

« Accélérer l’apprentissage au moyen de tests grandeur nature en milieu hostile » | Partie 4

24 avril 2024, 13:26

Pieter Jan Jordaens

Retour sur le 23e General Meeting and Singapore Forum 2023 de l’IERE

Le 23e General Meeting and Singapore Forum de l’IERE, co-organisé par Engie, s’est déroulé à Singapour du 21 au 24 novembre 2023. Son thème principal était « Accélérer la transition énergétique vers la neutralité carbone pour l’industrie et les territoires ». Pieter Jan Jordaens, expert en transition énergétique chez Sirris, était présent, à la fois comme participant et conférencier, pour partager des résultats de tests et démonstrations réalisés en Belgique. Bref aperçu.

Dans une courte série d’articles, notre expert Pieter Jan Jordaens présente quelques-unes des observations les plus intéressantes et pertinentes à prendre en compte en matière d’opportunités commerciales tant à l’étranger que dans nos propres régions. La présentation qu’il a faite à la conférence abordait la question « Comment accélérer l’apprentissage au moyen de tests grandeur nature en milieu hostile ? », en mettant l’accent sur le rôle des tests de validation climatique des technologies de transition énergétique déployées sur des marchés mondiaux difficiles.

La transition énergétique mondiale nécessite des équipements fiables et efficaces pour réussir. Les tests de validation des technologies critiques déployées dans des climats extrêmes (comme les éoliennes en mer, les technologies photovoltaïques flottantes, les générateurs d'hydrogène et les batteries de stockage) sont indispensables pour garantir leurs performances et sécurité.

Que peuvent nous montrer les études de cas ?

Les études de cas des 10 dernières années soulignent la nécessité de tester les transformateurs électriques dans des environnements difficiles. Les nouveaux fluides diélectriques biodégradables offrent par exemple des avantages de durabilité, mais posent des défis en raison de la viscosité plus élevée de l'huile. Un test de transformateur éolien offshore de 15 MW a permis d'améliorer les procédures de démarrage à froid et de réduire les délais d'attente. Les tests de pompe de transformateur soulignent l'importance d'examiner également les composants, en considérant des facteurs tels que la viscosité, les courants de crête du moteur et le comportement des matériaux.

Les études de cas montrent aussi l'importance de la validation des piles à combustible à hydrogène en milieu hostile. Une campagne de tests notoire a permis de mettre au point une éolienne à axe vertical pour des opérations en Antarctique, en contrôlant sa fiabilité et ses performances en conditions extrêmes, incluant un givrage sévère et des vitesses de vent élevées.

Ces études de cas soulignent le rôle clé des installations de test avancées – comme la grande chambre climatique de Sirris – pour accélérer le processus d'apprentissage en fournissant de précieuses informations sur les prestations et la robustesse des équipements. Les industriels indiquent que les points pris en compte dans l'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (FMEA) prendraient beaucoup de temps à être testés uniquement par simulation. L'apprentissage au moyen de tests grandeur nature permet de raccourcir le délai de commercialisation.

Dans un contexte où le changement climatique s'intensifie, il est indispensable d'adopter ces méthodologies de test pour réussir la transition énergétique, réduire les risques et garantir la fiabilité des équipements. Cette transition sera encore davantage facilitée par la construction d'installations de test plus grandes, permettant de tester le comportement au démarrage à froid des éoliennes offshore.



©Sirris

La grande chambre d’essais climatiques unique de Sirris s’est révélée être un outil crucial pour tester des prototypes d’équipements dans des environnements grandeur nature. La salle de 10,6 x 7 x 8 m offre une plage de température allant de -60 à +60 °C, un taux d’humidité de 95%, une chaleur infrarouge et des options de test de givrage, ce qui permet aux concepteurs, aux opérateurs et aux fournisseurs de réaliser des tests en conditions extrêmes.

Les conditions environnementales et météorologiques extrêmes (liées au changement climatique) peuvent être brutales et imprévisibles, induire des pertes de performance et d’efficacité, affecter la fiabilité et la durée de vie des composants et des systèmes (du fait de défaillances ou de dégradations) et entraîner des problèmes de sécurité. Le givrage, par ex., est un risque réel, même dans les zones tempérées comme les États-Unis ou l’Europe occidentale. Les risques météorologiques doivent être envisagés de manière plus réaliste, et les fabricants, tels que les

équipementiers éoliens, devraient mettre au point des technologies fiables, économiques et résistantes aux intempéries, afin de réduire les risques asymétriques liés aux futurs phénomènes de givrage.

