

The image features a large, close-up view of a white wind turbine blade in the foreground, curving from the top right towards the center. In the background, a landscape of rolling hills is dotted with several other wind turbines under a blue sky with light clouds. The Siemens logo is positioned in the top left corner.

**SIEMENS**

# Transformateurs efficaces pour l'intégration de l'énergie éolienne dans le réseau

Une technologie de transformateurs mature et durable pour parcs éoliens

[www.siemens.com/energy](http://www.siemens.com/energy)

Answers for energy.



Le vent –  
la clé du futur de l'énergie.





Les sources d'énergie renouvelable jouent un rôle toujours plus important à cause de la consommation croissante d'énergie au niveau mondial. L'énergie éolienne est une de ces solutions et représente un énorme potentiel pour la nouvelle ère de l'énergie.

La technologie Trendsetting de Siemens contribue à recueillir cette source d'énergie constante, propre et sans carbone de façon très efficace. En bénéficiant d'une présence continue de 30 ans dans l'industrie de l'énergie éolienne, Siemens fournit des équipements extrêmement fiables pour unités éoliennes onshore et offshore de toutes dimensions.

Faire face aux défis associés à la moisson d'énergie éolienne de façon pratique et soutenable, en garantissant toujours un haut retour sur investissements, demande une technologie et une compétence d'avant-garde.

En qualité de seul fournisseur d'infrastructures énergétiques qui fournit produits, services et solutions au long de toute la chaîne de conversion énergétique, Siemens représente le partenaire idéal pour répondre à tous les défis spécifiques dans le secteur éolien de manière sûre, fiable et rentable.



Solutions Siemens pour transformateurs à haut rendement : transmission personnalisée à pertes réduites.





Les systèmes de transmission technologiquement avancées ont besoin de transformateurs de haute qualité afin de générer et injecter l'énergie éolienne de façon économique et fiable. Adaptés aux exigences spécifiques des clients, les transformateurs de haute qualité de Siemens garantissent une transmission à pertes réduites, une efficacité optimale et une sûreté inégalée dès le début de la chaîne de conversion énergétique.

Siemens construit des transformateurs de distribution depuis plus d'un siècle. L'expérience, la recherche continue et la coopération étroite avec les plus grands producteurs d'aérogénérateurs au monde ont permis à Siemens de développer plusieurs types de transformateurs et de les intégrer en tous types d'aérogénérateurs et parcs éoliens dans tout le monde, indépendamment de leur localisation.

**Une gamme convaincante de produits et solutions.**

L'actuelle et vaste gamme de produits Siemens comprend deux types principaux de transformateurs : transformateurs secs enrobés de résine GEAFOLE et transformateurs immergés dans l'huile. Tous les deux types peuvent être personnalisés dans les moindres détails pour répondre aux exigences individuelles du client.

Tous les transformateurs de Siemens peuvent se vanter de très hauts niveaux d'efficacité grâce à des pertes à vide et en charge réduites. Ils respectent l'environnement, sont extrêmement sûrs et hautement fiables, et sont disponibles dans le monde entier avec des temps de livraison intéressants.

**Expérience et compétence technique à la base de la technologie des transformateurs.**

L'expérience sans pareil, un savoir-faire technique élevé et l'enthousiasme de plus de 8.000 travailleurs font de Siemens un des principaux et des plus fiables producteurs de transformateurs technologiquement avancés au niveau mondial.

# La solution juste pour chaque demande.



## Transformateurs GEAFOLE

Dans le monde sont actuellement en fonction plus de cent mille transformateurs secs enrobés en résine GEAFOLE. Le savoir-faire électrique, technique et thermique de Siemens basé des dizaines d'années

d'expérience ont permis le développement de transformateurs parfaitement adaptés aux conditions extrêmes, que ce soit onshore ou offshore. Installés au sommet de l'aérogénérateur, les transformateurs enrobés de résine GEAFOLE exigent un effort d'installation minimum et

offrent une large gamme de concepts de réseaux pour une efficacité optimale du système. Plusieurs options de connexion haute et basse tension permettent aux transformateurs GEAFOLE de Siemens d'être adaptés à tout moment aux exigences du client.



