

LA CONCEPTION DES MOTEURS MOYEUX POUR LES VÉLOS ÉLECTRIQUES

Les premiers vélos électriques sont apparus dans les années 1890 et étaient réservés à une élite. Au cours du siècle dernier, ceux-ci sont devenus un mode de transport écologique et accessible qui permet de parcourir de plus longues distances et de gravir plus facilement les côtes pentues. Cet article traite des différents types de moteurs pour vélos électriques, en se concentrant sur le moteur moyeu qui est la solution la plus répandue et la plus économique.

LES TYPES DE MOTEURS POUR VÉLOS ÉLECTRIQUES

Le système d'entraînement d'un vélo à assistance électrique intègre une batterie et un moteur électrique. Celui-ci peut fournir une assistance au pédalage ou complètement entraîner le vélo. (Schéma 1). Le moteur électrique est un composant clé pour la performance du vélo électrique. Les deux moteurs les plus couramment utilisés sont le moteur central intégré au niveau du pédalier et le moteur moyeu intégré généralement dans la roue arrière.

- **Moteur central.** Le moteur central est intégré dans le pédalier, il transmet la puissance à la chaîne, qui entraîne la roue arrière via les pignons de la cassette. Parmi les avantages de ce type de moteur, l'excellente répartition du poids sur le vélo et une masse réduite le rendent bien adapté au tout-terrain et pour le franchissement de pentes raides. Cependant, il est assez coûteux du fait de la complexité de son installation et de la présence de nombreuses pièces mobiles. Ce système nécessite une maintenance assez fréquente et est complexe à mettre en œuvre.

- **Moteur moyeu.** Le moteur moyeu est la solution la plus couramment employée pour les vélos électriques. Le moteur est situé au centre de la roue arrière et est composé de moins de pièces mobiles que le moteur central. Il s'agit donc d'une solution moins coûteuse et nécessitant moins d'entretien (mais également moins puissante) que le moteur central. Cette solution est idéale pour les terrains relativement plats et peu accidentés, ainsi que pour les chemins bien revêtus.



Schéma 1 : Composants des vélos électriques



Schéma 2 : Moteur central intégré dans le pédalier (à gauche) ; moteur moyeu intégré dans la roue arrière du vélo (à droite)

LA CONCEPTION DU MOTEUR MOYEU

L'arbre moteur remplace le traditionnel axe de roue (fixe) qui passe à travers le moyeu de la roue de vélo. Le stator, composé de bobinages en cuivre, est fixé à l'arbre moteur, tandis que la partie rotative extérieure, comprenant les aimants, est fixée au moyeu de la roue. Un capteur détecte la position angulaire du rotor, ce qui permet d'alimenter séquentiellement les bobinages et générer la rotation de la roue. Le moteur moyeu est un moteur à courant continu sans balais à rotor externe, qui comprend un train d'engrenage planétaire afin d'augmenter le couple de sortie.

