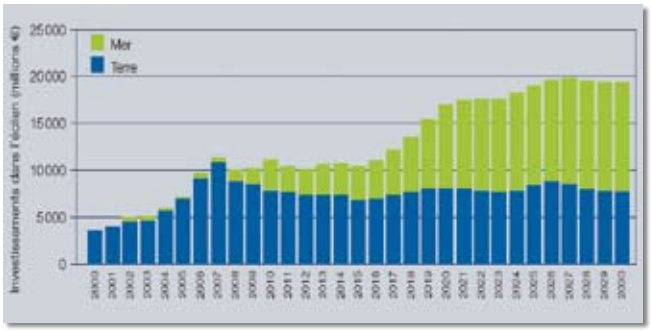
Eoliennes : automatismes et supervision à tous les étages

Une éolienne n'est autre qu'une petite usine sans opérateur, perchée à plusieurs dizaines de mètres de hauteur, dont la planification de production est totalement soumise aux aléas de la météo. La salle de commande est parfois distante de plusieurs centaines de kilomètres. Pour le reste, les contraintes de type industriel sont bien présentes ! C'est pourquoi les solutions d'automatisme, de contrôle-commande et de supervision industrielles répondent aux besoins des exploitants. Tour d'horizon.

A l'échelle mondiale, la production d'énergie « verte » est actuellement l'un des seuls marchés en forte croissance. En bonne place, les fermes éoliennes se développent un peu partout sur terre et commencent à se déployer en pleine mer (concepts offshores). Les grands fabricants, à l'image de Vestas dont la production d'éoliennes devrait atteindre plus de 4 000 unités d'ici 2010, remplissent leurs carnets de commande.

Cependant, au chapitre « éoliennes » du grand livre des énergies renouvelables, la France semble encore aujourd'hui faire le grand écart, comme le décrit Charles Duguay, Président de France Energie éolienne (branche éolienne du Syndicat des Energies Renouvelable – SER) : *« Aujourd'hui, les éoliennes représentent en France un parc de 4 000 MW de puissance installée. Les conclusions du Grenelle de l'environnement portent ce chiffre à 25 000 MW à l'horizon 2020, à la fois sur terre et en mer. Ambitieuse, cette perspective reste cependant réaliste. Actuellement, le rythme d'installation en France se situe autour de 1 000 MW/an. Chiffre qu'il faudrait doubler pour atteindre l'objectif du Grenelle ! Les investisseurs sont présents et les projets sont pour la plupart identifiés… Mais ils font face à des mouvements d'oppositions à l'éolien. Ainsi, projets et permis de construire sont pour certains bloqués ! »*



Scénario des investissements en éoliennes dans l'UE jusqu'en 2030 (source : EWEA)

A l'échelle européenne, rappelons qu'en 2009 l'éolien a représenté la forme d'énergie renouvelable la plus déployée en matière de nouvelles capacités de production mises en service. Et Charles Duguay d'ajouter : *« La production d'énergie éolienne est à mon avis la plus facile et la plus rentable à mettre en œuvre. Actuellement, le rachat de l'énergie ainsi produite est quasiment non subventionné. Dans 2 ans, elle pourrait être en phase avec le prix du marché ! »*

UN MARCHÉ POUR LES AUTOMATISMES

Prouesses mécaniques et électrotechniques, les éoliennes sont cependant tributaires de l'instrumentation, d'automatismes, de contrôle-commande/supervision et de télésurveillance. En dépendent la sécurité de l'installation, le rendement de production d'électricité et la rentabilité économique du projet.

Chez Schneider Electric, l'approche du marché des éoliennes de forte puissance (supérieures à 1 MW) est double : d'une part de répondre aux besoins des fabricants d'éoliennes et d'autre part travailler avec les développeurs de parcs éoliens et les opérateurs de réseaux électriques au niveau des raccordements en haute tension (HTA et HTB). Il existe de nombreux points de convergence entre ces deux catégories d'acteurs. Cette approche est double également du point de vue de l'offre : automatisme (automates, supervision et contrôle-commande) et électrotechnique (organes de protection et de coupures, transformateurs…).

« Pour Schneider Electric, le marché mondial des éoliennes représente un chiffre d'affaires légèrement inférieur à 100 M€ pour les activités automatisme et électrotechnique. Les automatismes représentent 20 à 30 % de ce chiffre », souligne Hervé Mariage, responsable marché éolien pour le Business Energies Renouvelables.

