

## LES TENDANCES EN ROBOTIQUE ACCENTUENT LE BESOIN DE MOTEURS MINIATURES

### Contexte

Les progrès de l'automatisation et de l'intelligence artificielle stimulent l'innovation en robotique, en permettant d'accéder à de nouveaux secteurs grâce à l'émergence de concepts robotiques plus compacts et plus intelligents. Les nouveaux développements dans le domaine des systèmes de vision et des technologies des capteurs nécessitent des applications inventives pour les robots dans les secteurs médical, de l'entreposage, de la sécurité et de l'automatisation des processus. Les technologies de rupture offrent aux moteurs miniatures de nouvelles occasions de relever les défis uniques du marché de la robotique, y compris celui du contrôle prédictif des instruments chirurgicaux, de la navigation sûre et efficace dans les entrepôts ou de l'autonomie nécessaire pour mener à bien de longues missions de sécurité.

### Tendances émergentes en robotique

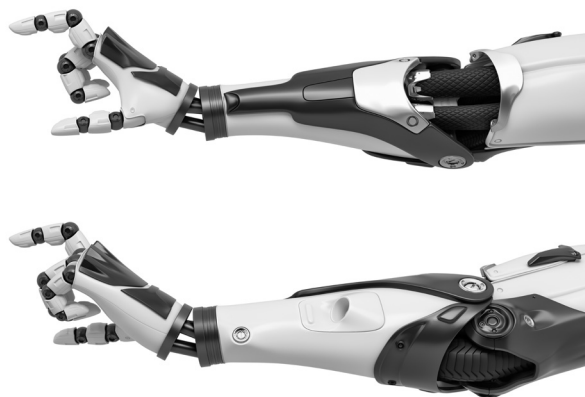
#### *Tendance 1 : mobilité et empreinte*

La transition vers des applications robotiques collaboratives nécessite que les systèmes soient mobiles, agiles et compacts. Les tâches généralement assurées par l'homme nécessitent des solutions motorisées miniaturisées capables d'imiter la taille et l'agilité de la main humaine. Qu'est-ce que cela signifie pour les produits de commande de mouvement ?

Les actionneurs robotiques nécessitent de petits moteurs à forte densité de puissance pour réduire la taille et le poids globaux, en particulier dans les solutions à plusieurs articulations (poignet, bras, coude, torse). Les solutions compactes améliorent la utilisabilité, l'autonomie et la sécurité (temps de réaction plus rapide grâce à une inertie plus faible). Les robots humanoïdes, les bras prothétiques, les exosquelettes et les pinces robotiques exigent généralement un ensemble compact à haute densité de puissance. La densité de puissance est la quantité de puissance (taux de transfert d'énergie dans le temps) générée par unité de volume du moteur. Un moteur produisant plus de puissance dans un boîtier plus petit augmente la densité de puissance, ce qui est important lorsque l'espace est limité ou lorsqu'une puissance maximale est nécessaire dans un espace donné. Une densité de puissance élevée permet la miniaturisation des mécanismes ou une capacité accrue des conceptions actuelles, ce qui est essentiel pour réduire l'espace utilisé par les éléments mobiles. L'efficacité est essentielle pour obtenir le plus de puissance possible d'une conception donnée, les moteurs cc sans balais jouant un rôle important dans la réduction de la taille par rapport aux moteurs cc classiques. Les conceptions de moteur sans encoches, combinées à des réducteurs planétaires, offrent une unité très puissante dans un petit boîtier. Qu'il s'agisse d'une configuration courte, plate et à profil bas ou d'une conception longue et mince, les solutions sans balais peuvent être conçues pour répondre aux exigences spécifiques des clients.

La dextérité et l'agilité nécessitent une réponse dynamique et un fonctionnement fluide. Les moteurs cc sans balais et sans encoches éliminent le couple de détente et fournissent un mouvement dynamique précis avec des moteurs à faible inertie. Dans les applications à haute dynamique nécessitant une accélération/décélération constante (comme les robots delta et les systèmes "pick and place"), des caractéristiques d'accélération élevées sont indispensables. Les moteurs à courant continu sans fer et les moteurs pas-à-pas à aimant disque ayant une très faible inertie, ils sont la solution idéale pour de telles applications.

Les moteurs cc à balais sans fer à haut rendement constituent le meilleur choix pour les applications mobiles alimentées par batterie afin de prolonger l'autonomie entre les charges. De nombreuses applications robotiques fonctionnent sur batterie et nécessitent donc des moteurs très efficaces (jusqu'à 90 %) pour offrir une durée de fonctionnement plus longue. Certaines applications nécessitent un couple élevé à des vitesses inférieures, ce qui est réalisable en associant le moteur à un réducteur à haute efficacité (jusqu'à 90 %). De mauvaises conceptions de réducteurs nuisent aux performances globales du système, réduisant la durée de fonctionnement de la batterie, tout en augmentant les coûts.