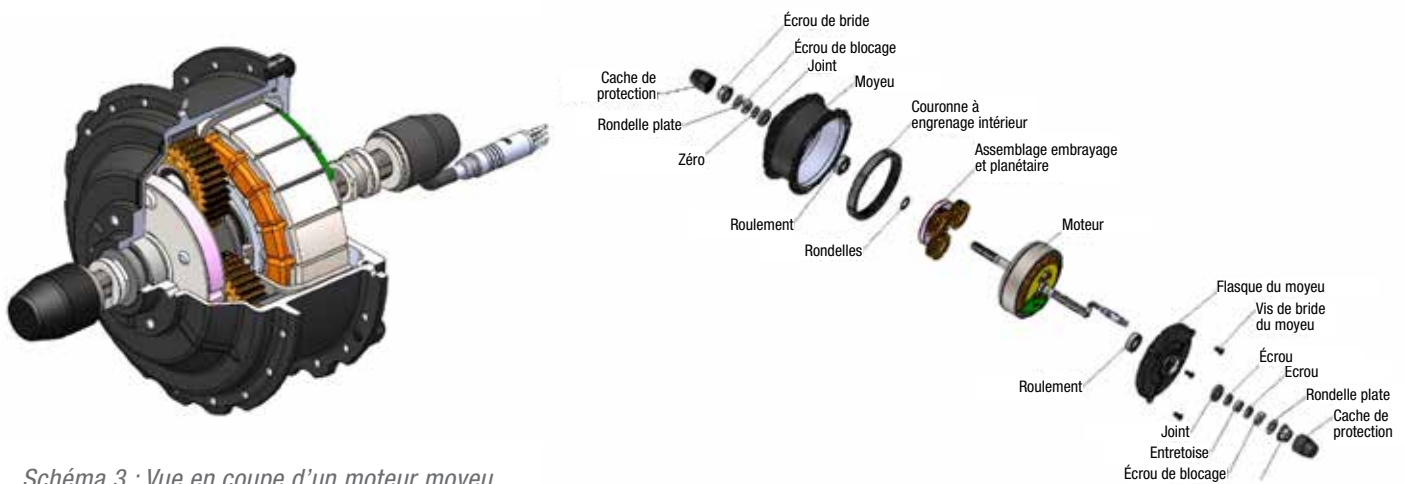
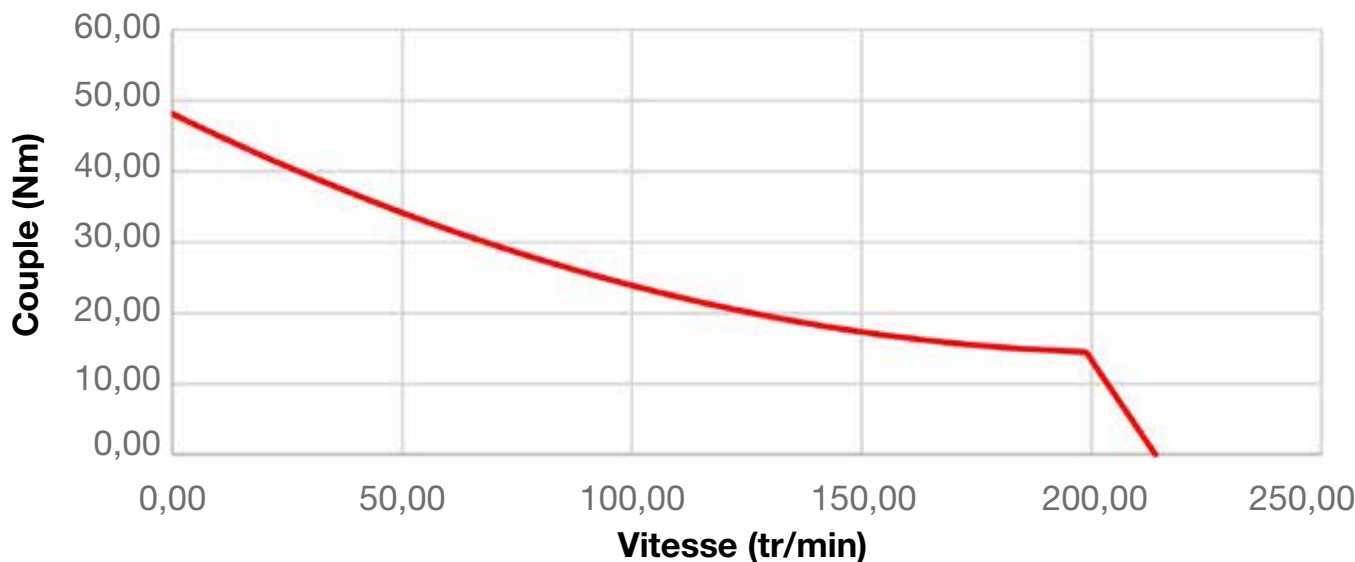


