

ABB

4|11

Actualités technologiques
du Groupe ABB

revue

Boire l'eau de mer? Ça coule de source! 6

Irriguer écologique 11

Télémesure par SMS 23

Eau et énergie : économiser pour mieux consommer 39

Eau



Power and productivity
for a better world™



Si l'eau est l'exemple par excellence de ressource naturelle qui s'auto-entretient en un cycle inaltérable, elle est loin d'être inépuisable. Ce numéro de la *Revue ABB* remonte aux sources de son approvisionnement et s'intéresse aux contributions d'ABB à ce domaine.

Notre Une met en lumière les gratte-ciels de Singapour avec, à gauche, la station de pompage du *Marina Barrage*. Cet imposant réservoir assure 1/6^e des besoins en eau de la cité-État et utilise de puissants moteurs ABB pour rejeter l'excès d'eaux pluviales dans la mer et protéger la ville basse des inondations. Notre deuxième de couverture offre une vue plongeante sur un autre projet tout aussi pharaonique : Toshka, en Égypte.



Fournir et préserver

- 6 La mer à boire**
Les variateurs de vitesse ABB mettent la pression dans les usines de dessalement.
- 11 Arrosage en ligne**
Automatisation et télégestion de l'irrigation à l'heure d'Internet et du *cloud*
- 17 Pour une gestion responsable**
La technologie ABB participe aux efforts de l'industrie pour préserver l'eau.

Distribuer et gérer

- 23 AquaMaster 3™**
Télémessure et télérelève sur Internet pour mieux surveiller et gérer la consommation.
- 29 Des fuites au compte-gouttes**
Les procédés ABB améliorent la performance des réseaux de distribution.
- 34 Symphony™ Plus**
L'automatisation globale et intégrée des secteurs de l'énergie et de l'eau
- 36 Traitement de l'eau en services commandés**
Les solutions ABB pour l'eau de Singapour

Optimiser

- 39 Eau vive**
Améliorer l'efficacité énergétique de la production, du transport, de la distribution et du traitement.
- 44 Pomper malin**
Les variateurs ABB mettent leur intelligence fonctionnelle au service des applications de pompage.

Agir

- 48 Resserrer les liens**
Un câble sous-marin ABB assure l'alimentation électrique du champ pétrolier et gazier norvégien de Gjøa.
- 55 Sobriété énergétique**
2^e partie: quels leviers d'action pour inciter les industriels à améliorer leur performance énergétique ?
- 60 ServicePro 3.0**
Le meilleur de la maintenance ABB à portée de souris

Compiler

- 61 Index 2011**
Tous les articles de l'année

Eau de vie



Claes Ryttoft
Directeur des technologies
ABB Ltd.

Chers lecteurs,

Sans eau, pas de vie sur Terre. Par-delà cette évidence, sait-on combien la ressource est vitale pour l'activité humaine ? S'il est salubre de boire 2 à 3 litres d'eau par jour, il en faut des milliers pour produire l'alimentation quotidienne de chacun. Au niveau macro-économique, notre dépendance à l'eau est encore plus criante : à commencer par l'agriculture qui draine plus de 70 % des prélèvements et l'industrie qui en consomme 20 à 25 %.

Les pressions démographiques et climatiques, ajoutées à l'inégale répartition des ressources sur la planète, aggravent le problème des approvisionnements. Ce numéro de la *Revue ABB* s'en fait l'écho dans plusieurs articles consacrés à nos solutions pour améliorer la gestion durable de l'eau.

Sur le versant de l'offre, la *Revue ABB* s'intéresse au dessalement de l'eau de mer ; une solution qui, pour être viable, exige des procédés particulièrement « éco-énergétiques ».

La hausse de la demande n'est pas seulement compensée par de nouvelles sources d'approvisionnement. La distribution et l'utilisation efficaces de l'eau offrent d'énormes potentialités de réduction des pertes. L'instrumentation ABB, par exemple, autorise la télémessure et la télésurveillance des débits avec une précision « au compte-gouttes ». Les fuites dans les réseaux constituent un autre écueil : ce n'est pas seulement un gaspillage d'eau mais aussi d'énergie pour la traiter et l'amener à

l'utilisateur. En quantifiant et en localisant ces fuites, les systèmes de gestion ABB facilitent la tâche des équipes de maintenance ou permettent d'anticiper les problèmes d'alimentation. La régulation de la pression de pompage contribue aussi à diminuer les pertes.

Côté consommation, nous verrons comment les systèmes de contrôle-commande peuvent améliorer l'efficacité, réduire les pertes et fluidifier les échanges d'information dans les applications agricoles et industrielles.

Sans lien direct avec l'eau potable, mais toujours dans la veine aquatique, nous suivrons le câble sous-marin d'alimentation électrique de la plate-forme pétrolière et gazière de Gjøa, au large de la Norvège. Ici, l'exploit ne tient pas tant à sa profondeur ni à sa longueur qu'à la dynamique de son parcours fond-surface qui doit épouser le moindre mouvement de la structure flottante, dans des conditions climatiques impitoyables.

Ce dernier numéro de l'année est une invitation à plonger dans l'eau vive et les trésors d'innovation ABB pour préserver la planète bleue.

Bonne lecture,

Claes Ryttoft
Directeur des technologies
ABB Ltd.





La mer à boire

Les variateurs de vitesse ABB mettent la pression dans les usines de dessalement

MATTHEW WONG – « *De l'eau, de l'eau, partout de l'eau mais pas une goutte à boire* » : telle est la complainte du vieux marin dans le poème du Britannique S.T. Coleridge. Aujourd'hui, grâce aux technologies du dessalement, les eaux les plus saumâtres peuvent être transformées en eau potable d'une grande qualité. Or cette transformation est coûteuse en énergie ; selon le procédé, l'électricité peut représenter plus de 30 % des coûts de fonctionnement d'une usine de dessalement. Optimiser l'efficacité

énergétique et le coût global des installations s'impose comme une priorité absolue pour leurs concepteurs et exploitants. ABB propose aux industriels du secteur un choix complet de solutions technologiques avancées destinées à renforcer les performances, l'efficacité et la fiabilité de leurs installations. L'une d'elles répond idéalement aux besoins de la filière : la variation électronique de vitesse (VEV).



Le dessalement est une technologie efficace pour produire de l'eau potable et permettre à l'homme d'exploiter les inépuisables réserves d'eau douce que sont les mers et les océans.

Photo ci-contre

Le dessalement reste une opération grosse consommatrice d'énergie. Comment la vitesse variable peut-elle contribuer à réduire la consommation et les coûts énergétiques ?

Si plus de 70 % de la surface de la Terre sont recouverts d'eau, celle-ci est composée à 97,5 % d'eau salée et à 2,5 % d'eau douce, souvent inaccessible. Or des facteurs à la fois géophysiques, géopolitiques et démographiques font que la demande croît de jour en jour. Quoi de plus logique, dans ce contexte, que de se tourner vers les mers et les océans pour trouver de nouvelles sources d'approvisionnement. Le dessalement est une technologie efficace pour produire de l'eau potable à partir des énormes réserves hydrauliques naturelles et se prémunir ainsi des risques de pénurie.

Aujourd'hui, les deux techniques de dessalement les plus répandues sont la distillation (multiflash et multi-effet) et la filtration membranaire (osmose inverse) → 1. Le choix du procédé est étroitement lié à son coût, sachant que toutes ces méthodes sont gourmandes en énergie.

D'autres procédés existent et sont commercialisés. Citons l'osmose directe qui utilise une membrane pour séparer les solutions dissoutes de l'eau, ou encore le procédé Passarell qui distille l'eau salée sous vide à une température inférieure. Enfin, différentes méthodes sont en cours de développement : dessalement géothermique, nanofiltration, membranes biomimétiques et dessalement thermique basse température.

Osmose inverse

Lorsqu'une centrale électrique se trouve à proximité de l'usine de dessalement, cette dernière met plus généralement en œuvre la distillation multiflash ou multi-effet qui récupère l'énergie thermique produite par la centrale. Occasionnellement, des usines

hybrides associant deux procédés ou plus sont exploitées. En l'absence de centrale électrique, l'osmose inverse, moins énergivore est privilégiée → 2.

L'électricité reste le premier poste de dépenses des usines de dessalement. La puissance absorbée par une pompe variant selon le cube de la vitesse du moteur, toute diminution, même minime, de sa vitesse fait une grosse différence sur la facture électrique.

L'osmose est un phénomène naturel de migration d'une solution diluée vers une solution concentrée, à travers une membrane semi-perméable. L'équilibre entre les deux solutions s'établit à la pression osmotique. L'osmose inverse consiste à

1 Les trois principaux procédés de dessalement

Distillation multistage (MSF)

Utilisée dans les grandes installations, cette distillation multi-étagée se fait par évaporation instantanée de l'eau de mer chauffée, sous une pression qui diminue au fur et à mesure des étages.

Distillation multi-effet (MED)

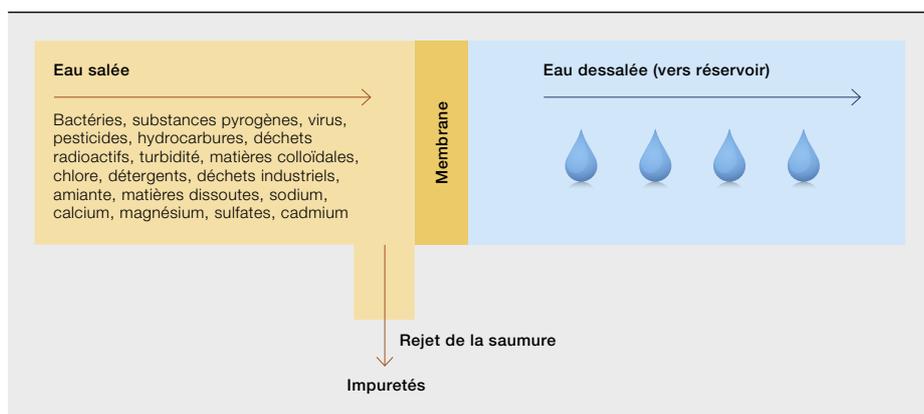
Ce procédé tire son nom de l'utilisation de plusieurs cellules ou « effets » pour produire de l'eau douce dans des installations de taille moyenne. L'eau de mer est portée à ébullition dans une cascade d'effets, à une pression chaque fois inférieure. La vapeur récupérée sert à chauffer l'effet suivant. Seul le premier effet (à la pression la plus élevée) nécessite une source de chaleur externe.

Osmose inverse (RO)

L'eau saumâtre ou l'eau de mer est pompée sous haute pression au travers d'une membrane semi-perméable dans une enceinte fermée. La saumure de plus en plus concentrée reste d'un côté de la membrane alors que l'eau pure passe de l'autre côté. Traditionnellement réservé aux petites et moyennes installations, ce procédé de dessalement est aujourd'hui également utilisé dans les grandes installations en raison de son coût plus faible.

Le redresseur actif AFE de l'ACS2000 évite d'investir dans un coûteux transformateur de conception spéciale.

2 Osmose inverse : sous la pression, la membrane semi-perméable laisse passer les molécules d'eau et retient les sels et autres molécules.



exercer une pression externe supérieure à cette pression osmotique. Pour produire de l'eau potable, une pression est appliquée pour ne faire passer par la membrane que les molécules d'eau. Enfin, le niveau de pression varie selon la nature des matières dissoutes présentes dans l'eau à traiter.

Procédé membranaire et VEV

À la mise en route du procédé d'osmose inverse, la pression appliquée sur le système membranaire doit être contrôlée avec précision pour plaquer progressivement mais fermement la membrane contre son support sans endommager aucun de ses éléments et en conservant les conditions idéales de production d'eau avec les valeurs correctes de débit et de pression. Une pression variable devant être appliquée à la fois à la mise en route du procédé et pendant la production d'eau douce, les moteurs des pompes peuvent être démarrés directement sur le réseau et tourner en permanence à leur vitesse maximale, la régulation de pression se faisant ensuite par vannage (étranglement). Si ce mode opératoire fonctionne parfaitement, il a ses inconvénients : fortes contraintes mécaniques (vibrations et coups de bélier) sur la tuyauterie et la robinetterie, consommation élevée d'énergie.

La VEV est beaucoup plus performante → 3. Au lieu de réguler le débit ou la pression par étranglement, on utilise un variateur qui adapte la vitesse de rotation du moteur, et donc de la pompe, en fonction des besoins. La puissance utile de la pompe variant selon le cube de la vitesse du moteur, toute diminution, même minime, de cette vitesse fait une grosse différence en matière de consommation d'énergie.

La VEV ne fait pas que réduire la facture énergétique et renforcer la fiabilité des installations en limitant les contraintes mécaniques ; elle améliore également les performances du procédé. Un variateur régule en effet le débit ou la pression directement en sortie de pompe, selon l'évolution du procédé, et il réagit à toute fluctuation plus rapidement que les autres méthodes de régulation.

Halte aux harmoniques

Si la VEV est synonyme d'économies d'énergie, de fiabilité et de précision de régulation, il faut toutefois se prémunir des harmoniques engendrés par les variateurs. En effet, la distorsion harmonique déforme l'onde de tension et peut être à l'origine de problèmes divers : échauffement des câbles, des moteurs et des transformateurs ; papillotement des lampes et des écrans d'appareils électroniques ; déclenchement intempestif des protections électriques. Une solution consiste à raccorder un filtre actif PQF là où se trouvent les principaux harmoniques. Pour sa part, ABB utilise un filtre qui surveille en temps réel le courant réseau et convertit les harmoniques mesurés en signaux numériques au moyen de plusieurs processeurs DSP très rapides. Ces derniers commandent à leur tour les modules de puissance à composants IGBT avec des signaux modulés en largeur d'impulsions pour qu'ils injectent des harmoniques de courant de mêmes rangs en opposition de phase, compensant les harmoniques engendrés.

Réduction des coûts

Le moteur d'entraînement de la pompe peut être soit un moteur basse tension (BT), soit un moteur moyenne tension (MT)



selon le calibre de la pompe. L'ACS2000, dernier-né des variateurs MT d'ABB, réduit le coût de possession des équipements car son redresseur actif AFE minimise la pollution harmonique du réseau et évite à l'utilisateur d'investir dans un coûteux transformateur de conception spéciale.

Sur le plan de l'exploitation et de la maintenance, l'ACS2000 affiche une disponibilité et une fiabilité remarquables du fait du nombre limité de composants et, donc, des moyennes de temps de bon fonctionnement (MTBF) très longues. Sa structure modulaire à tiroirs → 4 raccourcit également les temps de réparation (MTTR) et minimise les arrêts de production.

Dans le domaine de la basse tension → 5, la gamme ABB de variateurs «propres» (peu générateurs d'harmoniques) intègre une solution inédite qui respecte les seuils réglementaires en matière d'harmoniques, sans filtre externe ni transformateur spécial.

Facteur de puissance

En fonctionnement, le moteur de la pompe produit de la puissance réactive qui peut provoquer une chute regrettable du facteur de puissance, généralement compensée par une batterie de condensateurs. Celle interne au variateur peut remplir cette fonction ou réduire la taille de la batterie de condensateurs externe.

Maintenance et nettoyage des membranes

La filtration forcée sur membrane de l'eau salée est l'opération la plus énergivore d'une usine de dessalement par osmose inverse. Un des facteurs qui modifie la pression à appliquer, et donc l'énergie consommée, est l'encrassement de la membrane. Dans ce cas, il faut augmenter

La batterie de condensateurs du variateur peut compenser les chutes de facteur de puissance ou réduire la taille de la batterie de condensateurs externe.

la pression pour obtenir le même taux de production, celle-ci ne pouvant être ajustée que dans une fourchette autorisée. La maintenance des membranes est donc cruciale.

Selon leur état, les membranes sont soit nettoyées par rinçage ou produits chimiques, soit remplacées. La fréquence de nettoyage ou de remplacement est fonction de la température de l'eau, de sa concentration en sels et autres impuretés, du débit, du taux de récupération, etc. Actuellement, les interventions se font généralement à intervalles fixes stipulés par les fabricants de membranes ou lorsque la chute de pression entre l'alimentation en eau salée et l'évacuation des saumures est en dehors d'une plage donnée. Ce mode de maintenance entraîne soit un nettoyage prématuré avec surconsommation de produits chimiques et perte excessive de production, soit un nettoyage tardif avec colmatage irréversible des membranes.

Pour éviter ces problèmes, ABB a développé une série de modules spéciaux destinés à protéger et prolonger la durée de vie des membranes. Ses modules Optimax ont reçu, en 2010, le prix *Water/Energy Nexus* lors de la cérémonie *H₂O Water Awards*. Le module Optimax MPM (*Membrane Performance Monitoring*), par exemple, affiche les performances de la membrane en tenant compte de l'hydrodynamique de son colmatage et préconise des mesures de maintenance et des dates d'intervention. Il permet ainsi de



bien planifier la maintenance en perturbant au minimum la production. Enfin, le module donne les résultats du nettoyage.

Un autre module, Optimax MO (*Membrane Optimization*), récupère les résultats du premier module pour calculer les conditions de fonctionnement optimales au vu des contraintes opérationnelles et physiques. La dynamique de la vitesse de colmatage étant liée aux consignes d'exploitation (débit et pression de l'eau salée), ces dernières sont également prises en

leur remplacement non budgété; enfin, en planifiant mieux les arrêts de maintenance, on renforce la disponibilité de l'usine.

Départs-moteurs intelligents

Une part importante des équipements d'une usine de dessalement est commandée par des départs-moteurs. Pour une exploitation et une maintenance plus efficaces, les opérateurs ont besoin d'informations complémentaires sur le temps de fonctionnement des unités, leurs conditions d'exploitation, etc. Ces informations

obligent traditionnellement à ajouter des compteurs, capteurs et transmetteurs, et donc à tirer un grand nombre de câbles jusqu'à la salle de commande. Grâce à son système intégré MNS iS, ABB simplifie la tâche de l'industriel en regroupant, dans un seul et même tableau,

Un dessalement durable

Dans l'ensemble, l'électricité reste le premier poste de dépenses des usines de dessalement et, selon le procédé, peut peser pour plus de 30 % dans les coûts d'exploitation. La performance énergétique et l'optimisation des coûts sur le cycle de vie complet des usines constituent deux enjeux majeurs à la fois pour leurs concepteurs et leurs exploitants. ABB propose des produits éprouvés et un socle technologique solide et innovant pour accroître les performances, l'efficacité énergétique et la fiabilité des installations. L'offre d'ABB en instrumentation, contrôle-commande et matériels électriques renforce sa légitimité en tant qu'acteur majeur du secteur du traitement de l'eau et fournisseur de solutions technologiques complètes avantageuses en termes de temps, de coûts et de risques.

Le système intégré MNS iS d'ABB simplifie la tâche de l'industriel en regroupant, dans un seul et même tableau, toutes les fonctions de commande, de contrôle et de protection des moteurs BT.

compte dans les calculs afin d'augmenter la productivité et de maîtriser le colmatage. L'optimisation peut se faire à intervalles réguliers, en boucle ouverte ou fermée. L'exécution de la fonction permet de réduire l'écart entre les valeurs réelles et les consignes optimales avec des gains de productivité pouvant atteindre 2 %. Ces gains s'accompagnent d'autres avantages: en nettoyant les membranes au moment opportun, on consomme moins de produits chimiques et on baisse les coûts d'exploitation; en diminuant les risques de dégradation des membranes, on minimise

toutes les fonctions de commande, de contrôle et de protection des moteurs BT, des plus simples aux plus avancées. L'utilisateur peut modifier les fonctionnalités du système à n'importe quel stade du cycle de vie de son projet. MNS iS apporte aux ingénieurs, intégrateurs et exploitants la souplesse tant recherchée. Enfin, tous les besoins d'une usine de dessalement sont couverts avec une gamme très restreinte de départs-moteurs.

Le système MNS iS fournit également des informations d'état facilitant la transition d'une maintenance réactive vers une

maintenance prédictive et contribue à réduire les temps d'arrêt intempestifs: surintensité moteur, température des câbles et des bornes, nombre de réinsertion des tiroirs de départs-moteurs pour anticiper leur maintenance, etc.

Matthew Wong

Power System Division
Singapour
matthew.wong@sg.abb.com



Arrosage en ligne

L'automatisation et la télégestion de l'irrigation dans le sillon d'Internet et du *cloud*

ENRIQUE MONSALVE, LUIS LLORENTE – Si les ressources en eau sont parmi les plus abondantes de la planète, l'eau naturellement douce, directement utilisable par l'homme, n'en constitue qu'une infime partie [1]. D'inépuisable et bon marché, elle est devenue en moins d'un demi-siècle cet « or bleu » qu'il faut gérer et distribuer avec parcimonie. Les Nations unies ont placé la décennie 2005–2015 sous le signe de *L'eau, source de vie* [2] avec l'ambition de réduire de moitié, d'ici à 2015, le pourcentage de la population privée d'accès durable à un approvisionnement en eau

salubre et à un assainissement amélioré [3]. À l'échelle mondiale, l'agriculture est à elle seule responsable de plus de 70 % des prélèvements (jusqu'à 95 % dans certains pays en développement), contre 22 % pour l'industrie et 8 % pour la consommation domestique [4]. C'est dire le poids direct des politiques d'exploitation et de modernisation agricoles sur la mise en valeur et l'optimisation de la ressource. Le système Neptuno d'ABB participe à la réalisation de cet objectif tout en améliorant le rendement des cultures et le niveau de vie des exploitants.



De 2,5 milliards en 1950, la population mondiale a aujourd'hui grimpé à 7 milliards et devrait compter 2 milliards de plus d'individus à l'horizon 2030 [5]. Pour suivre cette envolée démographique, il nous faudra produire toujours plus de denrées alimentaires dont 80 % viendront de l'agriculture irriguée. Si nous ne buvons que 2 à 5 litres d'eau par jour, il en faut en moyenne 3 000 pour subvenir à nos besoins alimentaires quotidiens [6]. Et ce nombre augmente chaque année avec la progression de la consommation de viande et de légumes, parallèlement au déclin de l'alimentation à base de céréales. Pourtant, la disponibilité de l'eau destinée à l'agriculture est contrariée par les usages industriels et domestiques croissants qui la payent plus cher, par la raréfaction et la distribution de la ressource, et par les impératifs du développement durable. Autant d'enjeux qui poussent à une hausse de la production sur fond de politiques d'aménagement hydraulique, d'extension des terres irriguées (multipliant la production par

2 ou 4 [1]), de modernisation et de « technicisation » de la profession agricole. Un scénario dans lequel automatisation et irrigation jouent un rôle décisif.

Contrôle-commande tout terrain

L'automatisation de l'irrigation agricole a ses singularités. Ses dispositifs de contrôle-commande, généralement à l'extérieur et soumis aux caprices de la météo, côtoient des engins lourds et volumineux sur de vastes étendues privées d'accès à une alimentation électrique continue : de rudes conditions qui interdisent les solutions employées dans d'autres secteurs (câble de transmission, équipement programmable et configurable en local, par exemple).

Il est en outre fréquent que les spécialistes de l'irrigation ou « irrigants », qu'ils travaillent seuls ou regroupés en association, ne possèdent pas, sauf exception, les connaissances ou moyens suffisants pour entretenir des automatismes. Souvent, leurs installations n'ont pas le minimum requis pour gérer un système de contrôle-commande opérationnel 24 heures sur 24, ce qui rend problématique la mise en œuvre d'un superviseur local.

Pour autant, si l'on veut tirer le meilleur parti de ce contrôle-commande, il faut éviter les infrastructures spécifiques, détenues et entretenues par l'exploitant : les liaisons radio privées ou à bande étroite ne sont pas l'idéal. De même, un système de supervision classique de type SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), dont l'exploitation

Les dispositifs de contrôle-commande, habituellement à l'extérieur et soumis aux caprices de la météo, côtoient des engins lourds et volumineux sur de vastes étendues dépourvues d'alimentation électrique.

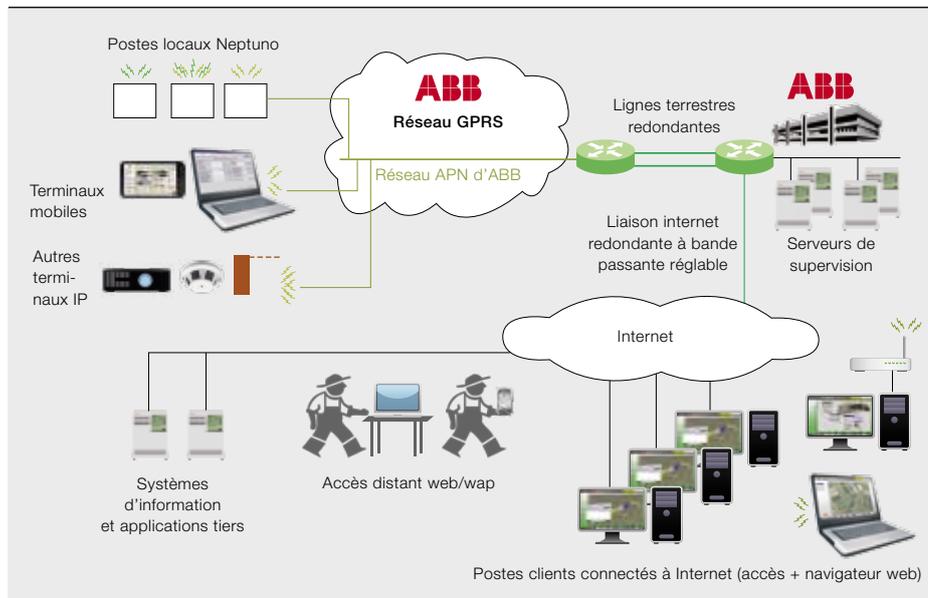
dépend de serveurs locaux, n'est semble-t-il pas la panacée ni la solution la plus facile à entretenir. C'est pourquoi ABB a développé une solution originale, dédiée à l'irrigation.

Supervision classique : Neptuno

La solution Neptuno d'ABB se compose de postes locaux → 1, d'un poste central de télégestion et de liaisons de transmission.

Photo p. 11

L'augmentation de la production alimentaire oblige à moderniser le monde agricole.



La télégestion Neptuno d'ABB ne se contente pas d'afficher l'état du poste, les alarmes, événements, bilans et historiques ; elle communique aussi par courriel et SMS, et autorise l'accès distant sur Internet.

Les postes locaux sont conçus pour gérer les informations sur l'irrigation et les signaux de contrôle-commande dans des environnements dépourvus d'alimentation électrique et donc équipés de batteries (rechargées par un petit panneau solaire, des turbines hydrauliques, etc.) ou de piles lithium-ion spéciales. Ce matériel est prévu pour consommer le moins d'énergie possible. Les vannes d'irrigation sont activées par impulsions, grâce à la gestion intelligente d'un compteur d'eau et d'autres signaux numériques (détection d'intrusion, par exemple) ou mesures analogiques (pression, humidité, etc.). Les télétransmissions par modems GPRS (*General Packet Radio Services*), qui acheminent les données par paquets dans l'environnement de téléphonie mobile GSM (*Global Mobile System*), permettent d'installer les postes locaux n'importe où et de modifier leur emplacement ou leur nombre sans avoir à créer, à revoir ou à entretenir sa propre architecture de communication. Seule contrainte : s'assurer d'une couverture adéquate du site par l'opérateur mobile. Le poste peut être commandé, configuré et son microprogramme mis à niveau, le tout à distance.

