

Génératrices synchrones à aimants permanents pour l'éolien et l'hydrolien.

Faut-il choisir un entraînement direct ou une machine rapide associée à un multiplicateur ?

Phase motion Control est le leader technologique et pionnier des entraînements directs en proposant des grands entraînements directs depuis la fin des années 80, que ce soit pour l'automation, la machine-outil, les énergies renouvelables ou encore les grands télescopes.

Ces machines (notre gamme TK) généralement proposées en kit ne sont pas seulement des machines pour les applications faibles vitesses mais peuvent servir de base à des machines de fort couple ET forte puissance.

Nous concevons et produisons aussi des moteurs synchrones à aimants permanents (moteurs brushless) à haute performance jusqu'à des couples nominaux de plus de 1500 Nm et des puissances de plus de 300 kW (notre gamme ULTRACT).

Ainsi bien sûr, nous sommes en mesure de proposer des solutions en entraînements directs (basse vitesse), mais aussi les solutions nécessitant un multiplicateur. Nous abordons ainsi cette question de manière totalement objective.

Il faut comprendre que sur une machine électrique on paie le couple et pas la puissance. On serait alors tenté de dire qu'il est nécessairement plus favorable d'utiliser un multiplicateur.

Mais on constate en fait que la réponse à cette question n'est pas forcément intuitive et qu'elle dépend de nombreux paramètres de l'application et pas seulement de la puissance ! A même puissance la réponse ne sera pas forcément la même pour une éolienne à axe vertical, pour une éolienne à axe horizontal ou encore pour un moulin à eau !

Quels sont les paramètres qui vont orienter le choix vers l'entraînement direct ou l'utilisation d'un multiplicateur :

- Coût global (coût de la génératrice, coût de la structure influencée par la masse de la génératrice,...)
- Maintenance
- Critère environnementaux (par exemple l'absence de multiplicateur permet de ne pas avoir d'huile polluante en grande quantité)
- Fiabilité.
- Simplicité d'intégration
- Est-il possible d'utiliser un multiplicateur ? dans le cas des hydroliennes c'est en général impossible pour des raisons de maintenance et/ou de pollution.
- ...

Les avantages intrinsèques de l'entraînement direct PHASE:

- Masse plus faible que celle du multiplicateur + génératrice traditionnelle (dans le cas d'éolienne à axe horizontal de moyenne à forte puissance)
=> gain sur le coût de la structure.
- Compacité.
- Pas de pièce d'usure (hors roulements).
- Pas de maintenance.
- Faible inertie sur le HUB (meilleure tenue aux rafales).
- Rendement élevé.

Malgré tout, on s'aperçoit qu'en règle général sur les éoliennes de petites puissances (jusqu'à environ 100 kW), il est plus pertinent pour des questions de coût de travailler avec un multiplicateur.

En effet, les couples à l'hélice ne sont pas encore trop élevés et les multiplicateurs restent des pièces standards peu onéreuses et fiables.

Pour les applications de micro hydroélectricité (moulins), il est toujours plus intéressant d'utiliser un multiplicateur. Les couples à la roues sont élevés, la vitesse très faible et la puissance est faible (quelques dizaines de kW); un entraînement direct dans ces conditions sera toujours trop onéreux.

A noter qu'il n'est pas pertinent d'utiliser un multiplicateur avec un ratio faible car le prix se trouve dans l'étage de sortie (arbre lent) alors que le prix de la génératrice est lié au couple.

Par contre lorsque la puissance de l'éolienne augmente le couple augmente très fortement (d'autant plus que dans le même temps la vitesse de l'hélice diminue !).

On pourrait penser (à tort) que comme la machine électrique est dimensionnée par son couple il deviendrait d'autant plus pertinent de mettre un multiplicateur.

En fait il n'en est rien, il est au contraire d'autant plus intéressant de travailler avec des entraînements directs PHASE.

En effet, les multiplicateurs de très fort couple et forte puissance sont des composants extrêmement chers, ayant une masse très importante (pénalisante pour le coût de la structure de l'éolienne), couteux en maintenance, potentiellement polluant (les gros multiplicateurs contiennent beaucoup d'huile minérale) et ils ont fait la preuve ces dernières décennies d'un remarquable manque de fiabilité (il semble que les couples très élevés génèrent des pressions de contact trop élevées sur les dents du pignon de sortie qui inévitablement finira par s'endommager ; de plus l'inertie de la génératrice vue du côté arbre lent est extrêmement élevée, ainsi le multiplicateur et la structure de l'éolienne subissent des contraintes importantes sous les bourrasques de vent).

D'un autre coté une machine électrique traditionnelle fournissant de tels couples deviendrait aussi trop grosse, trop lourde et trop chère.

PHASE résout cette difficulté en utilisant des solutions basées sur nos moteurs synchrones à aimants permanent à haute performance (fournis en général en kit : gamme TK) et pour les applications de très forte puissance (de 1 MW et au-delà) Phase a développé des solutions spécifiques de machines synchrones à aimants permanent à double entrefer. (voir document générateurs pour le grand éolien)

Pour le grand éolien, les solutions Phase vont même cumuler les avantages :

- coût réduit de la structure grâce à la réduction de masse
- pas d'huile polluante (critique dans les zones sensibles : mer, littoral...)
- maintenance réduite (pas de pièce d'usure ni de lubrifiant autre que pour les roulements)
- durée de vie maximisée
- redondance ! La machine électrique est composée de plusieurs secteurs électriquement indépendants
- rendement plus élevé