



Bureau de vente

ENERCON GmbH

Dreekamp 5 · D-26605 Aurich · Allemagne

Téléphone +49 4941 92 70 · Fax +49 4941 92 71 09

vertrieb@enercon.de

LES ÉOLIENNES ENERCON
TECHNOLOGIE & SERVICE

SOMMAIRE

SYSTÈME D'ENTRAÎNEMENT.....	6	GESTION DU SERVICE APRÈS-VENTE	46
GÉNÉRATEUR ANNULAIRE	14	PORTAIL D'INFORMATIONS SERVICE (SIP)	50
SYSTÈME DE COMMANDE	20	ENERCON PARTNERKONZEPT (EPK)	54
INTÉGRATION AU RÉSEAU ET GESTION DE PARCS ÉOLIENS	26	LA GAMME	60
MÂT ET FONDATION	38		



DÉVELOPPEMENT PAR L'INNOVATION

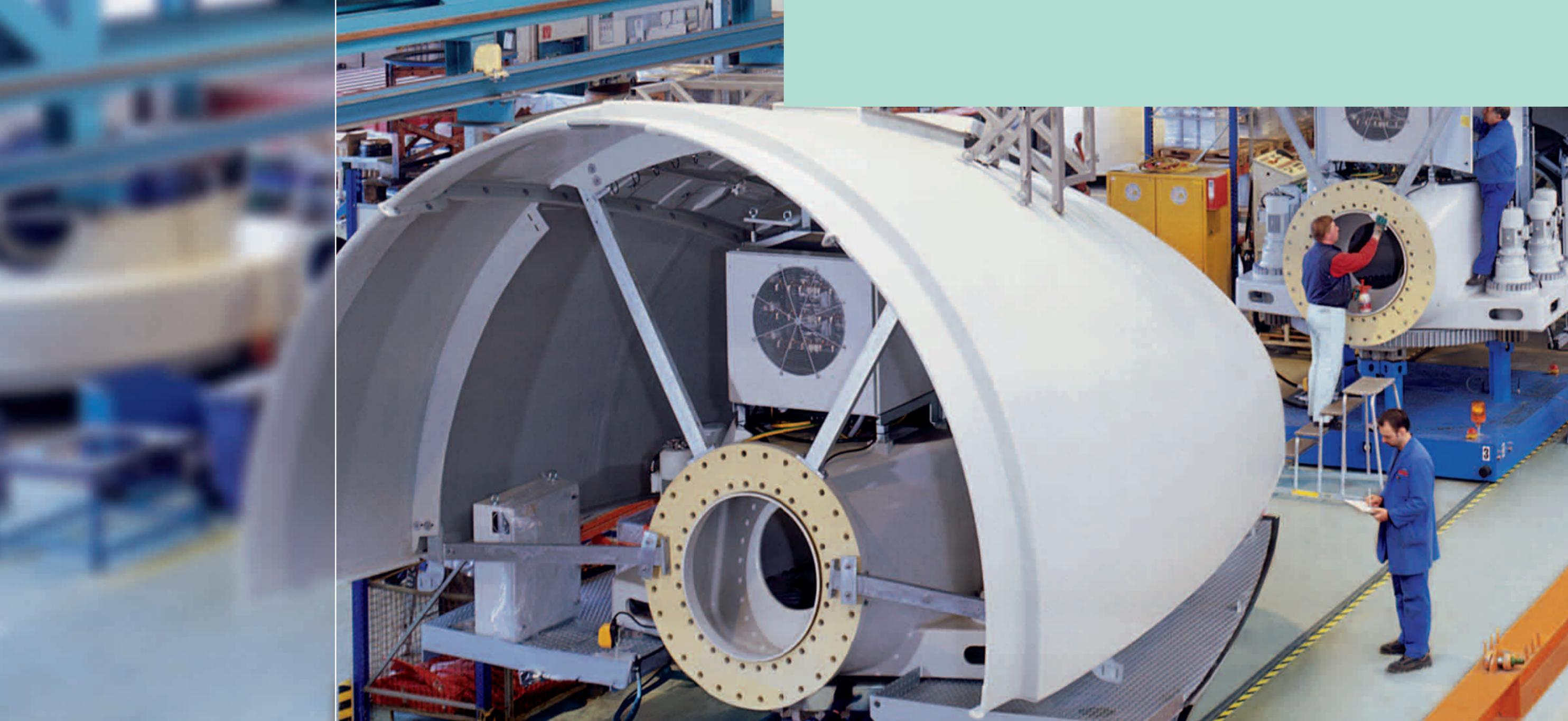
Avec la fondation de la société en 1984, Aloys Wobben démarra la réussite économique et écologique d'ENERCON. Une petite équipe d'ingénieurs développa alors la première E-15/16 avec une puissance nominale de 55 kW. Pendant les premières années, les machines étaient encore équipées de boîte de vitesse, mais dès 1992 avec la E-40/500 kW, la production fut résolument modifiée vers la technologie sans boîte de vitesse. Le système d'entraînement innovateur ne comportant que peu de composants en rotation permet un flux énergétique quasiment exempt de frictions. La performance et la fiabilité du système sont exemplaires. La sollicitation mécanique, les coûts d'exploitation et l'importance des opérations de maintenance se trouvent réduits alors que la longévité des machines augmente.

Depuis, ce concept technologique a fait toutes ses preuves et caractérise aujourd'hui l'ensemble de la gamme ENERCON. Grâce aux constants progrès en matière de développement de tous les composants, de nouvelles générations d'éoliennes voient le jour et permettent d'offrir aux clients un produit technologiquement mature. Le plus récent exemple des innovations est l'introduction en 2004 de la nouvelle pale de rotor au design révolutionnaire grâce auquel les productibles ont été augmentés de façon significative tout en diminuant les émissions sonores et les sollicitations de tous genres auxquelles l'éolienne est exposée.

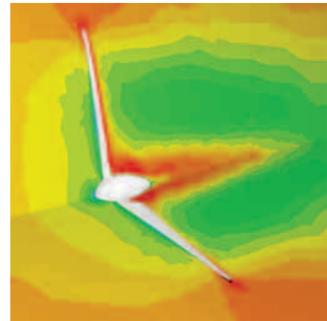
Toutes les éoliennes ENERCON sont équipées d'un système de raccordement au réseau électrique qui satisfait aux exigences les plus récentes en la matière et qui s'intègre facilement dans toutes les structures de transmission et de distribution. Le système permet de faire face à bien des situations critiques occasionnées par des courts-circuits du réseau ou des goulots d'étranglement, mais convient tout autant au fonctionnement normal tel que gestion de la puissance réactive ou régulation de tension.

Depuis maintenant plus de 25 ans, les innovations d'ENERCON sont devenues des références dans la profession. Etant l'un des leaders mondiaux du secteur éolien et depuis de longues années, premier sur le marché allemand, ENERCON emploie aujourd'hui, directement ou indirectement, plus de 12 000 personnes partout dans le monde.

Sur un plan international également, ENERCON, avec ses plus de 14 000 machines installées dans plus de 30 pays, compte parmi les tous premiers constructeurs. La recherche et le développement, les ventes et la production sont continuellement renforcés. Pour l'année 2009/2010, la Société s'attend à ce que 60 % de ses ventes soient réalisées à l'exportation, ce pourcentage devant progressivement augmenter dans les années à venir

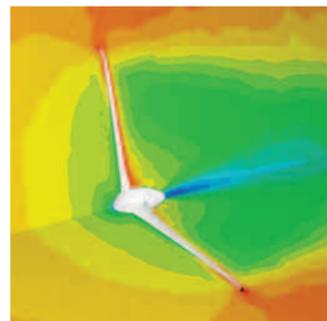


SYSTÈME D'ENTRAÎNEMENT



Grâce à leur design, les pales utilisent désormais aussi la partie intérieure de la surface balayée du rotor

Simulation par calcul numérique de la dynamique des fluides (CFD) du flux sous une nacelle d'éolienne avec un design de pales commun



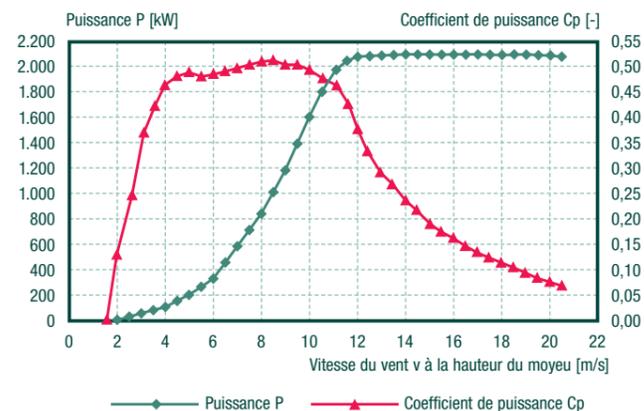
Même simulation avec design de pales ENERCON

LE CONCEPT DE LA PALE DU ROTOR

Le concept des pales équipant les éoliennes ENERCON a instauré une valeur standard, en matière de production, d'émissions sonores et de minimisation des charges. Grâce à leur nouveau design, les pales utilisent également la partie intérieure de la surface circulaire du rotor, d'où une augmentation sensible du productible. De plus, les pales sont moins sujettes aux turbulences et garantissent un flux régulier sur toute la longueur de leur profil de pale.

Les pointes des pales aussi (lesdites « tips ») ont été optimisées du point de vue émission sonore et productible, puisque les turbulences engendrées par les surpressions et sous-pressions au niveau de la pointe sont efficacement évacuées du périmètre d'action du rotor. La pale est ainsi utilisée sur toute sa longueur et aucune énergie n'est perdue du fait des turbulences.

Le haut degré d'efficacité des pales ENERCON se reflète dans les courbes de puissance mesurées de toutes les éoliennes ENERCON pour lesquelles les coefficients de puissance (C_p) sont supérieurs à 0,5.



Courbe de puissance mesurée de l'E-82 – ici courbe C_p



Grâce aux nouvelles pales ENERCON, de nouveaux standards de qualité existent désormais en matière de production, émission sonore et minimisation des charges

AVANTAGES DES PALES DE ROTOR ENERCON

- ~ Meilleure efficacité par leur nouveau dessin
- ~ Emissions sonores moindres grâce à l'optimisation des « tips »
- ~ Longévité accrue par minimisation des charges
- ~ Transport facilité grâce à la pale plus mince

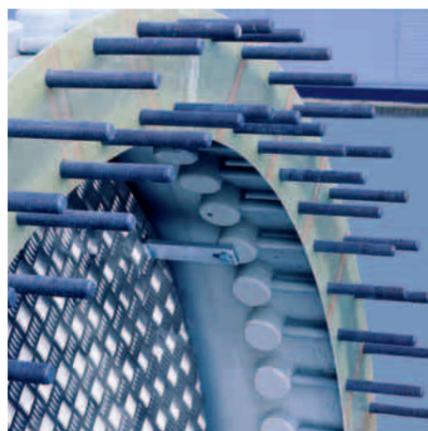
Dans un procédé d'injection sous vide, les pales de rotor sont fabriquées selon la méthode dite « de sandwich ». A l'aide d'une pompe et d'un système de tuyaux sous vide, les nattes en fibres de verre placées dans les moules sont imbibées de résine. Des inclusions d'air dans le stratifié sont totalement exclues.