Le protocole Neptuno allège au maximum le trafic réseau (nombre d'octets véhiculés) et la consommation énergétique des transmissions. On peut paramétrer le poste local pour que sa communication, désactivée en temps normal, ne s'active que sur apparition d'un événement ou d'une alarme, suivant un

calendrier ou un horaire précis, sur une impulsion de compteur, en début ou en fin d'un plan d'irrigation, ou encore sur atteinte d'un seuil par une entrée analogique, etc. Les postes locaux gèrent donc l'irrigation de façon autonome suivant un maximum de 4 plans (définis par un horaire et/ou un volume par jour de la semaine), horodatant et enregistrant tous les événements et alarmes. Dès l'apparition d'un événement, le poste active instantanément la communication par modem, remonte toutes les données mémorisées au superviseur qui lui renvoie des informations et/ou des ordres, puis coupe la liaison de façon à économiser au maximum l'énergie et les transmissions. On peut configurer le poste pour le connecter en permanence ou le mettre en veille pendant une période donnée, puis en ligne le reste du temps (mode mixte), et modifier son fonctionnement à tout instant.

Le GPRS d'ABB s'appuie sur un réseau de points d'accès APN (*Access Point Network*), sécurisé IPSec et inaccessible de l'extérieur, qui permet à l'utilisateur d'attribuer une adresse IP fixe à chaque poste local → 2. L'information est donc transmise en toute sécurité, les communications étant limitées en nombre et en durée.

Les services GPRS, dont les coûts ont baissé ces dernières années, sont pour l'utilisateur gages de flexibilité et de disponibilité immédiate, tandis que la maintenance du réseau et sa sécurité sont du



Neptuno a évolué en un « système centralisé d'irrigation intelligent » qui permet d'accéder à l'interface du superviseur sur Internet, en mode SaaS (*Software as a Service*). Le client n'a pas besoin d'infrastructures dédiées.

ressort des opérateurs mobiles. Si le client peut lui-même souscrire son abonnement (Neptuno étant un système ouvert), ABB a signé des accords avec des opérateurs GSM pour offrir les meilleurs tarifs et un niveau d'assistance habituellement hors de portée des clients. ABB peut alors garantir un support complet à la maintenance du projet, du terrain au centre de télégestion.

Le superviseur Neptuno gère tous les échanges d'informations en provenance (télésignaux, événements et alarmes) et à destination (informations et télécommandes) du poste local, en asynchrone. À ses fonctions d'affichage de l'état du poste et de gestion des ordres, alarmes, événements, bilans et historiques, s'ajoute le report d'alarmes par courriel ou SMS, sur apparition de certains événements. Il dispose également de terminaux mobiles qui peuvent de partout se connecter aux postes locaux.

L'agriculteur aux manettes

Si tous les postes locaux peuvent être surveillés et commandés depuis le poste central de supervision, cela ne suffit pas à certaines associations d'irrigants qui veulent garder la main sur leur activité. Neptuno intègre pour cela un accès web et wap (*wireless access protocol*) sécurisé qui permet à l'agriculteur, où qu'il soit, de suivre et modifier sa campagne d'irrigation sur un terminal nomade doté d'un accès web (PC, téléphone intelligent → 3, 8 ou mobile à fonctions wap) ; il lui suffit de s'identifier et de saisir son mot de passe pour visualiser ou agir sur un groupe de postes locaux, selon ses

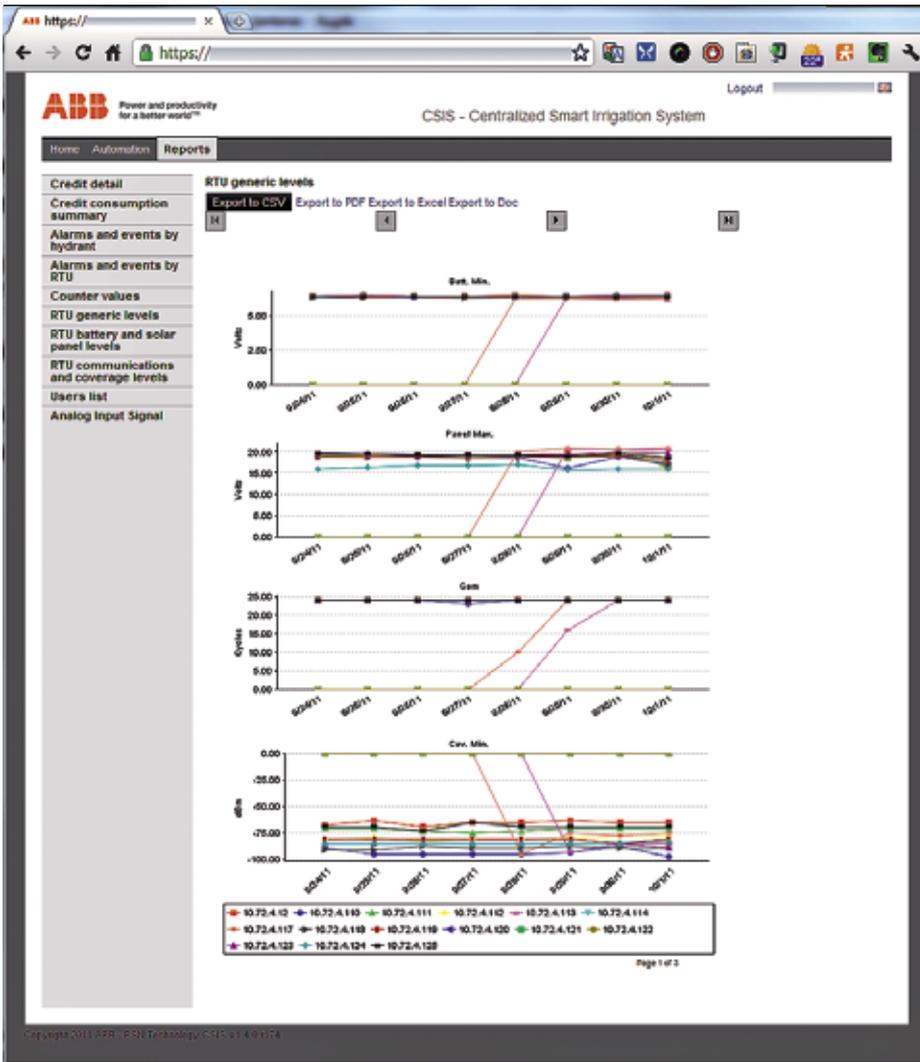
droits d'accès. Fini les déplacements pour ouvrir et fermer les vannes, ou doser l'arrosage en fonction de la météo et de la tarification de l'eau (moins chère à certaines heures de la journée). Tous ces choix sont gérables à distance avec, à la clé, une consommation et une facture d'eau optimisées, des rendements en hausse et un mieux-vivre pour l'exploitant.

Les postes locaux peuvent aussi servir à piloter les réseaux de distribution d'eau ou même les stations de pompage. L'accès distant est alors très utile au personnel de maintenance qui a la possibilité de tout gérer, partout, avec un téléphone mobile sans avoir à amener des terminaux sur place. Les interfaces utilisateur peuvent aussi embarquer des caméras et autres outils de communication sur IP.

De l'autonomie à la mutualisation

Malheureusement, les associations d'irrigants n'ont souvent pas les moyens (humains et matériels) pour bien exploiter et entretenir un système de contrôle-commande. De surcroît, l'importance de l'investissement initial prive beaucoup d'entre elles du progrès technologique et, par conséquent, des gains de compétitivité.

Pour y remédier, Neptuno a évolué en un « système centralisé d'irrigation intelligent » qui permet d'accéder à l'interface du superviseur par des technologies web courantes, comme les applications et services en ligne SaaS (*Software as a Service*). Dans ce mode, tous les élé-



ments fonctionnels du système (logiciels, serveurs, communications, alimentation, système de refroidissement, etc.) sont détenus par ABB qui se charge également de l'exploitation, des mises à jour et de la maintenance pour le compte des intégrateurs (sociétés d'ingénierie, par exemple) et des agriculteurs.

L'utilisateur peut alors « visiter » son installation de chez lui, sur n'importe quel navigateur internet, comme s'il était sur place → 4, 5.

Bon nombre de ses objectifs sont ainsi satisfaits :

- Un investissement initial réduit aux postes locaux, à la portée des collectivités de toutes tailles, voire de l'exploitation individuelle ;
- Une disponibilité accrue grâce à des équipements et installations améliorés, ainsi qu'une redondance qui ne seraient pas rentables avec la solution traditionnelle ;

- Une connexion internet sécurisée (même bas débit) et un simple navigateur ;
- L'accès aux réglages et évolutions fonctionnelles du système, dès leur diffusion ;
- Une économie de personnel spécialisé (informaticiens ou techniciens de maintenance) ;
- L'absence d'infrastructures ou d'installations spécifiques au projet ;
- Des moyens techniques réduits au minimum ;
- Un étalement et un ajustement des dépenses, au gré des besoins.

Irriguer écologique

Chaque projet d'irrigation centralisée, en mode SaaS, utilise les ressources en ligne du *cloud*, qui se substitue aux serveurs, équipements de transmission et auxiliaires (alimentation sans interruption, climatisation, etc.) tout en réduisant les dépenses d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES). La solution

répond aux critères du développement durable : il suffit pour s'en convaincre de comparer sa consommation énergétique annuelle à celle d'une supervision classique, à nombre égal de postes → 6.

Le partage des auxiliaires et des serveurs avec d'autres utilisateurs ou applications permet d'économiser l'énergie. Les résultats sont encore plus parlants si l'on compare la consommation totale de plusieurs projets de supervision regroupant 15 000 postes locaux Neptuno avec l'équivalent de la version centralisée → 7.

Quand la consommation énergétique d'un système classique augmente avec le nombre de projets, celle de la solution centralisée en mode SaaS ne bouge pratiquement pas.

Le système pouvant être commandé et surveillé depuis n'importe où, 24 heures sur 24, l'agriculteur économise les allers et retours entre son bureau et sa parcelle, et réduit d'autant son empreinte carbone.

L'expérience espagnole

ABB a lancé son système Neptuno en Espagne, qui compte aujourd'hui de multiples projets de télégestion de systèmes d'irrigation, de quelques dizaines à plusieurs milliers de postes locaux.

Le système pouvant être commandé et surveillé de partout en continu, l'agriculteur diminue ses déplacements et son bilan carbone.

Même si le temps écoulé depuis ce lancement n'est pas suffisant pour démontrer tout le potentiel de la solution, certaines « communautés d'irrigants » en ont déjà tiré des conclusions intéressantes : une économie de 15 à 40 % d'eau, de 10 à 25 % d'électricité, et une hausse des rendements agricoles de 20 %. Et ce n'est qu'un début ! Sachant que le tarif du kWh est en Espagne 4 fois plus élevé en heures pleines, profiter des heures creuses pour irriguer peut alléger

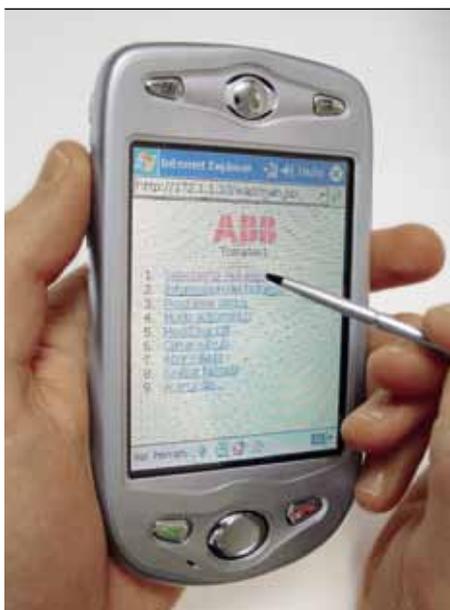
6 Bilan énergétique d'un système de 1 000 postes locaux

	Énergie consommée à l'année	Émissions équivalent CO ₂ évitées à l'année
1 système de supervision classique (1 000 postes locaux Neptuno)	21 MWh	3 Tn
1 système de télégestion centralisée (1 000 postes locaux Neptuno)	10 MWh	1,5 Tn

7 Bilan énergétique d'un parc de 15 000 postes locaux

	Énergie consommée à l'année	Émissions équivalent CO ₂ évitées à l'année
15 systèmes de supervision classiques (1 000 postes locaux/système)	315 MWh	45 Tn
1 système de télégestion centralisée (15 000 postes locaux)	10 MWh	1,5 Tn

8 Des infos disponibles 24 h/24 pour mieux consommer et moins polluer.



Les exploitants apprécient beaucoup la possibilité de maîtriser leur irrigation, partout et à tout moment.

la note encore plus que si l'on réduisait la consommation.

La communauté d'irrigants du canal du Zujar, près de Badajoz en Estrémadure (sud-ouest du pays), avec ses 11 122 parcelles implantées sur 21 000 hectares de terres riches, dépense à l'année quelque 2,6 millions d'euros en électricité et mobilise plus de 100 millions de mètres cubes d'eau. Même si les exploitants n'utilisent pas encore tous ce système, la communauté économise d'ores et déjà près de 300 000 euros d'électricité et plus de 20 % d'eau par an. Ces économies devraient augmenter à mesure que de plus en plus d'agriculteurs adoptent la solution. Dans le même temps, ils s'épargnent aussi 20 000 km de déplacement de maintenance.

Autre expérience: la communauté de Lorca, dans la province de Murcie (sud-est de l'Espagne), et ses 8 500 irrigants répartis sur 12 500 ha ont économisé environ 700 000 euros, juste en diminuant la consommation d'eau.

En outre, ces communautés apprécient beaucoup de pouvoir maîtriser l'irrigation de leurs cultures, partout et à tout moment → 8. Elles peuvent ainsi limiter les déplacements, la consommation de carburant et l'usure des véhicules: selon la surface et le parcellaire de la communauté, l'économie annuelle avoisine 100 km pour 100 ha, ne serait-ce qu'en personnel de maintenance, majorée des économies dégagées par les irrigants eux-mêmes.

Tout compte fait, les systèmes ABB leur ont permis de faire des économies d'exploitation et d'eau tout en obtenant le maximum de leurs cultures sans avoir à se préoccuper du système de télécommande avec, en prime, une meilleure qualité de vie. L'utilisation de Neptuno en mode SaaS met la solution à la portée d'un nombre croissant d'irrigants en

réduisant la maintenance, les frais de fonctionnement, les besoins d'infrastructures locales et de personnel technique: tous les ferments d'une irrigation durable.

Enrique Monsalve

Luis Llorente

ABB Power Systems, PSNM Network Management
Madrid (Espagne)

enrique.monsalve@es.abb.com

luis.llorente@es.abb.com

Bibliographie

- [1] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), *Water at a Glance*, 2003.
- [2] Nations unies, Décennie internationale d'action, *L'eau, source de vie*, 2005–2015, <http://www.un.org/waterforlifedecade/>.
- [3] Nations unies, Sommet du Millénaire, <http://www.un.org/millenniumgoals/>.
- [4] The United Nations World Water Development Report 3 (WWDR 3), *Water in a Changing World*, 2009.
- [5] Nations unies, *Press Release POP/952*, 13 mars 2007.
- [6] The United Nations World Water Development Report 2 (WWDR 2), *Water, a shared responsibility*, 2006.



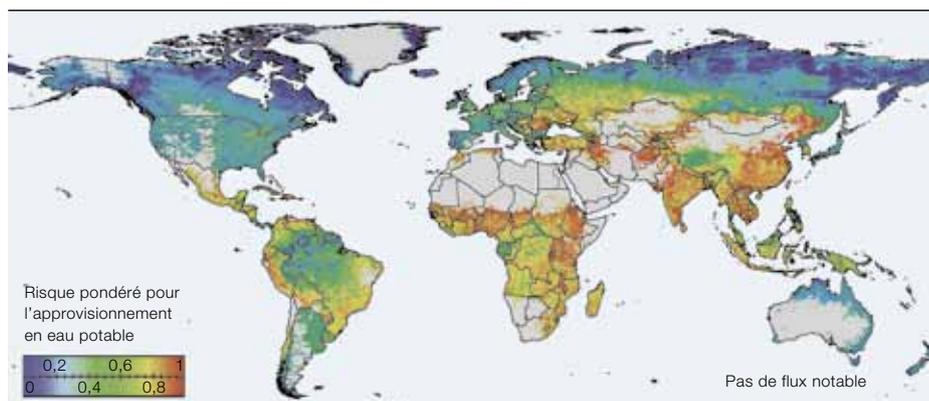
Pour une gestion responsable

La technologie ABB participe aux efforts de l'industrie pour préserver l'eau

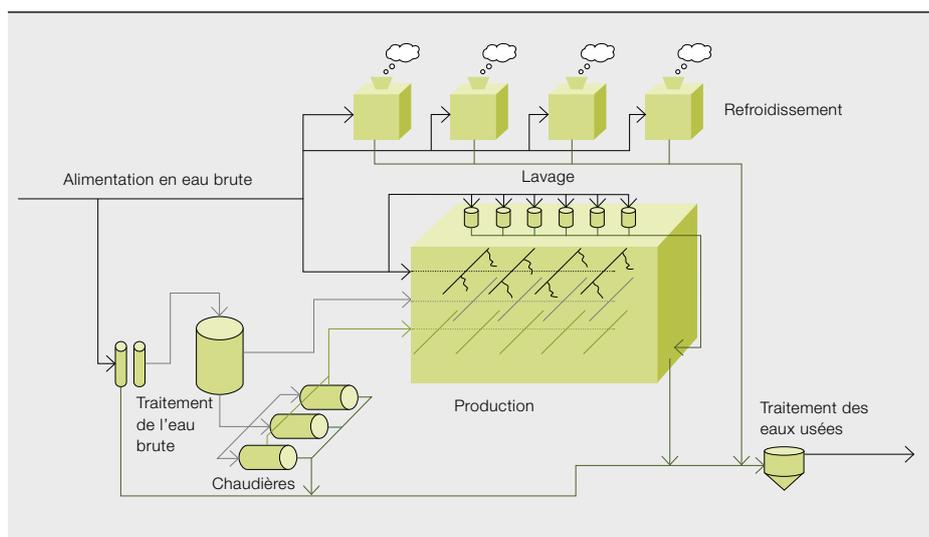
NUNZIO BONAVIDA, ROB TERRELL – Près de 97,5 % des réserves d'eau de la planète sont constitués d'eau salée, et sur les 2,5 % restants, seul 0,6 % est propre à la consommation et adapté aux écosystèmes [1]. L'eau est inégalement répartie : elle abonde dans quelques régions mais manque cruellement partout ailleurs. Selon les Nations unies [2], sa consommation a progressé deux fois plus vite que la démographie au cours du siècle dernier. Dans ces condi-

tions, il est essentiel d'exploiter la ressource avec discernement et de réduire son utilisation. L'industrie représente en moyenne 20 à 25 % des prélèvements mondiaux, jusqu'à 60 % dans les pays développés. C'est donc là qu'il faut améliorer durablement la gestion de l'eau. Avec sa gamme étendue de solutions et produits novateurs, ABB peut apporter une contribution décisive à cette ambition tout en multipliant les avantages économiques pour l'utilisateur.

1 Répartition mondiale de l'eau douce



2 Schéma de circulation de l'eau dans une installation industrielle



La pluviométrie est rarement en adéquation avec les besoins locaux → 1. Par ailleurs, transporter l'eau coûte cher; la Californie, par exemple, y consacre 7 % de son électricité. Dans certains cas, le recours à une source d'approvisionnement plus proche ou le traitement local de l'eau est une solution moins onéreuse, sans pour autant être la panacée: le Conseil mondial des entreprises pour le développement durable estime notamment que dessaler 1 m³ d'eau de mer revient aussi cher qu'acheminer l'eau sur 350 km (en plaine) [3].

Utilisation durable

Selon la Banque mondiale, l'agriculture compte pour plus de 70 % des prélèvements, contre 22 % pour l'industrie et 8 % pour les usages domestiques. Et la consommation d'eau ne cesse d'augmenter. De tous ces secteurs, c'est l'industrie qui offre le plus d'opportunités de réduction à court terme. À cela plusieurs raisons :

- Elle est concentrée sur des sites spécifiques et s'appuie sur des systèmes de mesure et de contrôle-commande ;

- Elle tolère la présence de polluants, hormis la filière agroalimentaire ;
- Elle est par nature ouverte à des solutions de haute technologie.

L'eau intervient dans les procédés industriels pour chauffer, refroidir, entraîner (vapeur motrice), mais aussi transformer (milieu réactionnel), transporter, fabriquer (agent de formulation), laver, etc. → 2.

Malheureusement, dans la plupart des cas, ces procédés sont conçus et exploités en partant du principe que l'eau est bon marché et abondante.

En cause: son faible prix au regard de sa valeur et de sa rareté, le coût et la complexité de son traitement, et l'idée (souvent infondée) que sa réutilisation pourrait avoir un impact négatif sur la production.

Autant de questions auxquelles les pratiques et technologies de réutilisation et de recyclage doivent répondre si l'on veut que l'usage efficace de l'eau dans l'industrie procède d'une démarche volontaire et non de pressions réglementaires ou fiscales, d'une politique de prix ou d'un rationnement de l'offre. Il faut pour cela des pratiques facilement gérables et des techniques non invasives

Au XX^e siècle, la population sur Terre s'est multipliée par trois, et sa consommation d'eau par six !

dont la valeur actualisée nette doit être positive pour rivaliser avec d'autres besoins d'investissement.

Photo p. 17

La demande d'eau progresse plus vite que l'offre : que peut faire ABB pour aider l'industrie à mieux gérer le précieux liquide ?

Réutilisation et recyclage de l'eau

L'usine idéale devrait réutiliser la totalité de ses effluents, en « circuit fermé ». Mais ce serait le plus souvent au prix d'une trop grande dépense énergétique pour éliminer l'eau en excès par évaporation, générant ainsi des résidus solides dont il faudrait se débarrasser.

Mieux vaut envisager la réduction des consommations comme un objectif à atteindre par étapes successives, acceptables à la fois sous l'angle économique et environnemental. La réutilisation ou le recyclage doit être la priorité des concepteurs d'infrastructures pour éviter des réaménagements ultérieurs, toujours complexes et coûteux.

Il est bien sûr possible de réinjecter l'eau en amont du procédé, contournant ainsi l'approvisionnement en eau douce. Un résultat à double tranchant : sans traitement onéreux, l'eau est d'une qualité insuffisante ; à l'inverse, le traitement peut produire une qualité « trop bonne » pour certaines applications de faible technicité. Une autre solution, plus acceptable, réside dans un système distribué qui permettrait la récupération et la réutilisation (sans traitement) ou le recyclage (après traitement indispensable) de la totalité des eaux usées du site, protégeant ainsi les opérations les plus délicates du procédé qui nécessitent une eau de qualité spécifique. Ce principe, connu sous l'acronyme anglo-saxon DET (*Distributed Effluent Treatment*), aboutit à l'implantation « d'unités de récupération » en des points spécifiques de l'installation pour optimiser les usages de l'eau sans compromettre le bon fonctionnement du procédé → 3.

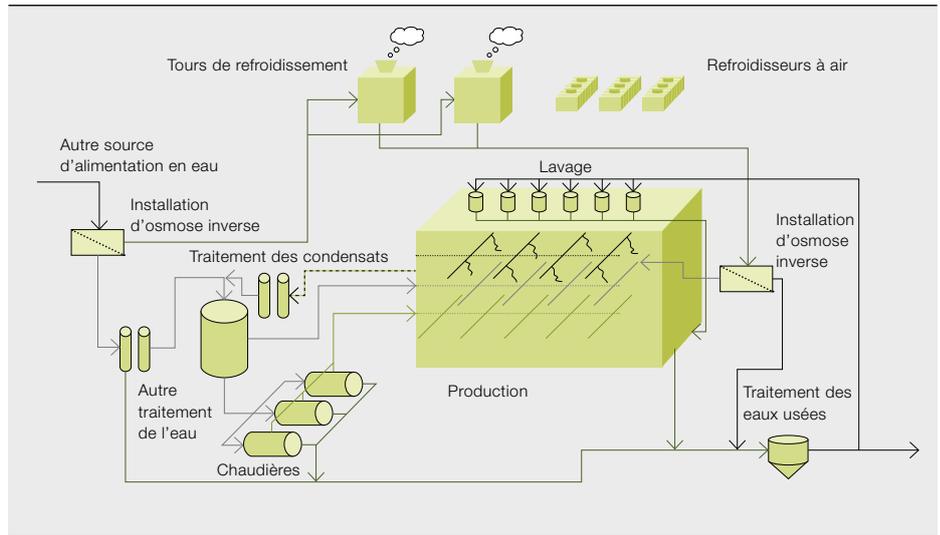
Comment parvenir à cette fin tout en conciliant les impératifs de coût, de consommation, d'exploitation et de respect de l'environnement ?

Traitements appropriés

Première approche : autant que possible, on réutilise l'eau sans la traiter pour des applications acceptant une qualité inférieure. Au besoin, elle subit un minimum de traitement pour l'adapter à son nouvel usage et, si possible, on récupère la matière première pour la réinjecter dans le procédé. Voici quelques exemples de technologies mises en œuvre :

- Unités de filtration ou hydrocyclones pour éliminer les matières en suspension ;

3 Circulation de l'eau dans une installation industrielle avec réutilisation/recyclage



- Charbon actif pour extraire les contaminants organiques et les oxydants (chlore, par exemple) ;
- Dispositifs de flottation haute performance pour retirer les huiles libres ;
- Filtration sur membrane (microfiltration et nanofiltration) des particules fines, matières colloïdales et micro-organismes ;
- Procédés membranaires (nanofiltration et osmose inverse) pour les sels en solution.

Instrumentation essentielle

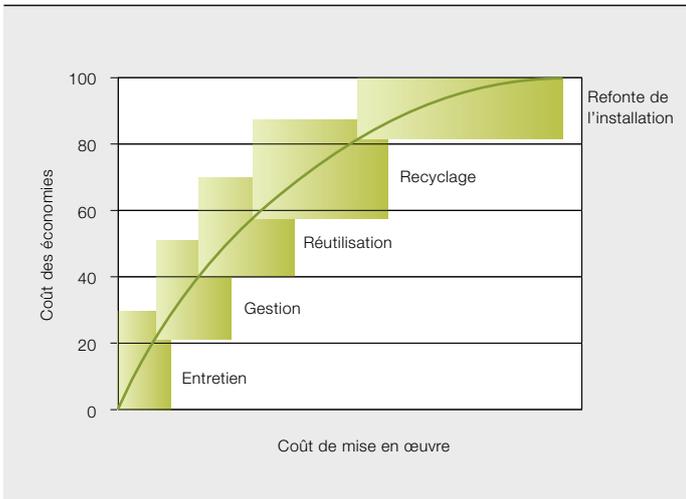
L'amélioration des pratiques de gestion de l'eau évite certes le rejet des polluants en les transférant dans un « processus récepteur » mais peut présenter des risques d'entartrage ou de corrosion ; elle impose donc un suivi précis et rigoureux de la démarche, au moyen de débitmètres et d'instruments en ligne, afin de mesurer les polluants critiques – pH, conductivité et température, carbone organique total, potentiel rédox et adénosine triphosphate (témoin de l'activité microbienne)-, de centraliser ces données et de les traiter pour une régulation en temps réel du procédé.

Méthodologie

Avant toute spécification d'équipement, il faut impérativement connaître le volume, la composition et la qualité de l'eau nécessaire à l'application en aval. Par ailleurs, la réutilisation et le recyclage modifieront inévitablement ces paramètres. Il convient donc de procéder de manière logique et progressive en partant de l'eau la plus « propre » pour aller progressivement vers l'eau la plus « sale », ce qui per-

Il faut des spécifications appropriées de même qu'un suivi précis et rigoureux de la démarche d'amélioration de la gestion de l'eau.

