

# ABB équipe un moulin “aérogénérateur” entièrement rénové

Longtemps resté à l'état de ruine, le Grand Moulin des Places répond depuis peu à une nouvelle fonction : produire de l'électricité en convertissant la force appliquée par le vent sur les ailes. Initiée sous la maîtrise d'ouvrage des Pépinières du Val d'Erdre, cette réalisation reste aujourd'hui exemplaire. Elle pourrait cependant donner lieu, selon ABB, à d'autres projets de moulins aérogénérateurs. La France ne manque pas de sites similaires, disposés à produire une énergie verte. De part son expérience industrielle et l'étendue de son offre, ABB a pu répondre de façon globale à l'équipement électrotechnique et d'automatisme du Grand Moulin des Places, de la phase de projet à la mise en service.

Soumis aux caprices météorologiques, le moulin est cependant capable de produire de l'électricité à partir d'une vitesse de vent comprise entre 2 et 15 m/s.

## Un ensemble génératrice + variateur

D'un aspect extérieur traditionnel répondant aux exigences de la Fondation du Patrimoine\*, le moulin abrite sous sa toiture l'ensemble de la machinerie. L'arbre entraîne une courroie qui transmet la puissance mécanique à un multiplicateur permettant de rendre compatible la vitesse de rotation du rotor avec celle de la génératrice ABB de 37 kW.



En liaison directe avec le réseau électrique, la génératrice devrait atteindre une vitesse de rotation supérieure 1 500 tr/mn avant de pouvoir débiter le courant de façon synchronisée.

Cette contrainte a toutefois été contournée en intégrant un variateur 4 quadrants de 37 kW entre la génératrice et le réseau. Ainsi, même à faible vent (2 m/s), la génératrice commence à débiter du courant bien qu'elle ne tourne qu'à quelques centaines de tr/min. Le variateur ABB ACS800-11 qui se charge alors de délivrer en toutes circonstances une tension de 400 V à 50 Hz. Argument de poids : le moulin peut alors produire plus d'électricité dans une large plage de vents ! D'où un retour sur investissement accéléré.

Afin d'adopter une position parallèle au sens du vent, pour assurer un rendement d'entraînement toujours optimisé, l'ensemble de la toiture et de la machinerie pivote autour d'un axe verticale. C'est pourquoi la puissance est transmise de la génératrice vers le variateur à l'aide d'un collecteur tournant. L'armoire électrique (comprenant le variateur) est quant à elle disposée dans la partie fixe du moulin.

## L'automate orchestre la vie du moulin

Afin de piloter la marche automatique de l'installation, l'automate programme industriel ABB AC500 coordonne les informations issues des capteurs, les consignes de marche et de sécurité, et les ordres envoyés aux actionneurs.

L'automate AC500 situé en partie inférieure du moulin, communique avec le module d'entrées/sorties déporté ABB disposé en machinerie (toiture mobile), à l'aide d'une liaison radio. Deux modems ABB (un maître et un esclave) assurent cette liaison radio tout en garantissant une communication Modbus entre automate et module d'entrées/sorties.

L'automate AC500 compile notamment les informations suivantes :

- station météorologique en toiture (la vitesse et direction du vent, température et hygrométrie extérieure) ;
- données de production et de disponibilité du moulin ;

\* La fondation du patrimoine est partenaire de l'opération ainsi que :

EDF Optimal Solution,  
Michel Mortier  
(Moulin de la fée),  
Juret, COMMECA,  
Entreprises Croix André et  
Fils 124

- position des vérins de déploiement des volets de la voilure (voir chapitre suivant) ;
- position disjoncteur ;
- arrêt d'urgence ;
- position frein ;
- température de la génératrice ;
- ...

Animé d'un programme mis au point par la société Juret, l'automate AC500 commande la marche du moulin via une consigne envoyée au variateur (vitesse de vent comprise entre 2 et 25 m/s) et la mise en sécurité. En effet, pour une vitesse de vent supérieure à 25 m/s, la mise en sécurité entraîne la fermeture de la voilure et l'actionnement du frein hydraulique.

Préalable à l'installation sur site, l'automate et l'ensemble des auxiliaires (ouverture de voilure, gestion du frein, gestion des défauts...) ont fait l'objet de tests et d'essais en atelier.

## Contrôle total des paramètres

A l'aide de l'interface homme-machine (IHM) disposée sur l'armoire d'automatisme, l'exploitant visualise l'état de l'installation, les paramètres électriques de production (tension, puissance), les paramètres météorologiques, l'état des groupes hydrauliques (dédiés au frein et à la commande de voilure), ainsi que les temps de fonctionnement de chaque machine.

Les alarmes et défauts sont également mentionnés et mémorisés. Au total, une dizaine de pages écran ont été conçues à l'aide du logiciel spécifique CP400 Soft qui dépend de l'outil logiciel ABB de programmation de l'automate.

Enfin, une colonne lumineuse disposée à l'extérieure du moulin et visible depuis l'habitation de l'exploitant, permet en un coup d'œil, de vérifier si le moulin est en activité (vert), disponible en attente de bonnes conditions pour fonctionner (orange) ou en défaut (rouge).