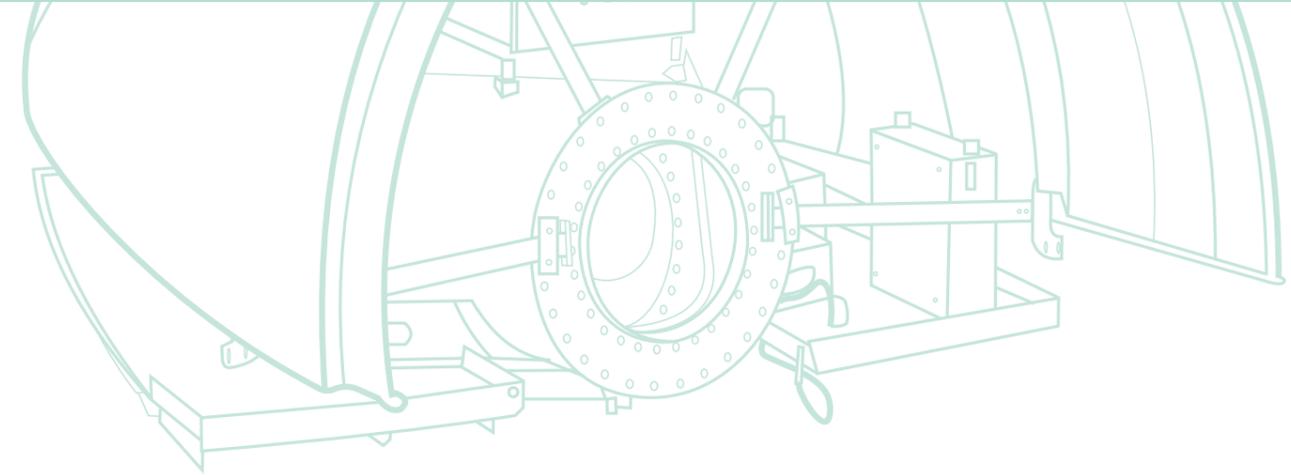
Un robot de peinture peint en une seule opération des pièces d'une longueur pouvant atteindre 35 mètres et assure ainsi une protection efficace des surfaces des pales contre les intempéries et les rayons UV ainsi que contre les problèmes d'érosion et de flexion

Pour la protection efficace des pales contre les intempéries telles que vent, eau et rayons ultraviolets ainsi que contre des charges dues à l'érosion ou à la flexion, ENERCON applique en traitement final des pales, une couche composée d'un revêtement de gel, d'enduit, de protection des profilés et d'un vernis de finition. Le système comporte exclusivement de composés à deux composants à base de polyuréthane exempts de tout solvant.

Le raccord d'une pale de l'E-70 avec ses boulons disposés en double rangée apporte une sécurité supplémentaire par une répartition égale des charges



Dans le but de résister efficacement aux charges exercées par les vents, les pales de rotor ENERCON disposent d'un grand diamètre de raccordement. Par ailleurs, le raccordement par boulons disposés en rangée double spécialement développé par ENERCON pour ses éoliennes de grande taille apporte une meilleure répartition des charges et, par conséquent, une sécurité supplémentaire. C'est un critère très important, tout particulièrement sur des sites extrêmement ventés avec de fortes alternances de charge.



ENTRAÎNEMENT DIRECT

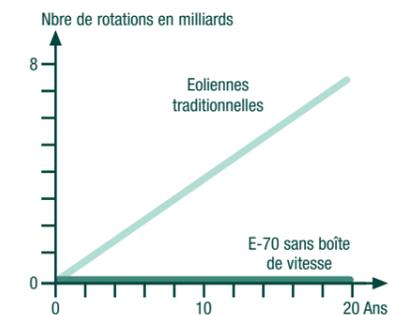
Le système d'entraînement des éoliennes ENERCON s'appuie sur une logique simple: plus de nombre de composants en rotation est petit, plus les charges mécaniques sont faibles et plus la longévité technique est grande. Le nombre et l'ampleur des opérations de maintenance et de service se trouvent réduits (moins de pièces d'usure, pas de vidange d'huile de la boîte de vitesse), entraînant aussi une diminution des frais d'exploitation.

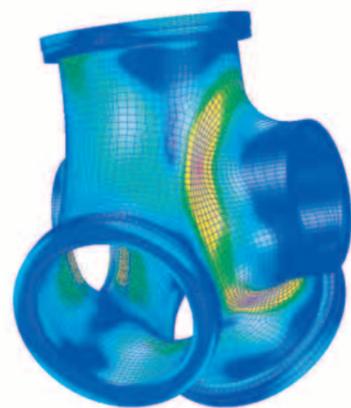
Accouplés l'un à l'autre directement sans boîte de vitesse intercalée, le moyeu du rotor et le générateur annulaire forment une unité solidaire. Le rotor est logé sur un axe fixe appelé arbre de moyeu. Comparé aux éoliennes traditionnelles avec boîte de vitesse et nombreux paliers dans leur chaîne cinématique, le système ENERCON peut fonctionner avec seulement deux paliers à rouleaux tournant à petite vitesse. Ceci est rendu possible grâce au faible régime de rotation de l'entraînement direct.



Entraînement direct ENERCON – les composants en rotation en faible nombre augmentent la durée de vie

Les générateurs équipant des éoliennes traditionnelles font autant de rotations en 3 mois que le générateur annulaire d'une ENERCON E-70 en 20 ans!





Vérification des pièces de fonderie moyennant la méthode des éléments finis, pour exclure toute tension excessive

Il y a peu d'années encore, seul le moyeu du rotor pouvait être fabriqué en acier moulé. A l'heure actuelle et grâce au procédé de fabrication de fonte à graphite sphéroïdal, d'autres composants majeurs tels que l'adaptateur de pale, l'axe du moyeu et le support machine peuvent également être fabriqués selon ce procédé.

Le développement permanent des pièces en fonte se fait en étroite collaboration entre ENERCON et les fonderies. Les pièces sont toutes dessinées en 3D CAD et contrôlées à l'aide de la méthode des éléments finis pour déceler d'éventuelles contraintes excessives aux endroits critiques. Pendant toute la phase de prototypage, le constructeur mesure et optimise le bon fonctionnement de la pièce. Dans le but de garantir son identification et sa traçabilité, chaque pièce moulée reçoit un code à barres spécifique lors de sa réception en usine à partir duquel il est possible de trouver le numéro de série correspondant, en cas d'un problème de qualité par exemple. C'est seulement après de longs contrôles de qualité qu'ENERCON valide les pièces moulées pour leur utilisation en fabrication. Ainsi, également pour les pièces moulées sous-traitées, ENERCON est en mesure de garantir ses hautes exigences en matière de qualité.

PROCÉDURE DE CONTRÔLE QUALITÉ DES PIÈCES EN FONTE ENERCON

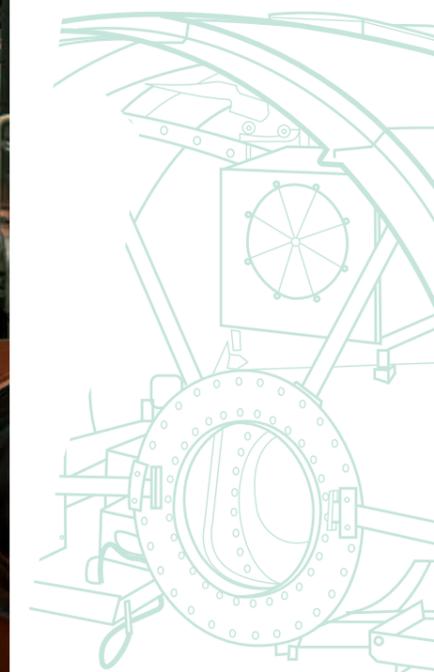
- Examen de la structure de la pièce
- Contrôle par ultrasons
- Contrôle radiographique



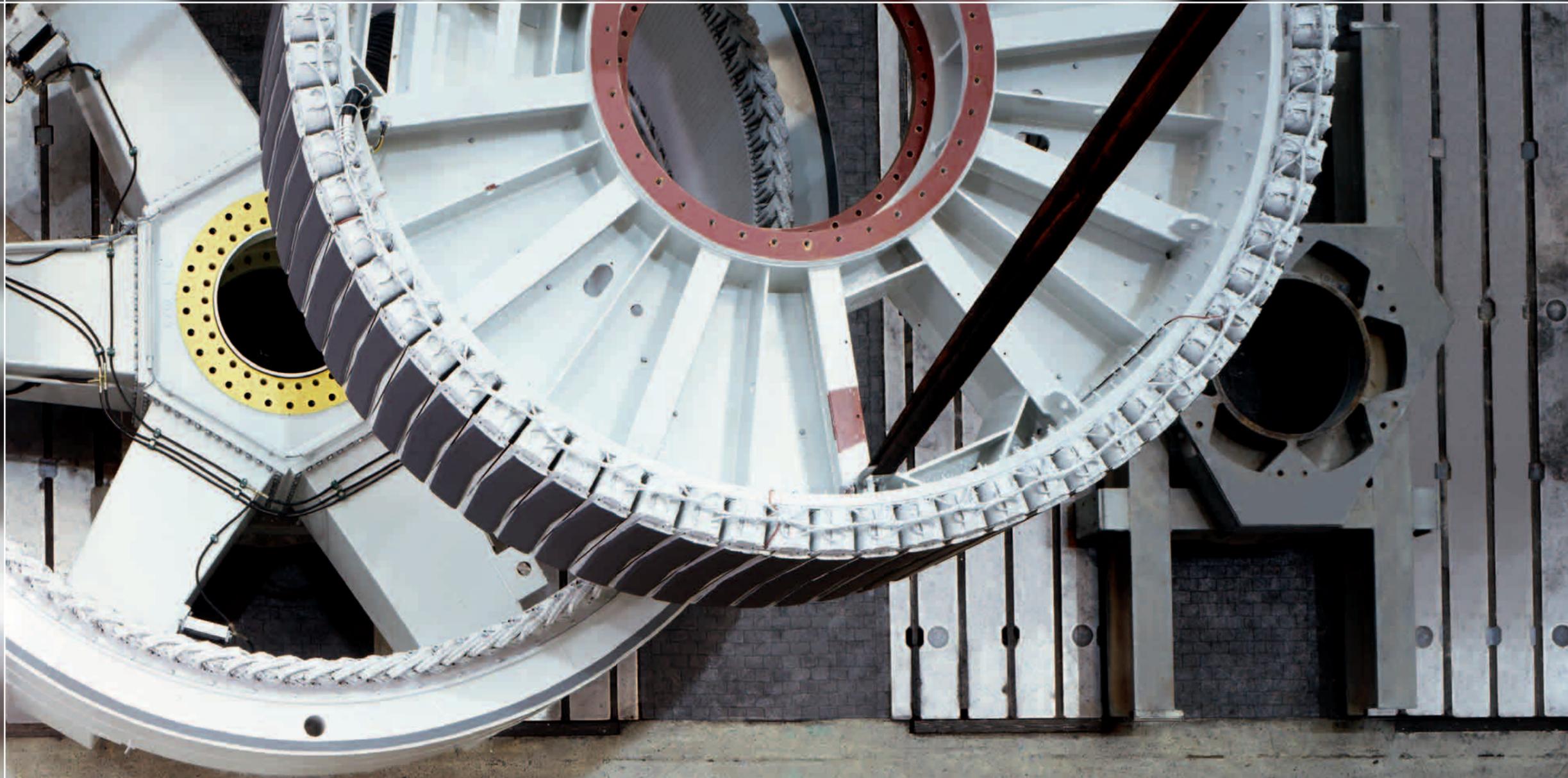
Vérification de l'ouverture de l'arbre de moyeu



Tous les composants principaux tels que moyeu du rotor, adaptateur des pales, axe du moyeu et support machines sont fabriqués en fonte à graphite sphéroïdal et ensuite soumis à un traitement de finition.



