

ABB

1 | 15  
fr

# review

---

**Miser sur l'innovation ABB 6**

Construire intelligent 22

**Simuler les automatismes 32**

Dompter le vent 48

---

La revue  
technologique  
du groupe ABB



Innovation

Power and productivity  
for a better world™



Imaginez un robot à deux bras capable de travailler avec précision, dextérité et sécurité, en véritable partenaire de l'homme. Avec YuMi®, le nouveau robot collaboratif d'ABB, cette vision est aujourd'hui une réalité, à découvrir en p. 6.

Tout aussi réaliste est cette photo de jeux de barres de la station de conversion CCHT de l'Outaouais, au Canada: une installation dos à dos de 1250 MW, à l'interconnexion des réseaux électriques du Québec et de l'Ontario.



# Innover

- 6 Avant-première**  
Le meilleur de l'innovation ABB en 2015

# Rapprocher

- 11 Informer pour agir**  
De nouvelles techniques ABB de gestion des données pour améliorer les services aux industriels
- 16 Démêler la complexité**  
La plate-forme d'émulation virtuelle ABB simplifie le test du contrôle-commande de procédé
- 22 Bien charpenté !**  
Les technologies ABB pour mieux construire
- 27 Services à la carte**  
ABB étoffe son offre de services avancés accessibles dans le monde entier sur ServicePort™
- 32 Le simulateur joue les prolongations**  
La simulation 800xA participe à la totalité du cycle de vie d'un système d'automatisation

# Avancer

- 37 Front intelligent**  
Appareils d'interruption automatisés et communicants
- 42 Ligne de crête**  
Des algorithmes pour lisser la puissance crête appelée par les procédés électrothermiques
- 48 Fenêtre sur tours**  
Les éoliennes dans la ligne de mire ABB
- 53 Capacités libérées**  
Le nouveau condensateur QCap d'ABB améliore le facteur de puissance

# Anticiper

- 60 ABB en bref**

# Perpétuer

- 63 Flash-back**  
*ABB review* revient sur plus d'un siècle de parution

# L'innovation en action



Claes Rytøft

## Chers lecteurs,

Le nouveau robot collaboratif d'ABB, YuMi, fait la Une de notre premier numéro de l'année. D'emblée, vous vous demandez si nos ingénieurs n'ont pas été trop inspirés par leur lecture de jeunesse. Rassurez-vous, nous avons une excellente raison de produire un robot ambidextre : l'être humain n'est-il pas capable de tenir un objet d'une main tout en le manipulant de l'autre, accomplissant un nombre incalculable de tâches aussi diverses que variées, de l'épluchage de légumes au téléchargement d'applis mobiles sur son smartphone ? Une dextérité que s'est appropriée YuMi pour les opérations d'assemblage et de manutention.

Les robots de dernière génération ne sont qu'un exemple du mariage logiciel-matériel et de la place grandissante qu'occupent ces équipements dans l'industrie. D'autres articles de ce numéro s'intéressent à la façon dont on peut exploiter la masse de données provenant des capteurs disséminés dans l'usine pour vraiment gagner en productivité et redessiner la pyramide industrielle. Dans cet esprit, *ABB review* montre comment l'émulation permet de réduire les essais système, et les outils de téléservices de diagnostic et de maintenance ABB de tirer le meilleur de l'expertise du groupe.

Mais il n'y a pas que l'automatisation industrielle à viser la performance et la productivité. Les automatismes du bâtiment ne cessent d'innover dans le sens de l'efficacité énergétique, tout comme les procédés électrothermiques cherchent à lisser le courant appelé avec un régulateur de puissance crête ABB.

De même, les solutions ingénieuses ne sont pas toutes fondées sur des algorithmes et du logiciel ! Le nouveau condensateur QCap d'ABB affiche des caractéristiques conceptuelles lui procurant fiabilité, longévité et sécurité.

L'année dernière, *ABB review* fêtait les cent ans de son « aïeule », la *Revue BBC*. 2015 est l'occasion de mettre à l'honneur une autre devancière, *ASEA Journal*, dont la première parution remonte à 1909. Pour autant, votre magazine n'attend pas les anniversaires pour évoquer l'héritage technologique d'ABB. En témoigne la rubrique « ABB, éternel pionnier » qui revient régulièrement sur le passé pour expliquer le présent et esquisser l'avenir. Retrouvez les 22 articles de la collection et quelques autres pépites éditoriales sur notre site [www.abb.com/abbrevreview](http://www.abb.com/abbrevreview). Enfin, outre la version papier et Internet, *ABB review* est aussi une application pour tablette, accessible depuis la même page web.

Bonne lecture, et bonne connexion !

Claes Rytøft  
Directeur des technologies  
Directeur général adjoint  
du groupe ABB



# Avant-première

## Le meilleur de l'innovation ABB en 2015

L'innovation revêt de multiples formes ; elle peut être radicale et rompre avec l'existant, ou le remanier pour améliorer et réinventer notre quotidien. Toujours soucieux de mener cette course au progrès, le groupe ABB n'a cessé de créer, de peaufiner et d'enrichir son offre de produits pour mieux servir ses clients.

Voici un aperçu de ces avancées, pour beaucoup développées dans ce premier numéro de l'année, ou abordées dans nos prochaines éditions.

### YuMi®, robot ambidextre

**YuMi, le nouveau robot à deux bras d'ABB ouvre définitivement la voie à la robotique industrielle collaborative. Intrinsèquement sûr, il s'affranchit des barrières matérielles et autres protections pour une véritable collaboration homme-machine hautement productive.**

Le logiciel de commande de YuMi, sa précision et sa conception innovante sont au cœur de ses performances. Sa sécurité est encore renforcée par des bras légers rembourrés qui absorbent l'énergie en cas de choc et éliminent les risques de blessures.

Conçu pour l'assemblage de petits composants, YuMi est destiné avant tout à l'industrie électronique grand public dont les besoins évoluent constamment. Il convient aussi à toutes les applications nécessitant les mêmes cadences et niveaux de précision.

YuMi fait partie d'une offre globale polyvalente et flexible : préhenseurs, systèmes d'alimentation de pièces, vision artificielle et commande avancée. Sa petite taille réduit au minimum l'encombrement de l'outil de production et permet de l'installer sur des postes de travail occupés jusqu'ici par des opérateurs humains. Son système de commande intégré, ses deux bras à 7 axes, sa capacité de charge, ses mouvements rapides et ses protections en font la solution idéale pour la plupart des applications d'assemblage de petits composants.

Le choix du nom « YuMi » (contraction de *you* et *me*) montre bien qu'il s'agit de faire collaborer humains et robots. Pour en savoir plus, rendez-vous en



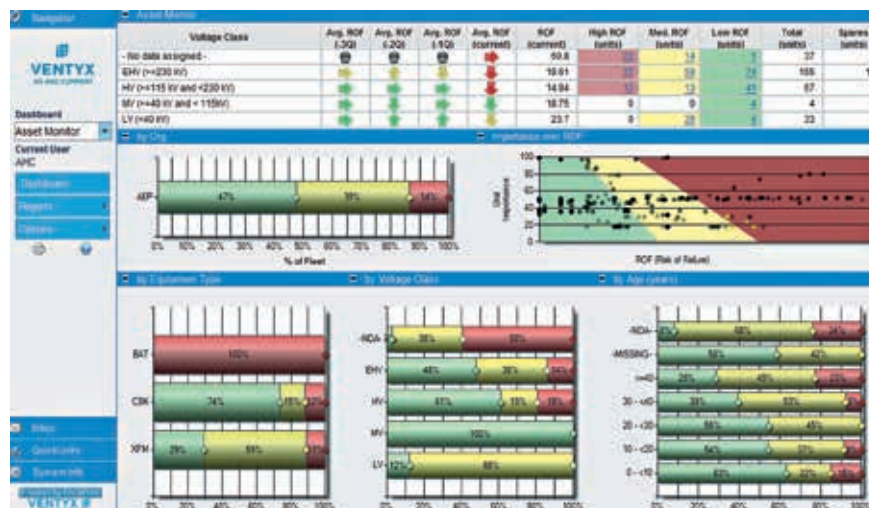
avril à la Foire de Hanovre (Allemagne) où le petit dernier des robots ABB sera officiellement présenté au marché.

Nous reviendrons sur cette innovation dans un prochain numéro d'ABB review.

## Maintenance : la fiabilité à moindre coût

Le budget maintenance des entreprises n'est jamais suffisant pour résoudre tous les problèmes liés à la vétusté du matériel électrique. Pour les équipements haute tension, la solution **AHC (Asset Health Center™)** d'ABB permet de basculer d'une maintenance à échéance fixe vers une maintenance conditionnelle. Les algorithmes ABB, développés par des experts, convertissent les données analytiques en informations d'aide à la décision sur les interventions de maintenance prioritaires dans le but d'améliorer la fiabilité de ces équipements.

