



Le Spirit of Biel/Bienne II de l'ancienne École d'ingénieurs de Bienne, en 1993.

## « The winner takes it all »

**Mobilité électrique** | «La voiture électrique? Trop chère, pas assez puissante», expliquait en 2011 un professeur de l'EPFZ dans la revue alémanique *Magazin*. Selon lui, le moteur à explosion était imbattable dans un avenir prévisible. Or, il était déjà trop tard : Elon Musk était sur le point de révolutionner le monde de l'automobile avec ses voitures électriques. Depuis, plus rien ne se passe comme prévu.

URS MUNTWYLER

**D**epuis que la diligence a été motorisée, la question de son mode de propulsion n'a cessé de susciter l'intérêt. Alors que les véhicules électriques, à vapeur et à essence se livraient encore une compétition acharnée en 1900, le démarreur électrique et l'exploitation pétrolière ont rapidement donné un avantage considérable au moteur à explosion. Bien que le moteur électrique ait vécu diverses renaissances dans l'intervalle, celles-ci ont toujours fait long feu. Après la « crise énergétique » de 1974, quelques petits fabricants tels que Zagato Zele (Italie) ou Sebring Vanguard (États-Unis) se sont risqués sur les routes avec leurs véhicules électriques, pour disparaître à nouveau peu après. À Berne, à

partir de 1979, le pionnier de la radio Matthias Lauterburg équipait sa Zagato Zele de quatre modules photovoltaïques (PV) pour en faire un genre de voiture solaire, qui servit ensuite de véhicule publicitaire pour le « Tour de Sol 85 », la première course automobile solaire du monde. À l'époque, cette compétition avait donné naissance, au sein de l'École d'ingénieurs de Bienne, à 10 ans d'efforts consacrés à la construction de véhicules solaires de course, ainsi qu'au développement de moteurs pour véhicules électriques légers. Sur les routes, on apercevait la Mini-el danoise, de même que la Twike à trois roues inventée par Ralph Schnyder de Gelterkinden (BS), que l'on voit encore aujourd'hui.

La « Zero Emission Act » adoptée par la Californie en 1990 était d'une tout autre dimension. Cette loi exigeait que la proportion de véhicules sans émissions – donc électriques – atteigne au moins 2% en 1998. Grâce au lobbying politique et à des avocats avertis, ce « problème » a pu être éliminé de la vie des Américains : la loi a été suspendue, ce qui a ouvert la voie aux constructeurs français et japonais. Les premiers ont construit des véhicules pas trop mauvais avec les accumulateurs nickel-cadmium du fabricant Saft, mais l'autonomie de ceux-ci était lamentable : elle ne dépassait pas 100 km. Quant aux Japonais, Toyota en tête, ils ont misé sur une amélioration du moteur à essence en raison de la source utilisée pour la production

de l'électricité (le charbon) et ont développé la Prius équipée d'une propulsion hybride en parallèle.

### Personne n'a vu arriver Tesla

La voiture électrique allait bénéficier d'une nouvelle chance avec la Tesla d'Elon Musk, un entrepreneur indépendant de l'industrie automobile. Celui-ci saisit les occasions offertes par l'économie numérique et utilisa le savoir-faire disponible en Californie depuis les années 1990 pour la construction de moteurs électriques efficaces. C'est au même moment qu'implosa le modèle d'affaires de la branche automobile, qui manipulait les valeurs d'émission des véhicules à combustion. De nos jours, avec les valeurs limites de 95 gCO<sub>2</sub>/km pour l'ensemble de la flotte de nouvelles voitures de tourisme dans l'UE et la proportion de véhicules électriques imposée en Chine, chaque producteur automobile doit tout à coup proposer des voitures électriques dans son assortiment. Les propulsions de substitution utilisant par exemple le gaz naturel, l'hydrogène ou des carburants synthétiques sont sous pression et risquent de disparaître. « Si nous prenons au sérieux la nouvelle mobilité et les objectifs environnementaux, il nous faut nous concentrer sur le moteur électrique à batterie », estime Frank Welsch, chef du développement chez VW. « Tout le reste n'est que dissipation de l'énergie régénérée en quantité limitée. »

### L'avantage des spécialistes

Ce n'est pas une bonne nouvelle pour les scientifiques et les instituts de recherche qui travaillent sur tous les types de moteurs, en invoquant l'ouverture technologique. Car le gagnant doit être « simple, bon marché et efficace » – ce sera donc le moteur électrique.