Que dire du marché potentiel de la rénovation ? *« Aux Etats-Unis et au Danemark, les éoliennes de première génération nécessitent pour certaines d'entre elles une mise à niveau, notamment avec un passage à la vitesse variable. Ce qui implique la mise en œuvre d'un contrôle-commande adapté. Si le marché de la rénovation est occupé en grande partie par les fabricants, il laisse aussi apparaître une opportunité pour les exploitants en matière d'ouverture et d'interopérabilité des nouveaux systèmes de commande et de supervision… »*, ajoute Hervé Mariage.

DÉBOUCHÉS VERROUILLÉS ?

Areal, éditeur du logiciel de Scada/supervision Topkapi, travaille sur plusieurs projets d'éoliennes neuves ou existantes. *« En général, les exploitants réceptionnent des éoliennes comprenant automate et superviseur développé par le concepteur de la machine. Ce n'est qu'au moment où ils souhaitent faire évoluer la commande ou la gestion de l'éolienne qu'ils prennent conscience d'une situation verrouillée, explique Arnaud Jude, responsable marketing et communication chez Areal. Ces clients exploitants de parcs souhaitent en général mettre en place des équipements de collecte et d'analyse de données de façon indépendante. C'est aussi pour eux une façon de réagir rapidement en cas de dérive de production. »*

Areal met au point actuellement avec certains de ses clients une approche orientée objets afin de dupliquer un modèle sur l'ensemble d'un parc éolien. *« Cela permettra surtout de gagner un temps précieux lors des phases de développement. »*

Et la téléconduite ? *« Afin de centraliser toutes les données d'un parc de production, il est nécessaire que la solution Scada soit ouverte sur l'ensemble des moyens de communication, qu'il s'agisse de liens radio, filaire, GSM ou RTC. Au-delà des alertes émises lors de défauts techniques permettent de gérer l'astreinte et de nombreuses analyses de données en temps réel. Tout cela est effectué avec des outils logiciels. »*

Coté « matériel », les éoliennes représentent-elles un marché pour MyFactory ? Antony Nguyen, responsable commercial & marketing : *« En ce qui concerne les turbines de forte puissance, les grands fabricants proposent des solutions clés en main et se fournissent selon d'autres canaux. En revanche, pour les petites et moyennes puissances, apparaissent effectivement plus d'opportunités »*.

EXPLOITANT RECHERCHE OUVERTURE...

A Port-Saint-Louis du Rhône (Bouches-du-Rhône), Michel Schmerber, assure la direction technique d'un parc de 25 éoliennes Vestas d'une puissance totale de 21 MW. *« L'ensemble des machines est télésurveillé depuis l'Espagne selon un contrat passé avec le fabricant. Ces éoliennes sont gérées avec des automatismes et une supervision propriétaire. »* Mais la supervision « propriétaire » ne concerne que le fonctionnement de l'éolienne. *« C'est pourquoi nous avons fait installer de quoi gérer l'infrastructure électrique, via un superviseur WinCC de Siemens. Au passage, l'automate S7-300 disposé au niveau du poste électrique de chaque éolienne glane quelques paramètres concernant le fonctionnement de l'éolienne. Ce qui est fort utile ne serait-ce que pour vérifier les délais d'intervention contractuels… Nous pourrions aussi mettre en œuvre une liaison OPC pour rapatrier les données vers notre serveur, mais les fabricants n'apprécient pas forcément ce genre d'opération. »*

Le temps réel au service d'une éolienne reste de l'ordre de la seconde au niveau des équipements et de la minute au niveau du centre de contrôle, bien souvent géographiquement éloigné. Une éolienne de forte puissance représente 300 à 350 points de mesure ! (source : Arc Informatique/Iberdrola)

Dans chaque éolienne, un réseau Profibus permet de commander les contacteurs et le disjoncteur de la cellule, ainsi que les 3 batteries de condensateurs. Le poste électrique central d'injection sur le réseau dispose quant à lui d'un automate S7-400.

« Pour des raisons mécaniques et de charge, il est difficile pour un fabricant de surdimensionner les éoliennes. De ce fait, les machines fonctionnent souvent aux limites de leurs capacités et dans des conditions de chaleur et de vibration très difficiles. En cela, la problématique est très différente de celle d'une centrale hydraulique ! », ajoute Michel Schmerber.