## Transformateurs de distribution immergés.

Les transformateurs immergés de Siemens offrent une approche innovante et hautement fiable de la technologie des transformateurs. Fermés her-

métiquement ils peuvent être installés en plein air, sans enveloppe particulière et se satisfaire en même temps d'une manutention minimales. Les appareils peuvent être équipés de toute une gamme de systè-

mes de connexion standards pour une installation aisée, allant de traversées en porcelaine à des traversées embrochables. Les pertes à vide sont extrêmement réduites, garantissant une efficacité globale maximale.



## Transformateurs de puissance.

Les transformateurs AC offshore augmentent le niveau de tension de l'électricité générée par les turbines éoliennes à généralement environ 150 kV, de façon à

transmettre l'énergie recueillie de la plateforme à la côte de manière plus efficace.

Des transformateurs de puissance AC supplémentaires transmettent ensuite l'énergie jusqu'aux zones de consommation.

Les exigences sur les transformateurs offshore sont beaucoup plus élevées comparées avec celle des équipements onshore normaux.

Les transformateurs Siemens sont complètement optimisés pour affronter les défis concernant :

Les transformateurs GEAFOL sont retardateurs de flammes et auto-extinguibles. Ils satisfont aux exigences environnementales et de protection anti-incendie les plus élevées et garantissent une sécurité opérative maximum. De plus, ces appareils demandent une

maintenance minimale et les réparer est très facile. Pour cette raison les transformateurs GEAFOL, installés dans les aérogénérateurs peuvent prouver toutes leurs qualités.

La capacité de protection anti-incendie de ces transformateurs a été optimisée en utilisant comme liquide isolant un ester synthétique à bas niveau d'inflammabilité, conforme à la norme IEC61099.

En termes de considérations environnementales, les liquides isolants sont biodégradables et les transformateurs peuvent être recyclés, ce qui permet de maintenir les déchets au minimum.

- Poids et dimensions
- Coûts de manutention
- Protection de la corrosion
- Forces pendant le mouvement de la plateforme vers sa position offshore finale

- Technologie de connexion complètement encapsulé.
- Vibrations de la plateforme.





## Transformateurs HVDC

Généralement les zones de haute consommation ne sont pas proches des zones de génération. La connexion des parcs éoliens offshore au réseau, l'augmentation de la disponibilité d'alimentation

électrique sur la plateforme offshore ou la transmission d'énergie via des câbles sous-marins à travers les mers sont des exemples parfaits des cas où, afin de garantir une transmission de l'énergie efficace et fiable sur de longues distances, la solution HVDC est

## Réacteurs de compensation.

Dans les réseaux DC les réacteurs de compensation sont largement utilisés pour limiter les surtensions et les courants de court-circuit. En vue du nombre croissant de lignes aériennes et de câbles

sous-marins à haute tension, des distances toujours plus grandes et de l'augmentation de la capacité du réseau, ces réacteurs jouent un rôle toujours plus important dans les systèmes de réseaux modernes.

## Services

Les transformateurs, quel que soit leur type, représentent un investissement important et sont fondamentaux pour le fonctionnement correct des réseaux. Ils sont sans doute conçus pour durer pendant plusieurs

dizaines d'années, mais puisque leur utilisation est ininterrompue, l'usure finit par montrer ses effets.

Pour cette raison Siemens a développé pour les transformateurs une série de services qui non seulement prolongent la vie utile, mais



préférable. Les systèmes HVDC offrent une série d'avantages techniques, entre autres : une forme de l'onde sinusoïdale quasi idéale, le contrôle indépendant de la puissance active et réactive, et la capacité de stabiliser des réseaux AC interconnectés.

Le système HVDC PLUS de Siemens, basé sur la technologie IGBT et spécialement conçu, donne encore d'autres avantages :

- Configuration compacte et adaptable de la station, exigences de place minimisées.

- Pertes réduites grâce aux basses fréquences de commutation.