Pour la solution AHC, toute donnée est bonne à prendre ! Qu'elle provienne de contrôles occasionnels, d'une analyse annuelle des gaz dissous, d'un système



perfectionné de surveillance ou d'inspections méthodiques par un expert, elle débouche systématiquement sur une action qui permet de maximiser la valeur de chaque dépense de maintenance.

AHC détecte et signale à point nommé tout comportement anormal d'un équipement et en fournit immédiatement un diagnostic, bien avant d'ouvrir la porte du poste électrique.

Cela permet de dépêcher la bonne personne avec les bons outils pour intervenir au bon moment et ainsi fiabiliser l'équipement. Les modèles adaptables de performance ABB utilisés pour AHC s'intègrent également à d'autres systèmes de gestion des actifs pour répondre parfaitement aux besoins de fiabilité des équipements.

## Montée en régime : 800xA v6

Depuis son lancement en 2004, le système de contrôle-commande distribué 800xA d'ABB regroupe procédé, matériel électrique, sécurité et télécoms en une seule plate-forme d'automatisation étendue qui augmente la productivité.

Sa sixième version « v6 » remplit un double objectif : faciliter la mise à niveau d'anciennes générations d'automatismes distribués tournant sur des systèmes d'exploitation qui ne sont plus pris en charge, tels Microsoft Windows XP® ; aider les clients à réduire leurs coûts d'exploitation et de maintenance du système d'automatisation.

Outre l'adoption et la mise en œuvre de technologies comme la virtualisation, 800xA v6 se dote d'un logiciel d'installation innovant, qui exploite toute la puissance de la technologie multicœur



équipant aujourd'hui les serveurs et stations de travail pour alléger considérablement l'architecture d'automatisation. Le parc d'automatismes peut ainsi fondre jusqu'à 50 % avec, en prime, une chute des coûts d'investissement et des coûts globaux.

Autres apports de la version v6 :

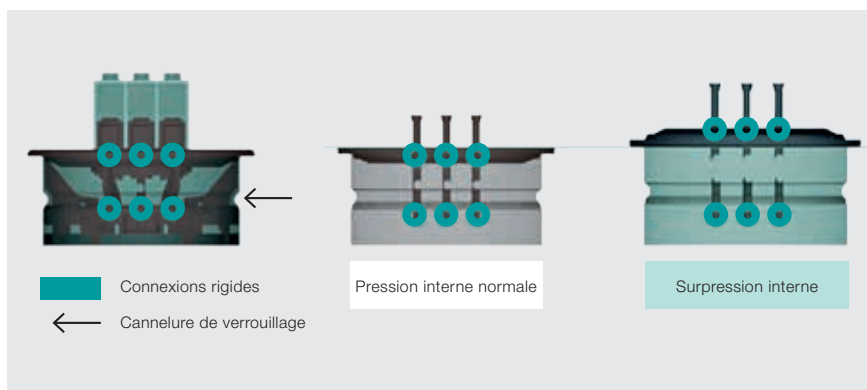
- Des routeurs sans fil permettant un déploiement sécurisé et fiable des équipes mobiles ;

- Des moyens innovants et sûrs pour fournir à l'entreprise les données utiles du contrôle-commande ;
- Des outils d'amélioration de l'efficacité opérationnelle : courbes de tendances et listes d'alarmes enrichies, sonorisation embarquée, interface KNX pour relier plus étroitement l'environnement opérateur à la solution d'automatisation globale.

## QCap sur l'énergie réactive

Inventé il y a plus de 250 ans, le condensateur est aujourd'hui irremplaçable dans bon nombre d'applications. Ce qui ne l'empêche pas d'évoluer en permanence ! Témoin, le dernier-né des condensateurs basse tension d'ABB, QCap, qui place la barre encore plus haut sur le plan de la fiabilité, de la qualité et de la sécurité.

Les pertes thermiques des condensateurs de puissance posent un réel défi à leurs concepteurs. Certes, les pertes électriques dans un condensateur sont minimes, mais les matériaux utilisés présentant une faible conductivité thermique, la température interne peut augmenter et détériorer le composant. Le nouveau condensateur QCap d'ABB affiche des pertes



infimes au bénéfice de sa durée d'exploitation et de sa fiabilité.

Pour autant, le condensateur QCap n'excelle pas uniquement par ses performances thermiques ! Il est également auto-cicatrisant : en cas de défaut électrique, l'arc provoque une perforation qui isole la zone de claquage. Cette auto-cicatrisation entraîne une très faible perte de capacité (de l'ordre d'une partie par million), tout en évitant au claquage de s'étendre.

Autre innovation de QCap : la déconnexion par surpression. Chaque auto-cicatrisation libère une petite quantité de gaz. Au fil du temps et du vieillissement du condensateur, le gaz s'accumule. Dès que la pression interne franchit un seuil, le couvercle se soulève, les câbles sont coupés et le condensateur est déconnecté du réseau.

Pour en savoir plus, rendez-vous p. 53.

## Impair et PASS : l'hybride gagnant

Pour beaucoup, les équipements haute tension (HT) se répartissent traditionnellement en appareils isolés dans l'air et leurs homologues à isolation gazeuse, plus compacts mais plus chers : un schéma traditionnel bousculé il y a une vingtaine d'années avec l'apparition d'une variante ABB « hybride ». Dénommée PASS (*Plug And Switch System*), celle-ci conjugue le meilleur des deux mondes pour un investissement certes plus élevé au départ mais un coût global de possession moindre.

En 2013, ABB annonce le lancement de l'appareillage HT hybride PASS MOS pour une plage de tension de 72,5 à 420 kV et des courants de coupure de 31,5 à 63 kA.



Aux modules PASS standards s'ajoute une solution spéciale PASS MOH qui concentre dans une seule unité transportable un appareillage HT complet avec une configuration en H. La version hybride à 420 kV hérite des atouts de la gamme PASS, chaque module intégrant toutes les fonctionnalités d'une travée. L'ensemble, prémonté et testé en usine, est

facilement transportable et vite installé, sans avoir à assembler de parties actives. Autre exclusivité de la technologie PASS : pour réduire encombrement et poids (3,6 m et 350 kg), les isolateurs sont basculés en position de transport, puis redressés en position de service sur le site.

## Doper les réseaux de distribution électrique

Les réseaux de distribution qui absorbent l'électricité produite par le photovoltaïque (PV) et l'éolien ont été conçus pour un certain flux d'énergie ; or la puissance débitée par ces installations peut être un multiple de ce seuil théorique. Dans bien des cas, ce n'est pas tant la capacité de transport qui pose problème que la conformité de la plage de tension aux limites réglementaires.

Si la solution classique consiste à moderniser les réseaux, un régulateur capable d'ajuster automatiquement la tension de ligne dans une certaine plage permet de remédier aisément à ce problème, à bien moindre coût.



ABB présente son nouveau régulateur de tension de ligne pour la distribution basse tension (BT). Disponible en 250 kVA, 125 kVA ou 63 kVA, il permet de régler la tension dans une plage de  $\pm 6\%$ , par pas de  $1,2\%$ . L'appareil se loge dans n'importe quelle armoire de câblage classique, en tous points de la ligne BT,

y compris en sortie de transformateur. Un emplacement type serait à proximité d'une installation PV en toiture.

La moyenne tension a aussi son régulateur ABB pour des puissances jusqu'à 8 MVA à des tensions maxi de 24 kV, réglées à  $\pm 10\%$ .

## DS1 : commutation *high tech* des condensateurs

Avec son nouveau commutateur à diodes DS1 pour condensateurs, ABB franchit une étape technologique majeure. Autorisant la commutation synchronisée, le DS1 est l'appareil moyenne tension (MT) d'intérieur le plus innovant et le plus performant de sa catégorie. Totale-ment isolé dans l'air, ce commutateur sec assure la connexion/déconnexion des batteries de condensateurs sans aucun transitoire de tension ni appel de courant, et supprime tout risque de réamorçage.

La commande intégrée optimise la commutation des batteries de condensateurs par une synchronisation précise avec les grandeurs du réseau en



courant alternatif. DS1 connecte les condensateurs au passage par zéro de la tension et les déconnecte au zéro du courant en quelques microsecondes. Grâce à DS1, la manœuvre cesse d'être délicate car elle n'a plus aucun impact sur le réseau de distribution ni sur les condensateurs, allongeant la durée de vie des composants et évitant l'installation de matériels supplémentaires comme les inductances de

limitation du courant d'appel. Par ailleurs, ce nouveau commutateur peut effectuer jusqu'à 50 000 manœuvres au rythme de plus d'une manœuvre par seconde. Il est proposé jusqu'à 17,5 kV et 630 A. Les industriels tireront profit de ses fonctions de correction du facteur de puissance, et les distributeurs d'électricité de celles de compensation de l'énergie réactive.