Avec une seule salle de contrôle, Iberdrola gère près de 5 000 éoliennes principalement réparties en Espagne. (source : Arc Informatique/Iberdrola)

Hervé Mariage, responsable marché éolien pour le Business Energies Renouvelables de Schneider Electric : *« En général, les contrôleurs embarqués dans les éoliennes ne sont pas des automates industriels, mais des équipements conçus et développés par les grands fabricants d'éoliennes sur une base de PC industriels. Notre offre d'automates est pourtant tout à fait concurrentielle du point de vue du rapport performances/prix. »*

Schneider Electric se focalise actuellement sur une offre englobant automates et applicatifs, notamment sur la base du Modicon M340 et de son atelier logiciel Unity Pro. *« Nous avons remporté un premier marché avec Pioneer Wincon, un fabricant indien d'éoliennes qui a opté pour le M340 avec un logiciel applicatif spécifique développé par un système intégrateur local. »* Par ailleurs, à l'échelle d'une ferme éolienne, Schneider Telecontrol (ex Na-

En complément des éoliennes terrestres, le marché des turbines offshores est promis à d'importants développements (source : Siemens)

pac) propose son superviseur Kerwin enrichi d'une bibliothèque objets. Cet outil de télésurveillance s'adapte notamment à 4 familles d'installations : châteaux d'eau, stockages de gaz, fermes solaires et fermes éoliennes.

SUPERVISER 5 000 ÉOLIENNES

Arc Informatique, éditeur de solutions industrielles de conduites et de supervision a initié depuis quelques années une première expérience de taille, avec Iberinco, bureau d'études et de R&D de l'opérateur espagnol Iberdrola. Il s'agissait de remettre à niveau un parc de turbines réparti sur tout le territoire espagnol et jusqu'alors doté d'une supervision locale. *« Il n'existait alors aucun système centralisé de report d'informations,* se souvient Fabien Rigaud, responsable marketing Arc Informatique. *La communication s'effectuait par téléphone entre le poste central et les techniciens présents sur place, sans oublier les envois par courrier de CD de données… »*

Ainsi, depuis juillet 2003, Iberdrola a mis en place le plus grand centre de contrôle de fermes éoliennes au monde, selon une architecture Scada basée sur des standards industriels, baptisée Windcore. A savoir : près de 5 000 turbines de 6 fabricants différents, réparties en 200 fermes éoliennes, pour une production totale de 3 500 MW ! Principal objectif de la centralisation des données : réduire les coûts d'intervention et de maintenance ainsi que les temps d'arrêt.

Sachant qu'une éolienne fait l'objet d'environ 300 à 350 points de mesure, la somme consolidée des points dépasse le million ! Sans compter sur le fait qu'Iberdrola tend à développer son parc au-delà des frontières. D'autres turbines implantées en France et en Pologne et dans d'autres pays font déjà partie du parc global. Mais qu'importe, les données sont localement regroupées par pool de 60 000 points (soit 170 à 200 éoliennes) dotés chacun de 2 serveurs redondants. Au total, 13 serveurs de fichiers PcVue sont chargés de gérer un million de variables en temps réel. *« Cette solution utilisant le logiciel Scada PcVue selon une architecture client-serveur a permis de réduire considérablement les coûts de maintenance tout en centralisant toutes les informations reçues des installations commandées à distance. »* Le système de commande installé sur chaque site échantillonne les principales données d'exploitation fournies par les générateurs et les différents postes. Ces systèmes sont raccordés via des liens de communication longue distance. Le transfert de ces données utilise par exemple la liaison satellite pour rapatrier les informations vers le centre d´exploitation des énergies renouvelables d´Iberdrola basé à Tolède (actuellement en phase d'être redondé par un centre miroir à Valence).