4 Toute stratégie de réutilisation/recyclage de l'eau doit être fondée sur une hiérarchisation logique des activités.



Activité	Économie potentielle
1. Établissement d'un bilan hydrique vérifiable	-
2. Entretien/réduction des pertes (programme d'élimination des fuites et des gaspillages)	20 à 30 %
3. Amélioration de la gestion des réseaux d'eau existants (eau du procédé et circuits d'énergie)	20 à 30 %
4. Réutilisation (applications acceptant une eau de qualité inférieure)	10 à 20 %
5. Recyclage après traitement (applications nécessitant une eau de qualité supérieure)	10 à 20 %
6. Refonte de l'installation pour éviter autant que possible l'usage d'eau (généralement réservée aux installations neuves)	10 à 20 %

En règle générale, un projet de réutilisation/recyclage n'a pas pour seul justificatif la réduction des coûts de consommation.

mettra de hiérarchiser les activités pour en déduire les économies réalisables → 4, sans perdre de vue la situation initiale.

La meilleure stratégie de recyclage et de préservation de l'eau conjugue une gestion efficace des systèmes existants, une réutilisation directe de l'eau industrielle dans les applications acceptant une eau de moindre qualité et l'introduction de techniques de recyclage appropriées.

La démarche doit s'appuyer sur une méthodologie rationnelle et cohérente, capable de prévoir l'impact des variations de la qualité de l'eau, en tout point du réseau. Il faut s'assurer que la baisse de consommation ne dégrade pas le procédé ou les circuits d'eau, du fait de la corrosion, de l'entartrage, de la prolifération microbienne ou de l'augmentation de la teneur en contaminants à l'état de traces, ce qui entraînerait la non-conformité des effluents aux normes de rejets ou des coûts de traitement prohibitifs.

Rentabilité

D'ordinaire, la viabilité des projets de réutilisation ou de recyclage ne se mesure pas seulement à l'aune de la réduction des coûts. D'autres facteurs entrent en ligne de compte :

- Augmentation de la quantité d'eau disponible en cas d'extension du site ;
- Réduction des coûts d'évacuation des eaux usées et possibilité de récupérer des produits et matières premières ;
- Respect des permis de rejets ;
- Simplification de la technologie de traitement des effluents ;
- Accroissement de la capacité de traitement des eaux usées afin

- d'augmenter les temps de séjour et d'améliorer la stabilité des opérations ;
- Diminution des investissements nécessaires à l'extension du site, grâce à la baisse des débits ;
- Amélioration de l'image de l'entreprise ;
- Renouvellement du permis d'exploitation, etc.

Des exemples concrets mettent en lumière les avantages de la réutilisation ou du recyclage.

De source sûre

De plus en plus de filières industrielles ont amélioré leurs usages de l'eau. Citons :

- les centrales électriques qui n'utilisent en appoint que des eaux usées ayant subi un traitement tertiaire ;
- les grands complexes industriels et chimiques uniquement alimentés par des eaux usées ayant subi un traitement tertiaire ;
- l'industrie papetière qui a divisé par plus de 20 sa consommation d'eau au cours des 30 dernières années ;
- la chimie fine (baisse de plus de 60 % de sa consommation) ;
- le secteur de la brasserie (baisse de plus de 30 %, grâce à une gestion plus efficace).

Plusieurs facteurs expliquent ces progrès : le risque de pénurie locale d'eau, la pression des concurrents du secteur soucieux de leur image d'industriels responsables et respectueux de l'environnement et, par-dessus tout, les avantages économiques.

Contributions d'ABB

ABB propose une large palette de produits, solutions et services pour améliorer



la gestion de l'eau: outils pointus de mesure et d'analyse pour améliorer le traitement de l'eau brute ou gérer efficacement et sûrement un réseau hydraulique, systèmes électriques et de contrôle-commande intégrés, unités d'ultrafiltration pour l'industrie papetière, contrats d'ingénierie, d'approvisionnement et de construction clé en main pour les grandes infrastructures pétrolières et gazières. Voyons quelques exemples très représentatifs de l'offre ABB.

1^{er} exemple : l'acier

Une aciérie envisageait d'accroître significativement sa production sur cinq ans. Comparée à ses concurrents, elle faisait déjà figure de « bon élève » dans l'usage efficace de l'eau. Pourtant, une étude préalable avait montré que la quantité d'eau disponible était insuffisante pour permettre la montée en charge de la production. À cela s'ajoutaient d'autres difficultés: obtention de nouveaux permis de prélèvement, limites physiques de prélèvement et absence de maîtrise de la consommation. Une étude fut alors menée par ABB pour répondre à trois grandes questions :

- Quelle quantité d'eau supplémentaire fallait-il pour atteindre le niveau de production visé ?
- Comment y parvenir au mieux, compte tenu du coût, du calendrier, des exigences de fiabilité et des chances de succès ?
- Quel niveau de production serait atteint avec ces mesures et comment accroître encore la production ?

Après avoir dressé un état des lieux du réseau hydraulique du site (approvisionne-

ment, distribution, utilisation, recyclage et rejet), ABB s'appuya sur les quelques données disponibles pour élaborer un modèle de « prédiction des usages » permettant d'évaluer les besoins en eau pour différents niveaux de production, en fonction des pratiques d'exploitation. Chaque composante du système fut analysée pour identifier les moyens d'honorer la demande en eau ou, à l'inverse, de réduire la consommation.

L'étude mit en évidence plusieurs solutions assez simples et peu coûteuses pour réaliser le premier objectif de production, notamment quelques petits travaux d'amélioration du contrôle-commande et d'élimination des goulots d'étranglement au niveau de l'alimentation et de la distribution d'eau.

Elle démontra également qu'une augmentation de plus de 30 % de la production nécessitait de gros investissements :

- soit pour augmenter la capacité actuelle des installations de pompage d'eau de rivière et d'alimentation du site, obligeant du coup à renégocier le permis de prélèvement ;
- soit pour développer une nouvelle source d'approvisionnement, plus importante.

Les améliorations ponctuelles, bien qu'indispensables pour soutenir la hausse de production, ne permettraient pas de couvrir de manière fiable l'accroissement des besoins en eau. L'étude révéla également que le niveau de production actuel ne pouvait être maintenu à long terme en raison du sous-dimensionnement des installations de pompage et de distribution existantes, ainsi que des variations saisonnières pesant sur la disponibilité et la qualité de l'eau, encore accentuées par la hausse de production.

2^e exemple : pétrole et eau huileuse

La production pétrolière extrait trois fois plus d'eau que de pétrole, et même jusqu'à douze fois lorsque le puits devient marginal. Cette « eau de production », souvent très saline, doit être traitée avant d'être réinjectée dans le sous-sol, rejetée au milieu naturel ou utilisée à des fins agricoles: un défi majeur pour le secteur gazier et pétrolier ! [4]

De 2000 à 2006, ABB a construit des installations de déshuilage d'eau sur trois sites différents en Afrique du Nord pour une grande compagnie pétrolière et gazière, avant d'être sélectionné en 2007 pour assurer à la fois l'exploitation et la maintenance globale de quatre installations de déshuilage d'eau, sur cinq ans.

ABB a pour cela élaboré une approche novatrice, objet de deux brevets, qui se démarque par des avantages notables :

Pour atteindre l'objectif de production, l'étude a identifié plusieurs solutions assez simples et peu coûteuses d'amélioration du contrôle-commande et d'élimination des goulots d'étranglement dans l'alimentation et la distribution.

- Elle peut s'adapter au traitement de l'eau huileuse, très saline ;
- Elle n'est pas sensible à la température ni au pH des eaux usées ;

- Elle traite toute la plage de débit (0 à 100 % du flux maximal entrant) ;
- Elle améliore l'efficacité énergétique en mettant à profit l'écoulement par gravité, qui minimise le nombre de pompes.

Peu encombrantes (35 m x 80 m) et facilement gérables par des opérateurs locaux, les installations utilisent des substances chimiques qui peuvent être entièrement produites sur site à partir de composants de base, disponibles et bon marché : un avantage décisif en plein désert ! Elles peuvent être montées et transportées sur châssis mobiles jusqu'au lieu d'installation et de mise en service [5].

Comparée aux technologies existantes de traitement de l'eau de production, la solution ABB s'est avérée plus performante, non seulement en termes techniques, mais également et surtout de coût, d'efficacité énergétique, d'encombrement, de rapidité d'installation et de facilité d'exploitation. En ce qui concerne

Concernant la teneur en hydrocarbures et la concentration de substances solides en suspension dans les effluents, le procédé a donné des résultats respectivement 7 et 55 fois supérieurs aux spécifications du client.

la teneur en hydrocarbures et la concentration de substances solides en suspension dans l'effluent, le procédé a donné des résultats respectivement 7 et 55 fois supérieurs aux spécifications du client. C'est là une nette amélioration par rapport aux autres méthodes utilisées actuellement et la promesse d'une conformité aux futures exigences réglementaires européennes.

Construction clé en main

L'expérience acquise par ABB dans le traitement de l'eau se retrouve dans les installations pétrolières et gazières d'El Merk, en Algérie → 5. Le consortium piloté par ABB, qui réunit l'Algérien Sarpi et l'Égyptien Petrojet, est chargé depuis

L'expérience acquise par ABB dans le traitement de l'eau s'illustre dans les installations pétrolières et gazières d'El Merk.

2009 des installations annexes. Ce chantier de 650 millions de dollars est l'un des plus importants contrats d'ingénierie, d'approvisionnement et de gestion de la construction jamais signés par ABB [6]. Le Groupe est responsable de la conception, de la fourniture, du transport, de la construction, de la mise en service et du démarrage de :

- dix stations collectrices ;
- six collecteurs de gaz ;
- tout le matériel pour 120 puits et du raccordement des 80 premiers devant être mis en production en 2012 ;
- 719 km de pipelines et des canalisations reliant tous les champs de production.

ABB fournit également les systèmes hydrauliques destinés à l'injection d'eau dans les puits, les conduites d'écoulement de la production, d'extraction au gaz, d'approvisionnement en eau et en eau de dilution, les lignes de distribution de condensats de pétrole et de gaz, les dessertes d'injection de gaz et d'eau, et les canalisations de transport. La fourniture ABB comprend d'autres équipements hydrauliques, dont une bonne vingtaine de pompes à eau et filtres ainsi que 210 km de conduites d'eau¹.

Le chantier mobilise quelque 6 000 travailleurs locaux et étrangers. Les premières livraisons de pétrole sont prévues pour mars 2012.

Bilan

Si la pénurie d'eau justifie la plupart des projets de gestion de l'eau industrielle,

certains secteurs ont déjà prouvé que la démarche pouvait aussi avoir des retombées économiques positives. Les progrès dans ce domaine ne sont pas seulement limités par la technologie mais freinés par la faiblesse relative du prix de l'eau (perçue à tort comme abondante) et la méconnaissance des gisements d'économie et de productivité.

Au demeurant, une méthodologie progressive, couplée à une fine analyse économique, permet de dégager des économies d'eau considérables et un retour sur investissement pour résister à la montée des exigences futures et conforter l'image d'entreprise « écoresponsable ».

ABB est d'ores et déjà un acteur important du marché et jouera un rôle moteur dans la mutation vers une utilisation durable et responsable de l'eau industrielle.

Nunzio Bonavita

Process Automation Division
ABB SpA
Gêne (Italie)
nunzio.bonavita@it.abb.com

Rob Terrell

Process Automation Division
ABB Ltd
Daresbury (Royaume-Uni)
rob.terrell@gb.abb.com

Note

- 1 Lire « Au pays de l'or noir : ABB construit des infrastructures pétrolières et gazières en plein désert », *Revue ABB*, 2/11, p. 20.

Bibliographie

- [1] UN Water Statistics, <http://www.unwater.org/statistics.html>
- [2] UNESCO, *Programme mondial des Nations unies pour l'évaluation des ressources en eau (WWAP)*, http://www.unesco.org/water/wwap/facts_figures/index.shtml
- [3] Conseil mondial des entreprises pour le développement durable (WBCSD), *Water, Energy and Climate Change*, mars 2009.
- [4] US Department of Energy (DOE), *A White Paper Describing Produced Water from Production of Crude Oil, Natural Gas, and Coal Bed Methane*, W-31-109-Eng-38, 2004.
- [5] « Clair comme de l'eau de roche : une solution de séparation huile/eau souple, compacte et efficace », *Revue ABB*, 2/11, p. 33.
- [6] Casati, S., « In the depths of the desert », *Industrial Plants*, mai 2011.



AquaMaster 3™

Télémesure et télérelève sur Internet pour mieux surveiller et gérer la consommation d'eau

RAY KEECH, BRIAN HAYES, TERRY MIZZI – La préservation des richesses naturelles est aujourd'hui capitale. L'eau douce est la plus vitale de ces ressources. S'il est impérieux de déployer les réseaux de distribution, il est tout aussi primordial de supprimer les fuites dans les infrastructures existantes. Or ces pertes, qui atteignent des pourcentages à deux chiffres, ont tendance à progresser. La majorité des canalisations étant enterrée et

difficile d'accès, la détection des fuites s'avère particulièrement difficile. Pour répondre à ce défi et aux exigences des clients du domaine de l'eau, ABB commercialise un tout nouveau débitmètre de sa gamme AquaMaster, qui transmet directement ses informations de débit et de pression sur Internet : un atout décisif dans la recherche et la gestion des fuites.

ravant, les distributeurs d'eau réservaient les appareils électromagnétiques à la mesure des gros débits, comme dans les collecteurs principaux; viser le domaine du comptage et de la facturation était déjà une révolution! Depuis, ABB vend plusieurs dizaines de milliers d'AquaMaster chaque année.

Aujourd'hui, les clients d'ABB ne veulent plus d'appareils se bornant à la seule mesure des débits; il faut intégrer cette information à leur système de gestion. C'est chose faite avec le dernier-né de la lignée, AquaMaster 3™.

Avantages chiffrés

Si les distributeurs d'eau se sont accommodés d'une incertitude de $\pm 2\%$ de la valeur mesurée, le débitmètre électromagnétique AquaMaster d'ABB leur offre maintenant $\pm 0,5\%$. Pour les conduites de diamètre supérieur à 100 mm (DN 100), le gain de précision dans la mesure et la facturation d'eau rentabilise le compteur en moins d'un mois. Remplacez, par exemple, un débitmètre mécanique DN 150 d'une précision de $\pm 2\%$ par AquaMaster et ce sont près de 3500€ de plus dans l'escarcelle de l'exploitant! Résultat: de nombreux clients se tournent vers AquaMaster, même pour les petits diamètres (DN 40).

Autre source d'économies et de recettes: un débitmètre électromagnétique peut mesurer les débits minimaux et maximaux. AquaMaster est ainsi capable de mesurer correctement les débits nocturnes minimaux, jusque-là impossibles à enregistrer, portant à 6500€ le potentiel de revenus supplémentaires.

Outre ce gain de précision, AquaMaster possède bien des avantages inhérents à la mesure électromagnétique:

- Basé sur l'effet Faraday, il n'a aucune pièce mobile et ne nécessite pas d'entretien périodique;
- Sa maintenance ou son remplacement n'oblige pas à l'isoler avec des vannes, ce qui diminue le coût d'installation;
- La possibilité de l'immerger dans l'eau ou de l'enterrer sous un axe routier, sans installer de regard ou

de chambre de mesure, réduit encore son coût global;

- En l'absence d'éléments mobiles, sa précision ne se dégrade pas, contrairement à celle d'un débitmètre mécanique;
- Sa dynamique de mesure de 1000:1, certifiée ISO et conforme à la directive européenne MID (*Measurement Instrument Directive*), garantit la précision des relevés, quel que soit le débit;
- Son nouveau profil hydraulique diminue nettement sa sensibilité aux perturbations de l'écoulement amont ou aval, même à proximité d'un coude ou d'une vanne.

Pression ou puissance, pourquoi choisir?

AquaMaster 3 intègre une palette d'options intéressantes comme, par exemple, la mesure de pression, qui est souvent couplée à la débitmétrie. Il offre également une grande souplesse en matière d'alimentation électrique, puisqu'il peut utiliser des sources d'énergie renouvelables (solaire, éolien) tout en continuant à fonctionner sur piles ou sur secteur. Ses données sont sauvegardées pendant 21 jours.

Enregistrement

La consignation des données étant une autre fonction souvent demandée, AquaMaster peut enregistrer ses mesures de débit et de pression toutes les 15 minu-

La consommation d'eau a été multipliée par six en un siècle, une progression plus de deux fois supérieure à celle de la croissance démographique! De plus en plus souvent, les ressources limitées en eau douce sont un frein majeur à un développement économique pérenne. Pire, leur disponibilité par habitant, déjà insuffisante, est en baisse. Un constat alarmant qui pointe du doigt les 10 à 20% de pertes dont souffrent de nombreux réseaux de distribution.

Avec ses caractéristiques et fonctionnalités de pointe, uniques sur le marché de la préservation et de la distribution de l'eau, le débitmètre AquaMaster d'ABB aide beaucoup les entreprises du secteur à traquer les fuites.

Beaucoup d'eau a coulé sous les ponts depuis le tout premier AquaMaster, conçu en 1999 pour appliquer le principe électromagnétique à un marché dominé par les débitmètres mécaniques. Aupa-

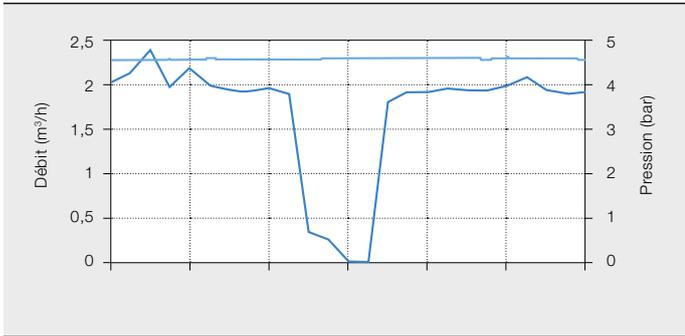
Photo ci-contre

Chaque goutte d'eau perdue est une goutte de trop. Encore faut-il pouvoir détecter une fuite dans un réseau de canalisations en grande partie souterrain et éloigné de tout! C'est chose faite avec le nouvel AquaMaster 3 d'ABB.

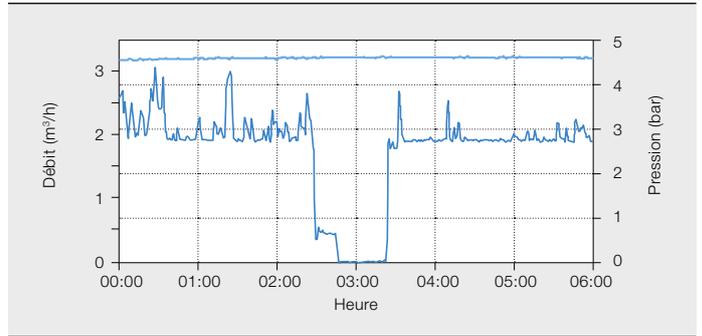
Durant le XX^e siècle, la population sur Terre s'est multipliée par trois et la consommation d'eau par six!

tes. La liaison numérique entre débitmètre et enregistreur garantit une vitesse de rafraîchissement élevée, impossible avec les solutions traditionnelles. Cet avantage est crucial: avec un enregistreur externe classique, les impulsions sont acquises pendant tout l'intervalle d'enregistrement mais, à cause des limitations en fréquences hautes du débitmètre, seul un nombre restreint d'impulsions est comptabilisé dans cet intervalle. Ainsi, dans le cas d'un débitmètre à grande dynamique de mesure, il n'est pas rare que les erreurs de mesure ou de « quantification » approchent ou dépassent $\pm 10\%$. La liaison numé-

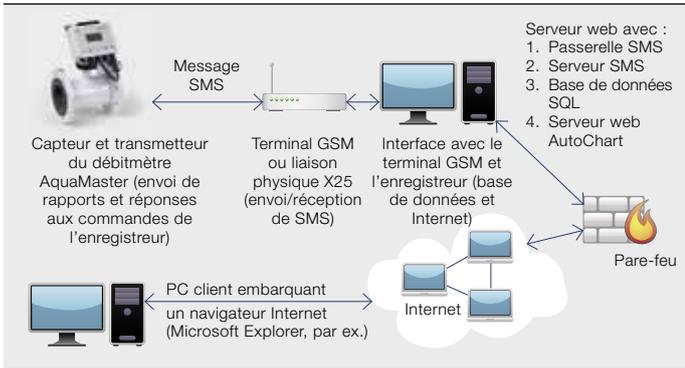
1 Détection de fuites par sectorisation à intervalles de 15 min



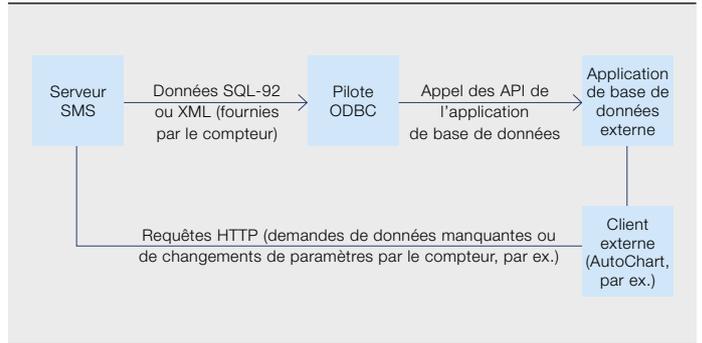
2 Détection de fuites par sectorisation à intervalles de 1 min



3 Transmission des données AquaMaster sur Internet



4 Transfert de données SMS de l'AquaMaster vers une base de données ou un client



rique d'AquaMaster avec l'enregistreur ramène ces erreurs à des niveaux négligeables. L'appareil creuse encore l'écart avec un enregistrement ultrarapide à très haute résolution (toutes les 15 secondes), sur un second canal d'acquisition : une fonctionnalité très appréciée pour détecter les transitoires lors de la recherche de fuites par sectorisation du réseau.

Cherchez la fuite

Le découpage du réseau de distribution en secteurs ou « sectorisation » est une méthode très répandue de localisation et de quantification des pertes d'eau par fermeture des vannes du secteur et limitrophes, et utilisation d'un compteur d'eau unique. La fermeture d'une vanne isole en effet un tronçon particulier du secteur, toute chute de débit révélant une fuite à cet endroit.

La comparaison des données collectées toutes les 15 minutes → 1 et celles acquises toutes les minutes sur le deuxième canal, avec plus de détails, → 2 met en évidence les avantages d'AquaMaster 3.

Pour cette recherche, on ferme une première vanne de secteur à 2 h 30, puis une deuxième vers 2 h 40. Grâce à l'enre-

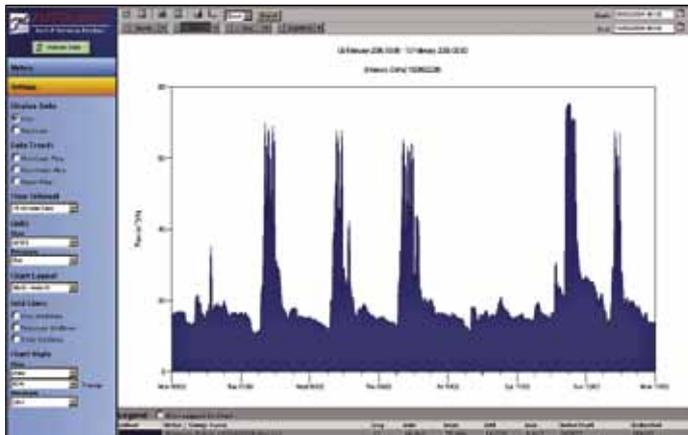
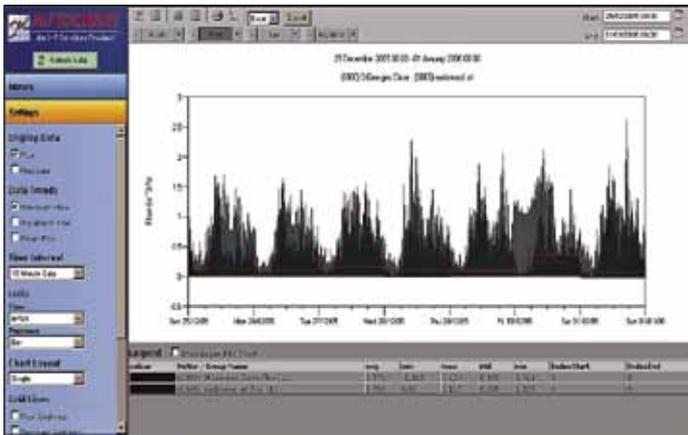
gistement à la minute, la brusque baisse du débit signale clairement une fuite importante dans un secteur et une fuite mineure dans l'autre. Dans les deux cas, la perte est considérable, avoisinant 2 m³/h.

Avec AquaMaster 3, la recherche de fuite par sectorisation est beaucoup plus simple, rapide et économique. Plus besoin de personnel spécialisé ni d'enregistreur externe, il suffit de fermer une vanne à des instants prédéfinis. L'opération ne durant que quelques minutes, les désagréments liés à une coupure d'eau sont considérablement réduits. On peut ensuite télécharger et analyser les enregistrements haute résolution pour déterminer l'origine de la fuite. La radiotransmission des mesures par SMS, dernière innovation d'AquaMaster 3, améliore grandement la recherche par sectorisation.

Radio-relève

Traditionnellement, l'enregistreur étant externe au débitmètre, il faut dépêcher un agent sur place pour récupérer ses données, quand ce n'est pas l'enregistreur complet. La télérelève par liaison radio supplante de plus en plus cette pratique. Les AquaMaster 3 sont équipés d'un transmetteur GSM capable d'envoyer et de recevoir des SMS. Les

Les clients veulent intégrer les mesures de débit à leur système d'information.



Le gain de précision dans la mesure et la facturation de l'eau rentabilise le débitmètre en moins d'un mois.

informations de débit et de pression, ainsi que les alarmes de défaut ou d'utilisation frauduleuse sont automatiquement rapatriées, généralement une fois par jour pour économiser l'énergie des appareils alimentés par piles ou par une source d'énergie renouvelable.

AquaMaster 3 répond également aux SMS de reconfiguration ou de scrutation qu'il reçoit, par exemple, et stocke jusqu'à trois mois de données.

Rapatriement

Mesurer et enregistrer les valeurs de débit et de pression, c'est bien; les transférer vers un ordinateur, un système d'information ou un système de gestion des fuites, c'est encore mieux! En consultant de grands comptes du monde entier, ABB a pu distinguer deux groupes d'utilisateurs aux besoins différents:

- Les clients possédant une infrastructure et un système établi de gestion de l'eau;
- Les nouveaux utilisateurs ayant des besoins de mesure sans pour autant posséder les moyens matériels et logiciels pour les traiter.

Pour satisfaire ces deux groupes, ABB a conçu une solution de report des télémesures par SMS vers pratiquement toutes les grandes bases de données du marché, à l'aide de méthodes de programmation industrielles. Un serveur ABB (*SMS Logger Server*) envoie directement ces données aux bases Oracle, SQL Server, MS Access, etc., répondant ainsi aux attentes du premier groupe d'utilisateurs.