- Durée et coûts inférieurs, de la planification à la mise en service.



### Faits pour n'importe quel besoin.

Les réacteurs de compensation de Siemens satisfont toutes les exigences spécifiques en termes de tension, puissance et type de fonctionnement, émissions de bruit et niveau de pertes, type de refroidissement, transport et installation.

À cause des grandes distances couvertes, les câbles sous-marins sont des condensateurs naturels qui courent en parallèle à la ligne de transmission. Cela génère une considérable augmentation de la tension.

Selon la distance de transmission, du profil de la ligne et de

la capacité de transmission, il est nécessaire d'avoir un réacteur de compensation aux extrémités de la ligne. Un réacteur de compensation immergé dans l'huile est le juste choix dans ce cas. La technologie avancée d'ingénierie et production assurent un bas niveau de pertes et de bruits émis.



réduisent l'impact environnemental, en minimisant les temps d'inactivité programmés et non programmés, en préservant la valeur des transformateurs de la manière la plus efficace et abaissant les frais opérationnels.

Dans le monde entier les experts de Siemens réalisent l'évaluation et le suivi de l'état de transformateurs, détection rapide de défauts ou extension de la durée de vie utile grâce à des mesures adaptées.

Bien entendu, Siemens offre aussi le service de pièces de rechanges, de réparations, de réadaptation, ainsi que des conseils exhaustifs à forte valeur ajoutée dès les premières phases de planification des projets.





## Des expériences et compétences sur lesquelles compter

### Nos services commencent dès votre point de départ

Les parcs éoliens de grande dimension, comme les aérogénérateurs installés seuls, exigent une conduite du projet et des partenaires professionnels capables de fournir une connaissance technique et pouvant avoir une vue d'ensemble pendant chaque phase du projet – des partenaires comme Siemens, qui offrent une vaste gamme de produits, solutions et services conduisant à une réelle valeur ajoutée.

Des premières phases de la planification et de la définition des solutions financières appropriés, en passant par la construction de nouvelles installations et la consultation sur projets de modernisation, jusqu'à arriver à l'assistance et à la maintenance en cours de vie, Siemens vous offre tout ce dont vous avez besoin. C'est pour cette raison que les transformateurs personnalisés de Siemens contribuent à la nouvelle ère de l'énergie partout dans le monde, représentant une partie indispensable des solutions éoliennes actuelles.

### 1 Robin Rigg, Royaume Uni

L'usine de transformateurs de Kirchheim (Allemagne) approvisionne plusieurs parcs éoliens dans le monde. Pour le parc éolien offshore Robin Rigg au Royaume Uni, d'une puissance totale de 180 MW générée par 60 turbines, les transformateurs GEAFOL ont été livrés et installés dans les nacelles.

### 2 La Fatarella, Espagne

Le parc éolien de La Fatarella en Espagne a 21 turbines générant 50 MW. Les transformateurs 54.6 MVA installés dans le parc éolien sont des transformateurs immergés dans l'huile de l'usine de transformateurs de Weiz, Autriche.

### 3 Gardunha, Portugal

Le parc éolien de Gardunha est constitué de 57 turbines qui génèrent 114 MW. Plus de 2,000 transformateurs spéciaux (SILFO) ont été fournis par l'usine de transformateurs du Portugal.



5



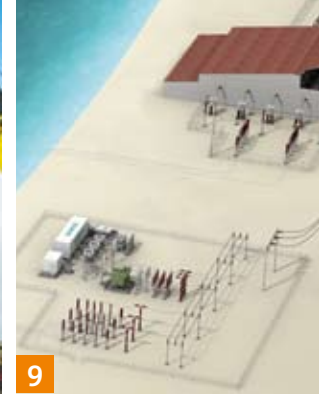
6



7



8



9

**4 Sicile, Italie**

L'usine de transformateurs de Trento a produit des transformateurs de 220 kV 50 MVA pour le parc éolien Lago Arancio en Italie. Ces transformateurs assurent l'accès au réseau pour le parc éolien, qui a un total de 137 turbines et génère 46 MW de puissance. Avec les parcs éoliens associés Rocca Ficuzza, Nebrodi, et Alcantara, la production totale excède 200 MW de puissance installée.

