



Les composants électroniques utilisés en haute mer doivent répondre à des exigences strictes – car une défaillance coûte cher.

## L'énergie électrique éolienne est plus avantageuse

Pour les centrales éoliennes en mer du Nord, il n'a pas seulement fallu perfectionner la technique de manière à ce qu'elle résiste aux rudes assauts des vagues, mais, face à la concurrence grandissante, les coûts de production ont aussi dû être minimisés pour le nombre important d'éoliennes. Ce sont des câblages système, susceptibles de faire l'objet d'une fabrication externalisée, qui ont notamment contribué à concrétiser ces objectifs.

Aujourd'hui, les centrales éoliennes satisfont déjà 5 % des besoins en électricité en Europe. Et la construction des imposants parcs éoliens en mer du Nord n'est qu'un début. Le convertisseur est un élément essentiel dans la mesure où il adapte la fréquence de la roue éolienne à la fréquence du réseau de 50 Hz, les pales du rotor tournant plus ou moins rapidement en fonction du vent. En revanche, le courant qui vient alimenter le réseau électrique à moyenne tension doit correspondre précisément à la fréquence de 50 Hz et à sa rela-

tion de phase: une opération irréalisable avec un mécanisme d'entraînement et des pales de rotor («pitch» ou tangage). Mieux vaut recourir simplement à un convertisseur pour transformer la tension alternative du générateur en tension continue, reconvertir celle-ci en tension alternative sur un circuit primaire par un second palier du convertisseur et réaliser une synchronisation par rapport à la fréquence du réseau. Fait intéressant: le rendement de l'installation complète, qui atteint du reste jusqu'à 97 %, peut être déterminé sans frais à l'aide de

semi-conducteurs de puissance modernes et de dispositifs de commande intelligents. De telles capacités s'imposent également dans la mesure où les entreprises d'approvisionnement en énergie exigent actuellement des centrales éoliennes qu'elles stabilisent aussi le réseau. Elles doivent compenser la puissance réactive et réguler au besoin l'énergie introduite.

### Des convertisseurs en haute mer

Le parc éolien Alpha Ventus se situe à 45 km au nord de l'île allemande de Borkum, en

mer du Nord. Douze turbines éoliennes d'une puissance individuelle de 5 MW produisent de l'électricité pour 50'000 foyers. ABB Suisse fournit ces unités de conversion. Jusqu'ici, ABB développait principalement des convertisseurs destinés aux gros mécanismes d'entraînement industriels, à l'exemple de moteurs dans l'industrie lourde et la navigation, et de générateurs pour la production d'énergie. Si les convertisseurs existants pouvaient effectivement être adaptés aux éoliennes, un obstacle subsistait: leur élaboration nécessitant temps et ressources, ils



Le système réduit le câblage pendant l'installation des connecteurs.

étaient trop onéreux. En conséquence, un plan de réduction des coûts s'est imposé. Marco Thoma, responsable de l'équipe Ingénierie, a chargé Lothar Dürselen et Philipp Weissenberger de diminuer les coûts autant que possible en maintenant toutes les fonctionnalités. Les premiers 10 à 15 % ont été un jeu d'enfant : « on a éliminé tous les composants dimensionnés pour recourir à des produits optimisés.



La conception du convertisseur à moyenne tension présente une compacité telle qu'on peut l'intégrer dans la tour d'une éolienne.

La suite s'est avérée plus difficile ! Dans le cadre de la seconde étape, on a envisagé des câblages système ». Au lieu de câbler individuellement les composants dans l'armoire de distribution électrique, Dürselen a opté pour des câbles système préfabriqués à fiches.

#### Des composants disponibles dans le monde entier

Non seulement cette solution a eu pour avantage de rendre plus rentable le travail de sociétés spécialisées, mais elle a éradiqué du même coup les sources d'erreur – tous les câbles étant contrôlés électriquement avant leur mise en œuvre. Un câblage individuel comporte par nature davantage de sources d'erreur. En général, des erreurs de toutes sortes causent rapidement des coûts importants pour un convertisseur monté en hauteur auquel on ne peut accéder que par hélicoptère ou bateau – tel était l'avis de Dürselen. ABB peut maintenant se focaliser sur un personnel mieux qualifié, en particulier pour la mise en route, et les travaux plus simples sont pour la plupart supprimés. Toute entreprise qui sous-traite certaines phases opérationnelles est tributaire de la disponibilité – pour ses partenaires – de l'ensemble des com-

posants tels que les modules, fiches/prises ou bornes de connexion. Et ce non seulement pour les pièces standard, mais aussi pour les fabrications spéciales utilisées par les services d'ingénierie. En l'occurrence, les spécialistes ont fait confiance à la compagnie Phoenix Contact, représentée dans le monde entier.

#### Phoenix Contact fournit elle-même les fabrications spéciales

« Alors que nous travaillions à la délocalisation de la production en série des convertisseurs d'énergie éolienne en Pologne, Phoenix Contact a fourni elle-même correctement les fabrications spéciales. L'agence locale s'était préalablement renseignée auprès de ses collègues en Suisse sans que nous, chez ABB, n'en ayons rien remarqué », relève Philippe Weissenberger. Certaines fabrications spéciales, comme des éléments de la « famille » du module Varioface, sont nécessaires. ABB se sert ici des modules 4 ou 8 relais de Phoenix Contact. Les spécialistes se réjouissent : « Nous venons de tester les premiers convertisseurs en provenance de Pologne. Leur qualité est bonne et n'a rien à envier à celle des produits que nous fabriquons en Suisse ». Tous les blocs de jonction sont

livrés équipés et montés sur barrettes DIN par Phoenix Contact. ABB utilise ici le logiciel « Clip Project » grâce auquel on peut configurer le bloc de jonction complet. Le positionnement des diverses bornes, y compris leur étiquetage ou les espaces libres éventuellement utiles, est possible. Les vibrations sont toutefois un problème des blocs de jonction en milieu marin, notamment pour des alimentations. La connexion la plus faible n'est pas le composant monté sur la barrette DIN, mais la barrette DIN sur la plaque de montage. Grâce à une étroite collaboration avec un Manager Produit de Phoenix Contact, Dürselen a réussi en l'occurrence à développer une nouvelle idée qui permet de négliger une torsion de la barrette DIN sur la plaque de montage, même pour les modules les plus lourds.

#### Un système modulaire

Le potentiel d'économie étant alors largement épuisé côté hardware, l'équipe Ingénierie a cherché d'autres options pour diminuer encore les coûts. Par exemple, la mise au point individuelle des différents projets était onéreuse, car chaque installation était quasiment une pièce unique. La tour des éoliennes se distingue par des espaces étroits, chaque situation étant sans cesse différente. Les divers constructeurs d'installations ont tous leurs idées spéciales et spécifiques. C'est la raison pour laquelle l'équipe Ingénierie a modularisé l'ensemble du système de convertisseur et a conçu une famille de produits. La vente peut à présent regrouper les installations composées de modules habilement combinés en une centrale spécifique au client. Il ne s'agit plus de concevoir à nouveau un projet inédit, mais de rassembler comme dans un jeu de construction des modules et unités optimisés sur le plan des coûts. L'équipe a aujourd'hui atteint son but. **G**

Hans Jörg Müller  
Phoenix Contact SA  
www.phoenixcontact.ch