GÉNÉRATEUR ANNULAIRE



Afin de garantir les hauts standards de qualité d'ENERCON, les générateurs annulaires sont tous fabriqués dans ses propres usines de fabrication



GÉNÉRATEUR ANNULAIRE

Dans la conception particulière des éoliennes ENERCON sans boîte de vitesse, le générateur annulaire revêt une importance centrale. Associé au moyeu du rotor avec lequel il forme une unité, il délivre un flux d'énergie sans déperdition. Contrairement aux générateurs traditionnels à régime élevé, grâce à un nombre réduit de composants mobiles, le générateur annulaire ENERCON n'est sujet à pratiquement aucune usure mécanique et se prête tout particulièrement aux fortes sollicitations auxquelles il résiste parfaitement, gage d'une longue durée de vie.

Le générateur annulaire ENERCON est un générateur synchrone multipolaire sans couplage direct au réseau. La tension et la fréquence de sortie sont fonction de la vitesse de rotation. Moyennant un circuit intermédiaire en courant continu et un onduleur, elles sont converties avant injection dans le réseau. Une haute variabilité des régimes de rotation est ainsi possible.

GÉNÉRATEUR ANNULAIRE

AVANTAGES DU GÉNÉRATEUR ANNULAIRE ENERCON

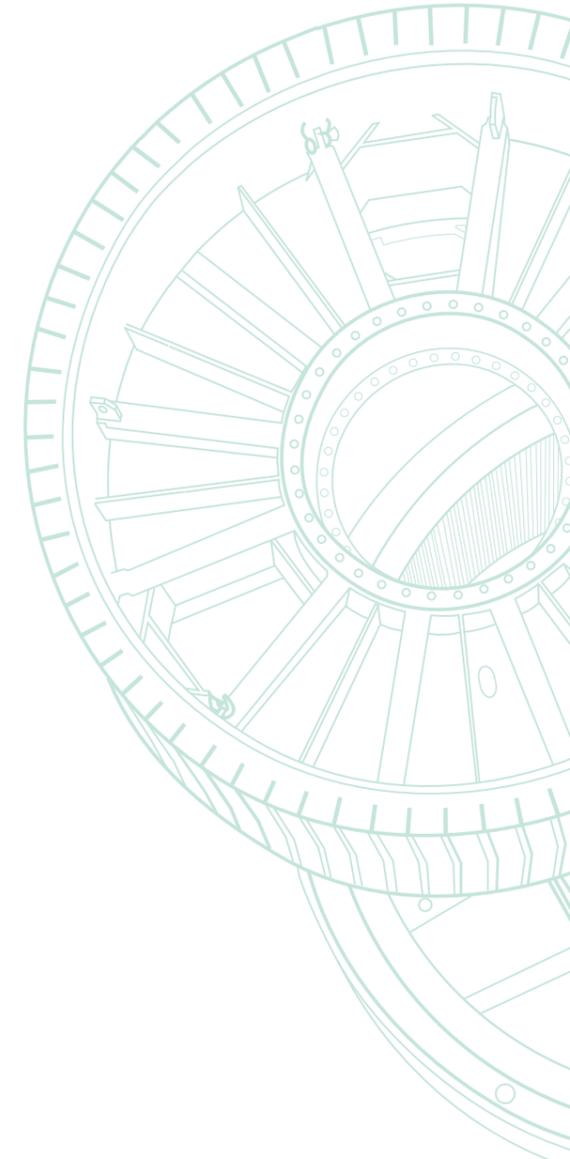
- ~ Absence de boîte de vitesse
- ~ Faible usure grâce à la rotation lente de la machine
- ~ Faibles charges sur les machines grâce à une haute variabilité des régimes de rotation
- ~ Système de commande optimisé pour une production maximale
- ~ Excellente compatibilité au réseau

STATOR ET ROTOR

Conformément aux exigences relatives à la longévité des éoliennes ENERCON, le bobinage en cuivre du stator – partie fixe du générateur annulaire – satisfait à la classe d'isolation F (155°C). En raison de sa ressemblance avec un tressage de panier, le bobinage est appelé aussi bobinage en fond de panier fermé en une couche. Il consiste en plusieurs conducteurs cylindriques, réunis en faisceaux et recouverts d'un vernis isolant. Chez ENERCON, le bobinage en cuivre est entièrement réalisé à la main. Malgré la progression de l'automatisation dans d'autres secteurs de la production, on donne ici la préférence au travail manuel qui permet une vérification de bout en bout des matériaux utilisés. En outre, un procédé spécial permet le bobinage en continu, chaque conducteur étant enroulé sans interruption, de l'entrée jusqu'à la sortie.

AVANTAGE DU BOBINAGE EN CONTINU

- ~ Exclusion de tout problème de fabrication lors de la réalisation des connexions électriques
- ~ Maintien de la haute qualité du système d'isolation des conducteurs de cuivre
- ~ Absence de résistances de contact
- ~ Absence de points d'attaque pour la corrosion ou la fatigue du matériau



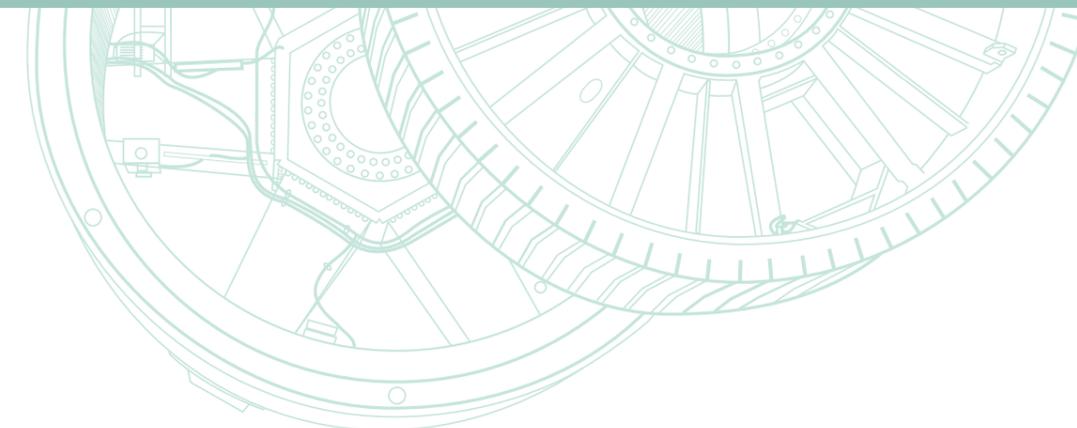
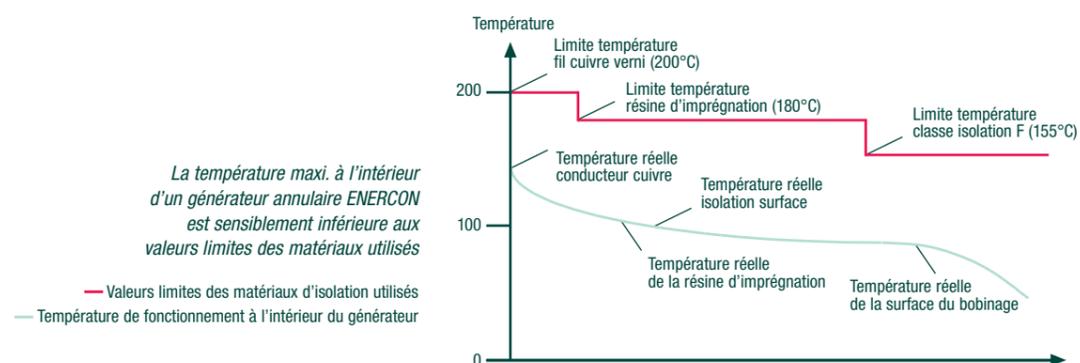
Stator (partie fixe) d'un générateur annulaire d'une E-33



L'excitation du champ magnétique du bobinage du stator se fait moyennant des éléments dits électroaimants se trouvant au niveau du disque du rotor, partie mobile du générateur annulaire ENERCON. La forme et la position de ces pièces polaires ayant une grande influence sur les émissions sonores du générateur annulaire, le département Recherche et Développement d'ENERCON a attaché un intérêt tout particulier à cet aspect. Résultat : en adaptant de manière optimale les électroaimants au mouvement rotatif lent du générateur annulaire, il ne se produit aucun contenu tonal distinct.

COMPORTEMENT THERMIQUE

Le générateur annulaire ENERCON se distingue par un comportement thermique optimisé. A l'aide de nombreux capteurs, les parties les plus chaudes du générateur sont l'objet de contrôles permanents. Ces capteurs sont activés à une température bien inférieure à la température de résistance des matières d'isolation employées dans le générateur. Ceci permet d'éviter les sollicitations trop élevées dues à une température excessive.



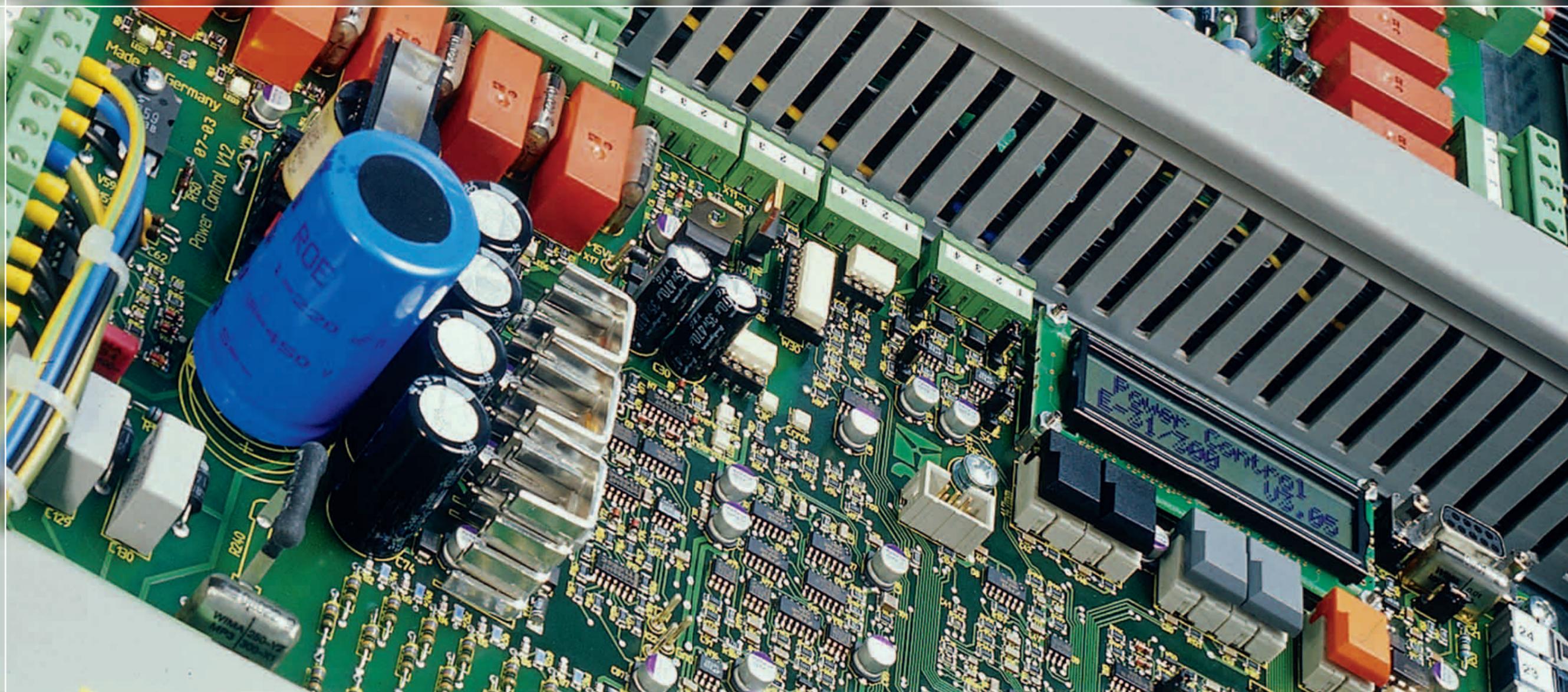
ASSURANCE QUALITÉ

Afin de garantir les hauts standards de qualité ENERCON, les générateurs annulaires sont fabriqués exclusivement dans nos propres centres de production avec des matériaux de toute première qualité. L'étroite collaboration avec les sous-traitants s'avère être une solution fiable pour constamment maintenir la qualité des matériaux au niveau le plus élevé possible. A titre d'exemple, des contrôles allant au-delà des normes habituelles sont réalisés sur les fils en cuivre verni et archivés en tant que référence standard ou des tests de tension de choc sont réalisés sur les électroaimants et bobines d'induction puis documentés dans le système informatique.