Schéma 3 : Vue en coupe d'un moteur moyeu

Schéma 4 : Vue éclatée des composants internes du moteur moyeu

CARACTÉRISTIQUES DE PERFORMANCE DU MOTEUR MOYEU

Un moteur moyeu doit être léger et compact, tout en fournissant un couple de sortie important à vitesse élevée. Le design d'un moteur BLDC exige intrinsèquement un compromis entre couple et vitesse. Les performances souhaitées sont obtenues en jouant sur les paramètres du design du moteur. Par exemple, le diamètre et la longueur du moteur vont avoir une incidence sur le couple nominal. Le couple nominal est proportionnel à la longueur du moteur, alors qu'il est proportionnel au carré du diamètre du moteur. Un nombre de paires de pôles important va permettre de générer plus de couple. Cependant, plus le nombre de pôles sera élevé, plus la vitesse maximale sera limitée. Le rendement moteur impacte directement l'autonomie du vélo électrique. Ce rendement dépend du type de tôles d'acier sélectionné, de la forme des pôles magnétiques dans lesquels les bobinages sont insérés, et du facteur de remplissage en cuivre dans les encoches.



Graphique 1 : Courbe de performance typique d'un moteur moyen (couple vs vitesse)

LES COMPROMIS EN TERME DE DESIGN POUR LES MOTEURS MOYEUX

L'ingénieur en conception doit préserver un équilibre entre le poids du moteur, la compacité, le rendement, la fiabilité et le coût pour optimiser les performances du vélo électrique. D'autres facteurs entrent en ligne de compte, comme une forte densité de puissance, une large plage de régime moteur et la robustesse du design. Les ingénieurs qui conçoivent des moteurs moyens performants et de bonne qualité doivent intégrer ces facteurs afin de définir la topologie et les matériaux adéquats. Afin de minimiser la longueur du moteur, un train d'engrenage planétaire à un ou deux étages est ajouté au moteur. Typiquement, chaque étage permet une réduction de 4:1 ou 5:1. Le pignon planétaire central et la couronne extérieure à denture interne sont généralement issus de la métallurgie des poudres métalliques, tandis que les pignons satellites sont généralement constitués de polymères légers. Pour un fonctionnement sans à-coups, la qualité des engrenages est DIN 8 à 9. Cet ensemble moto-réducteur compact et à haut rendement, constitue une solution idéale pour les vélos électriques.

CERTIFICATIONS RÉGLEMENTAIRES

Le moteur moyen doit également se conformer aux différentes réglementations de sécurité en vigueur dans la zone géographique d'utilisation. Des tests et des validations adéquats (généralement par l'intermédiaire d'une agence tierce) sont requis pour démontrer que toutes les réglementations ont été respectées. Par exemple, les unités vendues en Europe doivent être conformes à la norme EN-15194.

CONCLUSION

Le moteur moyen est une solution économique qui nécessite peu d'entretien pour les vélos électriques destinés aux terrains relativement plats. La technologie de moteur à courant continu sans balais et le système d'engrenage sont des composantes essentielles dans la conception du moteur moyen. Leur design définit le couple de sortie et le rendement du système d'entraînement qui sont des paramètres critiques pour la performance et l'autonomie du vélo électrique. Portescap connaît parfaitement les exigences de conception des moteurs moyens et est en mesure de concevoir et customiser une solution unique pour cette application. Contactez nos experts sur www.portescap.com. **P**

POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS :

110 Westtown Road

West Chester, PA 19382

Tél : +1 610 235 5499

Fax : +1 610 696 4598

portescap.sales.america@regalrexnord.com

www.portescap.com

CONTACTEZ UN INGÉNIEUR :

www.portescap.com/en/contact-portescap

Dipak Mane

Senior Manager – Conception et développement

Anand Vayda

Directeur général adjoint – Conception et développement

Portescap

A REGAL REXNORD BRAND