



Éoliennes

80 % des dommages aux roulements et aux engrenages ont lieu **lors du montage**

Hubert Lahaut, Maintenance Magazine

Ces dernières années, la production d'énergie à l'aide de turbines éoliennes connaît une phase d'accélération. Pour la deuxième fois d'affilée, les éoliennes se sont classées en tête de la liste des centrales d'énergie construites en Europe (39 %), et ce devant les centrales au gaz. Selon l'IG Windkraft autrichienne, l'association des producteurs d'énergie éolienne, avec une production de 75.000 mégawatts, les turbines éoliennes ont pu, actuellement, couvrir 4,8 % de l'ensemble des besoins européens en électricité. En mer, le potentiel éolien est plus important qu'à terre. «L'exploitation des éoliennes en mer représente toutefois un défi plus grand qu'à terre. Les activités et l'entretien offshore sont plus chers du fait que les conditions en mer sont plus contraignantes et plus irrégulières, du fait aussi qu'elles nécessitent plus de compétences spécialisées et imposent des conditions de sécurité plus sévères ; les déplacements durent également plus longtemps. En mer, les éoliennes doivent également faire face à des influences externes plus lourdes: eau de mer, vagues, courants marins, force du vent, ambiance saline, etc. C'est pourquoi certains éléments des turbines ont été modifiés en vue d'une installation en mer. Ainsi, l'exigence de classe de protection anticorrosion du mât (tant à l'intérieur qu'à l'extérieur) et de tous les composants en contact direct avec l'air ambiant, ont été revus à la hausse. Le rapport des multiplicateurs à engrenages a également été modifié, car les éoliennes offshore sont plus lourdement chargées». Cet avis nous est donné par Rob Broekema et Frederik Debrabandere, respectivement Area Sales Manager (Responsable régional des ventes) et Area Sales Manager Rotating (Responsable régional des ventes de Machines tournantes) chez Stork Technical Services, tous deux également spécialistes dans le domaine des multiplicateurs à engrenages.

Applications marines

Tous les pays côtiers de la Mer du Nord et de la Mer Baltique, ont installé des parcs d'éoliennes en mer. Les endroits favorables, disposant de suf-

Une éolienne est soumise en permanence à des charges énormes et sans cesse fluctuantes. Du fait des variations de vitesse du vent, les charges changent à chaque seconde. Cela fait pourtant des années que les éoliennes sont conçues pour une durée de vie de vingt ans. Les différents éléments sont donc réalisés de façon telle qu'ils puissent supporter ces charges sans (grand) dommage. À condition toutefois que les éoliennes fassent régulièrement, en moyenne une fois par an, l'objet d'un entretien ainsi que de contrôles.



Rob Broekema (d.) et Frederik Debrabandere (g.), respectivement Area Sales Manager et Area Sales Manager Rotating chez Stork Technical Services

fisamment de vent, se trouvent au nord-ouest de l'Europe, souvent dans des régions densément peuplées, ce qui limite l'augmentation du nombre d'installations. La Mer du Nord et la Mer Baltique sont toutes deux peu profondes ; elles bénéficient partout de bons ports, pas très éloignés, et le vent y est fort. Les câbles devant transporter l'électricité vers les consommateurs n'ont pas à être très longs. La Mer Baltique est relativement abritée, tandis que la Mer du Nord est sujette à de violentes tempêtes. «Toutes les turbines installées jusqu'à présent en mer, sont des éoliennes terrestres modifiées. La véritable fusion entre la technologie des éoliennes et celle de l'offshore ne s'est pas encore produite, mais serait pourtant nécessaire afin de bénéficier d'installations à l'abri des pannes et ne nécessitant

un entretien qu'une fois par an. La panne la plus banale peut avoir d'énormes conséquences lorsqu'une éolienne s'avère inaccessible en raison des conditions météorologiques» nous affirment nos interlocuteurs.

Une technologie récente

L'énergie éolienne moderne, avec ses trente ans d'existence environ, est une source d'énergie relativement jeune mais en croissance rapide. Sa part de marché augmente chaque année de vingt à trente pourcents. L'Association européenne pour l'Énergie éolienne (European Wind Energy Association ou EWEA) prévoit que d'ici 2020, douze pourcents des besoins européens en électricité seront couverts par l'énergie éolienne. Ce développement démontre que l'énergie éolienne

est passée du stade de source d'énergie alternative mineure, portée à bout de bras surtout par des écologistes, à une source d'énergie connaissant une croissance des plus rapides et grâce à laquelle différents pays pourront respecter une grande partie de leurs obligations issues du Protocole de Kyoto. L'industrie éolienne est actuellement menée par quelques grosses multinationales qui, dans un proche avenir, construiront les premières centrales éoliennes de puissance comparable à celle des centrales d'énergie conventionnelles (500 à 1000 MW et constituées de centaines de turbines). Il existe déjà des prototypes de turbine d'une puissance nominale de 5 à 6 MW et possédant un diamètre de pales de 110 à 120 mètres. Le développement de l'éolien en matière de production d'électricité dépend de deux facteurs importants: une réduction plus poussée des coûts, permettant de se passer de subventions, et des mesures efficaces pour intégrer l'énergie éolienne au réseau électrique global.

Qualité de la conception

Comme pour toutes les nouvelles technologies, il y a eu et il y a encore pas mal de maladies infantiles. L'un de nos interlocuteurs décrivait ainsi le stade de cycle de vie dans lequel se trouve actuellement l'éolienne: «Elle est sortie de la petite enfance mais n'a pas encore atteint le stade adulte». Les turbines éoliennes sont des machines complexes qui doivent fonctionner dans des conditions sévères. Les premiers types d'éolienne n'étaient pas, ou étaient insuffisamment calculés pour cette sorte d'influences externes. Au début, il y a eu pas mal de maladies de jeunesse, telles que des problèmes avec les pales, les multiplicateurs et l'électronique de puissance ou de commande. Les problèmes d'électronique ont également entraîné d'autres problèmes sur le rotor et les multiplicateurs à engrenages. L'enquête montre que ces maladies infantiles résultent non seulement d'une insuffisance de qualité au niveau de la conception, mais également de problèmes de qualité durant la fabrication et l'installation.