Assurance qualité ENERCON – test de tension de choc sur électroaimants et bobines d'induction

SYSTÈME DE COMMANDE





SYSTÈME DE COMMANDE

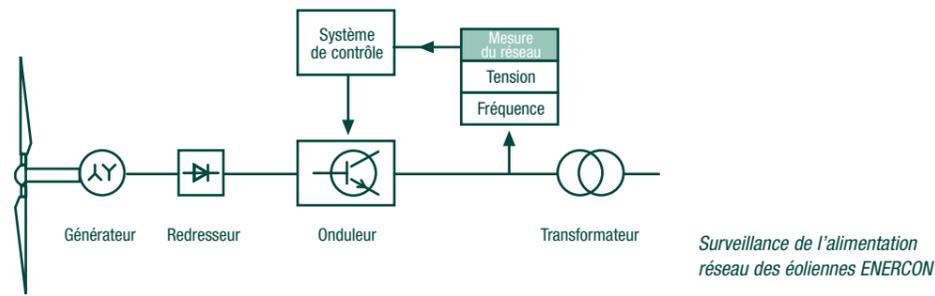
Les éoliennes ENERCON sont toutes pourvues de la technologie de contrôle micro-électronique la plus récente, développée entièrement en interne. Le processeur principal (MPU – Main Processing Unit), élément clé du système, est en contact permanent avec les éléments périphériques de contrôle tels que la commande d'orientation de la nacelle et le système d'orientation des pales. En jouant sur les différents paramètres de commande, il garantit par tous les temps un fonctionnement de l'éolienne avec la plus haute production possible.

SYSTÈME DE CONTRÔLE ENERCON

- ~ Commande adaptative de l'orientation de la nacelle grâce à une analyse permanente des mesures faites par la girouette
- ~ Régime de rotation variable assurant la meilleure production possible par tous les vents, et élimination des indésirables pics de production et des charges excessives de fonctionnement
- ~ Système actif d'orientation des pales permettant leur position optimale par rapport au vent et ainsi une production maximale, tout en diminuant les charges s'exerçant sur l'éolienne dans son intégralité
- ~ Système de freinage ENERCON garantissant à l'éolienne toute la sécurité requise grâce à trois dispositifs autonomes de réglage des pales avec alimentation de secours (par accumulateurs) en cas de coupure de courant
- ~ Surveillance du mât et du générateur par capteurs de vibration et d'accélération contrôlant les oscillations du mât
- ~ Capteurs de température et d'entrefer entre rotor et stator garantissant le bon fonctionnement du générateur

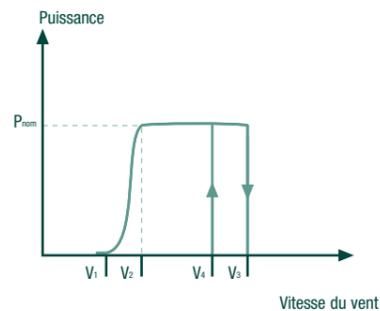


Appareil de mesure du vent sur une éolienne ENERCON



SURVEILLANCE DE L'ALIMENTATION AU RÉSEAU

Pour que l'injection du courant produit par les éoliennes se fasse correctement, leur raccordement au réseau est surveillé en permanence. Les valeurs tension, intensité et fréquence sont relevées côté basse tension entre l'onduleur ENERCON et le transformateur et transmises constamment au système de contrôle de l'éolienne qui est ainsi en mesure de réagir immédiatement à tout changement de tension ou de fréquence qui se produirait dans le réseau. En cas de dépassement des valeurs limites prédéfinies des dispositifs de protection autant de l'éolienne que du réseau, l'éolienne s'arrête et le service après-vente est alerté. Dès que la tension et la fréquence se situent à nouveau à l'intérieur des tolérances admissibles, l'éolienne se remet automatiquement en route. Des temps d'arrêt prolongés peuvent ainsi être évités.



Courbe de puissance sans mode tempête ENERCON – l'éolienne s'arrête lorsque le vent atteint une certaine vitesse prédéfinie

MODE TEMPÊTE ENERCON

Les éoliennes ENERCON disposent d'un système de contrôle spécial leur permettant de fonctionner par temps de tempête. Ceci signifie que, par vents très forts, l'éolienne travaille en mode bridé, ce qui évite les arrêts qui peuvent conduire à des pertes de production considérables.

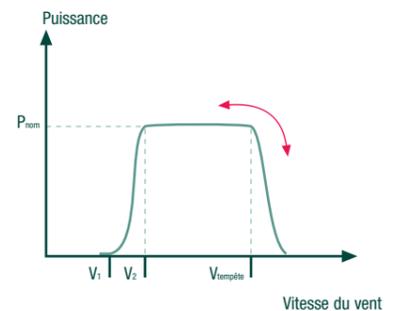
Le graphique ci-contre montre que les éoliennes s'arrêtent normalement lors du dépassement d'une vitesse de vent maximale de coupure V_3 prédéfinie. La cause en est le dépassement d'une vitesse de vent maximale définie. Si l'éolienne ne comporte pas le système « mode tempête »,

elle s'arrête lorsque la vitesse moyenne du vent est par ex. 25 m/s pendant une vingtaine de secondes. L'éolienne se remet en marche seulement lorsque la vitesse moyenne du vent sera retombée en dessous de la vitesse de coupure, voire, éventuellement, en dessous de la vitesse de redémarrage (V_1 dans le graphique – c'est la ladite hystérésis de vent fort). En présence de rafales de vent, ceci peut demander davantage de temps, d'où des pertes de production substantielles.

Les éoliennes ENERCON fonctionnent selon un principe différent puisqu'un logiciel particulier leur permet de fonctionner par temps de tempête évitant les arrêts brutaux des machines.

La courbe de puissance de l'éolienne avec le mode tempête ENERCON montre que l'éolienne ne s'arrête pas automatiquement lors de dépassement de certaines vitesses de vent $V_{tempête}$, mais qu'elle réduit sa puissance en diminuant sa vitesse de rotation par une légère modification de l'angle des pales. Lorsque la vitesse du vent diminue à nouveau, les pales se remettent face au vent et l'éolienne repart à plein régime. Les processus d'arrêt et de redémarrage coûtant cher à la production peuvent ainsi être évités.

Le « mode tempête » ENERCON offre également pour le réseau des avantages décisifs en matière de sécurité. Lors de vitesse de vent très élevée, il n'y a pas de risque de gros défaut provoqué par des pannes d'alimentation longues dues au vent qui peuvent être comparables dans leurs effets à la panne de plusieurs centrales électriques traditionnelles.



Courbe de puissance avec mode tempête ENERCON – à une certaine vitesse de vent, l'éolienne ne fait que réduire sa puissance sans pour autant s'arrêter

Perte de production d'une éolienne ENERCON E-70, causée par deux jours de tempête / an
2 jours x 2 300 kW = 110 400 kWh
correspondant à 2-4 % de la production annuelle



INTÉGRATION AU RÉSEAU ET GESTION DE PARCS ÉOLIENS



AVANT-PROPOS

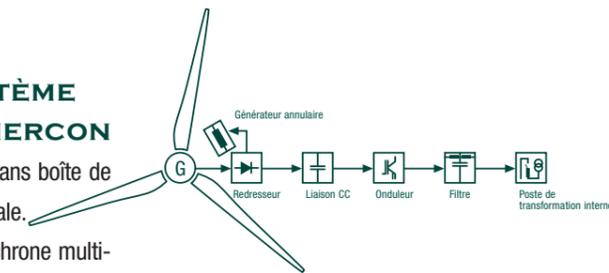
L'énergie éolienne représente déjà aujourd'hui une part non négligeable dans les concepts internationaux d'approvisionnement en énergie. Plus que jamais, il est de notre devoir de relever les défis d'une production d'énergie stable, avec une importante proportion en énergie éolienne. Dans les années à venir, l'énergie éolienne est appelée à couvrir une part toujours plus grande des besoins mondiaux. Ces conditions préalables dépendent entre autres essentiellement des capacités de la technologie de l'énergie éolienne à pouvoir être intégrée dans des topologies de réseau existantes. Pour ce faire, une technologie intelligente et flexible est nécessaire qui fait face aux défis des gestionnaires du réseau sur les éoliennes et les parcs éoliens possédant ce comportement de centrale électrique. ENERCON a accepté de relever ce défi. En collaboration avec les gestionnaires du réseau allemands et mondiaux, des solutions très performantes ont été développées pour satisfaire aux conditions actuelles de raccordement au réseau pour les éoliennes et les parcs éoliens et pour pouvoir proposer les services système souhaités. A l'avenir, ENERCON continuera toujours à être un pionnier dans l'intégration au réseau des éoliennes, pour réaliser un approvisionnement stable, de grande qualité et économique.

GÉNÉRATEUR ANNULAIRE ET SYSTÈME D'INJECTION DANS LE RÉSEAU ENERCON

Dans la conception particulière des éoliennes ENERCON sans boîte de vitesse, le générateur annulaire revêt une importance centrale.

Le générateur annulaire ENERCON est un générateur synchrone multipolaire qui est directement relié au rotor de l'éolienne. La tension et la fréquence de sortie du générateur annulaire sont fonction de la vitesse de rotation. Moyennant un système d'injection dans le réseau, elles sont converties avant injection dans le réseau. Par conséquent, une haute variabilité des régimes de rotation est atteinte et le générateur annulaire est parfaitement découplé du réseau. Via le système automatique de réglage des pales et l'excitation électrique, la vitesse et la puissance fournie par le générateur annulaire sont contrôlées et optimisées à tout moment par le système de contrôle de l'éolienne. La puissance fournie par le générateur annulaire est amenée dans le système d'alimentation du réseau ENERCON, se composant d'un redresseur, d'une liaison CC et d'un système modulaire d'onduleurs. Le système d'onduleurs définit des caractéristiques de puissance considérables pour l'injection dans le réseau, et veille à ce que la puissance de sortie soit conditionnée en fonction des indications du réseau. Les exigences en matière de puissance, de fréquence et de tension par exemple sont ici mises en œuvre en conséquence. Via le transformateur de l'éolienne, le niveau de tension en sortie de l'onduleur, de 400 V, est transformé au niveau de tension HTA du réseau public ou du réseau interne du parc éolien.

Les éoliennes ENERCON sont pourvues d'un système d'injection dans le réseau qui satisfait les conditions les plus récentes en matière de raccordement et qui peut, par conséquent, être intégré aisément dans toutes les structures de transmission et de distribution. Le système d'injection dans le réseau offre une multitude de caractéristiques de puissance pour le fonctionnement sous conditions normales du réseau, par exemple avec la gestion de puissance réactive et une large contribution au maintien de la stabilité du niveau de tension. Dans des situations plus critiques occasionnées par des courts-circuits dans le réseau ou par des goulots d'étranglement, la dynamique élevée de régulation permet de garantir un fonctionnement stable et supportant le réseau. Le comportement des éoliennes ENERCON est, dans les aspects essentiels, comparable à celui d'une centrale électrique conventionnelle, voire dépasse même ses capacités. ENERCON est le premier constructeur au monde à avoir reçu une attestation certifiant que ses éoliennes possèdent bien ce comportement de centrale électrique.