Le second a deux possibilités:

- Installer facilement n'importe quelle base prise en charge et exploiter le serveur ABB, couplé à un logiciel

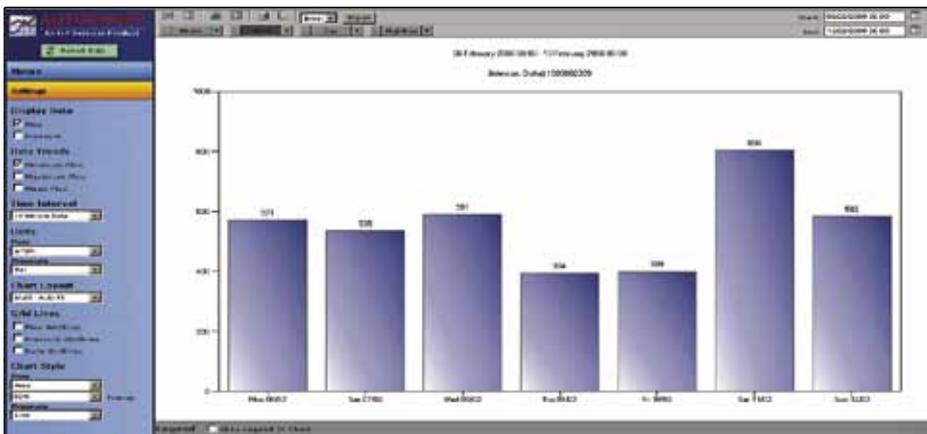
tiers, pour gérer et afficher le flux de données;

- Utiliser cette solution avec un serveur web pour visualiser les données sur Internet.

ZeeChart est un système ABB d'affichage sur le Web qui permet d'analyser facilement et rapidement les données des capteurs de débit et de pression. La figure → 3 schématise son utilisation pour traiter les SMS d'un AquaMaster compatible Internet: les messages arrivent soit sur un moteur d'envoi et de réception connecté à un PC via une passerelle ABB dédiée, soit, en cas de nombre important d'AquaMaster, sur une liaison X25 fournie par l'opérateur SMS.

Chiffrement

La sécurité est capitale dans certaines applications. Pour les protéger du risque d'écoute frauduleuse, les données AquaMaster SMS sont chiffrées par un système à bi-clé privée/publique dont l'algorithme est réputé incassable. Chaque AquaMaster au monde possède un mot de passe généré par hachage, à usage unique, protégeant ainsi la première clé de chiffrement. Les SMS reçus sont ensuite décodés par une bibliothèque ABB de liens dynamiques DLL Windows, la seconde clé de déchiffrement (secrète) étant fournie par l'application sécurisée *SMS Logger Server* d'ABB. Cette méthode garantit aux clients la totale confidentialité des données transmises par leurs débitmètres AquaMaster SMS.



Peuplement de la base de données

La figure → 4 illustre le traitement par le serveur ABB de tous les messages entrants et sortants du débitmètre AquaMaster SMS pour alimenter une base de données. Par souci d'universalité, le serveur exécute des requêtes SQL-92, standard reconnu par la quasi-totalité des bases de données existantes, et prend aussi en charge le format XML pour les bases de données plus récentes, indépendantes de la plate-forme. La connexion avec la base s'appuie sur le standard industriel ODBC (*Open DataBase Connectivity*). Les demandes adressées par le client aux débitmètres sont des requêtes HTTP. Il est donc très facile d'envoyer des données AquaMaster à n'importe quelle base de données.

Auto-configuration

Les concepteurs ont eu pour principal objectif de simplifier au maximum le paramétrage du système. Résultat : une procédure de configuration automatique permet à un nombre illimité de débit-

Télémesure sur Internet

Ce chapitre décrit un cas de transmission des mesures au client sur Internet.

Pour cela, un serveur web est ajouté au logiciel ZeeChart. La solution utilise une base SQL Server combinée à l'application *SMS Logger Server* d'ABB. L'information sur Internet est donc accessible à n'importe quel utilisateur enregistré dans le monde. Aucun logiciel spécial n'est requis sur le PC client, une connexion internet et un navigateur suffisent. ZeeChart récupère les données des débitmètres AquaMaster du client, soit individuelles, soit groupées, sous forme de tableaux ou de graphiques de consommation faciles d'emploi. L'écran en → 5 trace le profil d'écoulement diurne de deux AquaMaster. Une anomalie de consommation, le vendredi 30 décembre, alerte le client.

L'accès internet permet au distributeur mais aussi au client de suivre en ligne les profils de consommation et la facturation. Cette stratégie ouvre de grandes

perspectives à la gestion de l'eau et à la détection de fuites. Un utilisateur a récemment décelé un débit d'eau anormal, dû au fonctionnement continu de la

Le débitmètre AquaMaster 3 SMS possède une fonctionnalité inédite : l'envoi par SMS des index de compteur, qui sont affichés dans ZeeChart avec les courbes de consommation et les relevés journaliers → 7. En associant AquaMaster 3 SMS et ZeeChart, ABB peut à présent offrir à ses clients, automatiquement sur Internet, l'équivalent d'une relève manuelle quotidienne des index de compteur par le service de l'eau.

Un clic d'avance

Lors de leur commercialisation en 2001, les premiers débitmètres AquaMaster étaient déjà révolutionnaires. Dix ans plus tard, ABB franchit un nouveau cap avec une solution complète de télémesure et de radio-relève convenant aussi bien aux systèmes d'information client existants qu'aux nouvelles installations.

Pour conserver son *leadership*, ABB devra toutefois rester à l'écoute de ses clients et poursuivre sa dynamique d'innovation qui a déjà tant profité à l'offre AquaMaster.

Relier les données collectées au système de gestion des fuites du client est un réel plus.

mètres AquaMaster SMS de se connecter au serveur ABB. Le client n'a qu'à saisir le numéro de téléphone du serveur dans AquaMaster SMS, qui lui renverra automatiquement ses relevés quotidiens. Sur les gros systèmes comptant plusieurs milliers d'AquaMaster, les gains de temps et d'argent sont considérables.

chasse d'eau automatique. L'installation de simples détecteurs de mouvement pour contrôler le déclenchement de la chasse a fait chuter la consommation de plus de 30 %. La figure → 6 présente un exemple similaire, dans un hôtel.

Ray Keech

Terry Mizzi

ABB Measurement Products

Stonehouse (Royaume-Uni)

ray.keech@gb.abb.com

terry.mizzi@gb.abb.com

Brian Hayes

ABB Measurement Products

Warminster (Pennsylvanie, États-Unis)

brian.hayes@us.abb.com





Des fuites au compte-gouttes

Les procédés ABB améliorent la performance des réseaux de distribution d'eau

FREDERIK BLANK, MARKUS GAUDER – L'eau potable est précieuse et rare, inégalement répartie à la surface du globe. Pour subvenir aux besoins d'une démographie mondiale galopante, sa consommation est appelée à croître de 50 % d'ici à 2025 dans les pays en développement et de 18 % dans les pays développés, selon le rapport GEO-4 (*Global Environment Outlook*) du Programme des Nations unies pour l'Environnement. La parade à la menace de pénurie, aggravée par le changement climatique, repose en partie sur l'exploitation de nouvelles sources, l'amélioration du traitement et l'allongement des distances de transport. Une autre solution consiste à remédier aux importantes pertes se produisant dans les réseaux de transport et de distribution ; évaluées par la Banque mondiale à 32 milliards de mètres cubes en 2006, elles peuvent atteindre 50 % dans certaines régions du monde, notamment au niveau de la distribution. Réduire ces pertes, c'est éviter le gaspillage mais aussi économiser l'énergie : chaque goutte perdue augmente l'énergie investie dans le traitement et le transport, et par conséquent, le coût de la pollution par le CO₂. Pour cela, ABB a mis au point une solution de gestion intégrée de l'eau qui agit sur plusieurs fronts : favoriser la maintenance en facilitant le repérage des fuites, limiter les volumes gaspillés en optimisant la pression des pompes, économiser l'énergie et réduire les dépenses par des programmes de pompage.

Les fuites dans les réseaux de distribution d'eau ont des origines multiples : au vieillissement des canalisations s'ajoutent les surpressions qui non seulement accentuent les pertes sur les tronçons endommagés du réseau mais occasionnent aussi des fuites supplémentaires.

Ces réseaux sont souvent exploités à des pressions inutilement élevées pour desservir des lieux difficiles d'accès, en altitude par exemple. Les pompes ne fonctionnent pas à leur point optimal, ce

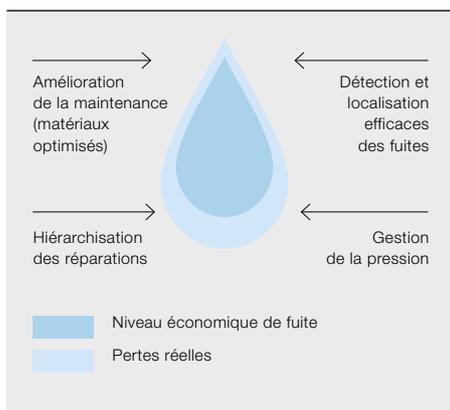
qui accroît leur consommation énergétique, en pure perte, et les émissions de CO₂. Aussi la distribution d'eau doit-elle mieux gérer :

- les fuites ;
- la pression ;
- l'énergie.

Photo ci-contre

Préserver durablement les richesses de la planète en eau, comme aux portes du désert à Dubaï, c'est aussi lutter contre les fuites et le gaspillage d'énergie.

1 Composantes d'une stratégie globale de gestion des fuites



Gestion des fuites

Une stratégie complète de gestion des fuites doit en général prendre en compte différents aspects : quand la gestion *active* cherche à minimiser à la fois l'apparition de nouveaux dommages et les fuites existantes par une régulation optimisée de la pression, la gestion *passive* détecte et localise en amont les nouvelles fuites, facilitant la planification de la maintenance. Cette dernière se concentre donc davantage sur les fuites relativement faibles et masquées que sur les ruptures de canalisations qui peuvent être rapidement identifiées et localisées en raison de leurs retombées évidentes. On estime à seulement 10 % les pertes d'eau causées par la rupture de grosses canalisations dans les réseaux sous surveillance, l'essentiel des pertes étant dû aux nombreuses petites fuites difficilement détectables.

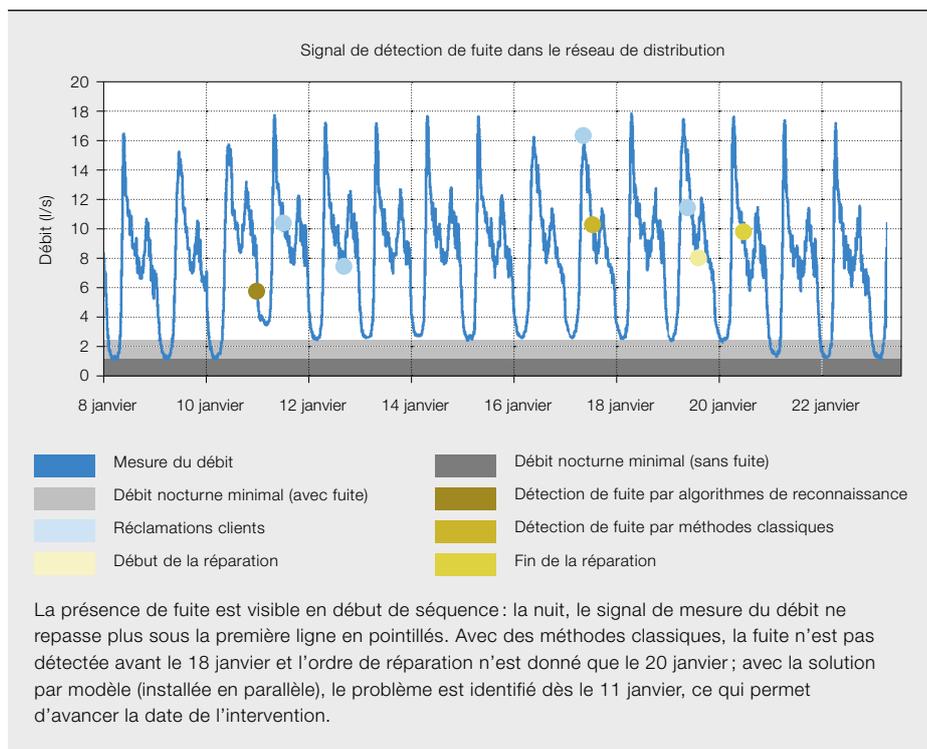
Ramener ces pertes réelles à un niveau économique acceptable (encore appelé

Les suppressions ont pour effet d'accroître les pertes d'eau à l'endroit de la dégradation et de multiplier les fuites.

« niveau économique de fuite ») impose des mesures ciblées et coordonnées dans quatre domaines d'action → 1 :

- 1) Détection et localisation des fuites ;
- 2) Gestion de la pression ;
- 3) Amélioration de la maintenance du réseau (par l'emploi de matériaux optimisés, par exemple) ;
- 4) Recensement et exécution des réparations par ordre de priorité.

2 Séquence de détection de fuite



Si la suppression totale des pertes n'est pas réalisable d'un point de vue pratique et, surtout, économique, il faut à *minima* les réduire à un niveau économiquement acceptable.

La détection et l'évaluation des fuites, tout comme la régulation de la pression, se font par secteurs, selon le principe de « sectorisation » des réseaux de distribution.

Une démarche ABB s'appuie sur une analyse en continu des mesures de débit et de pression. Des techniques de reconnaissance, des méthodes de neuro-

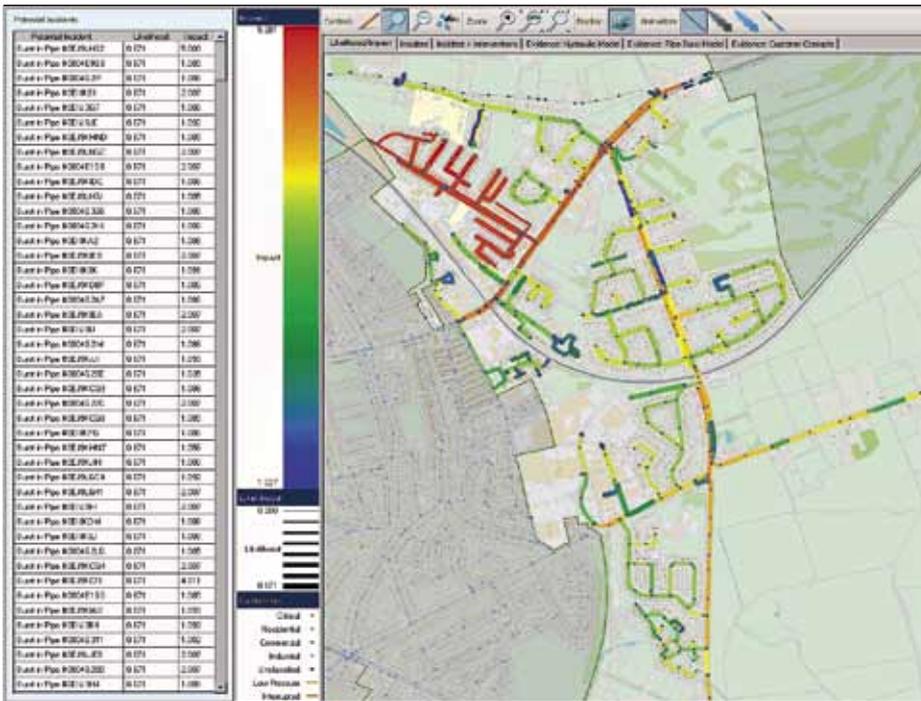
fou et statistiques permettent d'élaborer des modèles qui prédisent les valeurs que peuvent prendre les signaux suite à une action sur le réseau (régulation de vannes, pompage, etc.). Tout écart de mesure (ou séquence de valeurs sur une plus longue période) par rapport à ces prédictions déclenche l'alerte. La solution s'adapte régulièrement aux modifications de fonctionnement du réseau par autoapprentissage.

D'autres données mises à la disposition du système, comme les informations de maintenance, les réclamations des clients (appels téléphoniques, par exemple) et les bulletins météo peuvent compléter l'analyse. Leur prise en compte permet de réduire le taux de détection d'erreurs et de mieux baliser la zone géographique à parcourir pour trouver le segment endommagé. Sur place, on peut alors utiliser des dispositifs de détection de fuites appropriés (capteurs acoustiques, par exemple) pour cibler et améliorer la recherche.

La démarche permet de repérer très vite les dérives et de planifier la maintenance de manière proactive : en somme, les problèmes peuvent être réglés avant même que les usagers n'en pâtissent, et cela, sans modélisation poussée du réseau, ni hypothèses de configuration. Le système fonctionne automatiquement et se forme lui-même en permanence → 2.

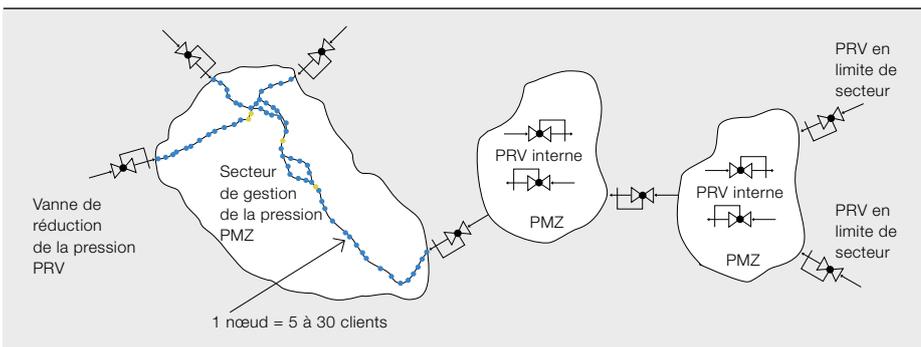
À partir des modèles hydrauliques du réseau, d'une analyse des arbres de défaillance, des mesures actuelles et des historiques corrélés, on peut calculer un indicateur de risques pour chaque tronçon de canalisation. Cette valeur indique la probabilité de fuite identifiée sur un segment donné et en évalue l'impact potentiel sur la desserte. Elle permet

3 Système d'aide à la décision affichant une carte des risques de fuites et de leur impact.



Repérage par codes couleur et différentes épaisseurs de trait
Source : université d'Exeter (Royaume-Uni)

4 Secteurs de gestion en cascade et régulateurs de pression correspondants



La sectorisation du réseau de distribution se caractérise par une multitude de points d'entrée et de sortie autorisant une régulation systématique de la pression par secteur.

d'affiner la localisation de la fuite et de hiérarchiser les opérations de maintenance → 3.

Gestion de la pression

Les différents secteurs de gestion de la pression, évoqués plus haut, sont habituellement régulés à l'aide de pompes ou de vannes → 4. La solution ABB utilise un modèle hydraulique des secteurs à optimiser et une prédiction de la consommation en divers nœuds du réseau. Des méthodes d'optimisation mathématique permettent de calculer la pression optimale au niveau de vannes et pompes de référence, sur un horizon temporel donné (24 heures suivantes, par exemple).

Les exigences opérationnelles (garantir la pression minimale requise au plus haut point du secteur de gestion, par exemple) sont prises en compte par la formulation de contraintes mathématiques, puis les valeurs de consigne sont implantées dans chaque actionneur (pompe ou vanne).

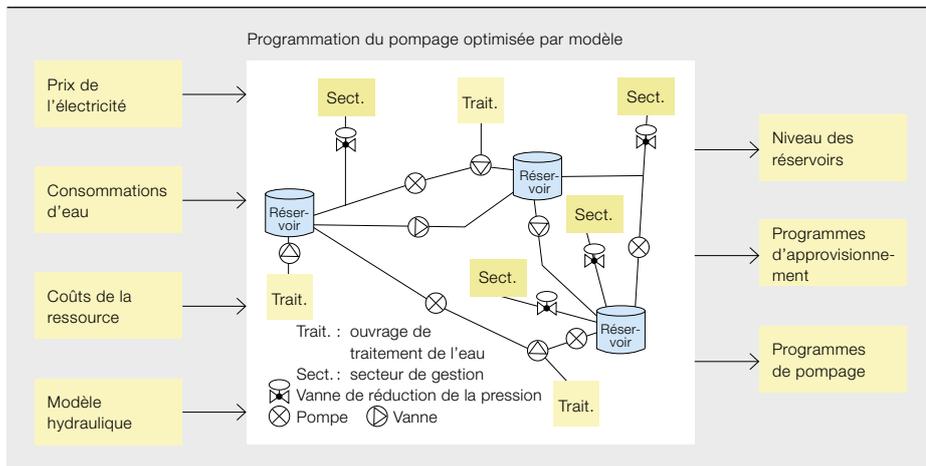
La précédente génération de systèmes de gestion de la pression est bâtie sur une simple commande locale des dispositifs de réglage, moyennant des méthodes prédéfinies qui peuvent varier sur 24 h ou en fonction du débit. Si les courbes de consommation évoluent très peu d'un jour à l'autre, les programmes de réglage horaire ou de débit, configurés dans la vanne, restent valables pour

5 Part du poste énergie dans les coûts de fonctionnement

Procédé	Part de l'énergie
Pompage	Jusqu'à 60 %
Dessalement	Jusqu'à 40 %
Traitement de l'eau	Jusqu'à 45 %
Eaux usées	Jusqu'à 50 %

L'énergie représente 40 à 60 % du budget de fonctionnement d'une entreprise industrielle sur 20 ans, l'essentiel étant absorbé par les pompes.

6 Représentation schématique des entrées-sorties d'une solution de gestion d'énergie



l'horizon temporel fixé à 24 h. Précisons au passage que ce mode de régulation convient surtout aux secteurs de gestion de la pression ne comptant qu'une arrivée.

La situation est différente quand les consommations varient d'un jour à l'autre, avec de multiples actionneurs participant au contrôle de la pression au sein du secteur ou en présence de fortes interactions avec d'autres secteurs. Les consignes de pression doivent être adaptées à chaque cas. La régulation agit alors à deux niveaux : parallèlement à la commande locale, il faut produire, pour chaque actionneur, une consigne de rang plus élevé pour définir les valeurs de pression optimales. Outre la réduction des pertes d'eau dues aux fuites, cette stratégie évite les coups de bélier et les oscillations dans le réseau. La régulation de rang supérieur se fonde sur des modèles de simulation appropriés, les prédictions de consommation et les données temps réel fournies par le système de contrôle-commande.

Intégrée au contrôle-commande, elle a accès à ses fonctions et bases de données, ce qui permet de transférer directement le résultat de la régulation aux actionneurs raccordés et de le visualiser sur des courbes de tendance ou dans le système d'information géographique (SIG) embarqué. De plus, les consignes de pression peuvent être générées en temps réel, suivant l'état du système.

Gestion de l'énergie

L'énergie représente 40 à 60 % d'un budget de fonctionnement (sur 20 ans), l'essentiel étant absorbé par les pompes. C'est donc sur ce poste que la solution d'optimisation ABB s'efforce d'économiser → 5.

En entrée, elle utilise le modèle hydraulique du réseau de distribution, les caractéristiques des pompes (courbes de rendement), les consommations d'eau actuelles et prédites (sur 24 h) ainsi que les prix de l'énergie → 6. Ces paramètres permettent de créer un programme de pompage qui contient des informations

Les programmes de pompage, dérivés de calculs cycliques, sont continuellement mis à jour dans le système de gestion de l'information.

détaillées sur un horizon temporel futur en précisant la pompe à faire tourner, à quel moment, ainsi que ses points de fonctionnement. L'optimisation définit non seulement le cycle de marche/arrêt des pompes mais aussi leurs vitesses, quand elles sont commandées en vitesse variable, le but étant de les faire tourner au plus près de leur rendement énergétique maximal. Dans le même temps, le remplissage des réservoirs n'est plus

asservi à la mise en marche d'une pompe lorsque leur niveau est trop bas mais à un algorithme qui tient compte de toute la durée d'optimisation (24 h, par exemple) et déclenche l'opération quand l'électricité est moins chère.

Ces programmes de pompage, dérivés de calculs cycliques, sont continuellement mis à jour dans le système de gestion de l'information. L'intégration de la solution dans l'environnement de contrôle-commande autorise la mise en œuvre directe et immédiate des programmes générés, une fois visualisés les résultats sous forme de tendances, par exemple.

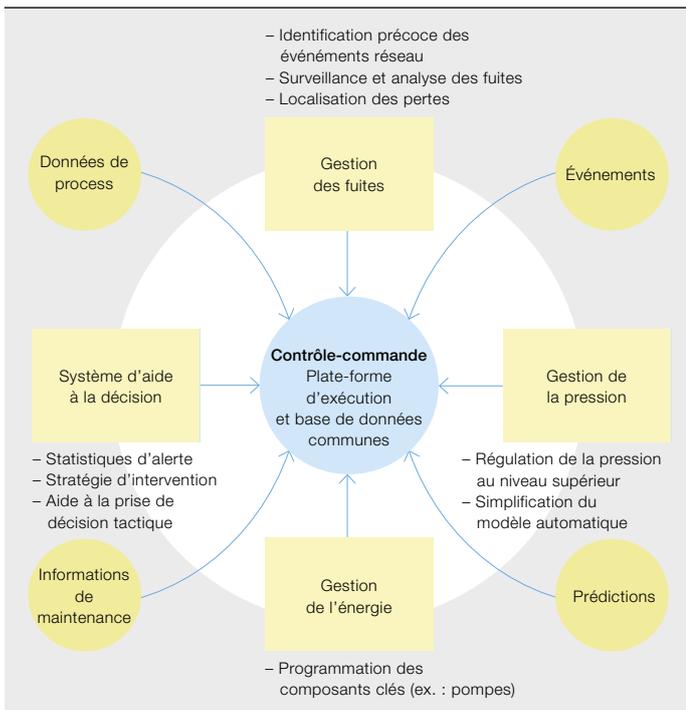
Un rouage essentiel de la solution est le temps de calcul nécessaire à l'optimisation des programmes de pompage. Pour le réduire et garantir l'obtention des résultats dans un délai raisonnable, ABB a développé un modèle simplifié qui ne retient que l'essentiel du modèle hydraulique sans compromettre la précision ni fausser les résultats de l'optimisation. Quand d'autres solutions du marché requièrent des modèles spéciaux qu'il faut adapter à l'architecture évolutive du réseau, le modèle simplifié d'ABB traite automatiquement des modèles de simulation hydraulique qui peuvent être modifiés, ajustés et directement étalonnés par l'opérateur.

Approche intégrée

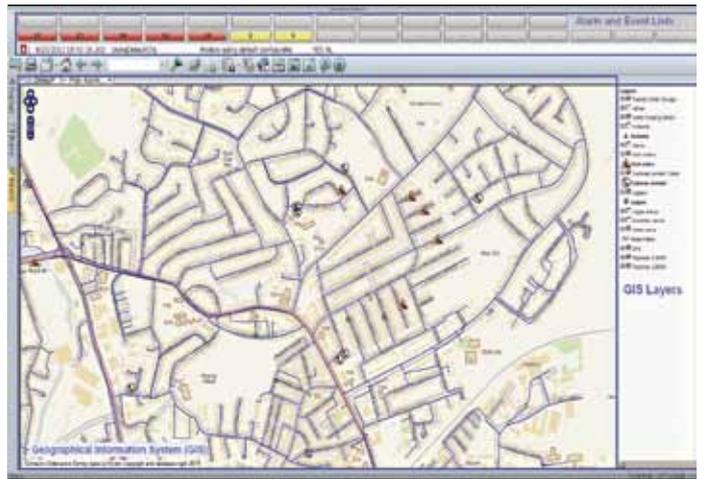
Des applications de ce type existent déjà et sont utilisées sous diverses formes par les distributeurs d'eau. Néanmoins, ces solutions logicielles et leurs systèmes d'information ont pour la plupart évolué en composants partiellement incompatibles et non totalement intégrés, empêchant d'optimiser les flux de données et d'informations. Or la gestion des fuites, de la pression et de l'énergie constitue des thématiques intimement liées et interdépendantes qui s'appuient en partie sur les mêmes données.