**5 Monte Grighine, Italie**

Le parc éolien de Monte Grighine en Italie utilise des transformateurs GEAFOL de Kirchheim, en Allemagne. 43 turbines génèrent presque 100 MW de puissance.

**6 Jiangu, Chine**

L'Asie aussi utilise des transformateurs Siemens produits en Europe pour ses parcs éoliens : 21 transformateurs de distribution immergés de l'usine de Weiz (Autriche) ayant une puissance nominale de 54.6 MVA ont été installés dans un parc éolien Siemens Wind Power, où ils génèrent 50 MW au large de la côte orientale de la Chine.

**7 Greenwich, Canada**

L'usine de transformateurs de Bogotà est le fournisseur pour les parcs éoliens en Amérique. Pour le parc éolien de Greenwich, ayant 43 turbines et générant presque 100 MW, l'usine a livré 46 transformateurs immergés, et montés sur patins chacun ayant une puissance nominale de 2.6 MVA. L'usine produit aussi des transformateurs de moyenne puissance pour la connexion de parcs au réseau.

**8 Lillgrund, Suède**

Les transformateurs de puissance pour parcs éoliens peuvent aussi être installés sur des plateformes offshore. Le transformateur 120 MVA de moyenne-puissance pour le parc éolien Lillgrund en Suède a été produit à Dresden (Allemagne), et a une protection anticorrosion contre les conditions climatiques maritimes.

**9 BorWin2, Allemagne**

Les transformateurs pour le parc éolien BorWin2 en Allemagne ont été produits à Nuremberg. Deux transformateurs HVDC (un on-shore 585 MVA et un autre offshore 590 MVA) et deux réacteurs (19 MVA et 8 MVA) ont été commandés pour transmettre la puissance total du parc de 800 MW.

**Des sites de production à la pointe de la technologie pour une qualité de produits d'avant-garde.**

Grâce aux investissements importants dans les sites de production et à une équipe professionnelle de développeurs complètement engagés dans les projets d'énergie éolienne, Siemens peut offrir une technologie avancée pour les transformateurs, adaptée aux exigences des unités éoliennes.

Des sites sélectionnés pour la fabrication et la logistique, disséminés dans le monde entier garantissent la sécurité de la fourniture des produits Siemens à tous moments. De plus un réseau serré et puissant de sites de production principaux et de support garantissent un temps de livraison très rapide.

Avec la livraison de centaines de transformateurs éoliens dans les dernières années, Siemens a montré qu'il était un fournisseur de première classe pour des solutions d'avant-garde.

Les usines de transformateurs de Siemens sont localisées dans les Amériques, en Europe, Asie et en Russie pour servir la demande croissante de transformateurs pour la génération d'énergie éolienne aujourd'hui et à l'avenir.

Publication et © 2011:  
Siemens AG  
Energy Sector  
Freyeslebenstrasse 1  
91058 Erlangen, Allemagne

Pour de plus amples informations, veuillez contacter  
notre service d'assistance clientèle.

Customer Support Center.

Tél.: +49 180 524 70 00

Fax: +49 180 524 24 71

(Coût de l'appel en fonction du  
fournisseur d'accès)

E-mail: [support.energy@siemens.com](mailto:support.energy@siemens.com)

N° de commande E50001-G640-A210-X-7700

Imprimé en Allemagne

Dispo 19200, c4bs No. 7480

fb 4443 WÜ 472666 WS 12110.25

Imprimé sur papier blanchi sans chlore élémentaire.

Tous droits réservés.

Les marques de commerce mentionnées dans le  
présent document sont la propriété de Siemens AG,  
ses filiales ou leurs propriétaires respectifs.

Sous réserve de modifications sans préavis.

L'information contenue dans le présent document  
comporte une description générale des options techniques  
disponibles, qui ne s'appliquent pas nécessairement dans  
tous les cas. Les options techniques requises sont donc à  
spécifier dans le contrat.