Générateur annulaire avec système d'injection dans le réseau





COMPATIBILITÉ AVEC LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE

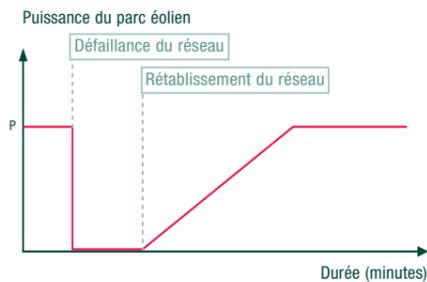
Grâce à leur système de contrôle et leur mode de fonctionnement, les éoliennes possèdent une excellente compatibilité avec le réseau électrique (Power Quality). Les certificats d'instituts indépendants le prouvent, conformément aux normes IEC correspondantes et aux directives de la fédération allemande de l'énergie éolienne (FGW). Le concept de contrôle et de régulation du système d'injection au réseau ENERCON permet une injection sans pics de production. En fonctionnement normal, il n'y a pratiquement pas de besoin de puissance réactive de l'éolienne. Les niveaux de flickers et les harmoniques sont négligeables. Grâce à l'électronique de puissance du système d'alimentation du réseau, il n'y a aucun courant de démarrage.

IMPORTANTES PLAGES DE TENSION ET DE FRÉQUENCE

Le système d'injection au réseau ENERCON garantit une très large plage de fonctionnement de l'éolienne. En fonction du réseau, le système d'injection au réseau peut être paramétré de manière flexible pour une fréquence nominale de réseau de 50 Hz ou 60 Hz. La robustesse de ce système assure dans les réseaux où règnent une tension ou une fréquence très fluctuante, un fonctionnement fiable et permanent, même à pleine puissance nominale.

ALIMENTATION COORDONNÉE DU RÉSEAU

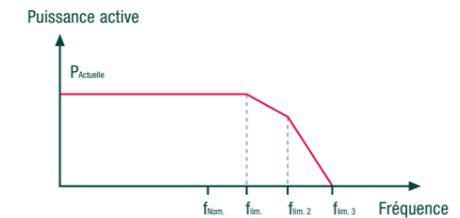
L'exploitation sûre et économique du réseau exige une synchronisation dans le temps de la puissance injectée. Pour ce faire, le système de raccordement ENERCON peut recevoir des valeurs de consigne variables fixant les gradients de puissance maximale admissible. Ainsi est-il p.ex. possible, de contrôler la puissance injectée lors du démarrage d'une éolienne ou d'un parc éolien en fonction des spécificités du réseau. De cette façon, le gestionnaire du réseau a la possibilité de régler de façon optimale le flux de puissance et le maintien de la stabilité du réseau et de coordonner l'interaction entre la production d'une part et la consommation d'autre part.



Gradient de puissance :
Régulation du courant injecté pour assurer un fonctionnement sûr et économique du réseau

RÉGULATION EN FRÉQUENCE

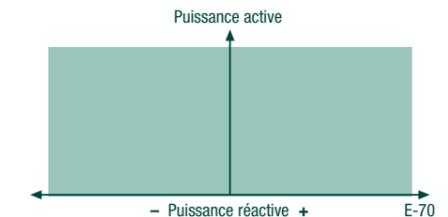
La régulation en fréquence est décisive pour le fonctionnement stable et sûr du réseau et pour atteindre la qualité d'approvisionnement nécessaire. Les éoliennes ENERCON peuvent contribuer à une stabilisation du réseau et adapter leur injection de puissance à la fréquence du réseau. Si une panne de réseau entraîne une hyperfréquence temporaire, les éoliennes ENERCON peuvent réduire leur injection, conformément aux indications du gestionnaire du réseau. Dès que la fréquence du réseau est à nouveau stabilisée et réglée à la fréquence nominale, les éoliennes ENERCON reprennent leur injection normale. La caractéristique de cette régulation peut être adaptée de manière très flexible aux exigences les plus variées.



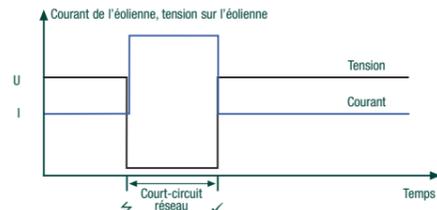
Courbe de régulation de fréquence de puissance

GESTION DE LA PUISSANCE RÉACTIVE

L'exploitation stable et rentable des réseaux de transmission et de distribution requiert une bonne gestion de la puissance réactive. Cette dernière est nécessaire pour compenser les effets des éléments du réseau tels les câbles et les transformateurs, et aussi pour le maintien en stabilité de la tension. Les éoliennes ENERCON disposent d'une large plage de fonctionnement pour l'échange de puissance réactive qui pourra être mise à la disposition du réseau de manière très dynamique. Les possibilités de configuration flexibles des éoliennes permettent une optimisation rentable, en matière d'exigences spécifiques au projet de parc éolien. Dans de nombreuses régions du monde, les exigences hautement complexes relatives à un fonctionnement stable des réseaux ne peuvent être solutionnées avec les seules centrales de production d'énergie traditionnelles. Dans ces cas, des sources dynamiques de production de puissance réactive telles qu'un SVC ou un STATCOM (Static Compensator) doivent être intégrées dans les réseaux afin de garantir aux clients une qualité d'approvisionnement acceptable. En option, les éoliennes ENERCON sont en mesure de mettre à la disposition du réseau les caractéristiques de puissance d'un STATCOM. Grâce à l'option STATCOM, l'éolienne ENERCON réunit les caractéristiques d'une centrale électrique et d'un STATCOM dans une seule machine. Indépendamment de l'injection d'énergie, le gestionnaire du réseau dispose de l'intégralité de la plage de fonctionnement pour l'échange de puissance réactive, même si aucune puissance active n'est injectée dans le réseau. Ces caractéristiques dites de STATCOM sont indispensables en présence de réseaux faibles ou exploités à leur limite supérieure de stabilité, en absence desquelles un raccordement réseau ne pourrait être réalisé de manière rentable.

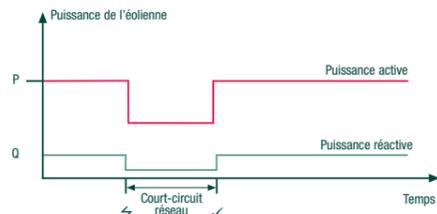


Gestion de la puissance réactive d'une ENERCON E-70 avec propriétés STATCOM

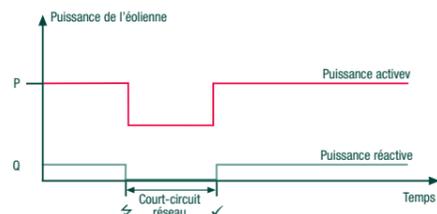


Courant de court-circuit

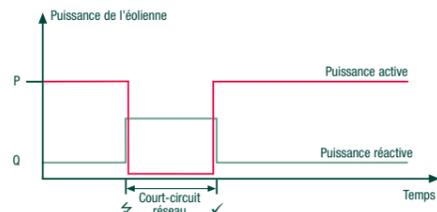
En cas de court-circuit du réseau, les éoliennes ENERCON restent connectées



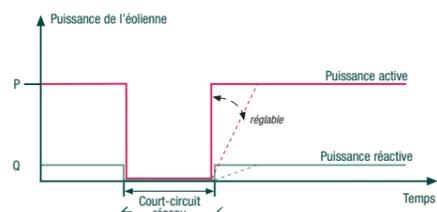
Exemple de paramétrage : Rapport P/Q constant



Exemple de paramétrage : Uniquement puissance active en cas de défaillance



Exemple de paramétrage : Principalement puissance réactive en cas de défaillance



Exemple de paramétrage : Zero Power Mode (mode puissance zéro) – Passage de défaillance sans injection

RESTER ACCROCHÉ DANS LE RÉSEAU

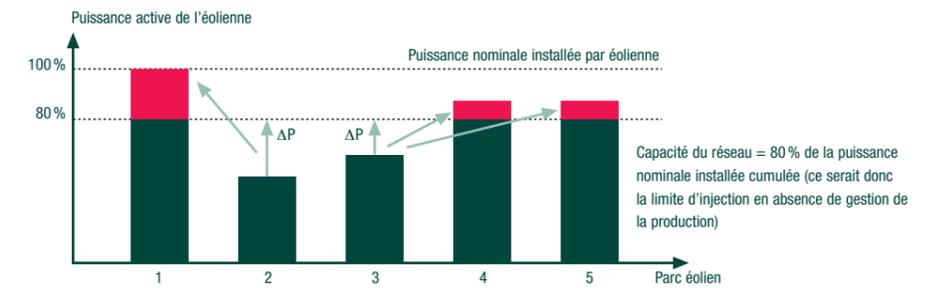
Dans la plupart des réseaux de transmission et aussi dans de plus en plus de réseaux de distribution, les éoliennes doivent aujourd'hui être capables de rester accrochées dans le réseau, en cas de courts-circuits. A l'instar des centrales électriques, elles ne doivent pas se découpler brutalement du réseau en cas de surtensions et de creux de tension occasionnés par des défaillances du réseau. Les éoliennes ENERCON disposent avec ENERCON UVRT (Under Voltage Ride Through) en option d'une telle faculté. Indépendamment du type de court-circuit, les éoliennes ENERCON peuvent « rester connectées » pendant quelques secondes, lors de défaillance dans le réseau, même à puissance nominale. Cela est également possible, lorsque la tension de l'éolienne s'effondre complètement lors de panne de réseau. Ces excellentes caractéristiques de centrale électrique ont été certifiées par des instituts indépendants lors de tests réalisés lors de réelles défaillances de réseau. Les possibilités de réglage flexibles permettent une performance maximale exigée par le gestionnaire du réseau ou par les conditions cadre du projet. Selon les paramètres choisis, l'éolienne est même en mesure d'injecter lors de défaillances, de la puissance active ou réactive pour soutenir la tension du réseau. Si nécessaire, même un courant réactif peut être injecté dans le réseau pouvant aller jusqu'à la valeur nominale du courant d'injection. Mais si cela est demandé ou souhaité, le passage de défaut sans injection de courant est possible. L'éolienne ENERCON reste en fonctionnement, en cas de défaut. Une fois la défaillance éliminée et la tension rétablie, les éoliennes peuvent reprendre aussitôt leur production habituelle. Par conséquent, ENERCON UVRT permet des réglages très flexibles pour satisfaire les exigences de réseau les plus diverses et pour accroître la puissance installée du parc éolien.

ENERCON SCADA

ENERCON SCADA est la plateforme éprouvée depuis de longues années pour la surveillance et la régulation à distance des éoliennes, et constitue une partie vitale du concept Service et Maintenance d'ENERCON. Il offre une multitude de fonctions optionnelles, des interfaces pour l'intégration des parcs éoliens ENERCON dans différentes configurations de réseau et le respect des directives ambitieuses relatives au raccordement. ENERCON SCADA est de conception modulaire très flexible et peut être adapté ou étendu aisément pour répondre aux applications spécifiques d'un client.

GESTION DE LA PRODUCTION – RÉGULATION DE LA PRODUCTION POUR UN RENDEMENT OPTIMAL

Si la puissance (nominale) cumulée d'un parc éolien ENERCON est supérieure à la capacité d'absorption du réseau au point de raccordement, une régulation spécifique assure qu'à tout moment, la capacité disponible du réseau est exploitée d'une manière optimale. Si l'une des éoliennes du parc produit moins, SCADA régule les autres machines de sorte à augmenter leur production. Ceci se fait de manière entièrement automatique via la régulation du productible (en option) par ENERCON SCADA.