Un onduleur sécurise l'alimentation électrique de l'automate, de l'IHM et des composants d'automatisme.

## Technologies de pointe et traditions

Rénové dans les règles de l'art, le Grand Moulin des Places dispose de 4 ailes pourvues d'une voilure variable selon le principe Berton (mis au point au XIXe siècle). Cette voilure se compose d'un système de planchettes superposées dont le glissement permet de passer d'une position fermée (toutes les planches sont superposées et la prise au vent est minimale) à une position ouverte (les planches sont presque côte à côte pour une prise au vent maximale). Selon la vitesse du vent, l'automate ABB AC500 régule le déploiement de la voilure à l'aide d'un vérin hydraulique. Le programme automate comprend une table de correspondance entre la vitesse du vent et la position de la voilure, d'où une adaptation permanente des ailes à la capacité de production.

On pourrait croire que l'orientation du toit du moulin dépend d'une stratégie de régulation selon un enchaînement de capteurs et d'actionneurs. Mais il n'en est rien ! La solution retenue n'est autre que mécanique, selon un principe traditionnel existant par ailleurs sur un moulin de la région. A l'arrière du toit, un moulinet d'orientation est entraîné par le vent dans un sens ou dans l'autre selon que le vent vienne plutôt par la gauche ou par la droite. La rotation induite entraîne la rotation du toit disposé sur un chemin de roulement. Lorsque le vent est parfaitement dans l'axe, le moulinet reste immobile, car les forces appliquées sur ses pales inférieures et supérieures sont identiques. CQFD ! Seul un capteur de position relié à l'automate rend compte de la position de l'arbre.



**La voilure des ailes est repliée selon le principe Berton (XIXe siècle), mais piloté à l'aide d'un vérin répondant aux ordres de l'automate ABB AC500.**

**A l'arrière du moulin, on aperçoit la roue du mécanisme de positionnement automatique (lui aussi traditionnel) de la tourelle face au vent.**

### **Les équipements ABB intégrés au moulin**

- Génératrice triphasée asynchrone type M3AA 1 500 tr/min de 37 kW. 200 mm de hauteur d'axe. Cette génératrice entraînée par le rotor du moulin, via le multiplicateur, délivre le courant alternatif au variateur ;
- Variateur (ou convertisseur de couplage) ACS800-11. L'électronique de puissance de type 4 quadrants régénératif injecte une tension de 400 V / 50 Hz sur le réseau EDF. C'est le variateur qui assure le couplage au réseau de distribution ;
- Automate programmable industriel AC500. Il assure la gestion des séquences de démarrage, d'arrêt, de la sécurité et des données d'exploitation, en lien avec les différents capteurs ;
- Interface Homme-Machine CP400. Ecran couleur tactile au format 10 pouces disposé en façade d'armoire, en lien avec l'automate pour visualiser et commander l'installation sur place en mode manuel.
- Module d'entrées/sorties déportées ;
- Modem radio ;
- Enveloppe de l'armoire électrique ;
- Equipements de contrôle industriel en armoire

### **Partenariat technique**

Deux partenaires ont largement contribué avec ABB à la mise au point de la machinerie et des équipements techniques dès le lancement du projet, tant en phase d'études que de réalisation :

**JURET** – Implantée en région Ouest au travers de plusieurs agences, cette entreprise d'installation en électricité industrielle dispose d'un département automatisme. En amont, elle a notamment réalisé les schémas électriques de l'installation et assemblé l'armoire d'automatisme du moulin. Outre la réalisation de l'installation électrique, l'entreprise Juret a mis au point le programme d'automatisme et les écrans graphiques disponibles sur l'IHM.

« *Nous nous sommes fortement impliqués avec ABB dans cette opération, notamment dans la perspective d'accéder à d'autres chantiers de ce type* », souligne Jean-Philippe Gorce, responsable du bureau d'études automatismes à Angers. I2D CONSEILS – Créé en 2007, ce jeune bureau d'études "d'expérience" en génie électrique, climatique et fluides est aujourd'hui présent à Angers, Cholet, Nantes et Caen. On lui doit l'étude complète des installations techniques du moulin : mécanique, électrique, automatisme et production d'énergie. « Nous avons fait le choix d'un couple moteur + variateur ABB en particulier suite à un très bon retour d'expérience sur une précédente affaire, explique Stéphane Lebreton, responsable de l'agence d'Angers. A l'image d'un prototype, ce projet d'éolienne nous a permis de travailler avec des partenaires, dont ABB, que nous solliciterons pour de prochaines réalisations de production d'énergie éolienne ou hydraulique. »

### **ABB France**

Division Produits Automation  
300 rue des Prés Seigneurs  
ZA La Boisse B.P. 90145  
01124 MONTLUEL Cedex  
Tél : +33 (0)4 37 40 40 00  
e-mail : veronique.marsin@fr.abb.com

# Schéma d'automatisme du moulin avec ses liaisons filaires et radi