### *Tendance 2 : robustesse et longévité accrue*

Les systèmes robotiques utilisés dans des applications inhospitalières pour les humains peuvent devoir supporter des conditions environnementales difficiles, y compris des chocs et des vibrations énormes. La construction du moteur joue un rôle important dans la fiabilité et la durabilité. Les moteurs de boîtiers métalliques et de flasques sont bien adaptés aux applications dans des environnements difficiles, y compris la surveillance, l'inspection des canalisations et des égouts industriels, la vérification du réseau électrique et les véhicules guidés autonomes en l'entrepôt. À ces températures/pressions extrêmes et dans d'autres conditions dangereuses, un moteur bien conçu offrira une durée de vie prolongée par rapport aux moteurs standard. Les robots utilisés dans les applications chirurgicales doivent supporter des cycles répétés à haute température et pression pendant le processus de stérilisation. Pour répondre à ces exigences, la conception du moteur comprend l'encapsulation de composants électromécaniques et électroniques. Les mises à niveau de conception peuvent multiplier la durée de vie du moteur, permettant au robot chirurgical d'effectuer de nombreuses autres interventions chirurgicales avant qu'un entretien du contrôle de mouvement ne soit nécessaire.

### *Tendance 3 : sécurité et analyse*

Les robots collaboratifs, travaillant aux côtés d'humains, doivent fonctionner de manière sûre et prévisible lorsqu'ils sont confrontés à un obstacle. Les appareils de rétroaction, comme les codeurs, les thermistances et les capteurs de courant, jouent un rôle dans la protection de l'opérateur, du patient et du robot. Les codeurs haute résolution offrent la précision requise pour atteindre des positions critiques de manière répétée, améliorant ainsi le rendement. Les thermistances et autres dispositifs de température alertent les opérateurs lorsque les limites de température sont sur le point d'être dépassées, ce qui permet d'interrompre temporairement les opérations pour déterminer la source du problème et les corrections effectuer. Sur la ligne de production, une panne de robot peut entraîner une perte de productivité. L'analyse fournie permettra donc d'économiser du temps et de l'argent. Les capteurs de courant de précision peuvent détecter les interactions accidentelles avec le personnel, arrêtant le robot rapidement avant tout dommage corporel ou matériel.

De nombreux systèmes robotiques collectent également diverses données sur le travail effectué et l'auto-diagnostic pour faciliter la maintenance prédictive. Les capteurs thermiques ou de force intégrés aux moteurs fournissent des données en temps réel pour améliorer la productivité en identifiant rapidement les écarts des niveaux de force attendus. Une force requise plus élevée que prévu pour terminer la pose d'une vis peut alerter le système d'un problème potentiel, permettant une mise à jour rapide du système pour continuer la production. Une consommation de courant accrue avec le temps peut instituer des cycles prédictifs de maintenance préventive. Un robot chirurgical fournirait les détails d'un remplacement de moteur pour éviter un arrêt inattendu pendant une opération.

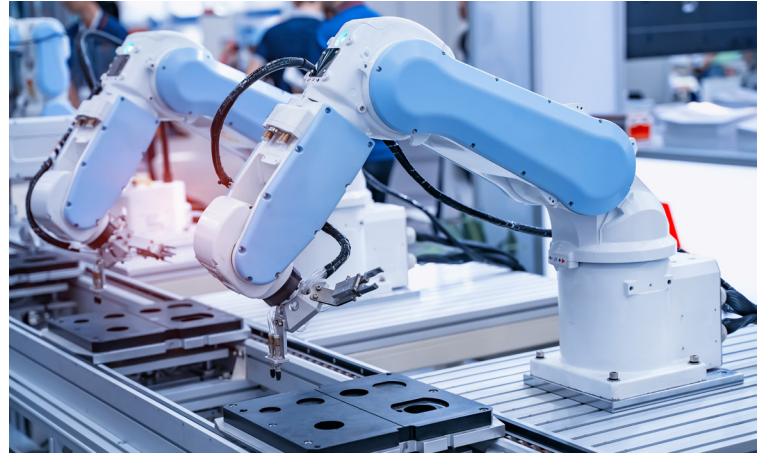
### *Tendance 4 : autonomie et commande multi-axe*