L'intégration de ces modules et applications complémentaires dans l'environnement utilisateur de contrôle-commande permet de gagner en efficacité. C'est pourquoi ABB prend le parti d'un système de gestion de l'eau intégré et modulaire, fédérant les solutions décrites plus haut → 7.

7 Exemple de mise en œuvre de la démarche ABB de gestion intégrée de l'eau



8 Le système d'information géographique est totalement intégré au contrôle-commande d'ABB.



Ce système se caractérise par une vue globale, quasiment temps réel, du réseau, une assistance à l'exploitation basée sur un SIG et le recouplement des différentes applications au moyen d'une base de données commune. Toutes les informations, techniques ou commerciales, peuvent être récupérées et traitées en contexte pour dresser un état des lieux du réseau.

Visualisation

En fonction des objectifs, on peut avoir besoin d'une représentation cartographique des données et informations pertinentes. À côté des affichages de type

d'eau qui les utilisent, entre autres, à des fins de planification et de gestion du réseau. Ils permettent d'accéder aux fonctions du contrôle-commande selon une approche objet et contextuelle, et de les enrichir de leurs fonctionnalités propres (zoom, panoramique, désencadrement de l'image), tout en panachant données spatiales et temporelles sur une même vue → 8.

Solution intégrale

Les applications à valeur ajoutée de cet article renforcent l'exploitation efficace et durable des réseaux de distribution d'eau. La simulation et l'optimisation en temps réel facilitent la gestion des réseaux à topologies complexes. La régulation de la pression et la programmation du pompage en sont deux exemples majeurs. L'emploi de techniques empruntées, par exemple, à l'analyse statistique du

tion d'un SIG dans l'environnement de contrôle-commande permet de représenter des données spatio-temporelles (données de production, alarmes ou résultats de la simulation), en temps réel, pour obtenir un instantané précis de l'état du réseau. Autant d'atouts qui s'inscrivent dans une démarche de déploiement de réseaux de distribution d'eau performants et durables.

ABB a développé un modèle simplifié qui ne retient que l'essentiel du modèle hydraulique sans dégrader la précision ni fausser les résultats de l'optimisation.

graphiques de procédé, fournis d'office par les systèmes de contrôle-commande, l'intégration d'un SIG dans l'environnement de contrôle-commande est un « plus » considérable. Les SIG font partie de la panoplie courante des distributeurs

signal, autorise l'identification précoce des changements dans l'exploitation du réseau et facilite l'intervention avant même que les usagers ne subissent une baisse de pression ou même une coupure d'eau. En matière d'affichage, l'intégra-

Frederik Blank

Markus Gauder

ABB Power Systems

Mannheim (Allemagne)

frederik.blank@de.abb.com

markus.gauder@de.abb.com

Symphony™ Plus

L'automatisation globale et intégrée des secteurs de l'énergie et de l'eau

MARK BITTO – La toute nouvelle plate-forme de contrôle-commande Symphony™ Plus hérite du succès de la gamme Symphony pour se consacrer aux besoins présents et futurs de la production d'énergie et d'eau.



Apparue en 1980, l'offre Symphony n'a cessé d'évoluer au fil des ans. Grâce à notre politique d'«Évolution sans obsolescence», chaque génération de produits progresse tout au long de son cycle de vie en prenant appui sur ses prédécesseurs et en s'enrichissant de nouveautés fonctionnelles et technologiques qui améliorent les performances du site tout en pérennisant les investissements industriels.

Cette stratégie de progrès ABB se concrétise par un parc installé de plus de 6 000 systèmes qui font de Symphony l'une des premières plates-formes d'automatisation au monde. Symphony Plus lui apporte aujourd'hui davantage de simplicité, d'évolutivité, d'intégration et de sécurité → 1.

Maximiser la performance

Symphony Plus met en adéquation vos exigences industrielles (disponibilité des équipements, fiabilité opérationnelle, performance de la production, etc.) et les objectifs stratégiques de l'entreprise

(pérennité des actifs, réduction des émissions carbonées, conformité réglementaire, etc.). Les industriels ont ainsi toutes les cartes en main → 2 pour s'assurer une croissance rentable et durable. Points forts de la solution :

Architecture ouverte et intégrée

Symphony Plus fournit une vue complète du site en intégrant les données de ses différents espaces et lots techniques : commande de turbine, installation électrique, télégestion. Cette ouverture rassemble et synthétise en continu les données de production pour améliorer la réponse de l'opérateur aux changements, optimisant ainsi la sécurité et la disponibilité de l'outil industriel.

De l'information à l'action

L'information est la clé de la performance et de la prospérité d'une entreprise. C'est pourquoi les historiques, informations *process* et données sur l'activité sont rapatriés de toute l'usine et conservés sous bonne garde. Symphony Plus permet à tous les niveaux de l'architec-

ture industrielle d'accéder à ces données utiles et facilement compréhensibles, sur des écrans ergonomiques.

Développement unifié

Le délai de mise en production est la mesure par excellence de l'efficacité du développement applicatif. L'environnement *S+ Engineering* de Symphony Plus est un outil intégré permettant la spécification, la configuration, l'administration, la sécurisation, la mise en service et la maintenance de tous les constituants de l'architecture, des instruments de terrain aux terminaux opérateurs et passerelles de communication, en passant par les matériels électriques, les équipements de contrôle-commande et les blocs d'entrées-sorties (E/S).

Maturation technologique

Chaque solution Symphony Plus s'appuie sur plus de 125 ans d'expertise ABB dans les domaines de l'énergie et de l'eau, mariant une connaissance fine du procédé et un double savoir-faire (génie électrique et automatisation) pour offrir une réponse

1 Symphony™ Plus en bref

Simple

Symphony Plus se plie aisément aux multiples configurations et applications de la production d'énergie et d'eau.

Évolutive

Son architecture exceptionnelle garantit la souplesse et l'évolutivité des configurations, des petits systèmes sans serveurs aux grosses structures multi-serveurs.

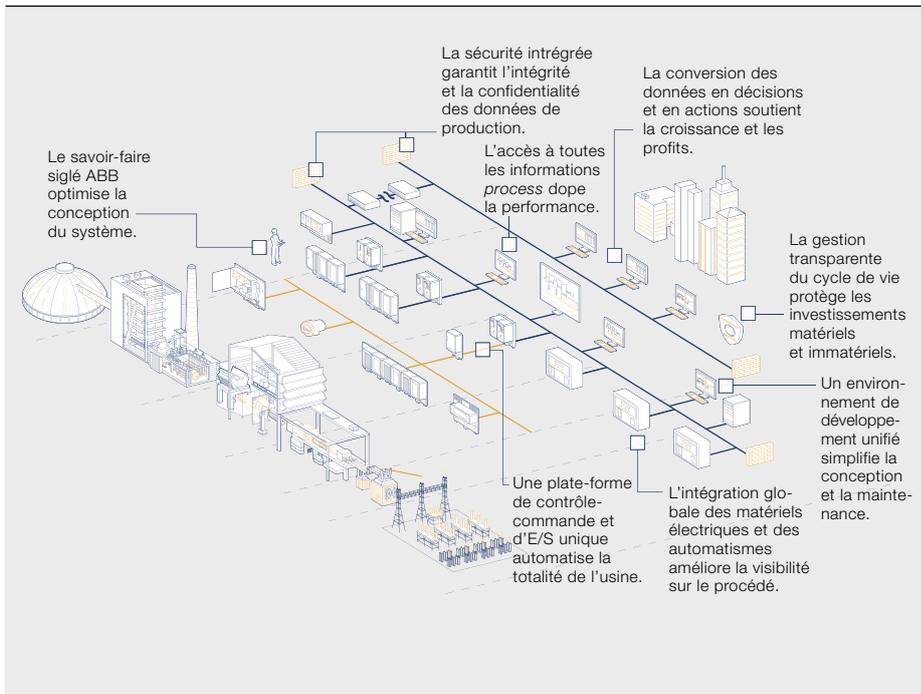
Transparente

Symphony Plus facilite l'intégration de tous les niveaux de l'entreprise industrielle : terrain, contrôle-commande, installations électriques et supervision, maintenance et gestion.

Sûre

Symphony Plus fournit aux utilisateurs un environnement de contrôle-commande sûr et fiable, grâce à des fonctions intégrées interdisant tout accès non autorisé.

2 Architecture de la plate-forme Symphony Plus



d'excellence aux besoins et contraintes de chaque site.

Contrôle-commande tout en un

Symphony Plus permet d'automatiser l'usine complète à partir d'une plate-forme de contrôle-commande et d'E/S unique englobant des interfaces métiers et des équipements pour les turbines de tous types, fabricants et tailles, ainsi qu'une incomparable panoplie d'appareils de combustion.

Installations électriques et automatisées à l'unisson

Symphony Plus pilote les automatismes et matériels électriques à partir d'une seule plate-forme, grâce à des protocoles ouverts, normalisés CEI 61850 et Modbus TCP. Cette intégration globale autorise la surveillance et la gestion de tous les actifs de production, à tous les niveaux du site.

Sécurité intrinsèque

ABB sait combien il est impératif de sécuriser et de fiabiliser l'environnement de contrôle-commande, tout en économisant son temps et ses efforts. Au-delà des nombreuses fonctions de sécurité intégrées à Symphony Plus, ABB participe activement à plusieurs commissions normatives sur la sécurisation des systèmes d'automatismes.

Ces travaux visent à accroître l'intégrité et la confidentialité de toutes les fonctions

système, et à empêcher les accès non autorisés au contrôle-commande.

Gestion du cycle de vie

L'évolution et la protection des investissements sont au centre de la politique ABB de gestion du cycle de vie des produits. Notre stratégie d'«Évolution sans obsol

Symphony™ totalise aujourd'hui plus de 6 000 systèmes qui en font l'une des plus importantes plates-formes d'automatisation de la planète.

escence» aide les clients à trouver un équilibre entre avancées technologiques (mises à niveau) et contraintes économiques (rentabilité des investissements). Les industriels ont la capacité d'allonger la durée de vie de leurs systèmes en misant sur l'innovation, sans risquer de faire table rase de l'existant à grands frais.

Ad vitam

ABB propose un éventail complet de services qui vont des réparations et pièces de rechange aux contrats de maintenance globale Full Service® et de modernisation de tous les actifs du procédé. Des services ABB viennent en renfort de chaque étape du cycle de vie du site, depuis la conception et l'ingénierie de base jusqu'à la mise en service, l'exploitation et le démantèlement.

Fort d'une expertise technologique, applicative et process sans égale, ABB est en première ligne pour répondre aux exigences évolutives de l'industrie.

Pour en savoir plus, contactez votre correspondant ABB ou retrouvez-nous sur www.abb.com/powergeneration (en anglais).

Mark Bitto

ABB Power Systems, Power Generation
Wickliffe (Ohio, États-Unis)
mark.bitto@us.abb.com



Traitement de l'eau en services commandés

Les solutions ABB
pour l'eau
de Singapour

JOSEPH QUEK – L'usine de traitement des eaux usées de Changi, au sud-est de Singapour, est la plus grande station d'épuration couverte au monde. Ce bâtiment hors du commun abrite une vaste palette de produits ABB qui s'enrichit aujourd'hui d'une offre complète de services pour devenir l'un des fleurons mondiaux de l'innovation dans la production d'eau potable.



Changï est la plus grosse usine de traitement des eaux usées au monde. Elle prendra la relève des stations d'épuration existantes de Singapour pour collecter, traiter et purifier, dans les cent années à venir, la totalité des eaux usées de la cité-État, acheminées depuis le nord et le centre historique de l'île par un système de tunnel profond. L'usine, en grande partie souterraine, est située dans un bâtiment à étages qui occupe moins d'un tiers de la surface d'une station d'épuration classique ! L'eau est traitée suivant les normes internationales les plus exigeantes pour être rejetée en mer, par 25 à 45 m de profondeur, dans les détroits de Singapour. En toiture, une installation *NEWater* (la cinquième de cet audacieux programme de recyclage des eaux usées) réutilise les effluents traités pour produire de l'eau potable et industrielle ultrapure.

Cette première mondiale fut consacrée en Suisse « Projet de l'année 2009 » par le trophée *Global Water Awards*.

Photo ci-contre

L'usine de traitement des eaux usées de Changi est alimentée par un imposant collecteur de 48 km de long, enfoui à 55 m sous terre.

Une autoroute de l'eau

Chiffré à 3 milliards de dollars, le projet met à profit le *nec plus ultra* de la technologie pour traiter les deux-tiers des 1,3 million de mètres cubes d'eaux usées quotidiennes de Singapour. Son agrandissement permettra à terme d'atteindre une capacité de 2 400 000 m³ par jour : de quoi couvrir les besoins de toute l'île.

ABB a joué un rôle prépondérant dans la réalisation de cet ambitieux chantier en fournissant des solutions et produits d'énergie et d'automatisation à la pointe de la technologie : ses moteurs à haut rendement et ses variateurs de vitesse moyenne tension (MT), par exemple, hissent les équipements clés du procédé aux plus hauts niveaux d'efficacité énergétique et de fiabilité. Présents à toutes les étapes du *process*, les matériels ABB alimentent en énergie, surveillent, mesurent et commandent en vitesse variable les installations de traitement des effluents et déchets solides, le système de séchage des boues, les centrifugeuses et turbo-alternateurs, et la station de pompage.

Plan d'eau

Voilà plus de cinq décennies qu'ABB est au service du secteur mondial de l'eau avec son offre de solutions électriques, de produits d'automatismes et de prestations de services. Leader sur les marchés de l'énergie et de l'automatisation, le Groupe affiche l'un des plus importants parcs installés au monde, un savoir-faire applicatif sans égal et une

Ce contrat triennal de 2 millions de dollars aidera à fiabiliser et à optimiser les installations électriques de Changi.

2 Le contrat de services porte sur les moteurs et variateurs, tableaux de distribution, transformateurs, appareillages électriques, etc.



connaissance approfondie des procédés, à toutes les étapes du cycle de l'eau : transfert, distribution et irrigation, pompage, dessalement, épuration et recyclage des eaux urbaines et industrielles.

ABB entend fournir des solutions d'efficacité énergétique globales à coût optimisé : son réseau mondial de services et son expertise en gestion du cycle de vie

cycle de vie, des études à la construction et, désormais, jusqu'à l'assistance et la maintenance → 1. ABB aide Changi à identifier les meilleures réponses à ses besoins spécifiques, notamment en matière de maintenance et d'optimisation des ressources.

Le contrat de services de quelque 2 millions de dollars passé avec l'Agence de l'eau PUB (*Public Utilities Board*) de Singapour englobe le support et la maintenance sur trois ans de tout le système électrique de l'usine, qu'il contribuera à fiabiliser et à optimiser. Il porte sur des équipements clés du procédé (dont

21 entraînements MT composés de moteurs à haut rendement et de variateurs refroidis à l'eau qui alimentent et commandent les énormes pompes de la station, avec une efficacité énergétique exceptionnelle) mais aussi d'autres systèmes haute tension, moyenne tension et basse tension (transformateurs, tableaux de distribution, appareillages électriques, moteurs et variateurs) → 2.

Aux termes de ce contrat global, des ingénieurs d'astreinte certifiés ABB sont prêts à intervenir 24 h/24, 7 j/7 sur les équipements sensibles du site, dans un délai de 4 h. L'un d'eux est plus particulièrement chargé du support et de la

coordination interne des différentes équipes d'intervention. Cet interlocuteur ABB permanent aide Changi à planifier et à assurer la maintenance régulière du site.

D'autres services à valeur ajoutée figurent au contrat : notre solution d'information et de commande sur Internet de pièces de rechange *Parts Online*, la tenue du journal des défaillances, ainsi que des programmes de formation et de perfectionnement à l'exploitation des matériels ABB. Notre centre de logistique pour l'Asie, basé à Singapour, renseigne rapidement sur la disponibilité des pièces de rechange, permettant à Changi de réduire au minimum ses stocks. Citons enfin un service jugé crucial par nos clients : nos ateliers de réparation des moteurs et variateurs, assurés par des professionnels certifiés ABB.

Mention spéciale

Malgré la multitude d'équipements couverts par ce contrat de services, ABB reste l'interlocuteur privilégié du client. Ce guichet unique facilite l'exploitation et l'entretien des installations. L'équipe de maintenance de Changi peut en toute tranquillité compter sur le soutien permanent du personnel ABB. Pour faciliter le dialogue, le client contacte les ingénieurs de vente et d'après-vente ABB, au moyen d'une fiche de liaison claire et simple.

L'usine de Changi a salué la contribution des services ABB à l'accroissement de la fiabilité et de la performance des opérations. Un représentant de PUB, M. Lim Swee Sen, dresse un constat élogieux : « *ABB s'est illustré par la qualité de ses services et par la réactivité, le professionnalisme et l'efficacité de ses ingénieurs Support. Nous leur savons gré de ne pas avoir ménagé leurs efforts pour maintenir avec diligence nos équipements de production en ordre de marche tout en faisant preuve de bienveillance à l'égard de notre équipe de maintenance* ».

Joseph Quek

ABB DM Service Sales & Marketing
Singapour
joseph.quek@sg.abb.com

Si les équipements ABB inclus dans le contrat de services sont multiples, ABB reste l'interlocuteur unique du client.

permettent de maximiser le fonctionnement et la durée d'exploitation des installations de production.

Après la mise en exploitation de Changi en juin 2009, ABB a continué à accompagner son client qui lui demandait une solution complète de services. Le client ayant fait part de ses exigences à divers interlocuteurs chez ABB, ce dernier consulta plusieurs de ses divisions pour coordonner et mettre sur pied une offre multiservice.

Le vaste catalogue de produits, systèmes et services ABB permet de suivre la station d'épuration tout au long du

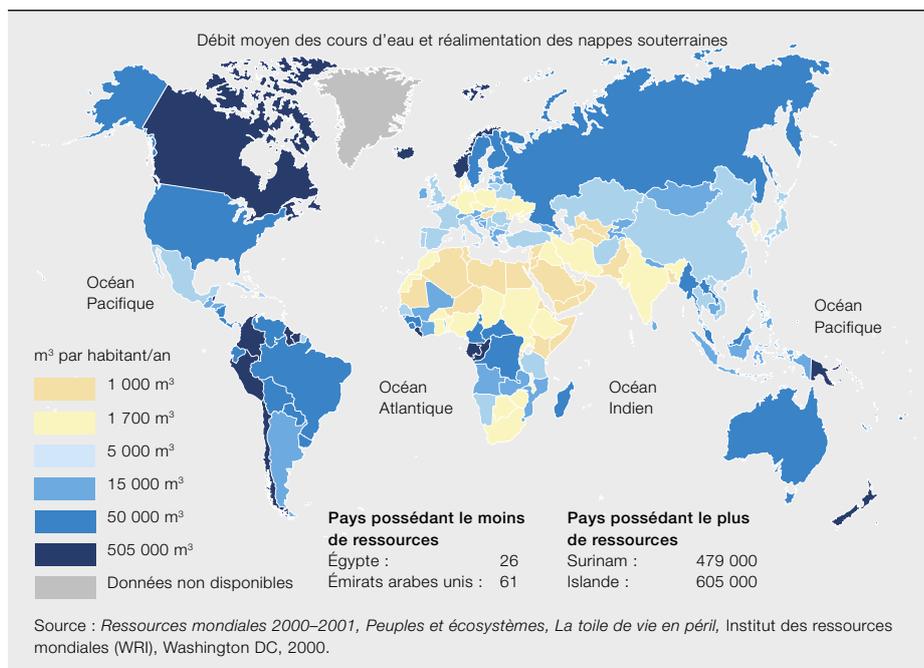


Eau vive

Améliorer l'efficacité énergétique de la production, du transport, de la distribution et du traitement

DAVID PRIDGEON, WERNER JANIK, MARKUS GAUDER, SENTHILMURUGAN SUBBIAH, NAVEEN BHUTANI – La pénurie d'eau douce représente une menace directe pour la santé humaine et le développement économique. Or, face à une demande croissante, cette menace s'intensifie. Pour les Nations unies [1], 700 millions de personnes dans 43 pays sont déjà privées d'eau. Au cours des 15 années à venir, les changements dramatiques anticipés feront que près des deux tiers de la population mondiale vivront, en 2025, sous stress hydrique → 1, 2 [2]. Cela équivaut à une hausse de 50 % de la consommation dans les pays en développement et de

18% dans les pays développés, selon le rapport GEO-4 (*Global Environment Outlook*) de l'ONU. Si, traditionnellement, les populations ont pu subvenir à leurs besoins en puisant directement dans les cours d'eau, les retenues naturelles et les nappes phréatiques, la croissance démographique, l'urbanisation galopante et le changement climatique les obligent à recourir de plus en plus au dessalement de l'eau de mer et au traitement avancé des eaux usées. Produire, transporter, distribuer et traiter l'eau nécessitent d'énormes quantités d'énergie dont l'utilisation doit être optimisée pour des raisons à la fois économiques et écologiques.



Afin de sécuriser à terme nos approvisionnements en eau douce, des investissements colossaux devront être consentis soit pour réhabiliter les infrastructures vieillissantes, soit pour en construire de nouvelles. Selon les régions, les programmes d'investissement cibleront des applications différentes: pompage, dessalement, traitement de l'eau et des eaux usées urbaines et industrielles, réutilisation et recyclage, distribution ou irrigation.

Pour autant, ces investissements ne devraient pas être restreints aux seules infrastructures, mais également s'appliquer à leur exploitation et à leur maintenance. Toutes les applications citées sont énergivores → 3. Globalement, le renforcement des normes de qualité de l'eau, le stress hydrique et les pénuries ne pourront qu'accroître la demande en technologies et procédés gourmands en énergie pour le traitement tertiaire ou avancé des eaux usées. En parallèle, les pouvoirs publics d'un nombre croissant de pays prennent des mesures incitatives directes

Photo p. 39

Dans bon nombre de régions du monde, l'eau ne coule pas à flot. Comment garantir son approvisionnement futur face à une demande croissante et au changement climatique ?

ou indirectes pour réduire les consommations énergétiques.

Cet article s'intéresse à la problématique de l'efficacité énergétique des applications liées à l'eau alors que celui des pages 17 à 23, « Pour une gestion responsable », examine la maîtrise des consommations. Nous le verrons, ces deux aspects sont étroitement dépendants et l'optimisation des infrastructures doit en tenir compte pour ne pas privilégier l'un plutôt que l'autre.

Diagnostic énergétique

Une démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique d'un procédé doit être globale afin d'identifier toutes les pistes de progrès et de fixer les priorités. Si les performances des installations neuves peuvent être optimisées dès leur conception, il n'en va pas de même des infrastructures existantes où déceler les gisements d'amélioration est un exercice complexe qui demande une méthodologie structurée. L'optimisation du bilan énergétique peut appliquer différentes stratégies de réduction des consommations (fonctionnement optimal des équipements mécaniques, du matériel électrique et des automatismes), ainsi que recourir à des moyens de récupération ou de cogénération.

Pour sa part, ABB a mis au point une méthodologie d'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie qui ne privilégie pas un équipement particulier, mais examine la performance globale d'un site ou d'une installation, en y incluant le procédé, le schéma d'organisation et toutes les consommations d'énergie et de fluides. La démarche est ordonnée en trois étapes: identification des gains potentiels, élaboration d'un plan d'actions, mise en œuvre.

Dans le domaine du pompage, la régulation des débits et des pressions est une cible privilégiée pour gagner en efficacité énergétique.

Elle exige un effort conjoint d'ABB et du client, avec l'intervention de spécialistes de différentes disciplines.

Identification des gains potentiels

Au cours de cette étape, l'existant est analysé et les améliorations possibles sont identifiées en modifiant les équipements, en régulant le procédé ou en optant pour des technologies moins énergivores. L'analyse utilise des données disponibles (consommations ou débits) et un diagnostic du site. Elle évalue également les comportements et pratiques en matière d'efficacité énergétique et inclut le choix et le suivi des objectifs.

Cette étape comporte une analyse critique des différents équipements du procédé en posant, par exemple, les questions suivantes :

- Peut-on arrêter certains équipements ?
- Doivent-ils tous fonctionner en permanence ou seulement quelques heures ?
- Obtient-on les mêmes résultats en réduisant le débit ?

Les réponses à ces questions fournissent un premier aperçu des potentiels d'optimisation énergétique.

À titre d'exemple, le procédé biologique d'une usine de traitement des eaux usées doit être analysé dans le détail car nous savons d'expérience qu'il existe des gisements d'efficacité énergétique réalisables par :

- l'optimisation de la recirculation des boues ;
- l'optimisation du fonctionnement séquentiel des aérateurs à disque ;
- la réduction de l'âge des boues ;
- la mise en œuvre ou la modification des automatismes avancés ;
- le changement d'aérateur ou l'optimisation de son fonctionnement.

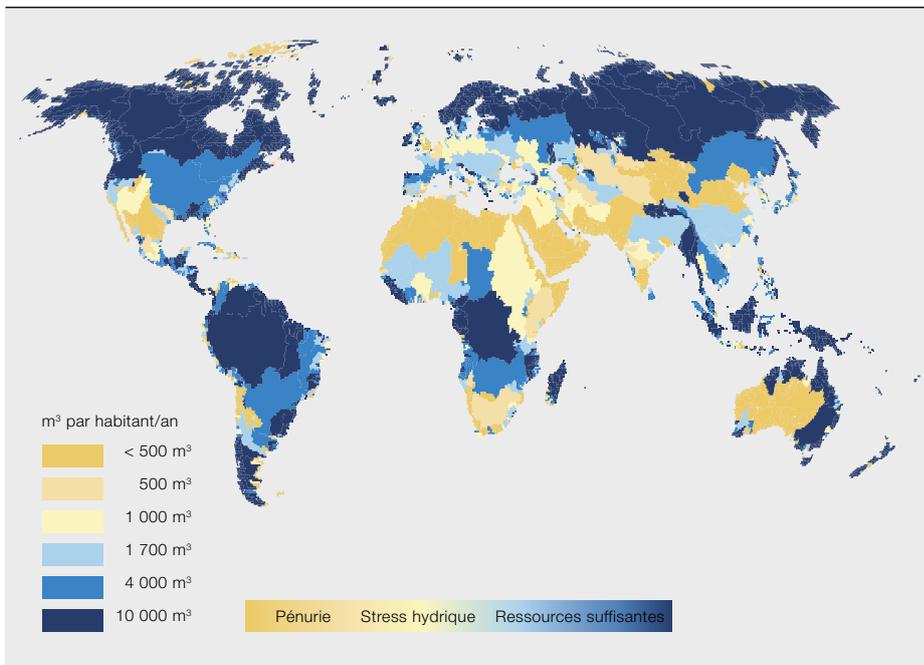
Dans cette optique, il ne faut jamais oublier que les mesures de réduction des consommations énergétiques présentent un risque inhérent de dégradation du procédé biologique (baisse de la quantité d'oxygène disponible pour la digestion des boues, par exemple). Le choix des mesures suppose donc de bien réfléchir à leurs conséquences sur le procédé et sa bonne marche.

Plan d'actions

Au cours de cette deuxième étape, chaque gisement identifié fait l'objet d'une réflexion approfondie avec le client afin de déterminer son adéquation et sa priorité ; sont analysés l'ampleur des économies d'énergie, les besoins d'investissement et les contraintes. Le plan d'actions est établi au vu des éléments suivants :

- Faisabilité technique et fiabilité des données sur les économies potentielles ;
- Impact sur l'activité et modalités de réalisation des économies d'énergie ;
- Calendrier de mise en œuvre, enveloppe budgétaire et disponibilité du site ;
- Estimation du temps complet de retour sur investissement.