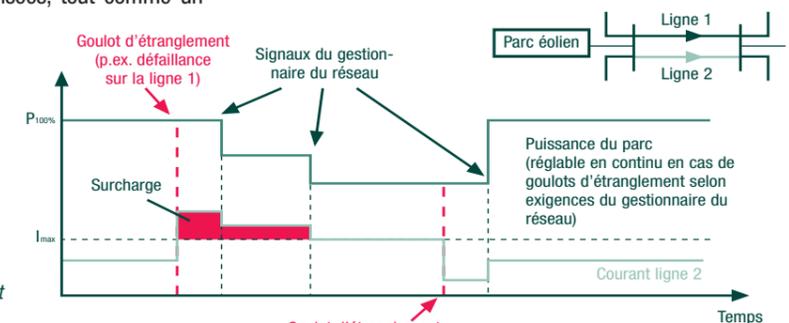
Gestion de la production

En absence de gestion de la production, la capacité du réseau ne serait pas exploitée à 100% dans le cas présenté

GESTION DE GOULOTS D'ÉTRANGLEMENT – RENDEMENT MAXIMAL POUR GOULOTS D'ÉTRANGLEMENT DU RÉSEAU

Il faut être bien conscient du fait que dans de nombreuses régions les réseaux ne possèdent pas suffisamment de capacités de transmission pour faire face à toutes les situations possibles de charge faible et de vent fort. Grâce à la gestion des goulots d'étranglement ENERCON, il est malgré tout possible de raccorder des parcs éoliens à ce type de réseaux. L'échange de données permanent entre le parc et le gestionnaire permet l'adaptation optimale de la production maximale admissible du parc éolien aux capacités de transmission du réseau. Les pertes de rendement pour le gestionnaire sont minimisées, tout comme un redispatching coûteux du parc de centrales électriques pour le centre de répartition.

Gestion des goulots d'étranglement

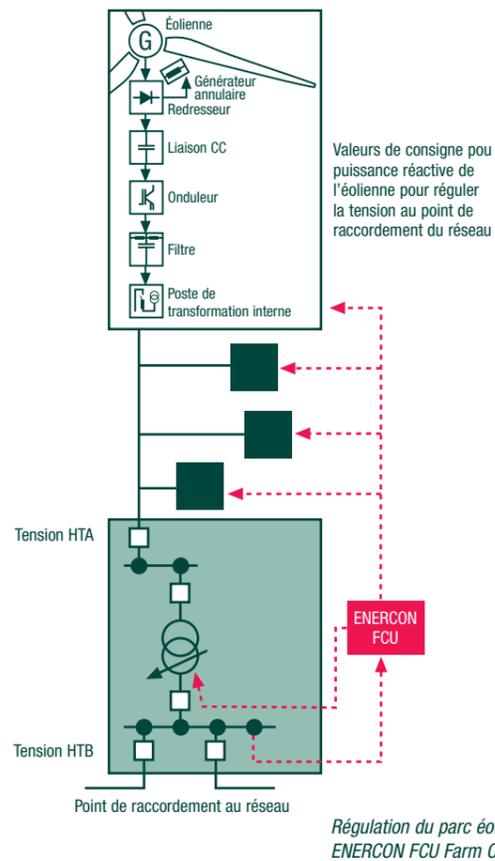


**ENERCON PDI:
COMMUNICATION ET INTERFACES**

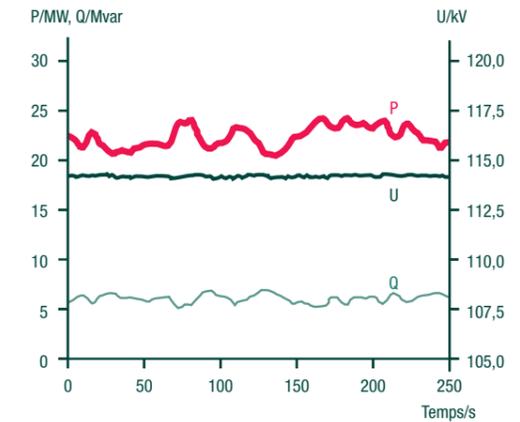
L'intégration de parcs éoliens dans les systèmes de contrôle du réseau et leur connexion aux stations de contrôle du réseau sont devenues, aujourd'hui, une exigence standard dans de nombreux pays. ENERCON SCADA propose une variété de modules PDI optionnels qui agissent comme interfaces entre les différents systèmes. En cas de besoin, ENERCON SCADA est ainsi en mesure de communiquer par l'intermédiaire de différentes interfaces analogiques ou numériques. Le parc éolien peut ainsi recevoir certaines consignes prédéfinies et des messages d'état ou des résultats de mesure peuvent être transmis au gestionnaire du réseau. Si souhaité, ENERCON METEO permet même d'intégrer des mâts de mesure du vent dans un parc éolien dans la transmission permanente des données.

**ENERCON FCU FARM CONTROL UNIT (FCU)
POUR PARCS ÉOLIENS**

Les parcs éoliens ENERCON peuvent aujourd'hui examiner une multitude de tâches de commande et de régulation complexes et dynamiques dans le réseau. Cela résulte des règles de raccordement au réseau correspondantes pour le point de raccordement et de l'optimisation économique d'un projet de parc éolien. L'ENERCON FCU Farm Control Unit (unité de commande du parc) est une extension en option du système ENERCON SCADA à des fins de commande de ce type. Cela englobe aussi bien les combinaisons de commande de la puissance active et réactive d'un parc éolien, que spécifiquement la commande de la tension de réseau. Grâce à ENERCON FCU, les parcs éoliens ENERCON peuvent être munis d'une régulation centralisée puissante de la tension. Cet équipement est obligatoire dans bien des pays et permet de raccorder de grands parcs à des réseaux, même lorsque ces derniers sont relativement faibles. ENERCON FCU utilise la plage de réglage de la puissance réactive des éoliennes ENERCON, pour réguler la tension, de manière caractéristique au point de raccordement au réseau d'un parc éolien. Cette régulation peut se faire par le gestionnaire du réseau moyennant



des valeurs de consigne prédéfinies ou au coup par coup moyennant des interfaces additionnelles. Les exigences visant les régulateurs de tension pour parcs éoliens sont multiples. Lorsque par exemple, un parc éolien est raccordé à un poste source, des régulateurs automatiques éventuellement existants peuvent, le cas échéant, être intégrés dans le schéma de régulation. Dans le cas de grands parcs avec, par conséquent, d'importantes longueurs de câbles, les besoins en puissance réactive au point de raccordement contractuellement convenu, peuvent être optimisés par un système de contrôle comportant des dispositifs de compensation centralisés et des éoliennes décentralisées. ENERCON propose pour ce faire une multitude de solutions, pour faire face économiquement aux conditions de raccordement correspondantes.

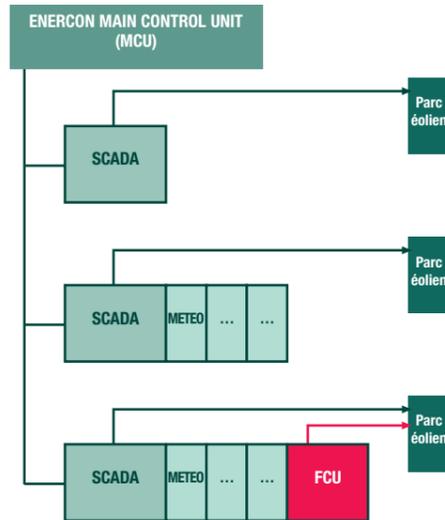


ENERCON FCU – Tension constante même en cas d'alimentation en puissance active fluctuante

PARCS ÉOLIENS ET POSTES SOURCE

Dans une proportion sans cesse croissante, des parcs éoliens injectent leur production dans des postes source spécialement créés pour cet usage. Leur surveillance et commande à distance sont fréquemment exigées pour recueillir des informations sur l'appareillage électrique et, le cas échéant, pour effectuer des opérations de commutation. ENERCON SCADA peut être équipé en option de modules spécifiques permettant la surveillance et la commande à distance d'installations électriques et de postes source par le gestionnaire du parc éolien. La représentation des opérations et de la conduite se fait moyennant ENERCON SCADA REMOTE qui a fait ses preuves depuis de nombreuses années. Par ailleurs, ENERCON propose la gestion complète des postes sources comme service optionnel.





Raccordement au réseau de centrales éoliennes ENERCON (regroupement de plusieurs parcs)

ENERCON MAIN CONTROL UNIT (MCU) POUR CENTRALES ÉOLIENNES

Certains parcs éoliens ENERCON qui, de par leur puissance, correspondent à de véritables centrales électriques, fonctionnent d'une façon hautement satisfaisante depuis de nombreuses années et sont parfaitement intégrés dans des structures de réseau existantes. Dans une proportion croissante, ces parcs sont regroupés à un point de raccordement central de façon à constituer une seule centrale éolienne. Pour tenir compte de la grande puissance installée, l'injection se fait dans la majorité des cas directement dans des réseaux de transmission de grande capacité. La MAIN CONTROL UNIT (MCU) d'ENERCON permet la commande et la régulation centralisées d'une centrale éolienne. Elle se charge des tâches typiques de communication et d'échange de données entre les systèmes de commande du réseau et les centres de répartition des exploitants et garantit le respect des directives complexes relatives au raccordement au réseau des centrales éoliennes. La ENERCON MAIN CONTROL UNIT (MCU) est de conception modulaire. Elle sera configurée et optimisée individuellement en fonction de son utilisation et des spécificités propres au projet. Si exigé ainsi, la ENERCON MAIN CONTROL UNIT (MCU) dispose de différentes interfaces permettant la liaison avec les systèmes de gestion du réseau. La gestion de goulots d'étranglement des centrales éoliennes est désormais un nouveau dispositif qui s'ajoute à la gestion de la puissance réactive ainsi qu'à l'intégration de dispositifs de commande ou de postes source complets dans la centrale.



EXIGENCES DES CENTRALES ÉOLIENNES DANS LES RÉSEAUX DE TRANSMISSION

- ~ Les éoliennes doivent pouvoir continuer à fonctionner sans réduction de puissance et sans limitation dans le temps, même en présence de variations considérables de tension et de fréquence.
- ~ En cas de creux de tension occasionnés par des défaillances du réseau, les éoliennes doivent pouvoir rester connectées pendant un temps prédéfini.
- ~ Le cas échéant, les éoliennes doivent être en mesure d'injecter du courant court-circuit pendant une défaillance du réseau. En fonction du réseau, l'éolienne doit être en mesure, soit d'injecter principalement de la puissance active, soit de la puissance réactive dans le réseau.
- ~ Des modifications rapides de la fréquence de réseau ne doivent pas entraîner un arrêt des éoliennes.
- ~ Lors d'un défaut et en réparant une défaillance de réseau, le prélèvement de puissance réactive est strictement limité ou même interdit.
- ~ La défaillance réparée, un parc éolien doit être en mesure de reprendre son alimentation au réseau aussi vite que possible et dans tous les cas à l'intérieur d'un laps de temps maximal et prédéfini.
- ~ Il doit être possible de faire fonctionner des parcs éoliens en mode de production bridée, et ce, sans limitation de durée.
- ~ Pour obtenir une répartition coordonnée de la charge du réseau, l'augmentation de la production (gradient de puissance), se produisant par exemple lors du démarrage du parc éolien, doit pouvoir être limitée en fonction des exigences du gestionnaire du réseau.
- ~ Les parcs éoliens doivent être en mesure de fournir leur contribution quant à la puissance de réserve du réseau ; si la fréquence du réseau augmente, la puissance produite par le parc doit être diminuée.
- ~ En cas de besoin, les parcs éoliens doivent être en mesure de contribuer au maintien de la tension du réseau, soit par la production, soit par l'absorption de puissance réactive non limitées dans le temps. Pour ce faire, les exigences de dynamisme doivent être observées pour maintenir la stabilité du réseau.
- ~ Les parcs éoliens doivent pouvoir être intégrés dans le système de gestion du réseau permettant la surveillance et le contrôle à distance de toutes les machines.

