

L'énergie des véhicules électriques

CORD-HENRICH DUSTMANN

Grâce à de nouveaux types d'accumulateurs, les performances des véhicules électriques urbains vont s'améliorer.

Lorsque Carl Friedrich Benz et Gottlieb Wilhelm Daimler présentèrent, indépendamment, leurs fiacres motorisés, en 1885 et en 1886, des voitures électriques circulaient déjà dans Paris depuis quelques années. Puis, en 1899, la *Jamais Contente* du Belge Camille Jenatzy, avec son moteur électrique, fut le premier véhicule autopropulsé à dépasser la vitesse de 100 kilomètres à l'heure.

Au tournant du siècle, aux États-Unis, le nombre des voitures à essence était inférieur (22 pour cent du parc automobile) au nombre des voitures électriques et à vapeur (respectivement, 38 et 40 pour cent). On appréciait l'électricité pour sa facilité d'utilisation, sa fiabilité et sa propreté ; l'autonomie et la puissance n'étaient pas encore des critères importants.

La découverte du démarreur électrique pour le moteur à explosion a donné à celui-ci un avantage décisif. En 1995, les véhicules électriques représentaient à peine 0,01 pour cent des 47,5 millions d'automobiles du parc allemand, dont la moitié étaient des voitures particulières.

Des bricoleurs, des bureaux d'études et des constructeurs automobiles présentent régulièrement des concepts nouveaux et intéressants de véhicules totalement ou partiellement électriques. En France, par exemple, à la fin de 1996, plus de 3 000 véhicules électriques sont immatriculés, dont plus de 1 000 l'ont été dans l'année. Certains sont fabriqués industriellement et vendus : le marché progresse. Toutefois, les moteurs à combustion interne ont encore de beaux jours devant eux : à moyen terme, les véhicules qu'ils équiperont

resteront moins coûteux et leur utilisation restera plus souple.

Le principal handicap des véhicules électrique est la difficulté du stockage de l'énergie électrique. Tandis que 40 litres d'essence fournissent une énergie de 1 400 mégajoules, dont 8 à 15 pour cent (selon le mode de conduite) sont convertis par le moteur en énergie de propulsion, une batterie de volume équivalent ne contient qu'une énergie d'environ 100 mégajoules, que le moteur utilise à 80 ou 90 pour cent.

En outre, les véhicules électriques ne s'imposeront que si leur conduite est aussi confortable que celle des véhicules à moteur thermique : la batterie doit fournir de l'énergie à la demande, uniquement en fonction des besoins du véhicule et quelles que soient les conditions extérieures. Que la voiture soit en stationnement ou qu'elle roule sur une route accidentée, par temps chaud, froid, sec ou humide, elle doit répondre aux commandes du conducteur.

Les constructeurs visent, pour un avenir proche, la commercialisation de batteries qui permettront à des véhicules d'atteindre une vitesse de 120 kilomètres à l'heure, de rouler une centaine de kilomètres sans recharge, et qui résisteront à un millier de cycles de charge et de décharge (soit environ 150 000 kilomètres parcourus en dix ans). Ces caractéristiques constituent un compromis entre l'énergie et la puissance de la batterie : avec certaines batteries, des véhicules prototypes ont une autonomie de 200 kilomètres et, sur les véhicules électriques actuels, la vitesse de pointe n'est pas limitée par la batterie mais par le moteur.

Une bonne batterie

Comment les fabricants de batteries atteindront-ils ces objectifs ? Un accumulateur est caractérisé par sa densité d'énergie et par sa densité de puissance. La densité d'énergie, tout d'abord, est la quantité d'énergie stockée dans un kilogramme (ou dans un litre) d'accumulateur ; elle détermine l'autonomie du véhicule. On essaie aujourd'hui d'atteindre 360 kilojoules par kilogramme. D'autre part, la densité de puissance est la puissance électrique maximale par kilogramme, qui détermine la vitesse maximale et l'accélération ; la densité de puissance d'un accumulateur satisfaisant serait de 150 watts par kilogramme (200 watts par litre).

Les réactions électrochimiques de charge et de décharge doivent être totalement réversibles. Le système de freinage actif relié aux roues, qui transforme le moteur en générateur, recharge en effet la batterie à chaque décélération, quel que soit son état de charge. Le système doit aussi fonctionner sans entretien et ne présenter aucun danger supplémentaire par rapport à un véhicule classique, même en cas d'accident grave. Enfin le prix de la batterie ne doit pas trop grever celui de la voiture électrique. Le coût associé dépend, entre autres paramètres, des matériaux utilisés et de la durée de vie de la batterie. Pour qu'une batterie soit commercialisable, il faut que les électrodes et les électrolytes utilisés soient chimiquement stables pendant toute sa durée de vie.

Des laboratoires universitaires et industriels testent aujourd'hui plusieurs systèmes électrochimiques. Peu

répondront à l'ensemble des critères que nous venons d'énumérer, de sorte que les constructeurs devront trouver des compromis. La batterie au plomb à électrolyte gélifié, par exemple, est la plus utilisée aujourd'hui, parce qu'elle est la moins coûteuse et que c'est celle dont on connaît le mieux le fonctionnement. Sa den-

sité d'énergie est toutefois trop faible. La batterie Zebra (l'acronyme anglais d'un projet de recherche sur les batteries sans émissions), dont la Société AEG Anglo Batteries prépare la production en série, est beaucoup plus performante : elle stocke l'énergie sous forme de sodium et de chlorure de nickel.

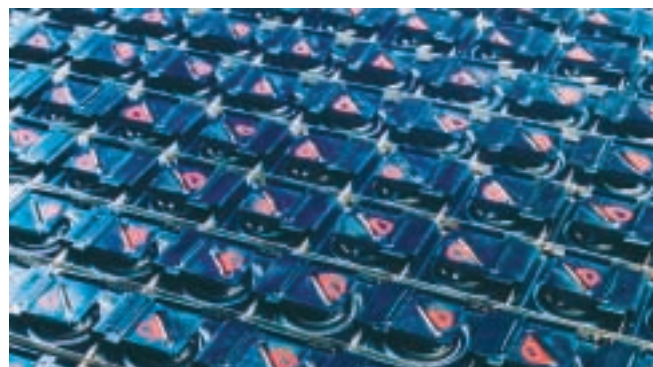
La batterie sodium/chlorure de nickel

On fabrique un élément de la batterie Zebra en plaçant, dans un tube d'alumine, du chlorure de sodium et du nickel, en poudre, une électrode de nickel et du chlorure d'aluminium et de sodium. Le tube est ensuite



Romualda Holak, Avere France

1. LES VÉHICULES ÉLECTRIQUES, équipés de batteries, sont rechargés par un branchement électrique standard. Les utilisateurs profitent des arrêts, à domicile ou dans des parcs de stationnement, pour «faire le plein».



2. UNE BATTERIE ZEBRA, composée de 200 à 500 cellules, délivre une tension d'environ 300 volts (à gauche). Le boîtier métallique à double paroi isole thermiquement la batterie, qui fonctionne à 300 °C,



AEG Anglo Batteries/Spektrum der Wissenschaft

de l'environnement extérieur. Ce boîtier protège aussi contre d'éventuelles fuites lors de chocs violents, tel celui qu'a subi une batterie lors d'un essai de chute (à droite).