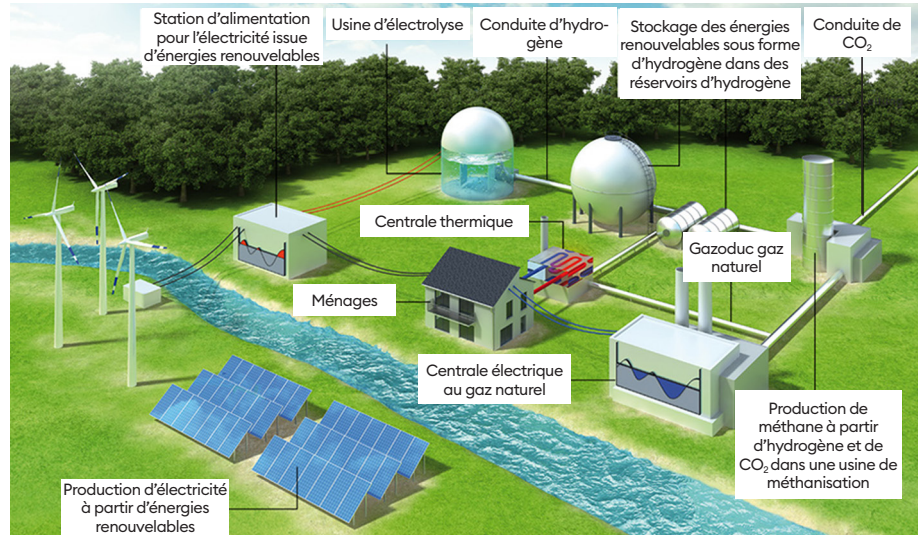
Les pertes d'énergie

L'énergie n'arrive pas dans le véhicule sans avoir subi des pertes. Quelle que soit la source d'énergie considérée, des pertes sont déjà générées lorsque le vecteur énergétique est produit. Le pétrole brut doit être extrait, transporté, raffiné et mis à disposition du réseau de distribution. Dans le cas de l'énergie électrique, l'électricité est d'abord transportée sur de longues distances, transformée plusieurs fois et doit être ensuite stockée dans les batteries du véhicule via un redresseur.

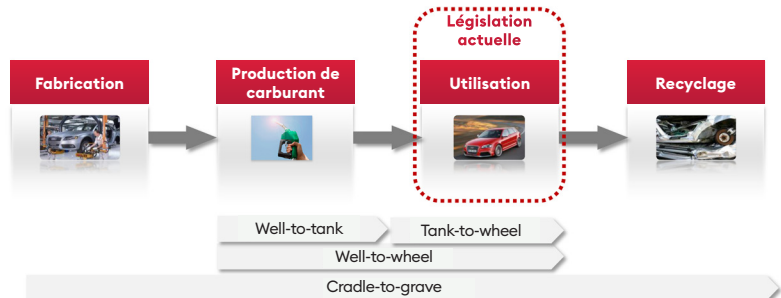
Chaque conversion d'énergie ne doit pas être considérée individuellement mais de manière holistique (générale). Si toute la chaîne, depuis la production jusqu'au recyclage, en passant par l'utilisation, est prise en compte, alors le choix de l'énergie du futur peut être déterminée rationnellement tout en tenant compte des possibilités techniques et physiques.

Le nœud du problème : chaque rendement individuel est multiplié. Ainsi, le rendement global devient d'autant plus petit que le nombre des conversions d'énergie qui sont effectuées dans l'élaboration d'un carburant et d'un entraînement sont élevés. Le principe du power-to-gas présenté dans l'illustration principale démontre cela par un exemple. L'utilisation de l'énergie éolienne et solaire pour fournir de l'électricité est la seule alternative judicieuse, parmi d'autres possibilités de production renouvelable. Elles produisent peu de CO₂ (comme les centrales nucléaires, d'ailleurs). En Suisse, environ 60 % de l'électricité est produite dans les centrales hydroélectriques. Le mix électrique suisse contient une forte proportion d'énergies renouvelables et est donc faible en émission de CO₂.

Si cette électricité renouvelable est utilisée pour obtenir de l'hydrogène H₂ par électrolyse, une perte d'environ 45 % est déjà



Toute source d'énergie alternative doit être basée sur de l'électricité renouvelable. Les conversions d'énergie ultérieures minimisent sensiblement l'efficacité globale. L'essentiel soit que les carburants à base de carbone produits de cette manière soient presque neutres en CO₂.



Trop peu d'attention est actuellement accordée à l'approche holistique Cradle to grave (Du berceau au tombeau).

atteinte lorsque l'eau H₂O est fractionnée. Seulement 55 % de l'énergie fournie est effectivement utilisée pour fournir de l'H₂. Si l'hydrogène est ensuite méthanisé avec le procédé Fischer-Tropsch en utilisant le CO₂ de l'air (η pour son extraction de l'air autour de 30 %), pour être transformé en gaz naturel (CNG), cela produit à nouveau une perte. Le rendement pour produire du CH₄ (gaz méthane) à partir de l'H₂O et du CO₂ est actuellement d'environ 40 %. Si les carburants synthétiques liquides sont considérés comme un substitut à l'essence, au diesel et au kérosène, le rendement global diminue à nouveau en raison de la production de ce carburant.

Le bilan neutre est recherché

Le rendement des vecteurs énergétiques des véhicules sont actuellement principalement évalués entre le stockage dans le véhicule et la roue. Cette chaîne de rendement est appelée « tank-to-wheel » en anglais. Une comparaison du puits à la roue, c'est-à-dire de la production de carburant à la roue motrice, mènerait vers le carburant techniquement le plus judicieux pour les véhicules du futur.

Mais si un cap, également de nature politique, doit être fixé pour la mobilité individuelle et donc pour toute la chaîne de rendement, alors chaque variante doit être soigneusement examinée avec une comparaison du « berceau au tombeau ».

Des perspectives intéressantes s'offrent, si le vecteur énergétique approprié est envisagé lors de la production du véhicule en tenant compte du rendement holistique du carburant et du recyclage du véhicule. L'entraînement électrique par batterie fait beaucoup moins bien dans l'équilibre global en comparaison des 95 % de rendement mentionnés pour les moteurs triphasés. La production et le recyclage des batteries aggrave ce bilan global.

Si le rendement d'un BEV depuis le stockage d'énergie jusqu'aux roues est considéré sans la chaîne de rendement holistique (Cradle-to-grave), elle est d'environ 80 % (du puits au réservoir 95%). Le véhicule à pile à combustible avec environ 30 % (60 %) ainsi que le moteur à combustion alimenté par des carburants synthétiques avec environ 15 % (44 %) accusent un retard significatif.

L'essentiel soit que non seulement le rendement, mais aussi l'effet de serre soient pris en compte. Si des carburants alternatifs sont produits avec le mix électrique européen, alors environ 340 g/kWh d'émissions de CO₂ sont émis. De nombreux pays européens (dont l'Allemagne) dépendent fortement des énergies fossiles (charbon, pétrole) pour la production d'électricité. Si un BEV est exploité avec ce mix électrique, environ 60 g/km d'émissions de CO₂ résultent uniquement de cette production d'électricité. L'objectif du moteur thermique est actuellement de 95 g/km.

Partenaires : © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / Andi Senger