L'avenir de la robotique est de continuer d'intégrer l'autonomie et l'apprentissage automatique. Les applications d'entrepôt sont basées sur des délais d'expédition plus rapides avec des véhicules autonomes reposant sur l'auto-navigation et des informations précises pour fonctionner en toute sécurité. La technologie LiDAR (imagerie lumineuse, détection et télémétrie) est utilisée pour capturer des images 3D de l'environnement tout en balayant à des taux de rafraîchissement très élevés et en s'appuyant sur une rétroaction haute résolution avec une latence minimale. Les systèmes de détection optique à pas fin, ainsi que les processeurs d'interpolation haute capacité, fournissent des informations de position incrémentielles (16 à 20 bits) quasiment en temps réel avec une erreur mécanique de l'ordre de 0,25 degré mécanique. L'utilisation de nouvelles technologies de capteurs, en conjonction avec les dernières conceptions de moteurs optimisées, permet des innovations quant à l'endroit où et la façon dont les véhicules autonomes peuvent fonctionner.



Lorsque des tâches qui nécessitaient traditionnellement une intervention humaine sont remplacées par l'automatisation, la solution robotique nécessite la coordination de nombreux axes de mouvement et, dans certains cas, d'être guidée par un système de vision. Les applications multi-axes, telles que les robots chirurgicaux, tirent parti des protocoles de communication d'interface série (comme BiSS ou

SSI), qui permettent des connexions en série des codeurs pour minimiser la complexité du câblage. Des mécanismes volumineux sont rationalisés grâce à l'intégration de la technologie des moteurs miniatures, associée aux progrès de la technologie des capteurs dotés de fonctions d'interface série. Les codeurs avec communication à interface série fournissent des informations de position absolue basées sur la technologie de détection magnétique, avec une résolution typique de 14 bits et une précision de l'ordre de 1 degré mécanique.



### Types de moteurs miniatures

Le marché de la robotique est grand consommateur d'actionneurs de mouvement électriques. Différents types de moteurs, réducteurs et codeurs sont utilisés et sélectionnés en fonction des exigences de l'application, y compris des moteurs cc (courant continu) à balais sans fer, des moteurs cc sans balais à encoches et sans encoches et des moteurs pas-à-pas, qui comprennent les moteurs Can Stack, hybrides et à aimant disque. Chaque technologie de moteur présente des avantages parfaitement adaptés à ses applications robotiques respectives.

Critères	Moteur cc sans balais à encoches	Moteur cc sans balais sans encoches	Moteur cc à balais sans fer	Moteur hybride pas-à-pas	Moteur pas-à-pas à aimant disque	Moteur cc à balais avec fer
<i>Applications types</i>	Robotique chirurgicale, exosquelettes	Lidar, pinces	Service : bionique, humanoïdes, inspection	Articulations de robot, actionneurs	Pinces	Produits de consommation (par ex., robots aspirateurs)
<i>Longévité</i>	+++	+++	++	+++	+++	+
<i>Efficacité</i>	++	++	+++	+	+	+
<i>Densité de couple à basse vitesse</i>	+++	++	+++	+++	+	++
<i>Densité de couple à haute vitesse</i>	++	+++	++	+	++	+
<i>Densité de puissance / taille</i>	+++	+++	+++	++	+	+
<i>Accélération / Dynamique</i>	++	++	+++	+	+++	+
<i>Robustesse</i>	+++	++	++	+++	++	+
<i>Coût</i>	+	+	++	+++	+	+++

### Applications robotiques adaptées aux moteurs miniatures

Les dispositifs chirurgicaux modernes, tant les outils à main traditionnels que les dispositifs assistés par robot, ont des exigences de mouvement extrêmement strictes et précises. Ces exigences peuvent être satisfaites en travaillant avec un fournisseur de moteurs qui possède la gamme technologique nécessaire et une vaste expérience des instruments chirurgicaux à main traditionnels et des dispositifs chirurgicaux assistés par robot.

#### Robots de service

Les applications robotiques assument de nouveaux rôles dans l'inspection, la sécurité et les patrouilles sans pilote dans des environnements d'exploitation qui ne sont pas sûrs pour les humains ou qui sont très répétitifs. Ces systèmes vont bien au-delà des caméras fixes et des systèmes d'alarme du passé. Des utilisations typiques incluent la surveillance et l'inspection des pipelines et des égouts industriels, la vérification du réseau électrique et les véhicules guidés autonomes dans l'entreposage.

Les moteurs cc à balais sans fer et cc sans balais, ainsi que leurs réducteurs et codeurs complémentaires, sont la solution de mouvement idéale pour fournir un couple élevé et une durée de fonctionnement de la batterie prolongée dans un boîtier léger

### *LiDAR*

La technologie LiDAR permet aux machines d'accéder aux conditions environnementales actuelles en 3D, de développer une réaction, puis de naviguer dans la situation. Les machines dotées de la technologie LiDAR vont des petits robots de service aux grands véhicules autonomes, le système LiDAR idéal étant compact, léger, précis et rentable. Les clients préfèrent des configurations de moteur plates pour la compacité et un poids minimum, et des codeurs de moyenne à haute résolution pour un retour d'information précis.