2 Ressources en eau douce à l'horizon 2025



Lors de cette étape, les projets d'efficacité énergétique sont divisés en deux groupes :

- Groupe 1 : projets à réaliser immédiatement ;
- Groupe 2 : projets dont la mise en œuvre nécessite des informations complémentaires.

Si les projets du groupe 1 sont caractérisés, ceux du groupe 2 font l'objet d'une synthèse pour validation.

Mise en œuvre

Une fois le plan d'actions finalisé, ses mesures sont mises en œuvre. Le choix des membres de l'équipe pour cette tâche varie selon la nature du projet et les ressources internes du client.

Gros plan sur les applications de pompage

Dans le domaine du pompage, par exemple, la régulation des débits et des pressions constitue une cible privilégiée pour gagner en efficacité énergétique. Cette régulation se fait au moyen soit d'organes mécaniques (vannes) placés côté refoulement des pompes, soit de variateurs électroniques de vitesse (VEV) qui adaptent la vitesse de rotation des pompes aux besoins stricts de l'application. Les pompes fonctionnant souvent à charge partielle, les économies d'énergie potentielles sont énormes → 4, 5.

Lois de similitude des pompes

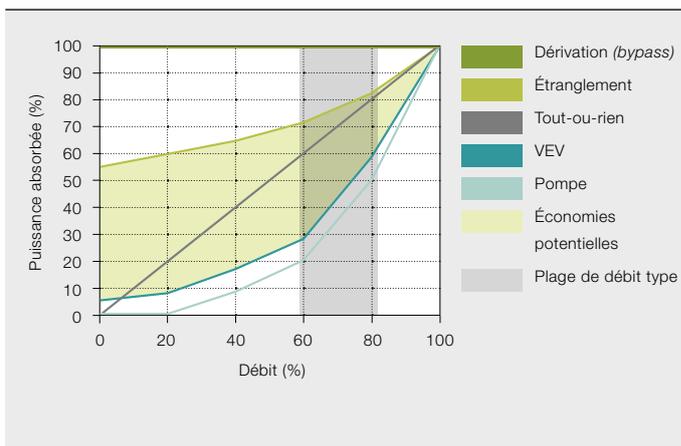
1. Le débit est proportionnel à la vitesse de rotation de la pompe.

Chaque gisement identifié fait l'objet d'une réflexion approfondie avec le client afin de déterminer l'ampleur des économies d'énergie, les besoins d'investissement et les contraintes.

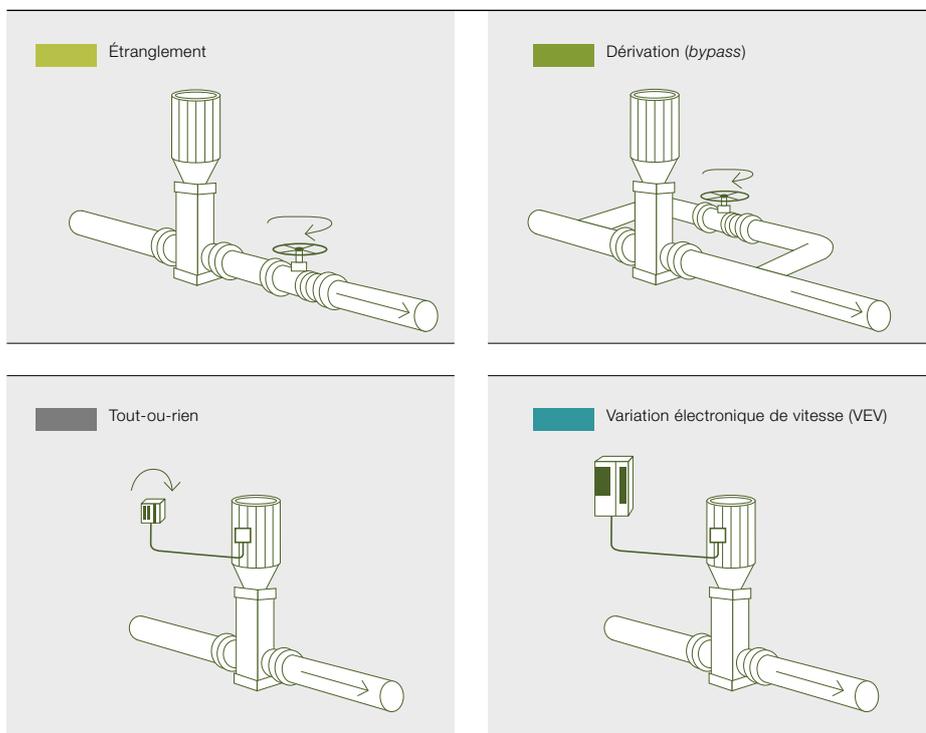
3 Comparatif des consommations énergétiques des différents procédés de traitement de l'eau

	% des dépenses d'énergie liées au pompage	% des dépenses d'exploitation liées à l'énergie
Pompage	80	50 à 60
Traitement de l'eau	75	40 à 50
Traitement des eaux usées	Aération et traitement des boues (principaux postes de consommation d'énergie)	40 à 50
Dessalement	Variable selon le procédé utilisé	20 à 40

4 Comparatif des consommations énergétiques des différents modes de régulation du débit



5 Différents modes de régulation du débit et de la pression



- La pression est proportionnelle au carré de la vitesse de rotation de la pompe.
- La puissance est proportionnelle au cube de la vitesse de rotation de la pompe.

La régulation mécanique des débits peut être comparée à un mode de conduite peu efficace : au volant de votre voiture, vous gardez en permanence votre pied à fond sur l'accélérateur et vous réduisez votre vitesse uniquement avec les freins. En plus de consommer énormément d'essence, vous usez votre moteur et vos freins. La meilleure chose à faire, bien sûr, est de réduire la vitesse en levant le pied et en rétrogradant. Dans le

cas des pompes, la solution idéale et la moins énergivore consiste à utiliser un variateur de vitesse pour adapter les débits en modulant la vitesse de rotation du moteur.

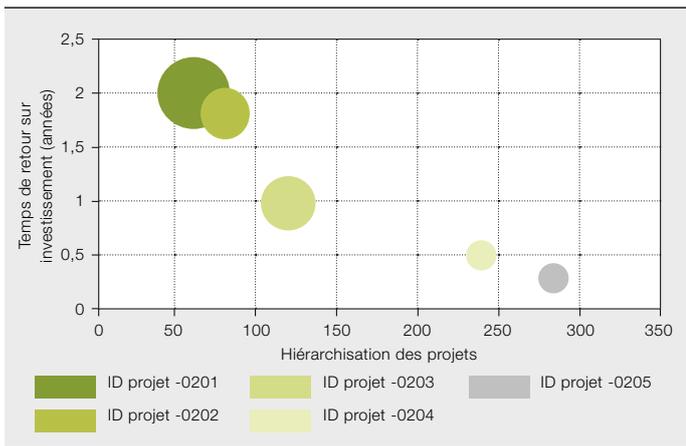
Pour les pompes avec une hauteur statique relativement faible, une part importante de la hauteur de refoulement de la pompe sert à vaincre les pertes par frottement dans la tuyauterie. En modulant les débits avec un variateur de vitesse, on réduit également cette hauteur. La pompe tourne alors à son point de rendement maximal sur toute la plage de vitesse de fonctionnement du variateur, avec des avantages évidents : économies d'énergie, réduction des émissions de CO₂,

minimisation des coûts d'exploitation, régulation rapide et précise du procédé. Les variateurs peuvent également faire office de démarreurs progressifs pour moins solliciter le réseau électrique, les moteurs et les pompes. Pendant la séquence de mise en route, le variateur augmente progressivement la vitesse du moteur et accélère la charge sans à-coups jusqu'à sa vitesse assignée. Un même variateur peut démarrer plusieurs pompes en cascade. La fonction de démarrage progressif supprime les forts courants de démarrage et les creux de tension susceptibles de déclencher de manière intempestive le procédé, avec un impact positif sur les coûts de maintenance et la durée de vie des installations. Lorsque la demande en eau diminue, le variateur réduit lentement la vitesse de la pompe, évitant les coups de bélier et garantissant un débit d'eau minimum dans le réseau.

Système PEMS

Tout projet d'amélioration de l'efficacité énergétique soulève l'épineux problème du référentiel indispensable pour mesurer et comparer les progrès réalisés. Dans le cas des groupes de pompage, la mesure du rendement d'une pompe est le paramètre clé qui permet une bien meilleure évaluation et comparaison des performances de l'installation. Le système PEMS (*Pump Efficiency Monitoring System*) est une solution ABB qui détermine en temps réel le rendement d'une pompe et fournit donc des données d'état. Pour calculer ces valeurs de rendement, PEMS applique les principes thermodynamiques à partir d'une poignée de grandeurs d'entrée : mesures de pression et de température, côté aspiration et côté refoulement de la

6 Exemple type d'évaluation de projets



pompe. Si la puissance électrique est mesurée, on peut également en déduire les valeurs de débit. Le système PEMS peut non seulement servir à l'analyse comparative, mais également à réduire les coûts d'exploitation lorsque l'installation fonctionne à son rendement maximal. Par ailleurs, la disponibilité du site est renforcée en optimisant la maintenance. Développer une stratégie globale nécessite une vue d'ensemble; les potentiels les plus manifestes ne sont pas toujours ceux qui rapportent le plus.

Aspects économiques

À l'évidence, la méthodologie ABB cible les sites existants. Par principe, tout projet d'amélioration de l'efficacité énergétique doit être sélectionné au vu des critères suivants :

- La durée de vie restante des sites doit être d'au moins 10 ans, une durée plus courte ne permettant pas d'apprécier suffisamment les économies ;
- Le coût unitaire de l'énergie consommée par le site doit être supérieur à la moyenne mondiale, une énergie trop bon marché pouvant amener à conclure que les économies n'en valent pas la peine.

Il est clair que parmi tous les gisements identifiés, seuls les projets offrant un retour sur investissement attrayant devront être présélectionnés. Le graphique → 6 permet d'évaluer l'intérêt des projets en fournissant des informations sur la rapidité et la simplicité de mise en œuvre (une valeur élevée traduit une mise en œuvre simple et rapide). La taille des cercles est proportionnelle au montant économisé chaque année. Plus important encore, le graphique permet d'anticiper le retour sur

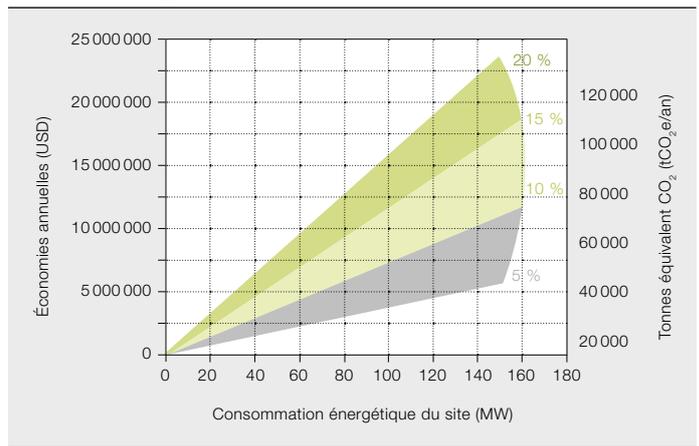
investissement de chaque projet; dans notre cas, tous les projets sont rentabilisés en moins de trois ans.

En moyenne, ces projets améliorent de 5 à 10 % l'efficacité énergétique globale d'un site. En plus de réduire les dépenses énergétiques et d'accroître la production, ils ont un impact sur les émissions de CO₂ → 7. Le CO₂ évité peut être calculé comme équivalent d'une consommation énergétique dans les pays où le négoce de crédits d'émissions servirait à financer les investissements en économies d'énergie. Les économies de la partie grisée du graphique sont toujours possibles et amélioreront considérablement la performance énergétique d'un site.

La régulation mécanique des débits revient à conduire une voiture en appuyant à fond sur l'accélérateur et en réduisant la vitesse uniquement avec les freins.

ABB cherche de plus en plus à améliorer le bilan énergétique des applications dans le domaine de l'eau, y compris le dessalement de l'eau de mer. Le Groupe a ainsi décidé de développer une offre globale de services énergétiques, en particulier d'évaluation de l'empreinte carbone. Ces

7 Économies annuelles découlant des gains d'efficacité énergétique et tonnes de CO₂ évitées en fonction de la consommation énergétique



services devraient répondre aux besoins des industriels du secteur d'améliorer leur bilan environnemental et leur conformité réglementaire. Prenant appui sur sa longue expérience en R&D, ABB propose une multitude de solutions pointues pour améliorer l'efficacité énergétique des applications de traitement de l'eau et des eaux usées.

David Pridgeon

ABB Power Systems, Transmission Substations
Stone city (Grande-Bretagne)
david.pridgeon@gb.abb.com

Werner Janik

ABB Power Systems, Power Generation
Mannheim (Allemagne)
werner.janik@de.abb.com

Markus Gauder

ABB Global Water Industry Segment Initiative
Mannheim (Allemagne)
markus.gauder@de.abb.com

Senthilmurugan Subbiah

ABB Global Water Industry Segment Initiative
Bengalore (Inde)
senthilmurugan.s@in.abb.com

Naveen Bhutani

ABB Corporate Research
Bengalore (Inde)
naveen.bhutani@in.abb.com

Bibliographie

- [1] www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.html
- [2] Institut des ressources mondiales (WRI), *Ressources mondiales 2000–2001, Peuples et écosystèmes, La toile de vie en péril*, Washington DC, 2000.



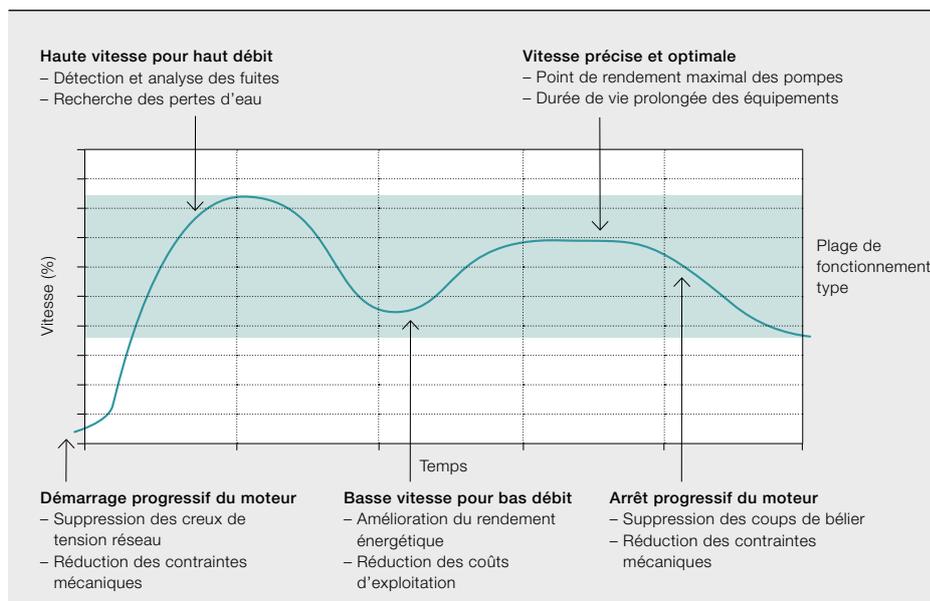
Pomper malin

Les variateurs ABB mettent leur intelligence fonctionnelle au service des applications de pompage

Photo ci-dessus

Pomper de l'eau peut paraître simple. Détrompez-vous! Les industriels de la production, du traitement et de la distribution d'eau utilisent des produits de haute technologie comme le variateur ACQ810 d'ABB pour diminuer leur coût de possession et leur empreinte écologique.

SANNA-KAISA EHANTO – Lutte contre le réchauffement climatique, besoins croissants d'une population de plus en plus urbaine et montée des exigences réglementaires européennes (directive-cadre): le marché de l'eau constitue une cible de choix pour les technologies écopéformantes destinées à atténuer les effets du dérèglement climatique. Face à ces défis, les industriels sont demandeurs d'équipements de plus en plus intelligents. La variation de vitesse s'inscrit dans cette logique et les récentes innovations dans ce domaine prouvent que les constructeurs sont à l'avant-garde de l'intelligence fonctionnelle avec des solutions adaptées aux nombreux besoins des industriels: intégration et communication, réduction des consommations et des coûts, fiabilité, réactivité et détection précoce des dérives.



Le recours de plus en plus fréquent à la variation électronique de vitesse (VEV), en particulier pour le pilotage des pompes, marque une rupture majeure avec les pratiques traditionnelles de régulation mécanique des débits et des pressions. En réduisant la consommation énergétique des pompes et en simplifiant leur maintenance, les variateurs allègent le coût de cycle de vie des installations de pompage et se substituent avantageusement aux solutions mécaniques. L'apport de la VEV est multiple : démarrage contrôlé des pompes et changements de production sans à-coups, régulation précise en régime établi, diagnostic plus rapide des problèmes potentiels avant dégradation de la qualité des produits ou du fonctionnement du procédé.

L'intelligence embarquée dans les variateurs destinés aux applications de pompage représente un formidable bond en avant pour la conduite maîtrisée et fiabilisée des procédés. Elle permet, en effet, de piloter les pompes avec une grande précision, de surveiller leur état fonctionnel, de les protéger et d'alléger la facture énergétique → 1.

Prévenir l'engorgement

L'engorgement des pompes et des canalisations est un problème récurrent qui fait que, depuis de nombreuses années, les sociétés d'eau consacrent des milliers d'heures à nettoyer et entretenir leurs installations de pompage et de traitement des eaux usées. Le nettoyage manuel des pompes et des canalisations engorgées est un travail coûteux et désagréable pour les équipes de maintenance et qui nécessite souvent un matériel lourd. Les équipements peuvent être immobilisés plusieurs jours durant lesquels les systèmes de secours sont encore plus sollicités. Un arrêt complet peut entraîner une fuite d'effluents, avec des conséquences sur l'environnement et la santé, des coûts de nettoyage supplémentaires et des litiges.

De nombreux variateurs intègrent aujourd'hui une fonction spéciale qui prévient l'engorgement des pompes et des canalisations. Elle consiste en une séquence programmée de rotations en sens avant et arrière de la pompe pour éviter l'encrassement de sa roue.

L'entreprise britannique Severn Trent Water (STW) est une des premières du secteur à avoir adopté cette technologie qui lui a permis d'économiser chaque

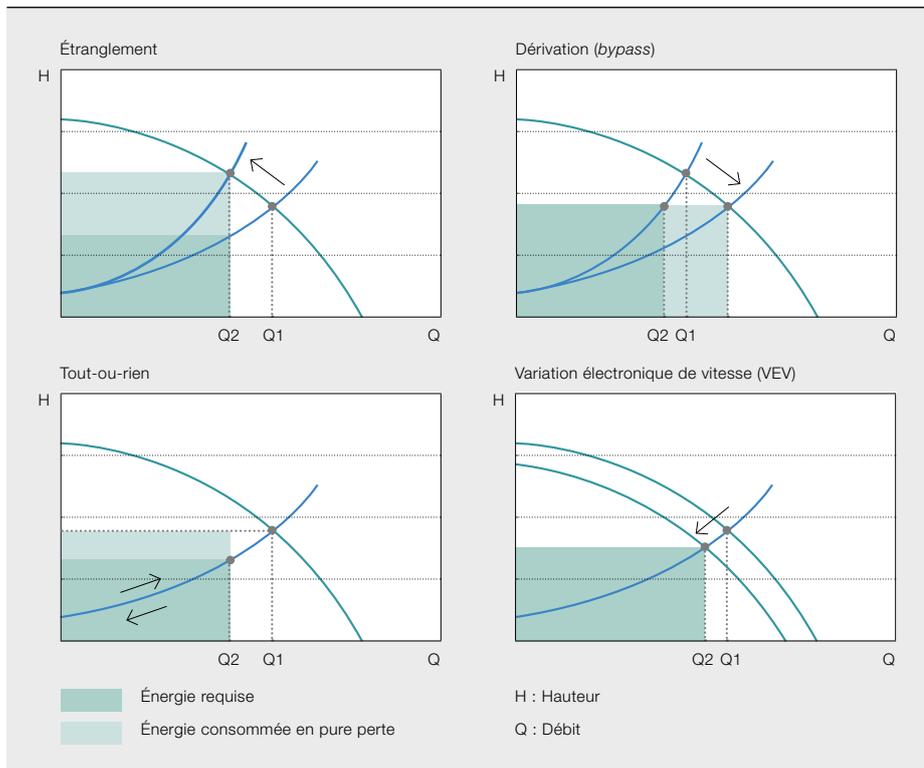
année des milliers d'euros sur la maintenance. Les quatre pompes submersibles de son usine de traitement des eaux usées de Worcester s'étaient arrêtées à plusieurs reprises suite à l'accumulation de détritux dans les roues. ABB suggéra d'installer la fonctionnalité logicielle de prévention de l'engorgement des pompes. En quelques minutes, le cycle de net-

Après installation de la fonction de nettoyage des pompes, STW n'a plus jamais eu de problèmes d'engorgement.

toyage détache les détritux accumulés autour de la volute, les empêchant de pénétrer dans la pompe et les bloquant lorsque celle-ci accélère sur la rampe entre la vitesse nulle et la vitesse nominale. Par la suite, STW n'a plus jamais eu de problèmes d'engorgement.

Des variateurs dédiés

Prévenir l'engorgement des pompes n'est qu'une des fonctions intelligentes qui permettent aux variateurs de dernière génération d'allonger la durée de vie des pompes. En fait, ABB a recensé plusieurs besoins caractéristiques des pompes et créé un module variateur spécial de la gamme *ABB Industrial Drives* pour les applications de pompage d'eau et d'eaux usées : l'ACQ810.



Les économies d'énergie sont l'argument-clé de la commande en vitesse variable des groupes de pompage.

Le concept de variateur applicatif est né d'une étude de marché réalisée par le cabinet *IMS Research* qui a décelé une tendance. En effet, un variateur conçu pour une application donnée réduit le coût de possession de l'utilisateur en écourtant la mise en route, en diminuant les coûts d'intégration et en améliorant la productivité des machines. *IMS Research* estime que le marché mondial des variateurs de fréquence basse tension (BT) pour le secteur de l'eau passera de 448 millions de dollars en 2010 à 760 millions en 2014.

«*ABB a donc conçu un variateur spécial pour la commande en couple quadratique des installations monopompe et multipompe, indique Johanna Johansson, chef de produit de l'ACQ810. Le pompage est de loin le premier domaine d'emploi de la variation de vitesse. Toutes les pompes ont des besoins spécifiques, allant du calcul de débit à la régulation de niveau. Ces besoins peuvent tous être satisfaits par des fonctions logicielles avancées qui réduisent le coût de cycle de vie des groupes de pompage, font gagner du temps et de l'argent, améliorent l'efficacité énergétique et diminuent les émissions de carbone.*»

Cette intelligence fonctionnelle bénéficie à de nombreuses applications de pompage. Après la prévention de l'engorgement des pompes, voyons d'autres domaines où la VEV a une incidence positive sur les installations.

Régulation de niveau

Cette fonction pilote le remplissage et le vidage des bassins d'eaux usées ou d'eaux pluviales chargées de boue, de gravier, de débris et autres déchets. Elle sert à prévenir le dépôt de sédiments sur les parois des bassins en faisant varier de manière aléatoire le niveau de la surface du liquide dans des limites prédéfinies. Des accélérations très rapides sur rampe créent un effet de rinçage qui empêche l'engorgement des canalisations, avec une consommation énergétique minimale car les pompes tournent dans une plage de fonctionnement appropriée.

Pompe prioritaire

Cette fonction, destinée aux systèmes où les débits varient selon la demande, s'inscrit dans une démarche d'optimisation de la maintenance. Le variateur peut être programmé pour faire tourner les pompes les plus puissantes en journée et les plus petites la nuit. L'utilisateur planifie ainsi mieux sa maintenance et améliore son bilan énergétique puisque les pompes fonctionnent à leur point de rendement optimal.

Économies d'énergie

Les économies d'énergie sont l'argument-clé de la commande en vitesse variable des groupes de pompage.

En général, le coût de cycle de vie d'une installation de pompage varie selon sa plage de puissance et sa durée d'exploitation. Cependant, les dépenses liées à une pompe de 50 à 100 kW relèvent en moyenne de 70 à 80 % de sa consommation énergétique et de 20 à 30 % de sa maintenance.

Sur une période de 20 ans, les dépenses totales d'énergie et de maintenance peuvent dépasser dix fois le coût d'achat de la pompe. Or il est possible de les réduire considérablement par un meilleur rendement.

Deux raisons majeures expliquent le piètre rendement des groupes de pompage: le surdimensionnement des pompes et la régulation des débits par

étranglement. Ces derniers peuvent provoquer des arrêts intempestifs, la dégradation des équipements et des coûts de maintenance élevés.

Le pompage à vitesse variable permet aussi de commander les pompes à des vitesses supérieures à leurs valeurs assignées. Un moteur étant normalement conçu pour fonctionner dans le haut de sa plage de puissance, la pompe qu'il entraîne à vitesse variable peut donc tourner à une puissance supérieure à celle d'une pompe commandée en tout-ou-rien. Cette possibilité permet ainsi d'utiliser une pompe de moindre puissance et donc de réduire le coût d'investissement initial. Ce sous-dimensionnement n'est valable que pour les applications où les débits maximaux sont atteints occasionnellement → 2.

Les économies d'énergie réalisées avec la VEV sont démontrées, atteignant souvent 20 à 60 % dans les applications de pompage. Aujourd'hui, avec des fonctions supplémentaires de calcul et d'optimisation des consommations énergétiques, les constructeurs améliorent encore le bilan énergétique global des installations de pompage. Des contrôleurs intégrés enregistrent et affichent

L'intelligence fonctionnelle du variateur améliore également la disponibilité des équipements. Les motopompes en parallèle offrent une redondance à 100 % du système. En cas d'arrêt non programmé d'une pompe, d'un moteur ou d'un variateur, les autres équipements prennent automatiquement le relais pour garantir la continuité de service. Les groupes de pompage étant parfois installés sur des sites distants, les interventions de maintenance nécessitent du temps. La redondance assure un fonctionnement fiable et ininterrompu.

Par ailleurs, le temps de fonctionnement de chaque pompe peut être comptabilisé avec la fonction « Pompe prioritaire » (cf. *supra*) pour bien équilibrer l'usure des différentes pompes.

Une autre fonction stabilise le régime de marche des pompes en parallèle des installations multipompe à débits variables. En optimisant la vitesse de rotation et le nombre requis de pompes, elle constitue un véritable outil d'efficacité énergétique.

Surpression avant mise en veille

Il s'agit d'une autre fonction de régulation de la pression. La régulation PID classique peut autoriser le fonctionnement d'une pompe à une vitesse insuffisante pendant une période prolongée. Ce fonctionnement en sous-régime pose des problèmes mécaniques sur certains types de pompe et entraîne souvent une surconsommation d'énergie car la plupart des pompes ne débitent pas suffisamment aux basses vitesses.

La fonction de surpression avant mise en veille est plus particulièrement adaptée aux installations de pompes d'eau potable caractérisées par une baisse de consommation en période nocturne. Si la pression dans la tuyauterie passe sous une valeur préréglée, le variateur détecte la faible vitesse de rotation et accélère la pompe pour augmenter la pression dans la tuyauterie ou augmenter le niveau d'eau dans le bassin avant l'arrêt de la pompe. On prolonge ainsi le temps de mise en veille de la pompe et on économise de l'énergie. La pression est surveillée en continu et la pompe

redémarre lorsque la valeur chute sous le seuil minimal. Cette fonction évite également les démarrages et les arrêts inutiles tout en rinçant les conduites.