## Du nouveau sous le soleil

Si l'exploitation d'une installation photovoltaïque au maximum de la plage basse tension normalisée CEI (jusqu'à 1500 VCC) diminue les coûts d'équipement et de main-d'œuvre, elle n'en est pas moins problématique; la coupure, par exemple, peut être difficile, si ce n'est impossible lorsque le courant dépasse une valeur critique. Le nouveau disjoncteur hybride T7D PV-E d'ABB fait coup double: il fonctionne sans peine à des tensions atteignant 1500 VCC et remédie à ces courants critiques.

L'électronique de puissance destinée à l'interruption des courants faibles vient ici à la rescousse. Ses compo-

sants n'étant pas placés dans le parcours du courant de charge, les pertes sont aussi faibles que dans des disjoncteurs électromécaniques, ce qui évite le refroidissement. À mesure que le courant augmente, l'électronique de puissance n'a plus d'utilité et les composants sont désactivés. Leur miniaturisation, même pour un courant assigné de 1600 A, participe au très faible encombrement de la solution.

Autres bonus: l'alimentation de l'électronique par récupération d'énergie de l'arc de contact ainsi que la mise en veille (et l'isolement) des composants quand le disjoncteur est au repos.



## Une même ligne d'action pour la distribution électrique du futur

Dans la droite ligne du paquet climat-énergie 2020 de l'Union européenne, le projet *Grid4EU*, qui bénéficie du plus gros financement communautaire accordé au réseau électrique intelligent, contribue à **«expérimenter le potentiel des «smart grids» en matière d'intégration des énergies renouvelables, de développement des véhicules électriques, d'automatisation des réseaux, de stockage de l'énergie et d'efficacité énergétique»**. La collaboration d'ABB avec trois des six distributeurs du consortium vise à concrétiser et à tester le déploiement et la répliquabilité de ces initiatives.

Le premier démonstrateur «Demo 1», en partenariat avec l'Allemand RWE, à Reken, s'appuie sur une architecture d'automatismes totalement intégrée qui, grâce à un logiciel distribué, surveille l'état du réseau et le reconfi-



gure pour minimiser les conséquences des défauts, éviter les surcharges et réduire les pertes.

Le deuxième projet, «Demo 2», avec le distributeur suédois Vattenfall, à Uppsala, est centré sur la surveillance et le pilotage du réseau basse tension de la plaque scandinave, à partir de la solution existante de comptage évolué. ABB a fourni l'instrumentation des postes électriques secondaires ainsi que les outils de visualisation pour la gestion d'alarmes/événements et l'analyse statistique.

Le troisième, «Demo 5», réalisé avec le Tchèque CEZ Distribuce à Vrchlaby, porte sur la conception, la mise en œuvre et le test des automatismes de

réseaux moyenne et basse tension récemment équipés de dispositifs de télécommande, d'une infrastructure de communication haut débit et d'une supervision locale pour appuyer l'automatisation des manœuvres et les opérations d'ilotage.

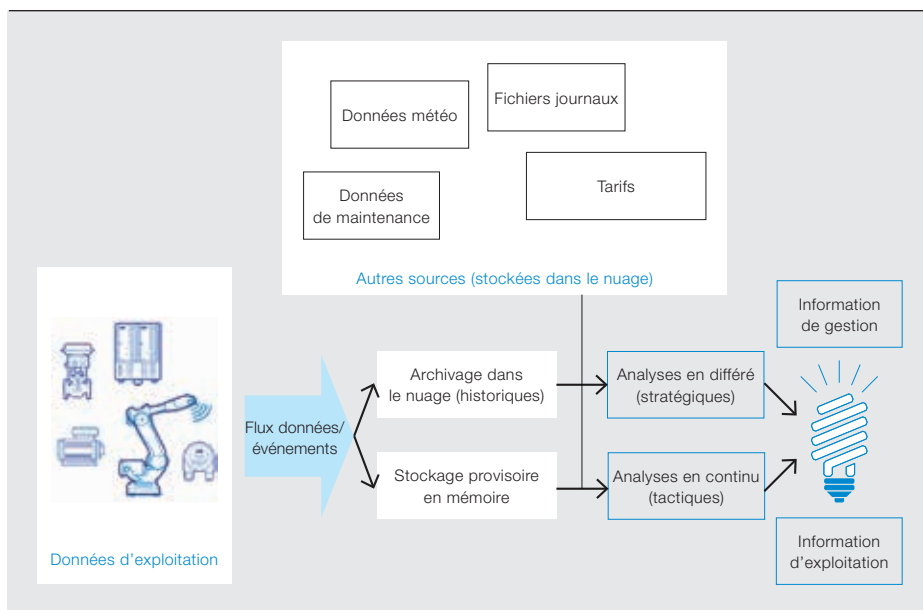
Le programme Grid4EU favorise le développement de solutions économiques et évolutives pour la supervision et la conduite de parties de réseaux de distribution jusqu'ici privées de ces fonctionnalités. Il a pour ambition de renforcer et de sécuriser l'insertion de la production décentralisée en vue de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> tout en garantissant la sûreté du réseau électrique.



# Informier pour agir

De nouvelles techniques ABB de gestion des données pour améliorer les services aux industriels

CHRISTOPHER GANZ, ROLAND WEISS, ALF ISAKSSON – Le « Big Data » est sur toutes les lèvres et fait grand bruit dans l'industrie. Il n'est pas de titre de la presse technique mondiale qui ne foisonne d'articles sur les objets connectés, l'Internet industriel, l'usine numérique ... et ne fasse le même constat : la numérisation industrielle passe par la collecte et l'analyse des flots de données remontées d'une multitude de capteurs en vue de mieux informer les responsables de la production, de la maintenance et de la gestion des usines. En tirer le plein potentiel est capital pour améliorer la performance opérationnelle. ABB innove en ce sens avec de nouvelles techniques de traitement de l'information qui peuvent beaucoup améliorer son offre de services à l'industrie.



Les données sont à l'usine ce qu'est le sang à notre organisme : une énergie vitale. Pour imagée qu'elle soit, cette vision est bel et bien une réalité. Songez aux traditionnelles boucles de régulation : les données recueillies par les capteurs sont analysées en temps réel par l'automatisme qui pilote le procédé, puis renvoyées à l'actionneur. Dotés d'intelligence, tous ces appareils collaborent, échangent et partagent des volumes croissants de données qui irriguent toute l'usine.

Dès lors, suffit-il de refondre l'existant et de gagner en productivité pour inventer l'usine du futur ? Pas seulement : les technologies à disposition des industriels font progresser les modes de traitement de l'information et, par voie de conséquence, l'offre de services.

Première avancée : le stockage de données massives est désormais abordable grâce aux prestations de grands noms de l'informatique en nuage (*cloud computing*). Dans l'industrie, cela se traduit par un développement sans précédent des capacités d'analyse comportementale

des produits et des systèmes. Les données provenant de sources très diverses peuvent être stockées sur une longue période et servir à améliorer les opérations et la maintenance, en réduisant notamment le temps d'immobilisation des actifs ou en optimisant la tâche des équipes d'intervention. Selon les contrats passés avec les clients pour définir le périmètre d'exploitation de ces données, des référentiels et comparatifs peuvent être partagés pour pointer les lacunes d'un site.

Si cela se fait déjà pour des parties « non sensibles » d'un système, qui n'ont pas besoin de traitement temps réel, le développement d'algorithmes capables de débusquer les données les plus pertinentes est encore balbutiant.

L'architecture pyramidale de la production se transforme également : des capteurs communicants et des automatismes modulables forment désormais un maillage connecté à l'Internet industriel [1]. Qui plus est, cette mine d'informations doit être accessible tout de suite et partout. Les directeurs d'usine veulent pouvoir vérifier en temps réel les indicateurs clés de performance (KPI) et les visualiser sur des supports dernier cri

de tous formats (grand écran, pupitres fixes ou appareils mobiles, smartphones et tablettes). Sauf exception, cette évolution sonne le glas des sous-systèmes cloisonnés qui, exclus de l'écosystème de données et de services, perdront de leur intérêt fonctionnel.