### *Pinces électriques*

Au cours de la dernière décennie, le passage de la technologie pneumatique à la technologie électrique dans la préhension industrielle a gagné en popularité, car les pinces électriques permettent un meilleur contrôle de la position des doigts de la pince, de la détection de la prise et de la force et de la vitesse de préhension.

Les moteurs cc sans balais et sans encoches, ainsi que leurs réducteurs et codeurs complémentaires, offrent la densité de puissance élevée, la faible inertie, la haute précision et le poids réduit nécessaires pour répondre aux exigences de l'application.

### *Robotique chirurgicale*

Les applications de robotique chirurgicale ont des exigences uniques en termes de compacité, de poids réduit, de densité de puissance élevée et de stérilisation. Bien que tous les moteurs d'un système robotique chirurgical ne nécessitent pas une solution stérilisable, d'autres exigences peuvent inclure la robustesse et la durabilité du moteur, comme pour les applications d'autoclavage. Dans ces applications, l'électronique (stators et électronique de commutation) est entièrement encapsulée dans un époxy thermodurcissable, garantissant que les températures et pressions élevées rencontrées dans l'environnement de l'autoclave à vapeur n'affectent pas l'électronique.



Dans le secteur en pleine croissance des robots chirurgicaux, la forte variabilité rend impossible la création d'une solution unique pour toutes les applications des clients. Même au sein du système du client, les types de moteurs articulant les différents axes ou effecteurs d'entraînement peuvent être très différents. Ces spécifications uniques nécessitent des solutions hautement personnalisables (à la fois électriquement et mécaniquement) pour répondre aux besoins du système robotique du client. La personnalisation de la conception d'une application cliente garantit que les objectifs de performance sont atteints avec une taille de boîtier précise. Si l'on comprend les points de charge contraignants, il est possible de développer une solution qui respecte l'équilibre optimal entre couple et vitesse dans la conception la plus compacte et la plus légère possible.

### **Conclusion**

Portescap est une entreprise unique qui développe différentes technologies de moteurs, de réducteurs et de codeurs afin d'offrir la meilleure solution aux clients dont les besoins en puissance sont inférieurs à quelques centaines de watts mécaniques.

Les offres multi-technologies et l'expérience de la collaboration de Portescap sont de grands avantages pour les clients, qui se voient proposer plusieurs options technologiques pour une application, chacune offrant des avantages spécifiques pour répondre aux exigences critiques. Les spécialistes de Portescap, qui jouissent de dizaines d'années d'expérience dans la conception d'applications de mouvement les plus difficiles, créent des solutions robotiques uniques et avantageuses hors de la portée d'un moteur standard. **P**



## À propos de Portescap

Portescap est un fabricant de moteurs cc sans balais miniatures (à la fois avec et sans encoche), cc à balais, pas à pas et actionneurs linéaires, ainsi que des composants connexes tels que des réducteurs, des codeurs et des contrôleurs. Portescap est l'un des principaux fournisseurs de moteurs stérilisables pour les instruments chirurgicaux à main motorisés et les dispositifs chirurgicaux assistés par robot. Les moteurs cc sans balais à encoche stérilisables de Portescap ont été utilisés lors de dizaines de millions d'interventions chirurgicales dans le monde, dans toutes les applications imaginables. Notre équipe d'ingénieurs a passé plus de 30 ans à continuellement améliorer la conception de nos moteurs stérilisables, dont il a été démontré qu'ils survivent à plus de 3 000 cycles d'autoclavage, dépassant de loin la durée de vie utile d'un dispositif chirurgical. Portescap propose des personnalisations de moteur complètes adaptées aux besoins des appareils chirurgicaux : arbre pour canulation, conception électromagnétique mise à la terre, fonctions de montage, rapports d'engrenage personnalisés, connexions par broches par opposition aux câbles volants, etc. Les ingénieurs Portescap spécialisés en conception collaboreront avec votre équipe pour personnaliser toutes les fonctionnalités de votre instrument chirurgical à main ou application robotique chirurgicale unique.

# Portescap

POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS :

Rue Jardinière 157  
CH 2300 La Chaux-de-Fonds  
Switzerland  
T : +41 32 925 62 40  
[sales.europe@portescap.com](mailto:sales.europe@portescap.com)  
[www.portescap.com](http://www.portescap.com)

CONTACTER UN INGÉNIEUR :

[www.portescap.com/contact-portescap](http://www.portescap.com/contact-portescap)