Calcul des débits

Le variateur calcule avec précision les volumes pompés, sans débitmètre. La fonction convient aux applications nécessitant de connaître les débits totaux sur une période donnée.

Télésurveillance

Les variateurs ABB peuvent dialoguer avec tous les grands systèmes d'automatisation par liaison Ethernet ou réseau GSM sans fil. Une passerelle spéciale relie les bus de terrain aux variateurs. Un module de télésurveillance permet d'accéder au variateur sur Internet à l'aide d'un simple navigateur web. L'utilisateur peut configurer un poste virtuel avec n'importe quel PC à connexion internet ou par liaison modem pour surveiller, configurer, diagnostiquer et, au besoin, commander son application à distance.

La télésurveillance des installations de pompage évite les déplacements inutiles et fait gagner du temps. Les coupleurs Ethernet permettent de transmettre indépendamment des données d'état, des journaux et des messages d'événement sur les volumes pompés, le niveau des bassins, etc.

Conclusion

Les modules variateurs *ABB Industrial Drives* pour les applications d'eau et d'eaux usées allongent considérablement la durée de vie des pompes. Avec des économies d'énergie pouvant atteindre 60 %, une réduction des émissions de CO₂ et un retour sur investissement souvent inférieur à deux ans, les variateurs intelligents sont promis à un brillant avenir.

Sanna-Kaisa Ehanto

ABB Drives
Helsinki (Finlande)
sanna-kaisa.ehanto@fi.abb.com

Les économies d'énergie réalisées avec la VEV sont démontrées, atteignant souvent 20 à 60 %.

les consommations et les économies d'énergie en kWh, dollars et euros, mais aussi les émissions de CO₂ évitées.

Régulation de débit et de pression

L'utilisation d'un variateur pour réguler les débits et les pressions apporte des avantages comparables.

Une station de surpression, par exemple, envoie l'eau directement dans le réseau de distribution en cherchant à maintenir une pression constante dans les canalisations. La fonction de démarrage progressif du variateur évite les coups de bélier à l'origine du bruit, de l'érosion ou des fuites dans la tuyauterie.



Resserrer les liens

Un câble sous-marin ABB assure l'alimentation électrique du champ pétrolier et gazier norvégien de Gjøa

ERIK ERIKSSON, MARC JEROENSE, MAGNUS LARSSON-HOFFSTEIN, CLAES SONESSON, KNUT-ARIL FARNES, ROLF OVE RÅD, KARL ATLE STENEVIK – Le pétrole et le gaz doivent de plus en plus être exploités dans des endroits d'accès difficile. Il en est ainsi de la plate-forme semi-submersible de Gjøa, ancrée à 380 m de fond au large de la Norvège, dont l'alimentation électrique nécessita la pose d'un câble à courant alternatif ABB de 123 kV. Ce n'est pas tant la longueur du câble (98 km) ni sa profondeur d'immersion (540 m) qui font la prouesse et l'originalité de Gjøa que la conception de son tronçon « dynamique » assurant la liaison fond-surface, qui doit composer avec l'hostilité du milieu et les mouvements de la plate-forme.

Photo ci-dessus

Le câble sous-marin enroulé sur la table tournante du navire-câblé.



Conception soignée

La conception du câble dynamique est beaucoup axée sur sa tenue à la fatigue. Elle se décompose en → 3 :

- une analyse globale ;
- une analyse locale ;
- des essais de fatigue.

Analyse globale

L'effort mécanique sur le câble dynamique est fonction de plusieurs paramètres : mouvement de la plate-forme, courants, concrétions marines et configuration du câble → 2.

On étudie la résistance du câble à de multiples contraintes (translation, effort, flexion, etc.) en le modélisant sous forme de chaîne à une dimension dotée de propriétés globales telles que la masse et le diamètre, ainsi que la rigidité axiale, en flexion et en torsion. La configuration est optimisée par une procédure itérative qui sélectionne, entre autres, la position, la taille et le nombre de flotteurs.

La force axiale et la courbure du câble soumis à des conditions exceptionnelles (houle centennale et courant décennal, par exemple) sont analysées ; ces caractéristiques doivent rester dans les limites assignées.

L'étude est complétée par une analyse des interactions et des chocs avec les colonnes montantes d'hydrocarbures (*risers*) en champ proche et les installations sous-marines. Des risques proscrits !

Analyse locale et calcul de durée de vie

Un câble dynamique est un ensemble complexe de composants et matériaux

divers. Plusieurs outils permettent de le modéliser à un niveau local, les plus courants étant la méthode des éléments finis et la modélisation analytique. Pour Gjøa, le choix se porta sur un modèle analytique traditionnel.

Les constituants du câble furent soumis à des sollicitations variables répétées (courbure, frottement entre éléments hélicoïdaux, etc.) qui peuvent conduire à leur rupture par fatigue.

Le projet a rapproché deux secteurs industriels traditionnellement distincts, le pétrole & gaz et les câbles haute tension.

L'analyse de ces contraintes permet d'estimer la durée de vie du câble, par la méthode du cumul linéaire du dommage, à plus de 35 ans, avec un facteur de sécurité de 6.

Essais de fatigue

On traça une courbe de Wöhler, encore appelée « courbe S-N » (rapport entre la contrainte appliquée σ et le nombre de cycles à la rupture), pour visualiser la tenue à la charge axiale et à la flexion du composant soumis au phénomène de

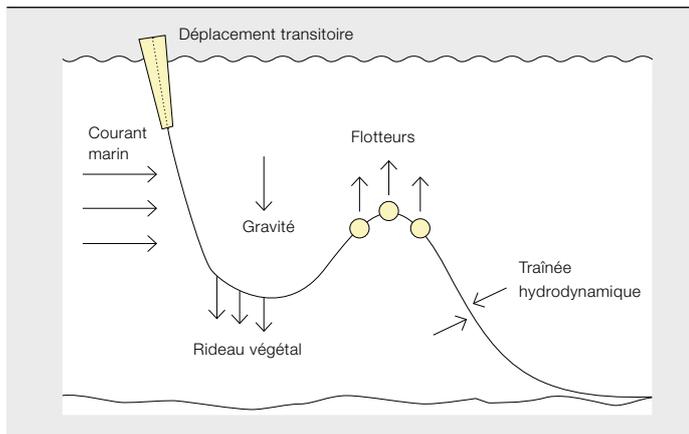
La plate-forme de Gjøa, à 100 km au nord-ouest de Mongstad (côte occidentale de la Norvège), a été développée et réalisée par Statoil qui en a confié l'exploitation à GDF SUEZ E&P Norge SA. Le pétrole est acheminé par oléoduc vers la raffinerie de Mongstad tandis que le gaz est envoyé à St. Fergus, en Écosse.

Si, à l'origine, Gjøa devait être alimentée par une turbine à gaz, on préféra importer l'électricité du continent, depuis Mongstad, afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre tout en profitant du bouquet énergétique de la Norvège, qui compte une forte proportion d'hydroélectricité. La consommation de la plate-forme est estimée à 40 MW en pointe et à 25–30 MW en moyenne.

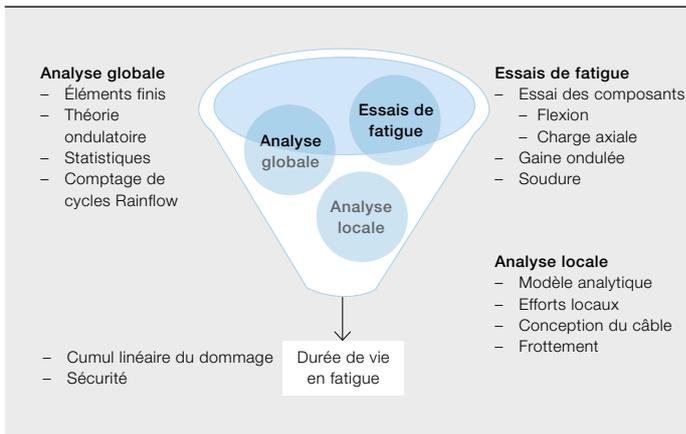
Caractéristiques

La liaison se compose d'un câble statique de 98,5 km, déroulé sur le sol marin, et d'un câble dynamique de 1,5 km reliant le fond à la surface, qui doit permettre le débattement vertical et horizontal de la plate-forme, dans un rayon de 75 m. Pour accompagner ce mouvement, une surlongueur de câble (mou) est suspendue, dans sa partie inférieure, à 73 flotteurs équidistants → 7 formant une configuration de caténaire en chaîne ou « *lazy wave* ».

2 Contraintes mécaniques sur le câble dynamique



3 Principales composantes de l'analyse en fatigue d'un câble



4 Câble immergé



5 Coupe du câble dynamique



fatigue. L'accent fut mis sur la barrière radiale contre la pénétration de l'eau (gaine en cuivre soudée → 5).

Constitution de la liaison câblée

Raidisseur

Un raidisseur de 8 m de long → 10 limite les fortes charges axiales sur la tête du câble et sa courbure au point de jonction avec la structure.

Câble statique

Ce câble 115 kV triphasé est composé de conducteurs massifs en cuivre de section 240 mm², protégés de l'eau par une gaine en plomb et non en cuivre comme celle du câble dynamique car elle ne subit pas de contraintes mécaniques répétitives. Un ruban semi-conducteur tapisse l'intérieur pour assurer l'étanchéité longitudinale du câble et uniformiser le champ électrique dans le plomb. La protection

d'un composé bitumineux anticorrosion. La gaine extérieure est formée de deux ligatures en fil de polypropylène, la première étant imprégnée de composé bitumineux.

Câble dynamique

Il s'agit d'un câble 115 kV triphasé à conducteurs de 300 mm² → 5. La gaine en cuivre ondulé est soudée par procédé TIG¹ (*Tungsten Inert Gaz*); une double armure assure l'étanchéité et la tenue du câble à la fatigue mécanique pendant toute sa durée de vie. La gaine résiste également aux courants de défaut phase-terre. Les âmes sont câblées et rétreintes, conformément à la norme CEI 60228. Leur section est plus importante que celle des conducteurs du câble statique pour garantir la tenue thermique de la tête de câble dans le raidisseur. L'étanchéité longitudinale est réalisée

Un essai de flexion simule les phénomènes de fatigue auxquels sera exposé le câble en service, en lui appliquant une tension de flexion accrue, sur une courte durée.

mécanique est réalisée par une gaine de polyéthylène. Un faisceau de 48 fibres optiques est logé dans l'interstice des trois conducteurs centraux. L'armure est constituée de deux couronnes de fils en acier galvanisé, enroulées dans le sens opposé pour donner une structure massive, résistante à la torsion, et séparées par une bande collée. Les fils sont revêtus

par un composé polymère. Un câble optique de 46 fibres monomodes et de 2 fibres multimodes (pouvant surveiller la température du câble) remplit l'un des interstices. Pour accroître le rapport masse/diamètre, deux tiges de

plomb sont placées dans les deux autres interstices. Les fils galvanisés sont revêtus d'une gaine polyéthylène qui les protège de l'abrasion.

Réparation

Si le segment dynamique de la liaison est endommagé, il faudra vraisemblablement le remplacer entièrement. En



revanche, le tronçon statique, plus long, est livré avec une jonction de réparation dont la partie électrique se compose de trois corps en caoutchouc prémoulés (un par phase), chacun sous boîtier hermétique. S'ajoutent une jonction de câble optique et un boîtier externe rigide pour la protection de l'ensemble et la transmission des efforts mécaniques.

Liaison statique-dynamique

La jonction flexible qui relie le câble statique au câble dynamique se compose :

- de trois joints d'âmes souples moulés (un par phase) revêtus chacun d'une gaine en plomb soudée sur la gaine métallique d'origine ;
- d'un raccord de fibres optiques ;
- d'une armure.

Qualification

Le câble fut soumis à plusieurs essais de qualification, dont Electra 171 et CEI 60840. Ces derniers étant bien connus, nous nous intéresserons ici à l'essai de flexion, moins fréquent.

Un essai de flexion simule les phénomènes de fatigue auxquels sera exposé le câble en service, en lui appliquant une tension de flexion croissante, sur une courte durée : le câble dynamique fut ainsi soumis à deux millions de cycles, sous charges axiales constantes calculées d'après les données de l'analyse globale (cf. *supra*). Précisons que les charges appliquées sont plus sévères en tête qu'en bout de câble.

On utilisa un banc pour tester une longueur de câble équipée du raidisseur et du système d'accroche suspendu (*hang-off*). Ce segment fut installé à l'horizontale, son extrémité supérieure fixée à

une tête basculante destinée à courber le câble, l'autre extrémité attachée à un tendeur hydraulique de 500 kN. On effectua sur les âmes des mesures électriques (décharges partielles et résistance des conducteurs), avant et après l'essai, pour confirmer l'absence de dégradation, ainsi qu'un contrôle d'aspect et d'étanchéité (par application d'un fluide) pour s'assurer qu'aucune craquelure n'avait abîmé la gaine en cuivre.

Essais en mer

Le câble devant être installé par un nouveau navire-câblier et un système de pose inédit, on procéda à des essais préalables en mer afin de vérifier :

- la mise en place des dispositifs de suppression des vibrations induites par vortex et des flotteurs, ainsi que la manutention de la tête de câble (raidie à l'aide d'un tube simulant l'action mécanique du raidisseur et du système d'accroche) ;
- la pose du câble en eaux profondes, dans les conditions de la mer du Nord, en début de printemps.

Les résultats furent concluants, ne nécessitant que quelques petites modifications sur certaines pièces mécaniques du système de pose. Ce fut aussi une excellente occasion de formation pour les câbleurs.

Navire de pose

Les deux tronçons de câble furent chargés sur la table tournante du *North Ocean 102* (5 800 tonnes de capacité) pour être posés d'un seul tenant.

Pour pouvoir les dérouler par une houle de 4 mètres d'amplitude, on développa un compensateur de pilonnement qui



Les essais furent concluants, ne nécessitant que de légères modifications sur certaines pièces mécaniques du système de pose.

Note

- 1 Procédé de soudage à l'arc, au moyen d'une électrode non fusible en tungstène, sous gaz inerte, donnant des soudures de grande qualité.



La plate-forme de Gjøa fait la symbiose de l'innovation et du savoir-faire technologique dans un environnement sans merci.

diminue la tension dynamique exercée sur le câble en cours de pose. Le navire fut également équipé de 2 tendeurs de 120 tonnes → 6. Le raidisseur et le système d'accroche suspendu, prémontés avant chargement, furent stockés au sommet de la table tournante → 8.

Durant le chargement, les raccords temporaires furent montés sur la tête de câble dynamique, à bord du navire. Pour tester le câble posé complet, on raccorda chaque phase à une chambre de coupure à isolation gazeuse.

Pose du câble

Les 98 km de câble embarqués sur le *North Ocean* couvrent toute la distance séparant Mongstad → 8 de Gjøa → 9. La campagne de pose doit relever de nombreux défis :

- Atterrissement du câble sur la plage ;
- Déploiement le long d'une falaise sous-marine à pic, à environ 300 m de Mongstad ;
- Cheminement du câble le long d'un tracé maritime à risques ;
- Immersion par 540 m de fond ;
- Surveillance continue du contact du câble sur le fond, par robot sous-marin télécommandé ;
- Manutention et déchargement minutieux du raidisseur, de la tête de tirage et du système d'accroche prémontés ;

- Mise en place des 73 flotteurs pour la configuration en chaînette ;
- Entreposage au fond de l'extrémité du câble dynamique (flotteurs, raidisseur, tête de tirage et système d'accroche inclus).

La falaise sous-marine obligea à suspendre le câble avec de grandes portées. Pour réduire le risque de vibrations induites par vortex, on l'équipa de virutes² et on élimina les surplombs par déversement de roches.

L'extrémité du câble dynamique et les flotteurs étant posés, le raidisseur, la tête de tirage et le dispositif d'accroche furent stockés sur le fond marin pendant environ trois mois avant d'être hissés sur la plate-forme.

Essais optiques et électriques

Toutes les fibres optiques en tête de câble furent raccordées par fusion pour former des boucles séparées qui permirent de réaliser, en cours de pose, une mesure continue de la qualité globale de la liaison par réflectométrie temporelle³, depuis le poste électrique de Mongstad.

Un essai électrique fut effectué immédiatement après positionnement de la jonction flexible statique-dynamique sur le fond et installation des flotteurs.



Tirage et raccordement en surface

Avant d'être tiré, le câble est remonté du fond et la tête de tirage attachée au filin de treuil de la plate-forme. Le système d'accroche prémonté est également hissé à bord et le câble solidement fixé → 9.

Après tirage, il reste à dénuder le câble dynamique → 11 pour connecter les conducteurs de phase et les fibres optiques. Les écrans des phases et la gaine du câble optique sont raccordés à une barre de terre.

La longueur totale du câble couvre les 98 km qui séparent Mongstad de Gjøa.

Parée pour le service

La plate-forme de Gjøa a su faire la symbiose de l'innovation et du savoir-faire technologique dans un environnement qui ne laisse aucune place à l'erreur. Première structure de production à être entièrement alimentée en électricité par le continent, elle a rapproché deux métiers industriels traditionnellement distincts (pétrole & gaz et câbles haute tension), dans une ambition commune : alléger le bilan carbone d'un « géant de la mer ».



Cet article est tiré d'une conférence donnée par les auteurs au salon JICABLE11 à Paris (juin 2011), sous le titre *HVAC Power Transmission to the Gjøa Platform*, et d'une publication au CIGRÉ 2010 (août 2010).

Erik Eriksson

Marc Jeroense

Magnus Larsson-Hoffstein

Claes Sonesson

ABB AB, High Voltage Cables

Karlskrona (Suède)

claes.sonesson@se.abb.com

erik.x.eriksson@se.abb.com

magnus.larsson-hoffstein@se.abb.com

marc.jeroense@se.abb.com

Knut-Aril Farnes

Rolf Ove Råd

Karl Atle Stenevik

Statoil AS, Stavanger (Norvège)

kafa@statoil.com

rora@statoil.com

katst@statoil.com

Notes

- Surface hydrodynamique qui améliore l'écoulement d'un fluide.
- Mesure de la distance comprise entre un point et une interface de réflexion en calculant le temps que met une impulsion lumineuse à revenir à son point de départ après réflexion sur cette interface.



Sobriété énergétique

2^e partie : quels leviers d'action pour inciter les industriels à améliorer leur performance énergétique ?

CHRISTOPHER WATTS – La physique définit l'énergie comme la capacité à produire un travail; or le travail est au cœur de la production industrielle. Au vu de son empreinte énergétique et de la hausse du prix de l'énergie, l'industrie est contrainte de revoir ses modes de consommation et de produire plus avec moins. Ce deuxième article analyse la frilosité des industriels dans leurs démarches d'amélioration de l'efficacité énergétique, alors même que les gains potentiels sont largement reconnus.

Dans le numéro 3/2011 de la *Revue ABB*, un premier article analysait les résultats d'une enquête de l'institut de recherche *The Economist Intelligence Unit* (EIU), réalisée à la demande d'ABB → 1, et soulignait l'importance du bilan énergétique dans la performance financière sur le long terme des industriels → 2. Si ces derniers en ont pour la plupart conscience, ils sont une minorité à mettre en pratique les préceptes d'une bonne gestion de l'énergie, un piètre bilan énergétique restant souvent la norme. En effet, seuls 40 % des sondés affirment avoir investi ces trois dernières années pour améliorer l'efficacité énergétique de leurs moyens et actifs industriels. Parmi eux, 49 % se trouvent dans les économies en développement contre 34 % dans les régions développées. À cet égard, l'Amérique du Nord est clairement à la traîne : seuls 21 % des interrogés assurent que leur entreprise a investi, au cours de la période, dans des technologies d'efficacité énergétique.

Au-delà des investissements matériels, la situation sur le plan des pratiques est à peine meilleure. En effet, 46 % des entreprises ne disposent d'aucun système de gestion de l'énergie pour suivre et optimiser leurs consommations ; 50 % en sont équipés et le reste est sans opinion. La nette majorité des entreprises dont le chiffre d'affaires annuel est inférieur à 1 milliard de dollars (55 %) ne contrôle pas ses usages énergétiques. Ces résultats sont d'autant plus surprenants que, pour les experts, ces systèmes offrent une rentabilité élevée → 3.

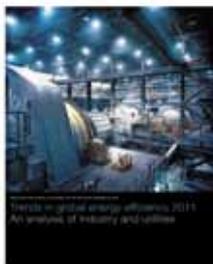
46 % des entreprises ne disposent d'aucun système de gestion de l'énergie pour suivre et optimiser leurs consommations.

Un système de gestion de l'énergie peut s'appuyer sur un cadre de référence pour maîtriser activement les consommations énergétiques d'une entreprise ; citons, par exemple, la nouvelle norme internationale ISO 50001, publiée en juillet 2011 → 4. « *L'efficacité énergétique, c'est pas compliqué*, affirme Doug May de Dow Chemical, *il faut faire preuve de*

Photo ci-contre

L'importance des mesures dans l'amélioration de l'efficacité énergétique industrielle fait l'unanimité. Or, dans de nombreux secteurs, les investissements restent à la traîne. Un contre-exemple : le broyeur à galets de la mine de Totten à Sudbury (Ontario, Canada) est équipé d'entraînements à haut rendement énergétique ABB.

1 Le rapport « The frugal manufacturer : Using energy sparingly » (en anglais)



Ce rapport présente les résultats d'une enquête et d'un travail de recherche réalisés par *The Economist Intelligence Unit* (EIU) à la demande d'ABB. L'EIU a interrogé 348 hauts responsables industriels, principalement en Amérique du Nord, en Asie-Pacifique et en Europe occidentale afin de connaître leurs projets d'investissement dans l'amélioration de l'efficacité énergétique de leurs procédés de production, les questions que soulèvent ces investissements et les facteurs susceptibles de peser sur la performance énergétique du secteur industriel au cours des prochaines années. En plus de l'enquête en ligne, l'EIU a réalisé 15 entretiens approfondis avec des cadres dirigeants, des responsables politiques et des experts en efficacité énergétique dans l'industrie.

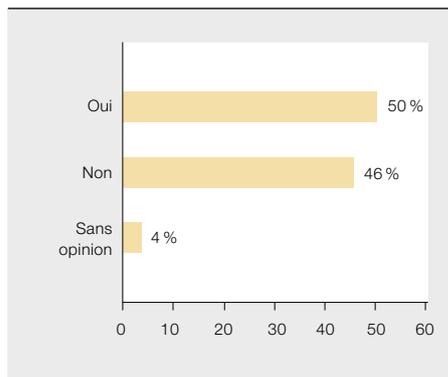
2 Résumé de la 1^{re} partie



Notre premier article, « Sobriété énergétique : industrie et efficacité énergétique », paru dans le numéro 3/2011 de la *Revue ABB*, présentait les conclusions suivantes :

- 88 % des industriels interrogés affirment que l'efficacité énergétique sera pour eux un facteur de réussite déterminant au cours des vingt prochaines années.
- 72 % sont « tout à fait d'accord » ou « plutôt d'accord » avec le fait que l'efficacité énergétique constitue aujourd'hui un facteur de réussite déterminant pour l'industrie.
- 59 % affirment que le prix de l'énergie est l'un des facteurs décisifs du choix d'investir dans l'efficacité énergétique.
- 26 % citent la volonté d'améliorer l'image de leur entreprise comme autre raison d'investir dans un projet d'efficacité énergétique.

3 Avez-vous un système global de suivi et d'optimisation de vos usages énergétiques ?



Seuls 48 % des sondés communiquent régulièrement sur l'amélioration du bilan énergétique de leurs sites, branches d'activités ou entreprise.

discipline, mesurer les usages, déceler des pistes d'amélioration, adopter des comportements appropriés et créer une structure chargée de les définir et les mettre en œuvre. »

Le système peut également comporter des logiciels, des commutateurs et des automatismes. Prenons l'exemple de Bayer MaterialScience, producteur de matières plastiques et autres matériaux pour l'industrie automobile notamment. L'entreprise utilise des outils analytiques pour réduire la variabilité de la qualité de ses produits et exploiter son site au plus près de sa capacité théorique. Les quelque 700 000 dollars investis devraient être rentabilisés en moins d'un an. « Ce niveau d'investissement n'est pas excessif, note Hans-Joachim Leimkhüler, directeur des méthodes chez Bayer Technology Services, qui intervient en tant que consultant maison pour Bayer MaterialScience, mais les résultats peuvent être spectaculaires. »

L'enquête révèle d'autres raisons qui font que les industriels hésitent à prendre en main leur efficacité énergétique. Ainsi,

ils sont à peine 34 % à avoir réalisé un audit énergétique d'une activité ou de toute l'entreprise. Terry McCallion de la BERD souligne le rôle que les audits énergétiques peuvent jouer dans la mesure et la maîtrise des usages énergétiques : « L'audit est l'élément-clé qui pousse les entreprises non seulement à s'interroger sur les actions à mener, mais également sur les avantages financiers qu'elles peuvent en tirer. En fin de compte, il s'agit de trouver des projets d'investissement qui présentent un taux de rendement interne supérieur à 100 %. Dans ce contexte, l'audit énergétique constitue un véritable levier pour débloquer ces projets ».

Vu le manque apparent de volonté des industriels à évaluer leurs usages et besoins énergétiques, rien de surprenant à ce que moins de la moitié des sondés (48 %) communique régulièrement sur l'amélioration du bilan énergétique de ses sites, de ses branches d'activités ou de l'entreprise → 5.

Autre preuve du peu d'intérêt des industriels pour la performance énergétique

4 ISO 50001, une nouvelle norme pour bien gérer l'énergie

L'Organisation internationale de Normalisation, basée à Genève, élabore des normes destinées aux acteurs économiques publics et privés ainsi qu'à la société dans son ensemble. Depuis 2008, elle s'emploie à rédiger la norme internationale de management de l'énergie ISO 50001 qui a été publiée en juillet 2011.

Que doivent en attendre les entreprises ?

L'ISO 50001 offre un cadre pour les aider à planifier et gérer leurs usages énergétiques. Plutôt que fixer des exigences techniques, la nouvelle norme définit un ensemble de procédures et pratiques qui constituera un bon système de gestion de l'énergie.

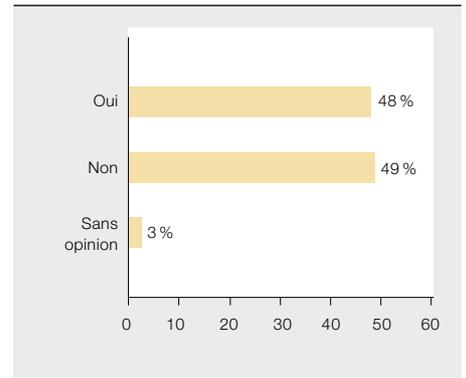
Les objectifs de l'ISO 50001 sont les suivants :

- Aider les acteurs économiques à mieux utiliser leurs actifs consommateurs d'énergie.
- Servir de référentiel en matière de gestion énergétique.
- Mesurer les usages énergétiques.
- Documenter et rendre compte des améliorations en matière d'intensité énergétique.

- Établir les conditions de transparence et faciliter la communication sur la gestion des ressources énergétiques.
- Promouvoir les meilleures pratiques et renforcer les bons comportements en gestion énergétique.
- Évaluer et privilégier la mise en œuvre des technologies à haut rendement énergétique.
- Favoriser l'efficacité énergétique tout au long de la chaîne d'approvisionnement.
- Faciliter l'amélioration de la gestion de l'énergie dans le cadre de projets de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La norme ISO 50001 permettra l'intégration à d'autres systèmes de management déjà en place (qualité, environnement, etc.). Les experts pensent qu'elle intéressera toute organisation dont la facture énergétique dépasse, par exemple, 500 000 dollars/an. À terme, l'ISO espère qu'elle aura un impact sur près de 60 % des usages énergétiques mondiaux.