MÂT ET FONDATION



CONSTRUCTION DU MÂT

Avec l'emploi de matériaux et de structures résistants à de fortes charges dynamiques, les mâts ENERCON se prêtent parfaitement à leur transport, leur levage et leur utilisation. ENERCON ne s'en tient pas seulement aux normes nationales et internationales régissant la construction des mâts (DIN et Eurocode, par exemple), mais va bien au-delà en instaurant ses propres standards qui font référence tant au niveau de la qualité qu'au niveau de la sécurité.

Dès la phase de développement, des modèles en 3-D virtuels sont réalisés pour chaque type de mât moyennant la méthode des éléments finis (FEM – Finite Element Method). Ces modèles sont ensuite exposés à toutes les charges et contraintes imaginables que peuvent rencontrer les éoliennes dans la réalité. De cette façon, des pronostics précis quant à la stabilité au renversement et la durée de vie peuvent être faits en connaissance de cause, même avant la construction d'un prototype. L'analyse de mesures supplémentaires qu'ENERCON réalise en continu sur des installations existantes contribue également à la vérification des données calculées. Par la suite, les résultats établis par des bureaux de certification, instituts de recherche et bureaux d'ingénierie corroborent, eux aussi, les calculs réalisés par ENERCON.

Il suffit de voir un mât terminé pour se rendre compte que l'esthétique n'a pas non plus été en reste lors du développement. Ces constructions fines dont la conicité va en diminuant vers le haut, sont le résultat d'une recherche esthétique poussée, et elles n'ont plus rien à voir avec les traditionnelles constructions cylindriques lourdes et massives.

MÂT TUBULAIRE EN ACIER

Les mâts en acier ENERCON sont composés de différentes sections individuelles qui sont reliées entre elles par des brides en L qui réduisent les contraintes sur les matériaux. Contrairement au raccordement par brides traditionnelles comme par exemple celles utilisées dans la construction des cheminées en acier, le cordon de soudure de la bride en L se trouve en dehors de la zone des contraintes.

D'AUTRES AVANTAGES DE CE MODE DE RACCORDEMENT

- Les opérations complexes et coûteuses de soudure sur le chantier ne sont plus nécessaires
- Montage rapide et sûr dans le respect des exigences qualitatives les plus élevées
- Application d'une protection totale contre la corrosion, en utilisant les meilleures techniques de production





Pose d'un mât acier ENERCON de petite hauteur sur sa fondation

Lorsque l'on a affaire aux mâts acier ENERCON de faible hauteur et, par conséquent, de faible diamètre, on utilise lesdites cages d'ancrage pour relier le mât à sa fondation. Cette cage d'ancrage est composée de nombreux goujons filetés en acier qui sont disposés en deux rangées sur deux demi-cercles. Le positionnement correct des différents goujons est assuré par un calibre annulaire qui correspond exactement aux dimensions de la bride du mât. Une fois la fondation terminée, la section inférieure du mât est posée sur les goujons sortant de la plaque supérieure en béton et fixée à l'aide d'écrous d'assemblage.

Quant aux mâts en acier de grande hauteur, une section de fondation a été spécialement conçue pour leur fixation sur la fondation. Cet élément de forme cylindrique est posé sur la couche de béton de propreté avant bétonnage et ajusté au millimètre près à l'aide de boulons d'ajustage. Après l'achèvement de la fondation, le mât est raccordé à la section de fondation par l'intermédiaire d'un raccord à bride.

Comme tous les autres composants, les mâts acier sont soumis aux critères de qualités très stricts en vigueur chez ENERCON. Dès la phase de conception, l'équipe Assurance Qualité est impliquée dans le développement de nouveaux types de mât. Elle constatera si le prototype répond à toutes les exigences avant qu'il ne passe en production de série.

MÂT EN BÉTON PRÉFABRIQUÉ

Les mâts en béton préfabriqué ENERCON sont exécutés selon une méthode spécialement élaborée appelée technique de l'acier de précontrainte. Moyennant des torons de tension dans des gaines qui passent au centre de la paroi en béton du mât, les différents segments du mât et la fondation sont réunis en une seule unité indissociable. Les sections du mât sont fabriquées entièrement dans l'usine de préfabrication. La haute précision de la fabrication des différents segments est assurée par des coffrages acier spécialement construits à cet effet. Cette méthode de fabrication permet d'obtenir des tolérances extrêmement fines et un parfait ajustage lors du levage. A ce niveau aussi, le service Contrôle Qualité d'ENERCON procède à des contrôles très stricts. Chaque domaine de la fabrication dispose de directives détaillées relatives aux procédés et travaux. Ceci garantit une traçabilité sans faille des différentes phases de fabrication ainsi que des matériaux utilisés.



Production de mâts ENERCON en béton préfabriqué



E-82 avec hauteur de moyeu 138 m



L'armature acier dans la fondation circulaire ENERCON avec la section de fondation pour mâts acier de grande hauteur

CONSTRUCTION DES FONDATIONS

La fondation transmet toutes les charges de l'éolienne dans le sol. Les fondations ENERCON sont toujours circulaires.

AVANTAGES DES FONDATIONS CIRCULAIRES ENERCON

- ~ Les efforts s'exerçant sur la fondation sont de force égale quelle que soit la direction du vent ; alors que sur les fondations carrées ou en croix, des pressions asymétriques peuvent se produire sur le sol.
- ~ Il est démontré que la forme circulaire permet de réduire les quantités autant d'armature que de béton, utilisées dans la construction et de limiter les surfaces de coffrage.
- ~ Le sol déblayé lors de l'excavation sert à remblayer la fondation et rentre en tant que charge dans le calcul statique. On utilise par conséquent moins de béton armé, tout en obtenant une aussi bonne stabilité de la fondation.
- ~ Les fondations ENERCON sont construites pour éviter une position de sellage. Cela conduit à une utilisation optimale de la stabilité.

Les différents types de fondation peuvent être choisis par rapport à la nature du sol, en regard notamment à ses facultés limitées d'absorption des charges de compression. Le concept des fondations circulaires ENERCON, généralement du type superficiel, repose sur ce principe. Le cas échéant, par exemple en présence de sol de fondation de capacité portante faible, il faudra avoir recours aux fondations profondes qui assurent une répartition des forces jusque dans les couches portantes, davantage en profondeur. Des pieux disposés de manière typiquement optimale sont conçus pour chaque type de mât avec des fondations profondes.

Les fondations ENERCON sont en règle générale certifiées par type, de sorte que l'on puisse commencer leur réalisation dans les plus brefs délais après avoir obtenu le permis de construire.

GESTION DU SERVICE APRÈS-VENTE





Plus de 2 500 collaborateurs du service après-vente ENERCON assurent partout dans le monde une disponibilité maximum des éoliennes

GESTION DU SERVICE APRÈS-VENTE

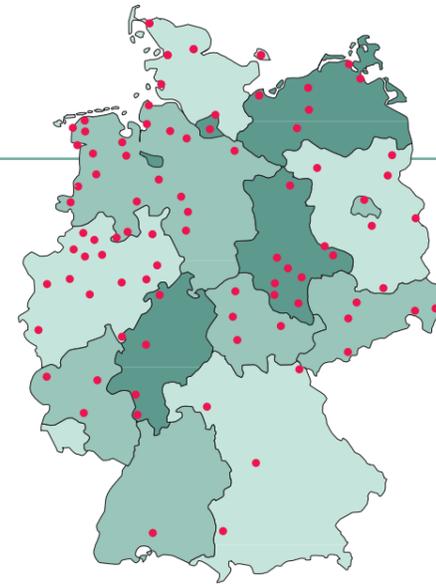
Garantir et conserver le bon fonctionnement de toutes les éoliennes ENERCON – c'est l'objectif que s'est fixé le service après-vente d'ENERCON. Selon la maxime « Service rapide grâce à la proximité », plus de 2 500 salariés partout dans le monde veillent au maintien en bon fonctionnement des éoliennes de la marque. Les petits trajets garantissent une grande rapidité de réaction et assurent d'excellents ratios de disponibilité (plus de 98,5% en moyenne sur les dernières années).

Un service après-vente sur le terrain ne saurait être efficace sans une équipe sédentaire bien rodée pour l'appuyer. Chez ENERCON plus de 100 collaborateurs coordonnent le service partout dans le monde, sur un plan autant technique que commercial. Chaque client a son interlocuteur privilégié dans son centre de service et peut être assuré de sa confiance et que celui-ci connaît parfaitement les spécificités locales des différents parcs.

PROFILE ET PERFORMANCE DU SERVICE APRÈS-VENTE ENERCON

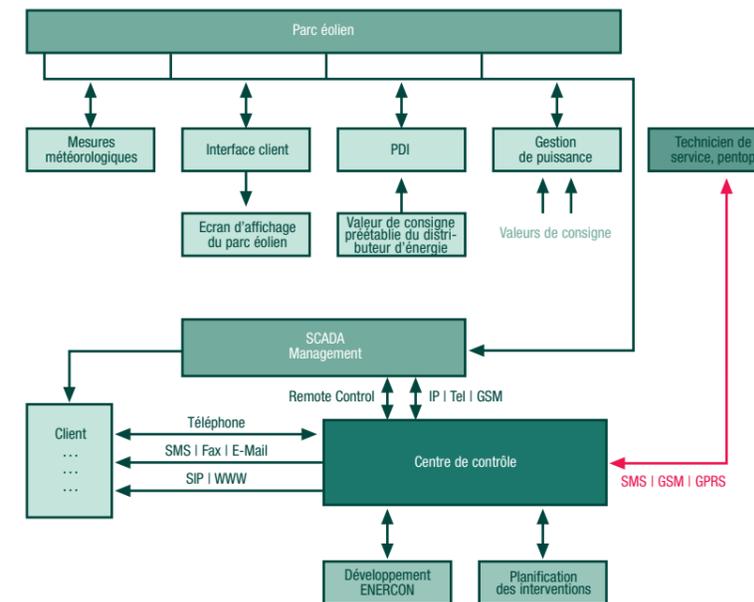
- ~ Mise en service, maintenance et remise en état de toutes les éoliennes installées par ENERCON
- ~ Monitoring des installations par surveillance à distance de toutes les données
- ~ Maintien de la disponibilité technique des éoliennes dont ENERCON assure le suivi
- ~ Prise en charge des clients dans toute question, technique ou commerciale
- ~ Formation des exploitants

GESTION DU SERVICE APRÈS-VENTE



Service rapide – structure décentralisée du service après-vente ENERCON en Allemagne

Chaque éolienne ENERCON est reliée via une connexion par modem au système central de surveillance à distance. Si une machine signale un problème ou un défaut, le centre du service après-vente ainsi que l'antenne locale de service sont immédiatement avertis par l'intermédiaire du système de surveillance à distance, SCADA. Le message est automatiquement saisi par le logiciel de planification des interventions ENERCON et apparaît sur l'écran du technicien de service sédentaire. Moyennant un dispositif de localisation spécialement développé, le système de planification des interventions détecte l'équipe service qui se trouve le plus près de l'éolienne en question. A l'aide de pentops (ordinateurs portables très robustes qui sont connectés au centre de service après-vente), les équipes sur le terrain peuvent accéder à tous les documents et données spécifiques à l'éolienne. Chaque opération de maintenance est ainsi réalisée le plus efficacement et le plus rapidement possible. Un nouveau critère de qualité dans la gestion du service après-vente.