Pour assurer le contrôle distant des champs d´éoliennes et leur commande à distance au moyen d´un réseau VSAT dédié, Iberdrola a décidé d´installer au sein du centre de contrôle une architecture OPC équipée d'un Scada PcVue et plusieurs clients FrontVue légers. L'utilisation du standard OPC permet de s'affranchir des formats de données, notamment lors de la reprise dans le parc, de turbines existantes. Les stations client FrontVue, qui communiquent avec l'ordinateur frontal via OPC sur un réseau TCP/IP Ethernet redondant à 1 000 Mbps, peuvent contrôler jusqu´à 2,5 millions d´éléments de données. Chaque frontal peut recevoir jusqu´à 60 000 points d´E/S. *« Avec plus d'un million de points de mesure à gérer, en dehors des points critiques, le superviseur s'abonne aux données recherchées en fonction des vues ouvertes par l'opérateur. Par ailleurs, une stratégie de filtrage permet le limiter les alarmes et de les placer en face d'actions associées. L'expérience nous montre que les interfaces opérateurs développées pour la supervision d'éoliennes sont très graphiques et relèvent d'une attention particulière lors du développement. Bien plus que dans l'industrie en général. »*

Arc Informatique travaille aussi avec le fabricant d'éolienne français Vernier. *« Nous développons pour ce fabricant des fonctionnalités d'analyse et de reporting sur archivage, afin d'étudier des phénomènes dans le but d'optimiser le fonctionnement des machines »*, précise Fabien Rigaud.

SCADA OPTIMISÉ

En mars 2009, à Marseille, Rockwell Automation participait à l'European Wind Energy Conference & Exhibition. A cette occasion, était annoncée la collaboration avec le Danois Scada International, dans le but de développer des solutions de supervision-acquisition (Scada) optimisées pour le secteur éolien.

Le secteur éolien se focalise particulièrement sur la fonction de supervision-acquisition de données Scada (Supervisory Control and Data Acquisition) : *« Cela fait de nombreuses années que le secteur éolien utilise des solutions Scada génériques,* rappelle Thomas Vanting Bagger, directeur général de Scada International. *Elles ne sont toutefois pas suffisamment standardisées pour une utilisation à grande échelle. Nous avons en revanche développé des solutions standardisées minutieusement testées pour répondent mieux aux exigences des fabricants d'éoliennes et à celles de leurs clients. »*

Scada International et Rockwell Automation ont mis au point une technologie pouvant s'adapter à l'ensemble des besoins d'un parc éolien. Ainsi, Scada International assure le développement des solutions logicielles pour les fabricants d'éoliennes individuelles et Rockwell Automation fournit le matériel. Les principales tâches d'un système Scada consistent à surveiller l'éolienne, à recevoir et envoyer des données de celle-ci à un contrôleur centralisé, ainsi qu'à la réguler et à la gérer, aussi bien individuellement que dans un parc comportant une multitude d'éoliennes. Rockwell Automation fournit la plate-forme d'automatisme Allen-Bradley ControlLogix, une plate-forme d'entrées/sorties distribuées et des commutateurs EtherNet/IP. *« Le potentiel d'optimisation de l'exploitation des éoliennes à travers l'acquisition de données, le reporting et la régulation est énorme pour les fabricants d'éoliennes »*, affirme Thomas Vanting Bagger.

Olivier Vallée, chez Rockwell Automation France, met l'accent quant à lui sur l'horodatage. *« Via la plate-forme Logix, c'est le contrôleur qui déclenche lui-même ses alarmes, ainsi horodatées à la source. Effectivement, une alarme mère suivie de toute une série d'alarme permet difficilement de comprendre l'historique du phénomène lorsque le superviseur effectue lui-même l'horodatage. De plus, si le contrôleur intègre une carte GPS, l'horodatage peut s'effectuer en totale cohérence à l'échelle de tout un parc éolien. »*

Sur le salon, Rockwell présentait également, dans le cadre de la plate-forme Logix, l'automate Logix XT, conçue pour fonctionner sur une plage de température de - 20 à + 70 °C.

GARANTIR LA SÉCURITÉ... ET LE CONFORT

Si l'objectif principal d'un automatisme embarqué dans une éolienne consiste à optimiser le fonctionnement à partir des caractéristiques de la source d'énergie, c'est-à-dire le vent, il n'est pas moins capital d'assurer la sécurité de l'installation. Ainsi, il est possible de calculer la vitesse optimale du rotor et l'angle des pales jusqu'à une vitesse du vent de 25 m/s. Au-delà la machine se met en replis, avec ses pales « en drapeau ». *« La survitesse du rotor est le principal danger pouvant survenir lors du fonctionnement d'une éolienne »*, explique Nicolas Bihel, de la division Energies chez Siemens France. Qu'advient-il alors en pareille situation ? *« Ce sont les pales à angle variable et le frein hydraulique sur le rotor qui permettent de réguler cette vitesse. Toutefois, en admettant que le mécanisme de calage des pales soit hors service, il existe alors 3 niveaux de sécurité progressifs pour arrêter le rotor. »*

