

# Comment fonctionne un moteur de voiture électrique ?

22 février 2021 - Renault Group



Finis les cylindres, les pistons et les gaz d'échappement : le moteur d'une voiture électrique est construit sur la base d'un ensemble de pièces conçues pour convertir l'électricité en énergie mécanique grâce à la création d'un champ magnétique.

## Qu'est-ce qu'un moteur électrique ?

Un moteur de voiture électrique fonctionne grâce à un procédé physique mis au point à la fin du 19e siècle. Ce procédé consiste à utiliser un courant pour créer un champ magnétique sur la partie fixe de la machine (le « stator »), qui, en se déplaçant, va mettre en mouvement une pièce tournante (le « rotor »). On s'attardera plus longuement sur ces deux pièces un peu plus loin dans cet article.

## Le principe d'un moteur électrique

Quelle est la différence entre un moteur thermique et un moteur électrique ? Les deux termes sont souvent utilisés indistinctement. Il est donc important de les différencier dès le départ. Bien qu'on les emploie actuellement quasiment comme des synonymes, dans l'industrie automobile, un « moteur électrique » désigne une machine qui convertit l'énergie en énergie mécanique (et donc en mouvement), tandis qu'un moteur thermique accomplit la même tâche, mais en utilisant spécifiquement l'énergie thermique. Quand on évoque la transformation de l'énergie thermique en énergie mécanique, on parle donc de combustion, et non d'électricité.

C'est donc le type d'énergie convertie qui détermine le type de moteur, thermique ou électrique. En ce qui concerne les véhicules électriques, dans la mesure où l'énergie mécanique est générée par l'électricité, on utilise le terme « moteur électrique » pour décrire le système qui fait avancer le véhicule électrique. C'est ce qu'on appelle la traction.

# Comment fonctionne un moteur électrique dans un véhicule électrique ?

Maintenant qu'il est établi que l'on parle ici de moteurs électriques, et non de moteurs thermiques, intéressons-nous au fonctionnement du moteur dans un véhicule électrique.

On trouve aujourd'hui des moteurs électriques dans de nombreux objets du quotidien. Ceux qui sont équipés de moteurs à courant continu (DC) ont des fonctionnalités assez basiques. Le moteur est directement relié à une source d'énergie et sa vitesse de rotation dépend donc directement de l'intensité du courant. Bien que faciles à produire, ces moteurs électriques ne répondent pas aux exigences de puissance, de fiabilité ou de taille d'un véhicule électrique. Ils peuvent néanmoins être utilisés pour actionner les essuie-glaces, les vitres et d'autres petits mécanismes à l'intérieur de la voiture.

## Le stator et le rotor

Pour appréhender le fonctionnement d'un véhicule électrique, il faut se familiariser avec les composants physiques de son moteur électrique. Cela commence par une bonne compréhension des principes de ses deux parties principales : le stator et le rotor. Une façon simple de retenir la différence entre les deux : le stator est « statique », tandis que le rotor est en « rotation ». Dans un moteur électrique, le stator se sert de l'énergie pour créer un champ magnétique qui fait ensuite tourner le rotor.

Comment fonctionne alors un moteur électrique pour alimenter un véhicule électrique ? Il faut pour cela recourir à des moteurs à courant alternatif (AC), qui requièrent l'utilisation d'un circuit de conversion pour transformer le courant continu (DC) fourni par la batterie. Penchons-nous sur les deux types de courant.

## Alimenter un véhicule électrique : courant alternatif (AC) vs courant continu (DC)

Avant toute chose, pour comprendre le fonctionnement d'un moteur de voiture électrique, il convient de connaître la différence **entre le courant alternatif et le courant continu (courants électriques)**.

Il existe deux façons pour l'électricité de circuler dans un conducteur. Le courant alternatif (AC) désigne un courant électrique dans lequel les électrons changent périodiquement de direction. Le courant continu (DC), comme son nom l'indique, circule dans une seule direction.

Les batteries de voitures électriques fonctionnent avec du courant continu. Pour ce qui est du moteur principal du véhicule électrique (qui assure la traction du véhicule), ce courant continu doit toutefois être transformé en courant alternatif par l'intermédiaire d'un onduleur.

Que se passe-t-il une fois que cette énergie atteint le moteur électrique ? Tout dépend du type de moteur utilisé : synchrone ou asynchrone.

# Les types de moteurs électriques

Il existe deux types de moteurs électriques à courant alternatif dans l'industrie automobile : les moteurs synchrones et les moteurs asynchrones. Dans le cas d'un véhicule électrique, les moteurs synchrones et asynchrones ont chacun leurs points forts ; l'un n'est pas nécessairement « supérieur » à l'autre.

## Les moteurs synchrones et asynchrones

Le moteur asynchrone, également appelé moteur à induction, s'appuie sur le stator alimenté en électricité pour générer un champ magnétique tournant. Cela provoque alors une rotation perpétuelle du rotor, comme s'il essayait de rattraper le champ magnétique sans jamais y parvenir. Le moteur asynchrone est souvent installé dans les véhicules électriques destinés aux déplacements longs et à grande vitesse.