Le spécialiste concentré sur son sujet est avantagé par rapport au généraliste lorsque des performances de pointe sont en jeu. Ou comme le chantait le groupe suédois ABBA: « The winner takes it all ! » Tout ce qui n'est pas « électrique » finira au musée ou sur des marchés de niche.

### La transition prend du temps

L'ancien secteur automobile va encore se défendre quelque temps en dénigrant la voiture électrique. C'est la raison pour laquelle nous entendons soudain des débats critiques sur les



L'ombrière photovoltaïque de la BFH-TI de Berthoud.

batteries, le recyclage, le lithium, etc. Pour le moteur à combustion, les discussions de ce type étaient plutôt rares: qui souhaite vraiment en savoir plus sur le respect des droits de la personne en Arabie saoudite ou sur l'extraction de pétrole brut en Russie ?

À cela s'ajoute le fait que l'industrie n'est pas encore capable de produire en nombre suffisant les composants tels que les batteries, les moteurs ou l'électronique de puissance. Les institutions de formation ne mettent pas non plus sur le marché suffisamment de spécialistes de la mobilité électrique. La transition prendra donc encore quelques années, en particulier en Suisse, où les forces d'inertie sont particulièrement bien organisées. On le constate aussi à la BFH en comparant les ombrières PV de Berne, de Bienne et de Berthoud.

### Le malheur des uns...

Les nouvelles ne sont pas mauvaises pour tout le monde. Les centrales électriques fournissent désormais aussi de l'énergie pour la mobilité individuelle. Elles pourraient combiner leurs activités en intégrant les voitures électriques à leur réseau en tant qu'unités de stockage d'énergie mobiles.

Les nouvelles sont également positives pour l'environnement et le climat. Grâce aux motorisations électriques, les valeurs limites pour les polluants atmosphériques peuvent être respectées et les émissions de CO<sub>2</sub> diminuent, parce que l'électricité provient du soleil et du vent. Les milliards dépensés pour importer des carburants n'ont plus de raison d'être. Il faut donc aussi repenser le financement des infrastructures routières.

Cela mène à une conclusion intéressante: rouler en voiture deviendra meilleur marché! Les véhicules électriques

coûteront bientôt moins cher que les voitures à essence, alors même que leurs frais d'exploitation sont déjà inférieurs. On verra cependant si cela induit une hausse du nombre de véhicules et de trajets, puisque se déplacer en automobile électrique demande un peu plus de planification et nécessite une infrastructure de recharge étendue. Si la tendance à la mobilité combinée s'impose, la voiture pourrait même perdre en attrait.

### L'électricité supplémentaire provient du photovoltaïque

En Suisse, l'électricité supplémentaire requise (environ 20% de plus) proviendra principalement du PV. Pour moins de 5000 CHF, il est possible d'installer sur une surface de 12 à 15 m<sup>2</sup> sa propre installation PV d'une puissance nominale de 2,5 kW. Celle-ci fournira pendant 30 ans suffisamment de courant pour charger un véhicule électrique. Le rêve des initiateurs du « Tour de Sol » – se déplacer avec le soleil – est ainsi devenu réalité, même si ces personnes ne s'étaient pas imaginé que de gros véhicules lourds figureraient aussi parmi les « véhicules solaires ». Ces prochaines décennies, les jeunes ingénieurs pourront donc prendre encore beaucoup de plaisir dans leurs divers travaux d'optimisation!

#### Liens

- Institut pour la recherche sur l'énergie et la mobilité IEM: [www.bfh.ch/iem](http://www.bfh.ch/iem)
- Centre BFH Stockage d'énergie: [www.bfh.ch/energy](http://www.bfh.ch/energy)

#### Auteur

- Prof. **Urs Muntwyler** est responsable du Laboratoire pour les systèmes photovoltaïques à la Haute école spécialisée bernoise (BFH).
- BFH, 3400 Berthoud
- [urs.muntwyler@bfh.ch](mailto:urs.muntwyler@bfh.ch)

Première publication dans le Spirit Biel/Bienne, 02/2020, [spirit.bfh.ch](http://spirit.bfh.ch)