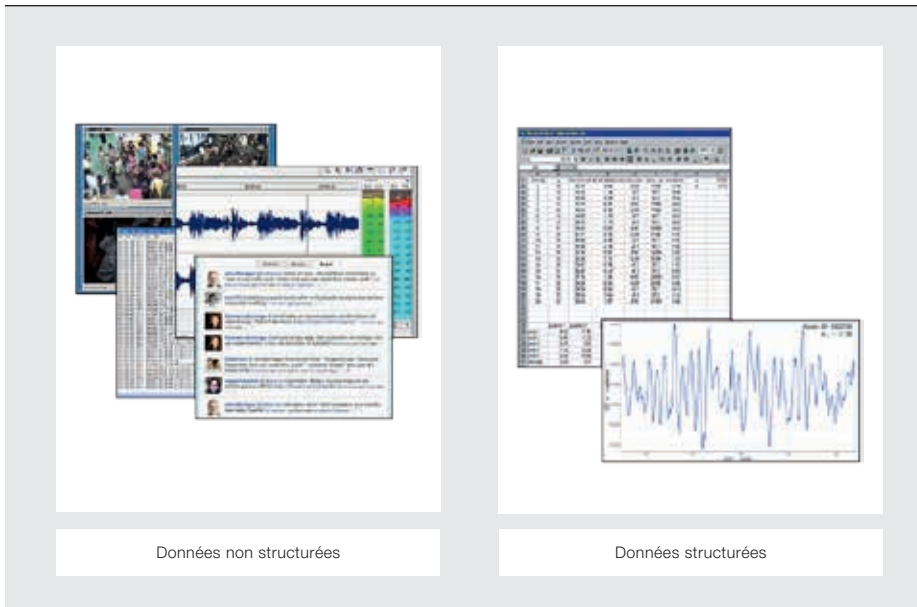
## Les nouvelles technologies innovent dans les modes de traitement de l'information qui auront un profond impact sur l'offre de services aux industriels.

### Adaptabilité

La flexibilité, facteur clé de l'exploitation maximisée des données, répond à la demande de personnalisation des produits. Il est déjà rare que deux voitures de configuration identique soient mises en fabrication au cours d'un même cycle de production. C'est également vrai pour les produits plus abordables, comme la montre connectée d'Apple. Les usines de demain devront donc être capables de fabriquer des produits différenciés et de se reconfigurer rapidement selon les besoins. Par ailleurs, les cycles de vie de plus en plus courts (de quelques mois pour les produits grand public à quelques années seulement pour des produits plus élaborés, comme les voi-

#### Photo p. 11

Les industriels brassent aujourd'hui des masses de données. Encore faut-il savoir les exploiter pour améliorer les performances de production.



tures) imposent des outils de production capables de se greffer à l'existant, sans grand effort de développement. Enfin, on aura recours à la simulation et à la virtualisation le plus en amont possible, à partir de données autant historiques que temps réel.

### Accessibilité

Les données ne seront plus stockées dans des silos mais mises à disposition sur des plates-formes d'hébergement dans le nuage ou *cloud* pour réaliser des analyses poussées. Celles-ci auront accès aussi bien aux informations archivées qu'aux flux de données récoltées en continu qui alimentent le moteur analytique quasiment en temps réel. Ces services avancés auront l'immense avantage de s'adapter aux besoins des clients, sans capacités surdimensionnées ni fonctionnalités superflues. Les plates-formes d'analyse de gros volumes de données, telles que Google Cloud Dataflow [2], Amazon Kinesis [3] ou Spark [4], fournissent pour cela une base de développement.

À charge bien sûr pour les constructeurs d'automatismes de produire les applications bâties sur ces plates-formes, pour leurs propres fins ou les besoins de leurs clients. Dans le premier cas, ce peut être l'analyse automatique des retours clients (demandes d'intervention ou rapports d'anomalies) pour améliorer les processus métiers et optimiser les produits ; dans le second, il s'agit de rendre accessibles aux clients des informations pointues, comme les indicateurs de productivité, par exemple.

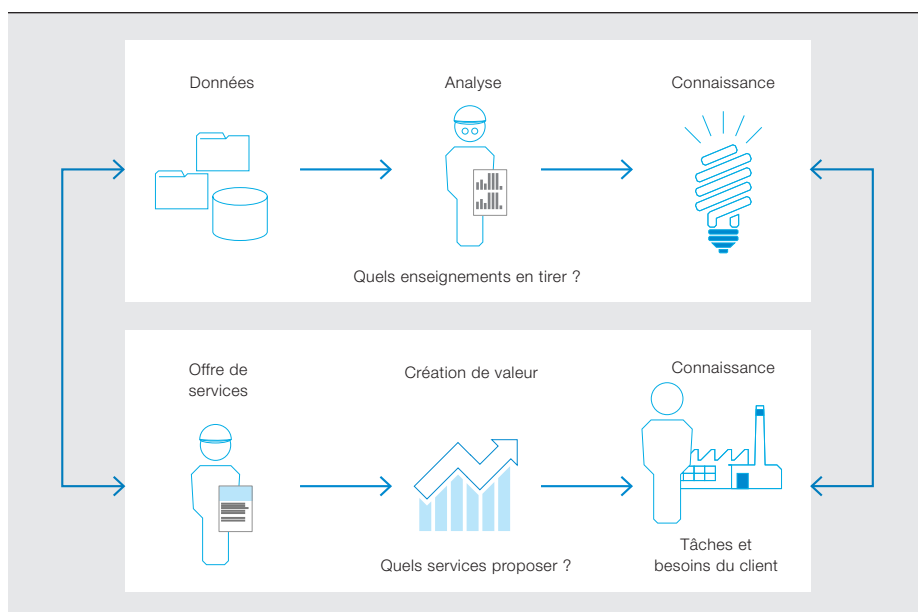
Devenu abordable grâce à l'informatique en nuage (*cloud computing*), le stockage de données massives permettra d'analyser comme jamais les produits et systèmes industriels.

### De l'individuel au collectif

Nous l'avons dit, l'analyse de données n'est pas une nouveauté. Cependant, nombreuses sont les solutions de suivi et de diagnostic à se concentrer sur un seul appareil pour détecter une défaillance capteur, par exemple, ou analyser les vibrations d'une machine tournante (moteur ou génératrice). Dans certains cas, l'analyse s'étend à tout ou partie de

Les données ne seront plus stockées dans des silos mais mises à disposition sur des plateformes d'hébergement « dans le nuage » pour réaliser des analyses poussées.

### 3 Les services à distance, pilotés par les données, accroissent l'efficacité opérationnelle d'un site.



l'usine afin de surveiller une ligne d'arbre (variateur, moteur, réducteur et machine entraînée) ou encore s'appuyer sur plusieurs capteurs de mesure (débit, pression, masse) pour détecter des fuites dans un oléoduc ou un réseau d'eau.

À l'avenir, la disponibilité accrue des données permettra d'élargir l'analyse à une multitude de sites : c'est l'analyse de « parc ». Entendez par là la totalité des équipements d'une entreprise, comme tous les moteurs électriques d'une catégorie donnée, par exemple. En l'occurrence, un équipementier tel qu'ABB a potentiellement accès à un ensemble beaucoup plus vaste, à savoir le parc installé complet du moteur en question. Mais un parc peut aussi englober tous les sites d'un type particulier au sein d'un groupe, la flotte d'un armateur ou encore toutes les machines à papier d'un industriel papetier.

#### De l'hétérogène au structuré

Jusqu'à présent, analyser les données se résumait principalement à traiter les signaux logiques envoyés par les capteurs du procédé. De nos jours, bien d'autres sources attendent d'être exploitées. Tout

comme les moteurs de recherche permettent de dénicher l'information pertinente sur le Web, le milieu industriel regorge de données textuelles (rapports d'intervention, journaux d'exploitation, listes d'alarmes, etc.), d'images et de vidéos → 1, qui pourraient être scrutées pour en tirer l'information utile. Reste qu'il n'est pas toujours évident de savoir ce que l'on cherche tant l'usage des données est fonction du contexte et de l'application. L'une des difficultés est d'ailleurs la synchronisation horaire des données multisources pour les agréger → 2.

Tout comme Internet, la nébuleuse industrielle fourmille de données textuelles (rapports de maintenance, journaux d'exploitation, listes d'alarmes, etc.) qui ne demandent qu'à être exploitées.

#### Centralisé ou distribué ?

Le lieu où doit s'effectuer l'analyse entre aussi en ligne de compte. Jusqu'ici, nous sommes partis du principe que les données utiles seront centralisées, dans le cloud par exemple. Cependant, les appareils gagnant en intelligence, donc en puissance de calcul, le traitement se rapproche de plus en plus de la source,

# L'architecture pyramidale de la production évolue : capteurs et automatismes forment un réseau maillé connecté à l'Internet industriel.

en périphérie du réseau [5] ou dans le « brouillard informatique » [6]; d'ores et déjà, les données ne sont pas toutes historisées. Un exemple : dans une application de laminage pilotée en vitesse variable, seuls la vitesse de rotation et le couple sont collectés au niveau du contrôle-commande ; les valeurs de courant ne sont accessibles que dans le variateur.

Grâce aux capteurs/actionneurs intelligents, on peut envisager de ne stocker dans le nuage que l'information déjà analysée. Reste alors à discerner quels signaux seront traités en local et quelles informations seront transférées aux « archives centrales ». L'arbitrage est d'autant plus délicat que la périphérie ne disposant pas de fonctions d'historisation, les données locales ne seront peut-être plus disponibles pour une analyse ultérieure. À noter que la baisse des coûts de stockage aidant, l'historisation a moins recours aux techniques de compression qui risquaient de détruire des données pouvant s'avérer utiles par la suite.