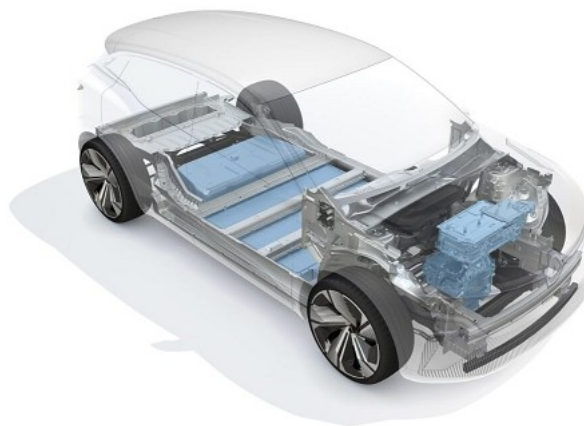
Dans le moteur synchrone, le rotor remplit lui-même la fonction d'électro-aimant et participe ainsi de manière active à la création du champ magnétique. Sa vitesse de rotation est donc directement proportionnelle à la fréquence du courant qui alimente le moteur. Le moteur synchrone est donc idéal pour la conduite urbaine, qui implique généralement des arrêts réguliers et des redémarrages à faible vitesse.

Les moteurs synchrones et asynchrones fonctionnent de façon réversible, ce qui signifie qu'ils peuvent convertir l'énergie mécanique en électricité pendant les phases de décélération. Ce principe est celui du **freinage par récupération**, qui découle de l'alternateur.

## Les composants des moteurs électriques

Intéressons-nous maintenant à quelques-uns des composants présents dans le moteur d'un véhicule électrique, tels que les aimants du moteur électrique, les moteurs synchrones à excitation indépendante, ou plus généralement, le groupe motopropulseur.

### Les aimants permanents



Certains moteurs synchrones comportent un moteur à aimant permanent au niveau du rotor. Ces aimants permanents sont intégrés dans le rotor en acier, créant ainsi un champ magnétique constant. Un moteur électrique à aimant permanent

présente l'avantage de fonctionner sans alimentation électrique. Il requiert cependant l'utilisation de métaux ou d'alliages tels que le néodyme ou le dysprosium. Ces « terres rares » sont ferromagnétiques, ce qui signifie qu'elles peuvent devenir magnétiques et ainsi se transformer en aimants permanents. On les emploie à des fins industrielles variées : dans les éoliennes, les outils et casques audio sans fil, les dynamos de vélo ou encore les moteurs à traction équipant certains véhicules électriques !

Problème : le coût de ces « terres rares » est très fluctuant. Contrairement à ce que laisse supposer leur dénomination, elles ne sont pas vraiment si rares, mais on les trouve presque exclusivement en Chine. Le pays a donc un quasi-monopole sur leur production, leur vente et leur distribution. C'est la raison pour laquelle les constructeurs déploient beaucoup d'efforts pour trouver des solutions alternatives pour les moteurs des véhicules électriques.

## **Les moteurs synchrones à excitation indépendante**

L'une de ces solutions, retenue par Renault pour la Nouvelle ZOE, consiste à fabriquer un aimant de moteur électrique à partir d'une bobine de cuivre. Cette solution nécessite un processus industriel plus complexe, mais permet d'éviter les problèmes d'approvisionnement, tout en préservant l'excellent ratio entre le poids du moteur et le couple généré.

Guillaume Faurie, responsable du Service Ingénierie de l'usine Renault de Cléon, évoque la complexité et l'ingéniosité du moteur électrique de la Nouvelle ZOE : « La fabrication d'un moteur synchrone à excitation indépendante requiert des procédés de bobinage et d'imprégnation spécifiques. Les contraintes liées aux attentes en matière de performances des produits, à l'objectif de diminution du ratio poids/puissance et à la cadence élevée de production impliquent de recourir efficacement aux technologies les plus avancées pour mettre en œuvre ces procédés. »

## **Le groupe motopropulseur électrique**

Dans un véhicule électrique, le moteur électrique comprenant le rotor et le stator constitue une partie d'un ensemble plus vaste : **le groupe motopropulseur électrique**, un assemblage qui permet le fonctionnement du moteur électrique.

Dans ce dernier, on trouve aussi **le contrôleur électronique de puissance (PEC, pour Power Electronic Controller)**. Celui-ci regroupe tous les éléments électroniques chargés de l'alimentation du moteur et la recharge de la batterie. Enfin, l'unité comprend le réducteur, l'élément qui permet de réguler le couple et la vitesse de rotation transmise par le moteur électrique aux roues.

La combinaison de ces éléments assure un fonctionnement souple et efficace du moteur électrique. Le résultat ? Votre voiture électrique est silencieuse, fiable, **moins chère** et agréable à conduire !