Les normes et autres bonnes pratiques aident les équipementiers en leur fournissant des points de comparaison pour les tests.
Dans l'idéal, la mise en œuvre d'un programme de tests environnementaux doit permettre à l'entreprise de réduire le temps de développement d'un produit ainsi que, théoriquement, d'en réduire les coûts.

Principaux enseignements

Les principaux enseignements sont tirés des tests d'équipements de transition énergétique réalisés en milieu hostile :

1. Il est indispensable de tester le démarrage à froid des composants électromécaniques critiques des turbines éoliennes, tels que les pompes à huile des transformateurs, les boîtes de vitesses et les groupes motopropulseurs. Cette exigence est encore accrue en conséquence de plusieurs tendances de l'éolien offshore :

- Les exigences en matière de puissance nominale et de densité de puissance ont augmenté (il est donc encore plus vital de choisir le meilleur type de refroidissement),
- augmentation des tensions (de 66 à 132 kV),
- éloignement croissant des implantations dans des milieux et climats plus hostiles, en mer comme sur terre,
- importance croissante des aspects de fiabilité, de disponibilité, de facilité de maintenance et de sécurité (RAMS),
- les exigences de durabilité accrue, requérant l'adoption de fluides diélectriques biodégradables.

Exemple de test dans la salle climatique : Transformateur éolien offshore 15 MW à -25 °C

Une campagne de tests commandée par Siemens Energy avait pour priorité de valider des scénarios de démarrage à froid jusqu'à -25 °C afin d'améliorer la procédure de démarrage et réduire le temps d'attente en période froide, en utilisant un fluide isolant ignifuge et biodégradable. Pour cette campagne de tests, le transformateur installé dans la grande chambre climatique a été maintenu à -25 °C durant 3 semaines. Un circuit de refroidissement externe de 500 kW avait été fourni pour refroidir le transformateur et ses échangeurs de chaleur intégrés. De plus, une alimentation électrique externe de 2 MW avec une tension variable entre 3 et 11 kV avait également été installée. Sur cette installation, Sirris a réalisé plusieurs tests de démarrage à froid de 24 h, supervisés par Siemens Energy.

Test grandeur nature de nacelles et générateurs d'éoliennes de petite et moyenne taille

Les tests de démarrage à froid nous ont appris qu'une température de -40 °C met à rude épreuve les boîtes de vitesses des systèmes de lacet (elles se bloquent !), rend les câbles cassants et empêche le démarrage du convertisseur électrique (des sèche-cheveux ont dû être utilisés pour remonter la température à -20 °C). En revanche, les roulements du générateur fonctionnaient toujours.

2. Réduction des risques des opérations en mer liés à l'humidité et la corrosion : Des études réalisées au Fraunhofer Institute avaient déjà mis en évidence le lien entre l'humidité et les

défaillances électriques des éoliennes. Nos recherches ont confirmé l'existence d'une corrélation directe entre l'humidité et les défaillances techniques survenant dans les turbines.

3. Tests de technologies de stockage en milieu hostile (batteries & piles à combustible) : Une pile à combustible de 70 kW et une batterie lithium-ion devant fournir des demandes de pointe de 11 kVA ont fait l'objet de tests. L'objectif de cette campagne de tests était d'évaluer l'algorithme qui optimise l'énergie extraite des batteries et de la pile à combustible afin d'augmenter l'efficacité de cette dernière et ainsi de minimiser la consommation d'hydrogène.

Vous souhaitez obtenir le texte intégral de la présentation à la conférence IERE ? Contactez-nous !

Sirris aide les entreprises belges à traduire ces tendances et perspectives mondiales en feuilles de route concrètes et en études de faisabilité pour de nouveaux produits et processus. Si vous souhaitez en savoir plus sur l'aide que nous sommes en mesure de vous apporter, nous vous invitons à découvrir l'étendue de notre expertise et de notre offre en matière de technologie énergétique renouvelables.

Découvrez les autres articles de la série

- **Retour sur le 23e General Meeting and Singapore Forum 2023 de l'IERE | Partie 1**
- **Désavantagé en termes d'énergies renouvelables, Singapour relève ses défis | Partie 2**
- **Explorer les possibilités de production d'énergie (offshore) de demain | Partie 3**

Auteurs



Pieter Jan Jordaens