## De la science-fiction à la « science-action »

Aucune des technologies et tendances évoquées dans cet article n'apporte de valeur ajoutée directe au client. Collecte et analyse peuvent certes accroître la connaissance et faciliter l'anticipation, mais si personne n'agit, elles n'auront aucun effet sur la performance industrielle. Analyser des montagnes de données n'a d'intérêt que si la connaissance se mue en action, et les problèmes en solutions. Autrement dit, savoir ce qui ne fonctionne pas est une chose, y remédier en est une autre.

Fournir aux experts un accès distant aux données et à leur analyse permet de « boucler la boucle » de l'amélioration continue → 3. En effet, la disponibilité d'une assistance en ligne par un spécialiste métier ou produit est primordiale

pour lever rapidement les difficultés. En couplant accès distant et nouvelles technologies, vous détectez plus tôt et vous améliorez le diagnostic et la réactivité du support, mais aussi la planification des tâches et, *in fine*, l'efficacité opérationnelle de l'usine.

### Christopher Ganz

ABB Technology Ltd.  
Zurich (Suisse)  
christopher.ganz@ch.abb.com

### Roland Weiss

ABB Corporate Research  
Ladenbourg (Allemagne)  
roland.weiss@de.abb.com

### Alf Isaksson

ABB Corporate Research  
Västerås (Suède)  
alf.isaksson@se.abb.com

## Bibliographie

- [1] Krueger, M. W., *et al.*, « L'ère de la virtualisation : ABB, pionnier d'un nouveau cycle d'innovation industrielle », *ABB review*, 4/14, p. 70–75.
- [2] McNulty, E., *What Is Google Cloud Dataflow ?*, [en ligne], disponible sur : <http://dataconomy.com/google-cloud-dataflow/>, 8 août 2014.
- [3] Documentation Amazon Kinesis, disponible sur : <http://aws.amazon.com/documentation/kinesis/>, 2015.
- [4] Apache Spark™, disponible sur : <https://spark.apache.org/>, 2015.
- [5] Pang, H. H., Tan, K-L., « Authenticating Query Results in Edge Computing », *20<sup>th</sup> IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*, Boston (Massachusetts, États-Unis), p. 560–571, 2004.
- [6] Bonomi, F., *et al.*, « Fog Computing and Its Role in the Internet of Things », *First edition of the MCC workshop on mobile cloud computing*, Helsinki (Finlande), p. 13–16, 2012.



# Démêler la complexité

La plate-forme d'émulation virtuelle ABB simplifie le test du contrôle-commande de procédé

MARIO HOERNICKE, RIKARD HANSSON – La simulation logicielle intervient souvent en phase finale de développement des systèmes de contrôle-commande de procédé, notamment pour tester leur réaction aux stimuli et signaux d'entrée. Or cette simulation vise surtout la partie fonctionnelle de la conduite, à savoir les tâches centralisées, au détriment des fonctions réparties au niveau des sous-systèmes ou des équipements de terrain. La plate-forme

d'émulation virtuelle VEF (*Virtual Emulator Framework*) d'ABB comble cette lacune en intégrant et en configurant automatiquement les émulateurs de ces sous-ensembles pour en améliorer le test fonctionnel. Cette technique de virtualisation ABB permet ainsi de bâtir et de configurer des réseaux d'émulation identiques en apparence comme en comportement aux architectures d'automatismes réelles.



ABB a développé la plate-forme virtuelle VEF pour lever la complexité de l'émulation en phases d'essai d'intégration et de recette usine.

Les systèmes numériques de contrôle-commande (SNCC) centralisé se sont toujours contentés d'un seul sous-système distribué pour interagir avec les capteurs et actionneurs du terrain, et afficher sur la console opérateur les états, alarmes et événements du *process* commandé. À ce schéma encore prévalant, les SNCC de dernière génération ajoutent des bus de terrain, des appareils communicants et d'autres sous-systèmes pour gagner en souplesse, en puissance et en richesse fonctionnelle.

#### Photo

La plate-forme d'émulation virtuelle VEF d'ABB simplifie grandement le test d'un SNCC en englobant les composants du contrôle-commande distribué dans la simulation. Ici, une partie du process du complexe pétrogazier de Hammerfest, en Norvège.

Foundation Fieldbus (FF) est l'un des bus phares du contrôle-commande industriel [1], dont il distribue et exécute les fonctions au plus près du process, au sein des capteurs/actionneurs. Dans certains cas, les boucles sont « cascadées » : boucle interne dans les appareils de terrain, boucle externe dans les automates et régulateurs. Autant dire que le bus FF peut donner lieu à une entité somme toute plus complexe que le SNCC lui-même !

Autre exemple important de sous-système relié au contrôle-commande distribué : la commande électrique. La norme CEI 61850, par exemple, décrit un bus de communication pour les automatismes de postes. Les participants au bus sont ici des dispositifs électroniques intelligents *IED* (*intelligent electronic device*), qui sont à la conduite d'un réseau électrique ce que sont les contrôleurs d'automatismes d'un système de contrôle-commande distribué classique.

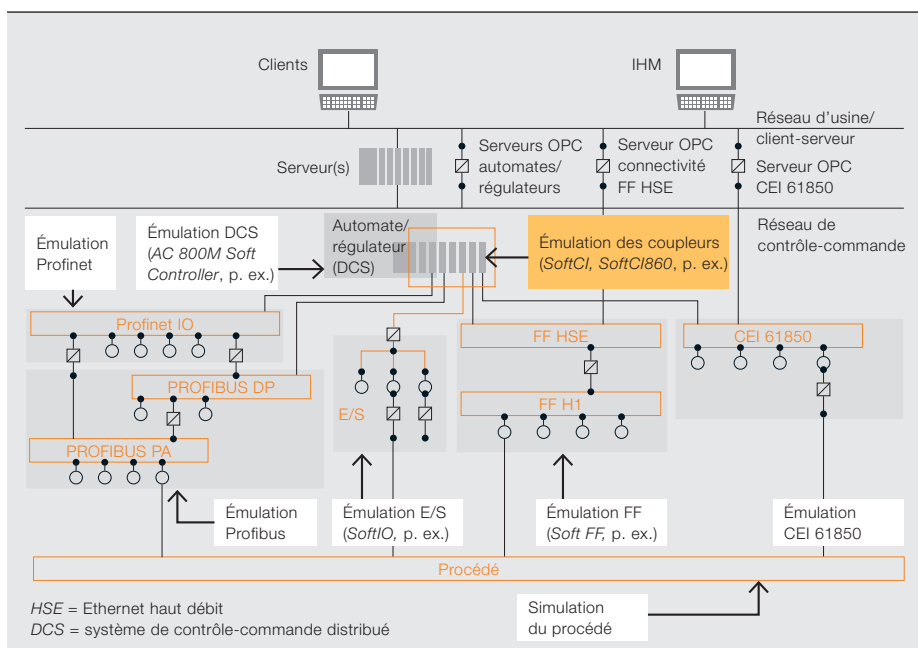
Ces fonctionnalités accrues ont pourtant leur revers : à chaque sous-système intégré au SNCC correspondent des méthodes de développement et des interfaces très complexes, qui compliquent et alourdissent d'autant les études. Sans compter que les clients veulent aussi réduire la phase de mise en route. Avec la baisse des effectifs d'ingénieurs, la mise au point de SNCC est une tâche titanesque. D'où l'importance accordée à des tests performants et exhaustifs qui en garantissent la qualité.

#### Enjeux

Plus le système d'automatismes est complexe, meilleur doit être le test. Comme dans les projets logiciels, les essais jalonnent tout le cycle de développement du SNCC. Néanmoins, deux étapes finales priment : la recette usine, par laquelle les ingénieurs testent les composants critiques, avec et en présence du client, afin de valider les résultats des études (ce qui revient à poser la

Les SNCC de dernière génération intègrent des bus de terrain, des capteurs/actionneurs communicants et d'autres sous-systèmes pour gagner en souplesse, en puissance et en intelligence.

1 Le banc virtuel d'essais HIL (hardware-in-the-loop) peut remplacer bon nombre d'automatismes.



question: «*Est-ce le bon produit?*»); l'essai d'intégration, qui passe en revue toutes les fonctionnalités du SNCC, y compris les paramètres de la conduite ou les interfaces du sous-système, par exemple. En amont de la recette usine, l'essai d'intégration valide la conformité des études au cahier des charges («*Le produit est-il bon?*»). Dans les deux cas,

CEI 61850, par exemple) tient une place importante dans l'essai d'intégration. Or les appareils de terrain étant d'ordinaire directement expédiés sur site pour éviter les frais de transport et de montage, il s'avère irréalisable [2]. Des initiatives récentes ont mis au point des « clones » d'automatismes pour remplacer le matériel manquant en phases d'essai d'intégration et de recette usine → 1.

## La virtualisation VEF permet de bâtir et de déployer en quelques clics des réseaux d'émulation complets pour le système d'automatismes visé.