Premier niveau, si 1 ou 2 pales sont inopérantes, alors le frein hydraulique est suffisamment efficace pour stopper le rotor. Mais si les 3 pales ne répondent plus, se déclenche un accumulateur hydraulique haute pression capable de forcer la mise en drapeau des pales. Enfin, en dernier recourt, si l'accumulateur hydraulique n'agit pas, un système mécanique centrifuge, actionné du fait de la vitesse de rotation excessive, force la mise en drapeau des pales.

Par ailleurs, des systèmes dignes de la sécurité machine telles qu'elle est déployée dans l'industrie, permettent par exemple de déceler la présence d'un technicien dans le moyeu du rotor et d'empêcher tout démarrage. Les deux premiers niveaux de sécurité font l'objet d'un automatisme indépendant composé notamment d'un capteur de vitesse du rotor, d'un capteur de vitesse du vent, et d'un capteur de position par pale.

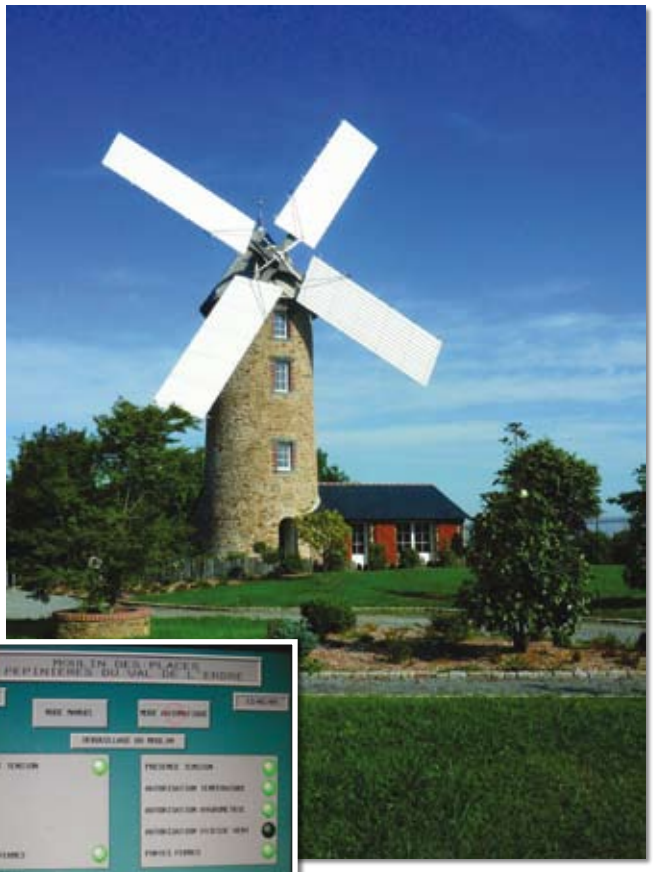
Ce modèle Zephyros Z72 d'ABB à aimants permanents symbolise le haut degré d'innovation actuellement déployé par les grands fabricants d'éoliennes. Cette innovation va de paire avec l'importance grandissante de l'instrumentation embarquée et du contrôle-commande. (source : ABB)

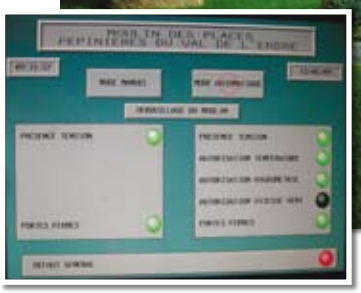
Dans un autre registre, celui du confort sur un parc pilote proche d'habitations, Siemens a récemment implémenté un système permettant de réduire les nuisances sonores en période nocturne. *« Nous mettons pour cela en œuvre un automatisme relié à un capteur de niveau sonore. De cette façon il est possible d'asservir la vitesse du rotor et des pales aux bruits engendrés. En contrepartie, cet aménagement induit toutefois une réduction du rendement de l'éolienne. »*