La gestion du service après-vente ENERCON établit de nouveaux critères de qualité



**SERVICE
INFO PORTAL**



SIP permet au client d'obtenir via Internet toute information relative à son éolienne

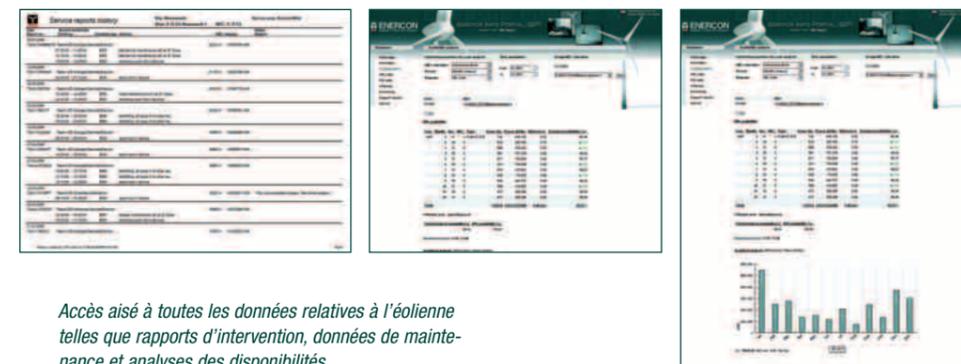
PORTAIL D'INFORMATIONS SERVICE (SIP)

Le portail d'informations service (SIP) offre aux clients ENERCON l'accès simple et rapide via Internet à toute information relative à leurs éoliennes, et ce, depuis n'importe quel endroit dans le monde. Il suffit simplement d'un ordinateur avec navigateur Web (par exemple Internet Explorer de Microsoft) et une connexion Internet. Un code PIN changeant régulièrement, un mot de passe individuel et des voies de transmission codées procurent trois niveaux de protection des données répondant aux plus récents critères de sécurité.

Avec son menu clair, le portail d'information permet un accès rapide et sécurisé à toutes les données concernant les éoliennes. Bien des tâches telles qu'évaluations des éoliennes, contrôles des rapports de maintenance ou réalisation des états de production, qui, auparavant, auraient demandé des heures, sont désormais exécutées en quelques minutes par le portail. Cette meilleure efficacité augmente la satisfaction des clients et permet un meilleur flux d'information, p.ex. parmi les commanditaires d'un parc éolien.

Le portail d'informations service existe dans trois versions différentes : Basic, Standard et Premium. Le pack Basic est gratuitement mis à la disposition des exploitants d'éoliennes qui n'ont pas conclu d'EPK (ENERCON PartnerKonzept). Les clients ayant signé un EPK peuvent utiliser gratuitement la version Standard, le pack Premium étant proposé aux clients avec EPK, mais à titre payant.

PUISSANCE	SIP-Basic	SIP-Standard	SIP-Premium
Données des opérations de service	●	●	●
Données de maintenance	●	●	●
Analyses des disponibilités		●	●
Comparaisons des productions			●
Analyses des activités			●
Données techniques fixes			●
Analyses des données SCADA			●
Rapport sur les prix de rachat de la production /			●
Rapport à l'intention des commanditaires			●
Planification des interventions ENERCON /			●
Monitoring des pannes/défauts			●



Accès aisé à toutes les données relatives à l'éolienne telles que rapports d'intervention, données de maintenance et analyses des disponibilités



ENERCON PARTNERKONZEPT

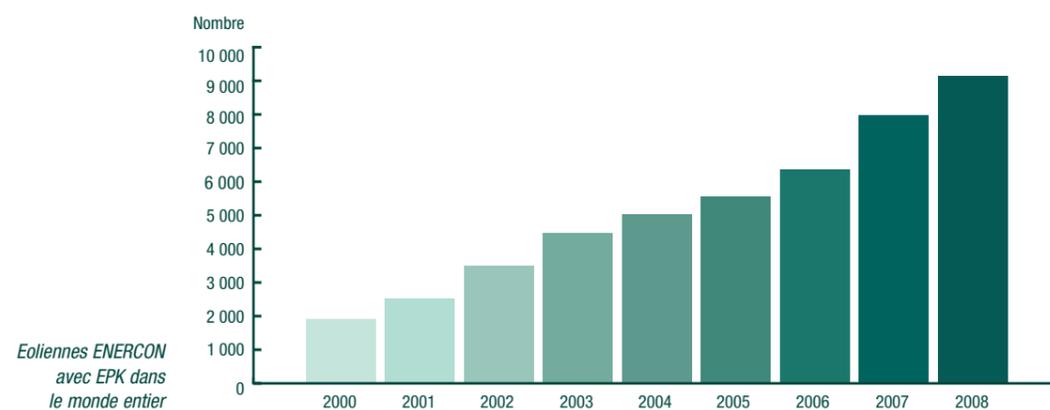


L'ENERCON PartnerKonzept (EPK) garantit un service après-vente fiable et économique partout dans le monde

ENERCON PARTNERKONZEPT (EPK)

Grâce à l'EPK, le client possède pour les 12 premières années de fonctionnement la garantie d'une disponibilité élevée et constante de ses machines avec des coûts d'exploitation prévisibles. Depuis la maintenance jusqu'aux prestations relatives à la sécurité en passant par le maintien en état et réparations, tous les risques sont couverts par un seul contrat. Grâce à la sécurité économique qu'il apporte, l'EPK est devenu depuis longtemps une référence de la qualité ENERCON. Plus de 85 % des clients nationaux et internationaux ont conclu un contrat EPK.

Des dommages provoqués par les événements imprévisibles comme p.ex. force majeure ou vandalisme, peuvent être couverts par une assurance complémentaire spécialement créée dans le cadre de l'EPK. Sensiblement moins onéreuse que des assurances bris de machine traditionnelles, l'assurance complémentaire EPK est désormais proposée par toutes les compagnies d'assurance de renom.



STRUCTURE DE COÛT ORIENTÉE PRODUCTION

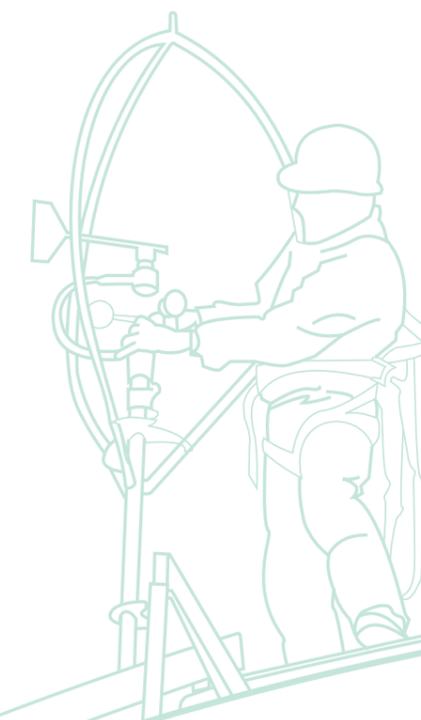
Les coûts de l'EPK sont fonction de la production annuelle de l'éolienne. Le client paie une rémunération dépendant du type de l'éolienne majorée d'une somme calculée sur la production réelle. Les années avec beaucoup de vent et, par conséquent une bonne production, le client payera davantage, les années avec moins de vent et, par conséquent, moins de production, le client payera moins. Cette structure des coûts orientée production de l'EPK stabilise ainsi le profit annuel généré par l'éolienne.

Afin de maintenir pendant les cinq premières années la charge financière au niveau le plus faible possible, ENERCON prend à sa charge la moitié des sommes à payer pour l'EPK et ce n'est qu'à partir de la sixième année que le client paie la totalité du montant - un gain considérable de trésorerie pour le gestionnaire.

Formule de calcul

$$\text{Rémunération} = \text{kWh fournis} \times \text{Prix par kWh (système SCADA)}$$

- 1) La rémunération est calculée individuellement pour chaque éolienne
- 2) La rémunération est calculée sur la base des kWh fournis dans la première année de fonctionnement et ensuite facturée en début de chaque année de fonctionnement, indépendamment de l'année calendaire



L'ASSURANCE DU SERVICE PARTOUT DANS LE MONDE

Les investissements pour assurer la logistique de pièces de rechange peuvent différer considérablement d'un site à un autre. Pour cette raison, ENERCON en tant qu'entreprise agissant partout dans le monde, a créé deux variantes d'EPK : avec l'EPK I pratiqué en Europe, ENERCON prend à sa charge la totalité des coûts de maintenance, maintien en état et réparations. Avec l'EPK II pratiqué à l'extérieur de l'Europe, ENERCON partage avec ses clients les risques d'une éventuelle défaillance des composants principaux, à savoir qu'ENERCON prend à sa charge les coûts de matériels et leur mise en place sur le site alors que le client assume le coût du transport et de la mise à disposition de la grue ainsi que des pertes de profit qui se seraient éventuellement produites. En contre partie, la rémunération à payer pour l'EPK II est sensiblement inférieure à celle à régler pour l'EPK I.

PUISSANCE	EPK I	EPK II
Garantie d'une disponibilité technique d'au moins 97 %*	●	●
Structure des coûts orientée production	●	●
Durée du contrat 12 ans avec possibilité de prorogation	●	●
Maintenance		
Réalisation de 4 maintenances par an	●	●
Fourniture de tous les matériaux et matériels nécessaires	●	●
Transport des matériaux et matériels sur site	●	●
Service et maintien en état**		
Exécution de toutes les mesures de maintien en état	●	●
Fourniture de tous les matériaux et matériels nécessaires	●	●
Transport des matériaux et matériels sur site	●	●
Réparation		
Exécution de toutes les réparations	●	●
Livraison de tous les matériels et composants principaux (mât, pales, moyeu, nacelle, générateur, etc.)	●	●
Transport des composants principaux sur site	●	
Mise à disposition d'une grue pour le remplacement des composants principaux	●	
Surveillance à distance (24 heures) par ENERCON SCADA	●	●

*Le pourcentage est défini individuellement dans le contrat EPK et, dans le cas de l'EPK II, ne s'applique pas à la durée d'indisponibilité d'un composant principal.

**Exceptés dommages occasionnés par la faute du client ou de tiers.



LA GAMME



DONNÉES TECHNIQUES

		Puissance nominale	Diamètre du rotor	Surface balayée par le rotor	Hauteur du moyeu	Vitesse de rotation	Vitesse de vent de coupure	Classe de vent (IEC)
	E33	330 kW	33,4 m	876 m ²	37 m à 50 m	variable, 18 à 45 tours/min.	28 à 34 m/s	IEC/NVN I et IEC/NVN II (en fonction de la hauteur de moyeu)
	E44	900 kW	44 m	1 521 m ²	45 m / 55 m	variable, 12 à 34 tours/min.	28 à 34 m/s	IEC/NVN I A
	E48	800 kW	48 m	1 810 m ²	50 m à 76 m	variable, 16 à 30 tours/min.	28 à 34 m/s	IEC/NVN II
	E53	800 kW	52,9 m	2 198 m ²	60 m / 73 m	variable, 12 à 29 tours/min.	28 à 34 m/s	IEC/NVN S (V _{av} = 7,5 m/s, V _{cut} = 57 m/s)
	E70	2 300 kW	71 m	3 959 m ²	57 m à 113 m	variable, 6 à 21,5 tours/min.	28 à 34 m/s	IEC/NVN I et IEC/NVN II (en fonction de la hauteur de moyeu)
	E82	2 000 kW	82 m	5 281 m ²	78 m à 138 m	variable, 6 à 19,5 tours/min.	28 à 34 m/s	IEC/NVN II

REMARQUE

ENERCON, Energy for the world, le logo ENERCON et les nuances de vert au pied du mât sont des marques déposées et brevetées par ENERCON GmbH.