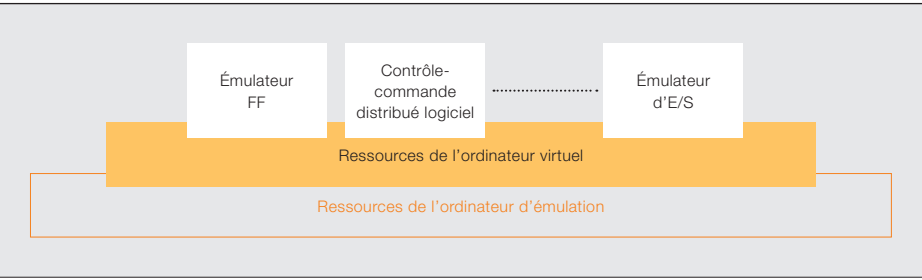
il faut installer le matériel de contrôle-commande dans l'atelier et donc aussi mettre en place, configurer et administrer les serveurs, appareils de terrain... Une tâche ardue et chronophage.

Le test des connexions entre les fonctions d'automatismes implantées dans le système de contrôle-commande distribué et les sous-systèmes (bus FF ou

On a souvent recours à une simulation du procédé pour stimuler les émulateurs du système d'automatismes et faire réagir le process. Pour l'essai d'intégration et la recette usine, on peut se contenter de modèles de simulation « allégés » qui offrent habituellement une précision suffisante, quitte à utiliser des modèles « haute fidélité » quand le site nécessite une simulation d'entraînement opérateur ou une mise en service virtuelle. La connexion entre le SNCC et ces modèles, de même que la gestion de l'environnement de simulation et des fonctions de simulation de rang supérieur peuvent être réalisées à l'aide d'un logiciel comme *800xA Simulator* d'ABB [3].

Si le site peut être intégralement « cloné » et testé en combinant simulation du procédé et émulation des automatismes et sous-systèmes, l'émulation n'a pas encore trouvé sa place dans l'essai d'intégration et la recette usine. À cela deux raisons: d'une part l'immense effort de configuration qu'exigent ces outils disparates,

2 Modèle de machine virtuelle avec émulateurs



3 Paramètres nécessaires à l'intégration émulateurs-VEF

| Paramètre                                                                             | Utilisation                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre d'interfaces Ethernet                                                          | Chaque émulateur nécessite un nombre donné d'interfaces Ethernet pour chaque instance dans laquelle il est exécuté ; ce paramètre permet à la plate-forme VEF de configurer le matériel virtuel.                                           |
| Nombre d'instances d'émulateur exécutables simultanément                              | Selon son implantation, l'émulateur est capable d'exécuter un certain nombre d'instances sur un seul ordinateur ou une seule machine virtuelle ; ce paramètre sert à calculer le nombre requis de machines virtuelles.                     |
| Nombre d'instances de sous-système exécutables simultanément par instance d'émulateur | Certains émulateurs sont capables d'émuler plusieurs instances de sous-système dans une seule instance d'émulateur ; VEF a besoin de ce paramètre pour créer les instances d'émulateur et assigner à chacune une instance de sous-système. |
| Capacité de mémoire vive par instance d'émulateur                                     | Ce paramètre indique si une instance d'émulateur peut être exécutée dans un ordinateur donné ; il sert à configurer la mémoire vive des machines virtuelles.                                                                               |
| Type d'objet du sous-système émulé                                                    | Chaque sous-système (ou objet émulé) se caractérise par un type d'objet qui permet d'identifier l'outil d'émulation requis.                                                                                                                |

d'autre part le gros travail d'administration des ordinateurs d'émulation ainsi que les difficultés rencontrées par les ingénieurs pour maîtriser la pléthore d'émulateurs.

C'est pour lever cette complexité qu'ABB a mis au point sa plate-forme virtuelle VEF.

Plateau virtuel

La virtualisation VEF permet de spécifier et de déployer en quelques clics des réseaux d'émulation complets pour le système d'automatismes étudié, mais aussi de créer et de configurer automatiquement le matériel virtuel, suivant la topologie du système d'automatismes et du SNCC.

Intégration

Préalable à la création automatique de réseaux d'émulation : les émulateurs doivent être étroitement intégrés à VEF. D'un point de vue conceptuel, la plate-forme s'appuie pour cela sur une infrastructure de machines virtuelles (MV) qui génère automatiquement les dispositifs et réseaux virtuels destinés à l'émulation. Les émulateurs sont installés sur un modèle de machine virtuelle, comme s'il s'agissait d'un ordinateur physique → 2.

L'intérêt de cette infrastructure virtuelle est que le modèle de MV est facilement duplicable, permettant de créer automatiquement de nombreuses instances d'émulateur sans installer ni déployer de nouveaux ordinateurs physiques.

Les émulateurs n'ayant pas tous les mêmes capacités, selon leur implantation et le type de sous-système émulé, VEF a besoin pour chacun d'eux de quelques paramètres en vue d'établir la topologie du réseau virtuel et de créer le matériel virtuel correspondant → 3.

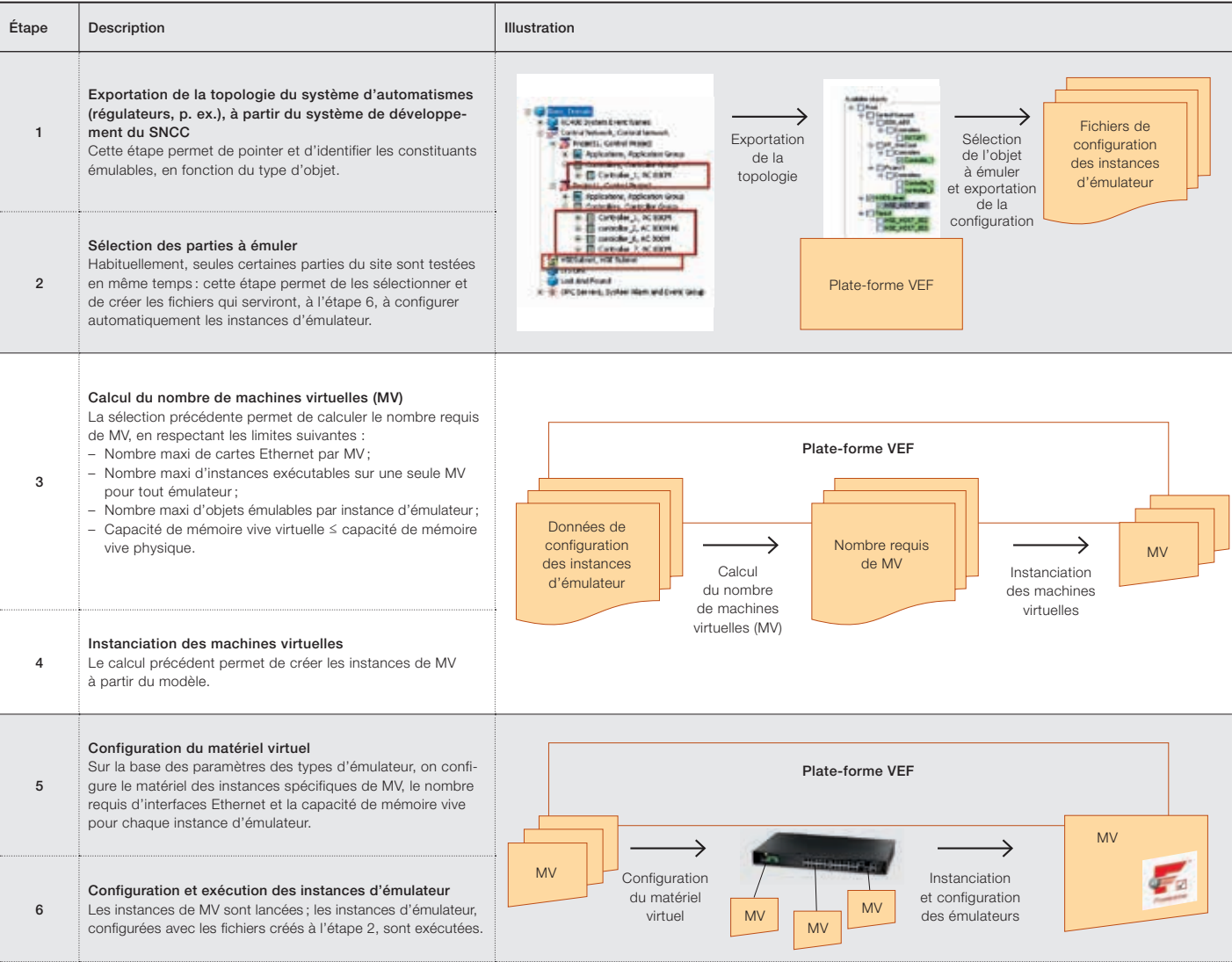
À ces paramètres propres à chaque type d'émulateur, qu'il ne faut saisir qu'une fois, s'ajoute l'adresse IP de chaque objet à émuler ; ce paramètre spécifique à l'instance doit être configuré séparément pour chaque instance d'objet émulable.