5 Votre entreprise communique-t-elle sur ses progrès en efficacité énergétique ?



de leur « cœur de métier » : l'enquête montre que, sur ce plan, ils investissent plutôt dans des postes annexes que dans leurs procédés manufacturiers. Interrogés sur les actions mises en œuvre ces trois dernières années pour améliorer leur bilan énergétique, 67 % des sondés citent les systèmes d'éclairage, 48 % la climatisation, 45 % le chauffage et 42 % la consommation d'eau. Seuls 40 % ont amélioré l'efficacité énergétique de leurs sites et équipements de production → 6.

Question de fonds

Pourquoi les entreprises sont-elles si peu nombreuses à chercher à améliorer la performance énergétique de leurs procédés de fabrication ? Interrogés sur les deux principaux obstacles aux investissements en efficacité énergétique, 42 % des cadres dirigeants citent, au premier chef, « l'insuffisance d'arguments financiers convaincants en faveur de ces investissements » → 7, suivi « du manque de moyens financiers » (28 %). Dans certains cas, en particulier sur les marchés en forte croissance, les dirigeants sont tiraillés entre utiliser les fonds disponibles pour accroître les capacités et investir en efficacité énergétique. Cette réalité est confirmée par le dirigeant du cimentier indien UltraTech Cement qui double ses capacités de production tous les 10 ans : « Nos concurrents continuent d'augmenter leurs capacités. Si nous ne

suivons pas, nous perdons des parts de marché ».

Les entretiens mettent en lumière un certain nombre de pratiques qui aident les industriels à surmonter une partie de ces obstacles financiers. Le Groupe 3M, par exemple, alloue des fonds à chacune de ses six branches d'activités ; partant de là, « ce sont elles qui décident de leur meilleure utilisation : croissance ou amélioration des marges », explique M. Schultz. Qui plus est, pour éclairer leur choix d'investissement, les responsables d'usine disposent d'une base de données sur les projets énergétiques de 3M. Selon M. Schultz, « cette base permet aux différents sites d'échanger des informations, de comprendre à la fois ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas ».

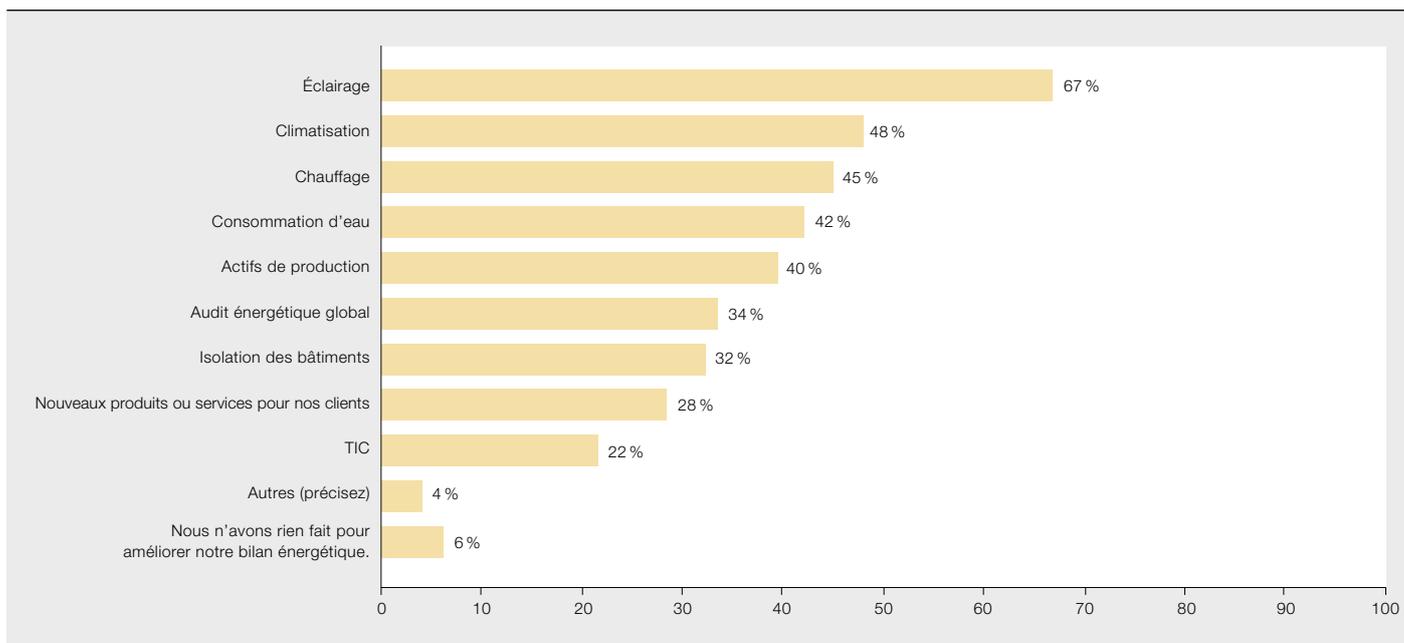
D'autres éléments plaident en faveur des investissements. Ainsi, améliorer l'efficacité des équipements existants sera d'autant plus rentable que les mesures seront prises lors des cycles normaux d'investissement et de maintenance des sites dans le but de réduire les arrêts de production. « Le choix du calendrier et la

coordination avec les équipes d'exploitation sont d'une importance capitale dans notre secteur, précise M. May, dont les usines tournent jour et nuit. L'impact économique est énorme si vous arrêtez la production uniquement pour mettre en œuvre le projet d'efficacité énergétique. » Alors que les industriels mesurent de plus en plus l'importance des avantages

Améliorer l'efficacité des équipements existants est d'autant plus rentable que les mesures sont prises lors des cycles normaux d'investissement et de maintenance des sites.

« annexes » de l'efficacité énergétique pour leur croissance durable ces avantages confortent les arguments financiers. Comme l'explique Ian Gilmour, responsable Sécurité, Santé et Environnement, et directeur de production chez Orica, producteur australien de produits chimiques : « Je complète mon argumentaire en parlant d'image, de réputation et de bénéfices pour la société civile. Je suis alors sûr d'avoir l'oreille du conseil d'administration ».

6 Dans quels domaines votre entreprise a-t-elle agi au cours des trois dernières années pour améliorer son bilan énergétique ?
Sélectionnez tous les domaines concernés.



Le manque d'informations s'accompagne d'une difficulté majeure à comparer la performance énergétique de sites industriels de régions ou d'activités différentes.

Besoin de référentiels

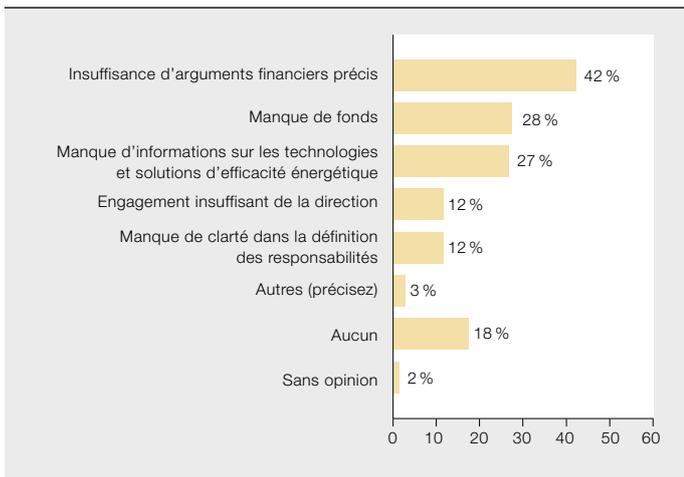
Les obstacles financiers ne sont pas les seuls freins aux investissements dans la gestion efficace de l'énergie. En effet, troisième obstacle cité par 27 % des dirigeants d'entreprise, le manque d'informations sur les technologies et les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique pénalise les projets d'investissement. L'enquête fait apparaître une différence notable dans la zone Asie-Pacifique, où 37 % des sondés citent d'abord l'insuffisance d'informations, bien avant le manque de moyens financiers (24 %).

Parmi les entreprises de taille plus réduite, la part des dirigeants voyant dans le manque d'informations un obstacle est supérieure à la moyenne des sondés (32 %). Ajay Mathur, directeur général de l'organisme public BEE, décrit la situation suivante : « *L'industriel se demande si la nouvelle technologie qu'on lui propose fonctionne vraiment. On lui prétend que le système divisera par deux sa facture énergétique. Comment en être sûr ? Et si toute l'usine s'arrête ? Le risque perçu des nouvelles technologies entrave l'adoption anticipée des technologies d'efficacité énergétique* ». Sans oublier que les petites entreprises ont également moins de ressources pour gérer leur performance énergétique : seules 17 % d'entre elles ont en interne un responsable Énergie contre 24 % pour les grands groupes → 8.

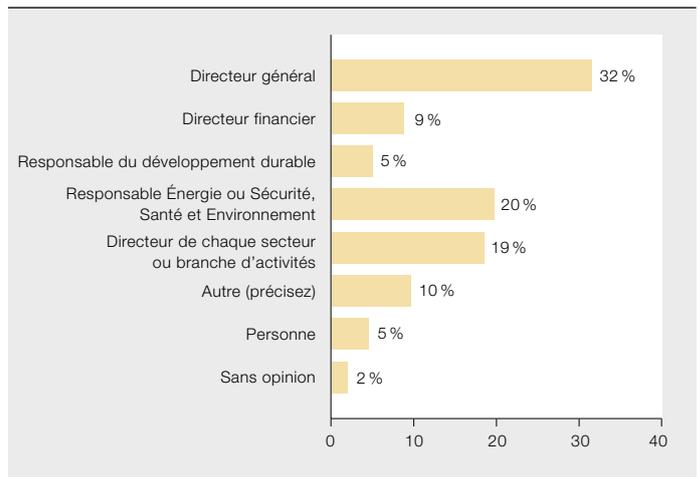
En Inde, le BEE a créé un programme spécial d'information sur l'efficacité énergétique à destination des petites et moyennes industries (PMI). Son directeur général, M. Mathur, explique que beaucoup de PMI indiennes sont regroupées par régions ou secteurs d'activités. « *Des consultants spécialistes de l'efficacité énergétique visitent les usines pour voir ce qu'il est possible de faire.* » Ils réunissent les fournisseurs d'équipements, les industriels et les organismes prêteurs pour présenter les différentes solutions, en amont du projet. Par la suite, d'autres PMI de la région ou du secteur peuvent se rendre compte de visu des avantages. S'ils désirent faire la même chose, « *ils ont la preuve que la solution fonctionne chez le voisin* », conclut M. Mathur. Le BEE a mis en place ce programme dans 25 pôles industriels à travers le pays.

Ce manque d'informations s'accompagne d'une difficulté majeure à comparer la performance énergétique de sites industriels de régions ou d'activités différentes. Pour certains procédés de fabrication, des référentiels fiables existent : « *Les producteurs d'ammoniac et de nitrate d'ammonium mettent en commun toutes leurs données au cours d'une conférence mondiale* », explique M. Gilmour. *Nous savons tous quels sont les sites exploités par nos concurrents et leurs performances. Tout est publié* ». Élaborer des référentiels énergétiques constitue, dans la plupart des cas, un

7 Quels sont les obstacles aux investissements dans l'amélioration de l'efficacité énergétique au sein de votre entreprise? (deux réponses maxi)



8 Dans votre entreprise, qui est officiellement responsable de l'efficacité énergétique?



réel défi. « Il existe une telle diversité de procédés de fabrication et de mélanges de produits entre des sites différents qu'il est presque impossible de comparer ses performances à celles d'un concurrent sur le marché national ou mondial », constate M. Elliott de l'ACEEE.

gèrent l'énergie, une pratique que la norme ISO 50001 devrait renforcer.

De nombreux industriels invoquent le manque de moyens financiers ou la nécessité d'investir en priorité dans de nouvelles capacités de production pour

différer les investissements en efficacité énergétique. Pour autant, certains montrent qu'il est possible de surmonter ces obstacles. Notons, pour commencer, que beaucoup d'initiatives simples et peu onéreuses offrent des temps de retour sur investissement

rapides avec un impact non seulement sur la rentabilité à court terme mais également sur les performances financières à long terme.

Cet article présente les conclusions du deuxième tiers du rapport « The frugal manufacturer: Using energy sparingly » préparé et rédigé par The Economist Intelligence Unit (EIU), à la demande d'ABB. Notre prochain et dernier article se penchera sur le contexte réglementaire de l'efficacité énergétique.

L'EIU assume l'entière responsabilité du contenu de ce rapport. Les résultats et les avis exprimés ne reflètent pas nécessairement ceux d'ABB.

Pour en savoir plus sur l'efficacité énergétique dans l'industrie, l'énergie, le bâtiment et les transports, rendez-vous sur www.abb.com/energyefficiency.

L'EIU remercie tous ceux qui ont participé à l'enquête ainsi que les personnes citées dans le rapport.

Christopher Watts
Aviva Freudmann
The Economist Intelligence Unit

Merci d'adresser vos questions et commentaires à :

Mark Curtis
ABB Corporate Communication
Zurich (Suisse)
mark.curtis@ch.abb.com

Certaines entreprises n'évaluent pas leurs usages énergétiques mais la manière dont elles gèrent l'énergie, une pratique que la norme ISO 50001 devrait renforcer.

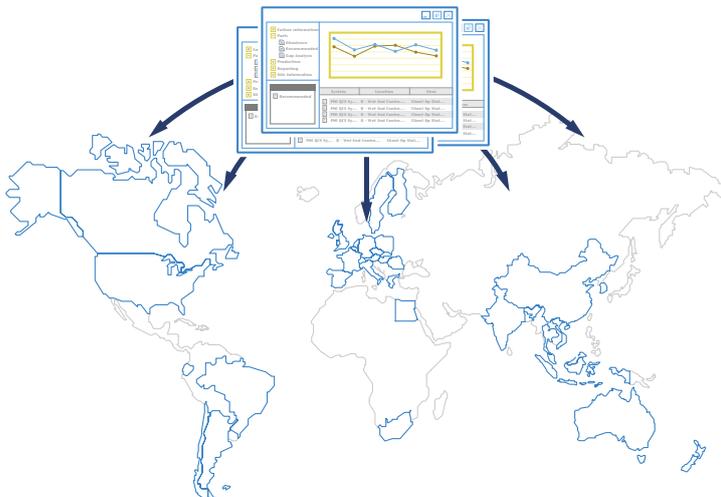
Ainsi, 77 % des interrogés admettent que « les industriels ont besoin de référentiels plus précis sur l'efficacité énergétique » dans leurs domaines d'activités.

Toujours est-il qu'en l'absence de référentiels fiables, chacun mesure un peu à sa façon son niveau d'efficacité énergétique et les progrès réalisés. M. Leimkühler cite un exemple: « Comme il nous est impossible de comparer le site A au site B, nous comparons le niveau réel du site A à son niveau optimal »; ce dernier est fixé lors de réunions de travail avec le personnel du site. D'autres entreprises comparent les performances énergétiques d'un site à celles de l'année précédente pour suivre l'évolution; d'autres encore n'évaluent pas leurs usages énergétiques mais la manière dont elles

ServicePro 3.0

Le meilleur de la maintenance ABB à portée de souris

VINCE WILLIAMSON – Avec ServicePro 3.0, ABB met ses meilleures pratiques mondiales au service d'une maintenance proactive des automatismes et procédés industriels.



Outil logiciel ouvert aux ingénieurs support et aux clients ABB du monde entier, ServicePro 3.0 permet de suivre, de planifier et de gérer la maintenance de tous les systèmes de contrôle-commande, d'entraînement et d'automatisation industrielle ABB. Il peut aussi mesurer des indicateurs clés (KPI) pour évaluer l'efficacité des programmes de maintenance et faciliter la gestion des stocks de pièces et du cycle de vie des systèmes. ServicePro 3.0 édite des rapports types et des bilans personnalisables qui procurent une vision temps réel de l'activité. Nos clients disposent instantanément de toute l'information nécessaire à une maintenance proactive de leur *process* pour doper l'efficacité de leurs automatismes.

ServicePro 3.0 accomplit cinq grandes missions :

- Collecter, synchroniser et diffuser les meilleures pratiques mondiales de service entre ABB et les utilisateurs de ses produits d'automatisme ;
- Faciliter la transition vers une maintenance proactive pour réduire les coûts et améliorer la productivité ;
- Surveiller l'utilisation des pièces pour limiter les stocks au strict nécessaire, anticiper les besoins et diminuer ainsi les frais inutiles de livraison d'urgence ;
- Formaliser et pérenniser les meilleures pratiques mondiales ;
- Fournir des données pour évaluer la fiabilité et la performance des

automatismes industriels au sein d'un même site ou entre les multiples implantations d'une entreprise.

ServicePro 3.0 s'appuie sur une base de données mondiale qui recense, synchronise et diffuse toutes les informations à jour sur les programmes de maintenance, les pièces et le cycle de vie des équipements.

ServicePro 3.0 fournit aux clients ABB toute l'information nécessaire pour gérer leur maintenance de manière proactive et doper la performance de leurs automatismes.

ServicePro 3.0 se décline en cinq modules pour aider les ingénieurs et industriels à améliorer la maintenance et la performance des systèmes de contrôle-commande ABB :

- La *Gestion des rapports* édite des bilans configurables pour visualiser, comptabiliser et chiffrer les tâches de maintenance ;

- La *Gestion de la maintenance* collecte et déploie les meilleures pratiques de maintenance des automatismes et du procédé, et en facilite la planification, l'ordonnancement et l'exécution ;
- La *Gestion des pièces* assure un suivi complet et rapide des pièces dont a besoin l'équipement (étape du cycle de vie, nomenclatures et kits de maintenance, commandes et niveau des stocks) ;
- La *Gestion de l'optimisation* garantit le maintien et le renforcement des démarches d'amélioration du système et du procédé ;
- La *Gestion des contrats* pilote et documente les ressources de maintenance, identifie les plus performantes et compare leur efficacité entre plusieurs sites.

ServicePro 3.0 s'adresse aussi bien aux systèmes d'automatisation ABB qu'aux *process* automatisés par ABB. Il peut également gérer la maintenance de tous les équipements stratégiques d'un site, indépendamment du constructeur ou du procédé.

Intéressé ? Contactez Vince Williamson, Responsable produit ServicePro, au 00 1 614 818 6533 (appel depuis la France) ou à l'adresse vince.williamson@us.abb.com.

Innovation



- 6 Perspectives**
L'année 2011 en 11 innovations
- 12 L'innovation, un travail d'équipe**
La collaboration « CLEEN » au service de la recherche-développement ABB
- 18 eVD4, éVolution intelligente de la Distribution**
Simplicité et fiabilité pour les réseaux électriques
- 24 Soubresauts dans la moyenne tension**
Tableaux ABB pour centrales électronucléaires : un maillon essentiel de la chaîne de sûreté énergétique
- 29 Force rotatrice**
Les variateurs ABB dopent les performances des broyeurs (1^{re} partie).
- 36 Manœuvres d'appareillage**
Technologies et normalisation de l'alimentation électrique des navires à quai
- 41 Reçu cinq sur cinq**
Le convertisseur à cinq niveaux de tension ANPC-5L et le variateur ACS 2000 sont sur la même longueur d'onde.
- 47 Moisson énergétique**
ou l'art de glaner l'énergie ambiante pour bâtir une usine totalement autonome
- 52 Moteurs sans étincelles**
Les moteurs et générateurs synchrones et asynchrones ABB, parés pour les ambiances explosibles
- 56 Régime moteur**
Les moteurs synchrones commandés en vitesse variable musclent le bilan énergétique des applications industrielles.
- 63 Alternative énergétique**
L'efficacité énergétique, moteur du développement durable des centrales électriques
- 68 Protection éclair**
ABB aide les transformateurs de distribution à surmonter les tensions transitoires rapides.
- 73 Valeurs partagées**
ABB installe le premier bus de procédé ABB conforme à la norme CEI 61850-9-2 de communication dans les postes électriques.
- 78 Enquête de satisfaction**
Nos lecteurs ont la parole.

Pétrole et gaz



- 6 Or noir, or gris**
La confusion des sentiments
- 15 Transitions énergétiques**
Rencontre avec Scott W. Tinker, professeur à l'université du Texas, géologue de l'État du Texas et directeur du *Bureau of Economic Geology*
- 20 Au pays de l'or noir**
ABB construit des infrastructures pétrolières et gazières en plein désert.
- 25 Les fruits de l'intégration**
Des solutions globales pour toute la chaîne de production de gaz de charbon
- 29 Distribution électrique offshore**
ABB met à profit son savoir-faire pour proposer des solutions électriques et d'automatisation intégrées, clé en main.
- 33 Clair comme de l'eau de roche**
Une solution de séparation huile/eau souple, compacte et efficace
- 39 Essais concluants**
ABB met au banc d'essais ses systèmes d'entraînement à vitesse variable pour l'industrie pétrogazière.
- 45 Intelligence précoce**
Les données de procédé, une mine d'informations pour l'entreprise
- 50 Télérobotique d'inspection et de maintenance**
Les robots plongent dans le pétrole et le gaz.
- 56 Gisement de productivité**
ABB dope et prolonge l'exploitation de la gigantesque mine de cuivre d'Aitik.
- 63 Cohabitation harmonieuse**
Les atouts de poids des nouveaux variateurs ABB
- 67 Modernisation de poste**
Une installation 380 kV, à l'heure de la CEI 61850
- 71 Protection à grande vitesse**
Les parafoudres ABB en tête de train
- 74 Stabilité opérationnelle**
Les variateurs ABB dopent les performances des broyeurs (2^e partie).

Technologies au sommet



- 6 Sobriété énergétique**
1^{re} partie : industrie et efficacité énergétique
- 13 Le soleil au zénith**
Nouvel onduleur *string* ABB pour systèmes photovoltaïques
- 19 Des lignes haute tension sous bonne garde**
La nouvelle génération de téléprotections NSD570 d'ABB
- 26 Réserve d'énergie**
Une solution ABB pour la commande en vitesse variable des stations de transfert d'énergie par pompage
- 32 Intelligence collective**
ABB met l'intelligence au service des distributeurs et des consommateurs d'électricité.
- 41 Bâtir pour durer**
Des architectures qui valorisent et protègent durablement vos investissements logiciels.
- 51 Intégrer pour optimiser**
L'intégration des opérations garantit la sécurité et la rentabilité des champs pétrolifères et gaziers.
- 58 Émissions sous surveillance**
Un contrôle prédictif « intelligent » pour améliorer l'écobilan des sites industriels.
- 64 Le bon tuyau de la boucle 4-20 mA**
L'adaptateur FieldKey d'ABB trace la voie du sans-fil WirelessHART basse consommation.

Eau



- 6 La mer à boire**
Les variateurs de vitesse ABB mettent la pression dans les usines de dessalement.
- 11 Arrosage en ligne**
L'automatisation et la télégestion de l'irrigation dans le sillon d'Internet et du *cloud*
- 17 Pour une gestion responsable**
La technologie ABB participe aux efforts de l'industrie pour préserver l'eau.
- 23 AquaMaster 3™**
Télémesure et télérelève sur Internet pour mieux gérer et surveiller la consommation d'eau.
- 29 De l'eau au compte-gouttes**
Les procédés ABB améliorent la performance des réseaux de distribution d'eau.
- 34 Symphony™ Plus**
L'automatisation globale et intégrée des secteurs de l'énergie et de l'eau
- 36 Traitement de l'eau en services commandés**
Les services et solutions électriques ABB pour le secteur mondial de l'eau
- 39 Eau vive**
Améliorer l'efficacité énergétique de la production, du transport, de la distribution et du traitement.
- 44 Pomper malin**
Les variateurs ABB mettent leur intelligence fonctionnelle au service des applications de pompage.
- 48 Resserrer les liens**
Un câble sous-marin ABB assure l'alimentation électrique du champ pétrolier et gazier de Gjøa.
- 55 Sobriété énergétique**
2^e partie : quels leviers d'action pour inciter les industriels à améliorer leur performance énergétique ?
- 60 ServicePro 3.0**
Le meilleur de la maintenance ABB à portée de souris
- 61 Index 2011**
Tous les articles de l'année

Rédaction

Claes Ryttoft

Chief Technology Officer
Group R&D and Technology

Clarissa Haller

Head of Corporate Communications

Ron Popper

Head of Corporate Responsibility

Eero Jaaskela

Head of Group Account Management

Andreas Moglestue

Chief Editor, ABB Review
andreas.moglestue@ch.abb.com

Édition

La Revue ABB est publiée par la direction R&D and Technology du Groupe ABB.

ABB Technology Ltd.
ABB Review/REV
Affolternstrasse 44
CH-8050 Zurich
Suisse

La Revue ABB paraît quatre fois par an en anglais, français, allemand, espagnol, chinois et russe. Elle est diffusée gratuitement à tous ceux et celles qui s'intéressent à la technologie et à la stratégie d'ABB. Pour vous abonner, contactez votre correspondant ABB ou directement la Rédaction.

La reproduction partielle d'articles est autorisée sous réserve d'en indiquer l'origine. La reproduction d'articles complets requiert l'autorisation écrite de l'éditeur.

Édition et droits d'auteur ©2011
ABB Technology Ltd.
Zurich (Suisse)

Impression

Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH
AT-6850 Dornbirn (Autriche)

Maquette

DAVILLA AG
Zurich (Suisse)

Traduction française

Dominique Helies
dhelies@wanadoo.fr

Avertissement

Les avis exprimés dans la présente publication n'engagent que leurs auteurs et sont donnés uniquement à titre d'information. Le lecteur ne devra en aucun cas agir sur la base de ces écrits sans consulter un professionnel. Il est entendu que les auteurs ne fournissent aucun conseil ou point de vue technique ou professionnel sur aucun fait ni sujet spécifique et déclinent toute responsabilité sur leur utilisation. Les entreprises du Groupe ABB n'apportent aucune caution ou garantie, ni ne prennent aucun engagement, formel ou implicite, concernant le contenu ou l'exactitude des opinions exprimées dans la présente publication.

ISSN : 1013-3119

www.abb.com/abbreview



Dans le numéro 1112

L'innovation au beau fixe

L'innovation est force de progrès. Dans les centres de recherche ABB du monde entier, plus de 6 000 scientifiques et ingénieurs œuvrent aux mutations technologiques de demain. Dans le même esprit, ABB collabore avec quelque 70 universités, partageant son savoir avec des chercheurs d'avenir tout en les impliquant dans les grandes aventures industrielles du moment.

Si notre premier numéro de l'année est traditionnellement consacré à l'innovation au sens large, il fait aussi la part belle à chaque percée technologique du Groupe.

La Revue ABB braquera les projecteurs sur une sélection de lancements produits récents ou imminents, et sur les développements et avancées qui marquent leur temps.



Des solutions efficaces pour le cycle de l'eau, de la première à la dernière goutte

L'eau est au cœur de nos écosystèmes, de nos activités et de la production industrielle. Depuis plus de 50 ans, ABB équipe des milliers d'installations et de réseaux d'eau dans plus de 100 pays. Son offre complète de produits, systèmes et services dans les domaines de l'énergie et de l'automatisation s'appuie sur une grande expertise des métiers de l'eau pour améliorer la performance énergétique de la production, du transport, de la distribution et du traitement. www.abb.com/water