Entretien des multiplicateurs

«L'entretien des éoliennes, et plus précisément des multiplicateurs à engrenages, peut, grosso modo, être réparti en deux catégories: l'entretien préventif et l'entretien correctif. Les multiplicateurs dont nous assurons l'entretien proviennent le plus souvent d'éoliennes, de dragues, de centrales d'énergie, de grues ou d'engins de levage. Il s'agit aussi, le plus souvent, d'applications critiques pour l'entreprise, dans lesquelles les multiplicateurs fonctionnent sans arrêt et sont soumis à des charges lourdes et à l'usure. Grâce à une révision professionnelle des multipli-

cateurs, ceux-ci repartent comme neufs. Ceci permet d'optimiser la durée de vie et les performances de ces derniers. Lors de la révision d'un multiplicateur à engrenages, chaque élément en est soigneusement contrôlé en vue de dommages éventuels. Une fois le multiplicateur entièrement démonté, chaque pièce de ce dernier est inspectée à fond. Pour ce faire, nous vérifions surtout la denture des engrenages, les roulements, qui sont la plupart du temps changés systématiquement, les axes et le carter» nous confie Rob Broekema. Et Fredrik Debrabandere poursuit: «Nous disposons d'un atelier spécialisé, équipé des machines-outils CNC (commande numérique par ordinateur) les plus modernes permettant, en cas de besoin, de fabriquer des roues dentées entièrement neuves, identiques au modèle



original. Les multiplicateurs construits selon les technologies les plus récentes sont bien plus compacts que ceux de la génération précédente. Ceci a été rendu possible grâce à l'utilisation de nouveaux matériaux et de techniques de fabrication d'engrenages innovantes, telles que des techniques de trempage et de meulage. Le poids des roulements s'est, au contraire, accru. Il va de soi que les contraintes imposées aux roulements et à la lubrification sont devenues plus sévères. Cette tendance détermine également la manière de considérer l'entretien, laquelle n'est donc plus la même que pour les générations précédentes de multiplicateurs à engrenages. Contrairement aux roulements, les engrenages industriels et les axes sont conçus pour une durée de vie illimitée. Lorsque les multiplicateurs sont bien entretenus, il n'est pas toujours nécessaire de renouveler les engrenages. C'est bien là que le bât blesse. Le changement en temps utile des roulements n'est pas toujours simple à évaluer. Grâce aux nouvelles technologies, entre autres de denture, les roues dentées sont taillées de façon à avoir une portée la plus grande possible à pleine charge, tenant donc compte de la courbure de l'axe. Lorsqu'en raison de l'usure, les roulements ne portent pas correctement, il se produit localement une plus grande contrainte sur les dents, et en raison de l'utilisa-

tion de roues dentées trempées, les dents peuvent casser, entraînant bien sûr des coûts importants». Le fait qu'un multiplicateur à engrenages puisse ne pas fonctionner correctement, n'est pas toujours imputable à l'utilisateur. La cause peut aussi bien provenir de la fabrication ou du montage. Rob Broekema: «L'idéal pour un multiplicateur à engrenages serait de fonctionner à charge constante, mais le plus souvent, il est soumis à une charge variable. Le plus gros problème est un dommage à la denture ; viennent ensuite les roulements. Toutefois, lorsque le défaut survient déjà après une faible durée de fonctionnement, il se peut que le multiplicateur n'ait pas été correctement dimensionné ou que les conditions ambiantes aient été sous-estimées. Il se peut aussi qu'on ait utilisé un multiplicateur un peu trop juste. Dans ce cas, la révision de ce dernier ne servirait à rien. Cependant, par expérience, nous avons constaté qu'environ quatre-vingts pourcents des dommages aux roulements et aux engrenages survenaient durant le montage.»

Remplacement, révision ou réparation

Les changements d'allure de fonctionnement doivent être absolument surveillés, car ceci implique la plupart du temps, à charge constante, des problèmes de réglage de roulements ou des dommages à ces derniers. En cas d'intervention en temps et en heure, les dommages aux engrenages peuvent être évités. Et nos interlocuteurs concluent: «Selon le type de multiplicateur, les dommages aux roulements et ceux aux engrenages, se répartissent à peu près à part égale. Toutefois, lorsqu'un multiplicateur ne fonctionne plus très bien, il peut être révisé. Dans de nombreux cas, cette révision en vaut la peine. Cependant, il vaut parfois mieux remplacer le multiplicateur. Cette révision peut être faite, soit par l'utilisateur lui-même, soit par le fabricant, soit par un prestataire de services spécialisé. La révision par l'utilisateur lui-même est moins fréquente. La plupart des entreprises se concentrent sur leur cœur de métier et démantèlent leur service d'entretien. La révision peut donc également être faite par le fabricant, mais dans certains cas, pour diverses raisons, ceci n'est pas toujours possible, ou s'avère très difficile. Ce qui ne nous laisse alors que le prestataire de services spécialisé. Les multiplicateurs actuels sont conçus et fabriqués pour une durée de vie illimitée, du moins en ce qui concerne les engrenages et les axes. Lorsqu'en plus on peut détecter (ou faire détecter) à temps l'usure des roulements, et que l'on peut remplacer ces derniers en temps utile et les monter judicieusement, alors... il n'y a pas de problème.»