VEF utilise cette information pour configurer automatiquement les réseaux virtuels et établir la communication entre les instances d'émulateur et le réseau d'usine.

Algorithmique

Partant du modèle de machine virtuelle, la plate-forme VEF est en mesure d'appliquer un algorithme multi-étage pour créer les machines virtuelles

L'utilisateur est à même de suivre et de déboguer la configuration des sous-systèmes sélectionnés et des automatismes. Le réseau devient alors le « miroir » et le « mime » des constituants d'origine.



La plate-forme VEF configure automatiquement les réseaux virtuels et établit la communication entre les instances d'émulateur et le réseau d'usine.

requis, configurer le matériel virtuel en fonction des exigences des instances d'émulateur, de même que les interfaces réseau, et exécuter les instances d'émulateur avec leur configuration propre → 4.

Quand l'algorithme s'est bien exécuté, l'utilisateur est en mesure de suivre et de déboguer la configuration des sous-systèmes sélectionnés et du système d'automatismes. Le réseau est alors le fidèle reflet et le parfait mime des constituants d'automatismes et sous-systèmes d'origine.

Démonstrateur

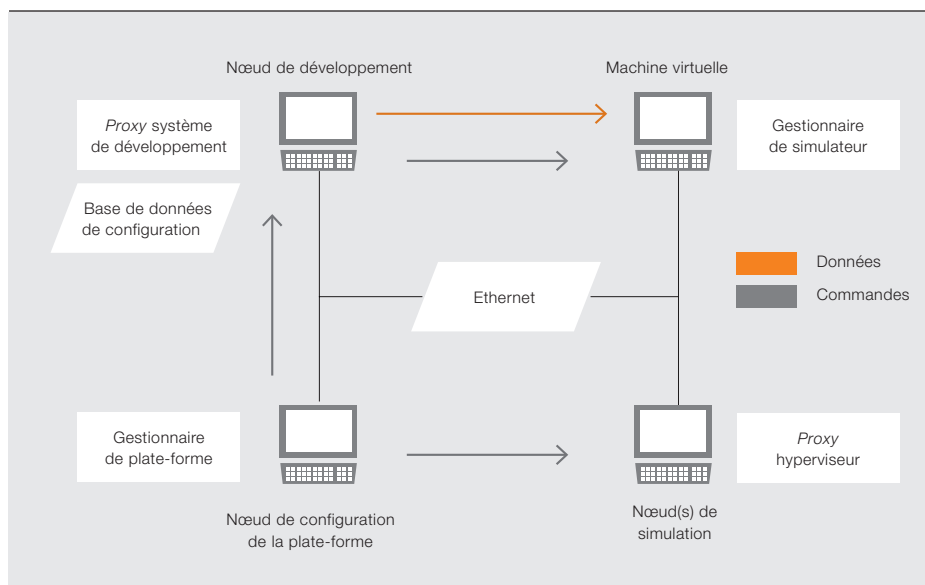
Pour évaluer l'algorithme développé, un prototype fut mis au point pour l'architecture 800xA, avec deux émulateurs ABB : AC 800M Soft Controller [4] et Soft FF/SoftCI [2, 5].

800xA étant, rappelons-le, une solution d'automatisation distribuée et l'objectif visé étant l'émulation de systèmes étendus, l'architecture VEF est elle aussi répartie. La communication entre nœuds VEF et 800xA passe par TCP/IP.

## 5 Typologie des nœuds VEF

| Désignation                            | Fonction                                                                                                                                                      | Installation/Exécution                                                                                                                                     |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nœud de configuration                  | Sélectionne les parties à émuler.                                                                                                                             | Dans un ordinateur du réseau 800xA (pas forcément un nœud 800xA)                                                                                           |
| Nœud de développement                  | Accède au développement du 800xA pour exporter la topologie du système d'automatismes et les fichiers de configuration automatique des instances d'émulateur. | Dans un nœud 800xA doté des outils de développement nécessaires pour exporter la configuration et d'un accès au « répertoire d'aspects »                   |
| Nœud d'administration de l'hyperviseur | Se connecte à l'hyperviseur (VMware vSphere, p. ex.) qui pilote les machines virtuelles ; lance, arrête, crée... les machines virtuelles.                     | Dans un ordinateur ayant accès à l'hyperviseur (lui-même équipé de vSphere Client, p. ex.), obligatoirement dans les mêmes réseaux, comme les autres nœuds |
| Nœud de machines virtuelles (MV)       | Configure les instances d'émulateur et lance/arrête leur exécution dans les machines virtuelles.                                                              | Installation : dans le modèle de MV<br>Exécution : automatique, sur chaque instance de MV                                                                  |

## 6 Architecture de communication de la plate-forme VEF



**Mario Hoernicke**

ABB Corporate Research

Ladenbourg (Allemagne)

mario.hoernicke@de.abb.com

**Rikard Hansson**

ABB Process Automation, Simulator Solutions

Oslo (Norvège)

rikard.hansson@no.abb.com

### Bibliographie

- [1] Sato, H., « The Recent Movement of Foundation Fieldbus Engineering », *SICE Annual Conference*, Fukui (Japon), p. 1134–1137, 4–6 août 2003.
- [2] Hoernicke, M., et al., « Le bus quitte le terrain pour la voie rapide : simuler le bus *Foundation Fieldbus* par logiciel ABB *Soft FF* facilite et accélère la mise en service », *Revue ABB*, 1/2012, p. 47–52.
- [3] *System 800xA Simulator, Improve safety and productivity through simulation*, [en ligne], disponible sur : <http://www.abb.com/product/seitp334/a5beb9cb235cd859c125734700336e07.aspx>, consulté le 22 janvier 2015.
- [4] *System 800xA System Guide Summary*, [en ligne], disponible sur : <http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3BSE069079&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>, consulté le 22 janvier 2015.
- [5] Hoernicke, M., Harvei, T., « Tours de Babel : émuler les interfaces de communication du système de contrôle-commande distribué avec *SoftCI* d'ABB », *ABB review*, 2/13, p. 58–63.

La plate-forme VEF consiste en quatre types de nœuds qui peuvent être installés sur le même ordinateur physique ou dans des machines virtuelles, ou encore répartis, comme dans 800xA → 5,6. À l'exception du nœud de configuration, VEF se résume à des services Microsoft Windows qui n'ont pas besoin d'interaction avec l'utilisateur.

VMware fut l'environnement virtuel retenu pour tester le prototype : poste VMware pour les petits réseaux d'émulation pouvant être déployés sur un seul ordinateur ; hyperviseur vSphere pour les grands réseaux basés sur la plate-forme VMware ESXi. Dans les deux cas, les résultats furent concluants.