MAINTENANCE : DE PRÈS ET DE LOIN

Une IHM standard permet de conduire l'éolienne et de gérer ses alarmes localement. Ajouté à cela, la mise en œuvre d'un Scada autorise une centralisation des données pour une conduite à distance. Là se trouve toute la valeur ajoutée. *« Ce qui est vrai sur terre, l'ai bien plus encore en mer. Car toute intervention sur une éolienne offshore s'avère complexe et coûteuse*, explique Grégory Guiheneuf, responsable marketing Wonderware France. *Cette gestion à distance des données répond aussi au besoin de suivi conditionnel de la maintenance, afin d'optimiser les opérations de maintenance de routine, par exemple en mesurant les temps de fonctionnement de l'éolienne. Un module spécifique proposé par Wonderware permet de communiquer à la GMAO ces données réelles, de même que des données agrégées telles que des différences de température. »*

Exemple à Mardyck, non loin de Dunkerque, sur le site de la raffinerie Total, se dresse depuis 2003 une ferme éolienne de 5 turbines. La somme des puissances installées représen-





Ce moulin rénové produit jusqu'à 37 kW d'électricité. Certes dépourvu de télésurveillance, il embarque un superviseur local et un réseau d'automatisme digne d'une éolienne. (source : ABB)

te 12 MW. Expérimentale, cette ferme permet de tester des éoliennes de différents fabricants. Chaque machine comprend son propre système de contrôle prenant en charge les automatismes et les systèmes de sécurité. Dans la salle de commande située à la Défense en région parisienne, c'est une architecture IAS (Wonderware Application Server) qui assure le contrôle des différents réseaux d'automatisme via une liaison distante Ethernet TCP/IP.

Si les équipements d'une éolienne, et en particulier le rotor, nécessitent une attention particulière, il est évident que tout ne peut être instrumenté, voire constituer un point de mesure permanent. D'où la collecte de certaines informations sur place. Dans ce contexte, la solution Wonderware mobile Intelatrac, logiciel embarqué sur des terminaux mobiles, permet de se connecter sur des capteurs existants et d'effectuer des mesures afin de collecter des données. Ces données seront ensuite déversées dans une base de données « process ». Les non-conformités relevées pourront déclencher des ordres de travaux.

IL N'Y A PAS QUE LES GRANDES !

Malgré son savoir-faire dans le domaine des éoliennes de forte puissance, ABB ne dédaigne pas pour autant s'intéresser à un marché d'une toute autre ampleur : les petits aérogénérateurs. *« Il existe en France environ 1 500 moulins, dont une partie pourrait être rénovée dans le but de produire de l'électricité »*, explique Philippe Brem, responsable vitesse variable ABB France. Une idée farfelue ? Pas vraiment, car l'exemple est donné en région nantaise par un pépiniériste aujourd'hui exploitant d'une éolienne de 37 kW qui, il y a peu de temps, n'était encore qu'une ruine…

Outre une génératrice asynchrone et un variateur ACS811, ABB a fournit un automate AC500 en charge de coordonner 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 déportées disposé en machinerie (toiture mobile), à l'aide d'une liaison radio. Deux modems (un maître et un esclave) assurent cette liaison radio tout en garantissant une communication Modbus entre automate et module d'entrées/sorties. Ici, point de pales à position variable, mais une aile à voilure rétractable à l'aide de vérins hydrauliques. 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.

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 mémorisées. Au total, une dizaine de pages écran ont été conçues à l'aide du logiciel spécifique CP400 Soft qui dépend de l'outil logiciel de programmation de l'automate. En ce qui concerne la télésurveillance, celle-ci se limite à une colonne lumineuse disposée à l'extérieure du moulin et visible depuis l'habitation de l'exploitant ! En un coup d'œil, ce dernier vérifie si le moulin est en activité (vert), disponible en attente de bonnes conditions pour fonctionner (orange) ou en défaut (rouge). C'est simple et semble-t-il efficace (sauf peut-être par temps de brouillard !).

RENDEZ-VOUS « AUTOMATISMES ET ÉOLIENNES »

- 14 et 15 octobre à Rome : Forum télécontrôle eau gaz et électricité – Cette conférence fera le point sur les avancées en matière de téléconduite, notamment des installations de production d'électricité décentralisées. (www.telecontrolloconvegno.it)

- du 20 au 23 avril 2010 en Pologne : European Wind Energy Conference & Exhibition (EWEC) – Evénement consacré au développement des éoliennes offshore. (www.ewea.org)