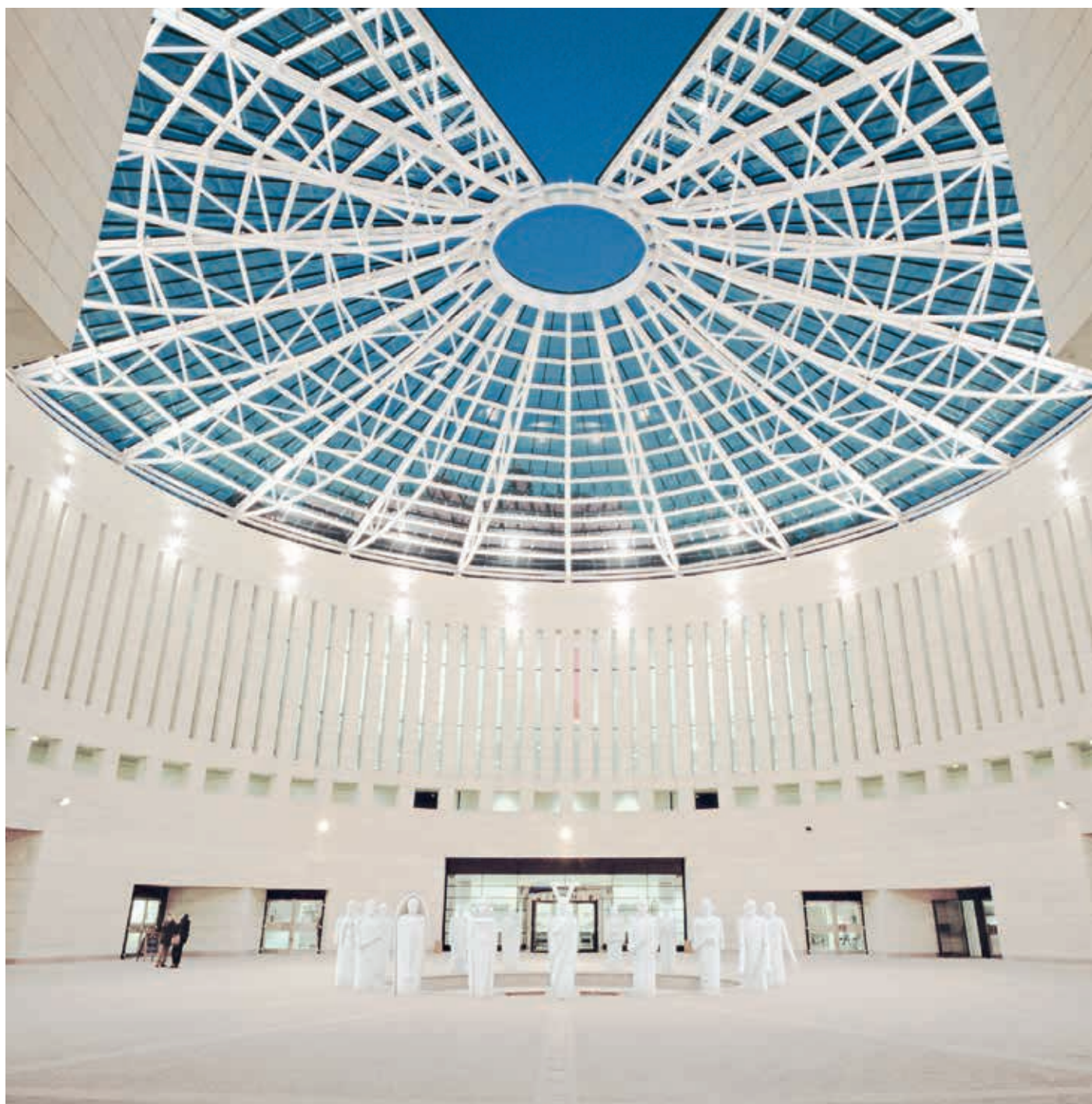
### Plus rapide

La plate-forme VEF visait à améliorer l'essai d'intégration et la préparation de la recette usine, en limitant l'intervention humaine. C'est chose faite !

Deux interactions avec l'utilisateur suffisent pour déployer tout un réseau d'émulation virtuel : une première pour sélectionner les objets à émuler, une seconde pour configurer les ordinateurs de virtualisation ou du *cloud* privé. Achat, mise en place et configuration d'un matériel spécial d'émulation ne sont plus nécessaires.

Grâce à la virtualisation, la configuration des interfaces physiques requises pour les instances d'émulateur s'avère elle aussi inutile ; à présent, elle peut s'effectuer automatiquement à partir des données exportées des outils de développement.

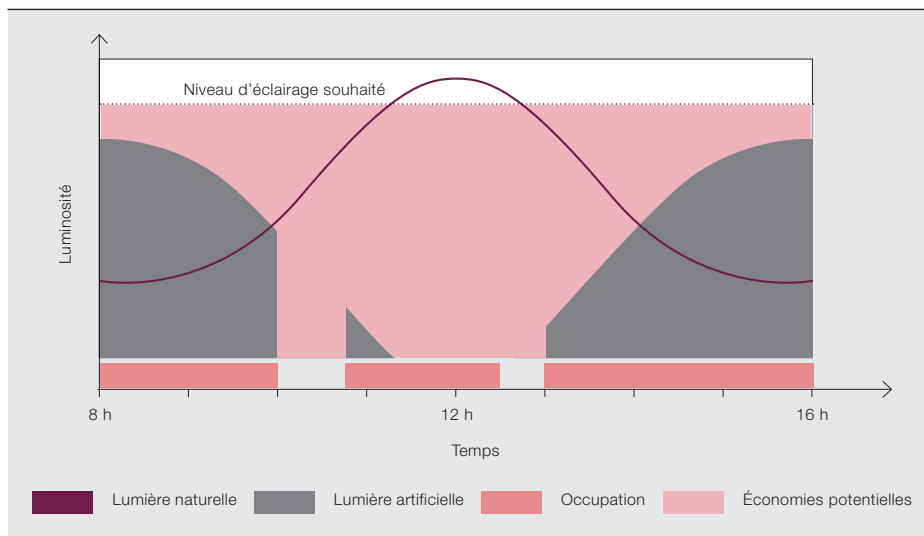
Ce prototype prouve la faisabilité de la solution pour tester un SNCC complexe. Évolutive, la plate-forme VEF permet de configurer et de déployer efficacement les réseaux d'émulation hétérogènes de la conduite de process.



# Bien charpenté !

Les technologies ABB  
pour mieux construire

THOMAS RODENBUSCH-MOHR, ANTHONY BYATT – Les progrès continus de l'informatique, l'urbanisation galopante, les enjeux climatiques et l'essor des énergies renouvelables sont les quatre moteurs du déploiement fulgurant des automatismes du bâtiment. Si le bâtiment « intelligent » relevait jusqu'à il y a peu de la science-fiction, c'est aujourd'hui une réalité apte à satisfaire aux exigences d'efficacité énergétique, de confort et de sécurité des occupants. La gamme de produits KNX d'ABB participe à cette nouvelle donne.



deux derniers priment dans le résidentiel, tandis que performance énergétique et évolutivité prévalent dans le tertiaire.

### Des gisements d'économies

Les bâtiments résidentiels et tertiaires représentent une part considérable de la consommation mondiale d'énergie. Heureusement, il est possible de réaliser sans grande difficulté des économies de 20 % ou plus en intégrant la surveillance en continu des usages énergétiques au système d'automatisation du bâtiment. Pour les experts du domaine, c'est surtout dans le tertiaire que réside le potentiel d'économies : les usagers y sont généralement peu soucieux de la gestion du chauffage et de l'éclairage, par exemple, et s'impliquent moins dans les démarches d'économies d'énergie. L'automatisation complète des bâtiments vient pallier ce désintérêt.

### Tous sur le bus KNX

«Pour piloter, il faut mesurer» : l'adage est aussi vrai pour la consommation énergétique des bâtiments. Toute démarche d'optimisation oblige d'abord à identifier et à comprendre les flux d'énergie dans le bâtiment. Les appareils KNX d'ABB s'y emploient.

KNX est un référentiel de communication mondial pour toutes les applications de gestion technique du bâtiment (GTB) : commande de l'éclairage et de l'ombrage (stores et volets roulants), régulation du chauffage, de la ventilation et de la climatisation (CVC), sécurité, surveillance et traitement d'alarmes, gestion de l'eau, management de l'énergie, calcul des consommations, pilotage des appareils

**Les installations KNX, sources d'importantes économies d'énergie, peuvent être amorties en trois à cinq ans, soit bien plus vite que d'autres techniques du bâtiment comme le double vitrage et l'isolation thermique.**

électroménagers, audiovisuels, etc. Son développement continu est coordonné par l'Association KNX, à Bruxelles.

ABB dispose pour cela d'un éventail de dispositifs GTB couplés au bus KNX. Son module d'énergie, par exemple, mesure la consommation de courant de plusieurs appareils directement au point

### Photo p. 22

Le musée d'art moderne et contemporain de Trento et Rovereto (Italie) a réalisé d'importantes économies d'énergie avec l'offre KNX d'ABB.

**D**epuis 2008, les citoyens sont majoritaires dans le monde : un tournant dans l'histoire de l'humanité, qui s'accélère. Au XX<sup>e</sup> siècle, la population urbaine a plus que décuplé et, selon les projections des Nations unies, les deux-tiers des personnes nées dans les 30 prochaines années vivront en ville [1]. Cette urbanisation rapide, de même que les défis du climat et de l'environnement, les politiques énergétiques et la montée en puissance des énergies renouvelables, favorisent grandement l'évolution de la domotique et de l'immutique vers toujours plus d'intelligence.

Le bâtiment intelligent est passé du concept il y a encore peu futuriste à une réalité concrète. Et c'est aujourd'hui un secteur d'activité florissant. À preuve, Google, l'un des géants mondiaux du Net, vient d'injecter plus de 3 milliards de dollars dans le rachat d'un spécialiste de la régulation thermique, Nest Labs. Le marché de l'immutique pèse déjà plusieurs dizaines de milliards de dollars dans le monde et devrait franchir le cap des 50 milliards à l'horizon 2018 [2].

L'automatisation du bâtiment présente bien des atouts, notamment l'efficacité énergétique, la souplesse d'exploitation et d'évolution, le confort et la sécurité ; ces

Depuis 2008, le monde compte plus de citadins que de ruraux.

2 Reconstituée après un incendie dévastateur, cette école a réduit sa facture énergétique de près d'un tiers grâce aux appareils KNX d'ABB.



d'utilisation et transmet les relevés à un système de visualisation. Associé à d'autres dispositifs KNX d'ABB (modules de commutation et de variation d'éclairage, automatismes de stores et volets, pilotes et régulateurs de ventilo-convecteurs, passerelles de communication, etc.), il constitue la « tête et les jambes » d'une surveillance, d'une commande et d'une manœuvre fines et précises des équipements de tout le bâtiment.

Sources d'importantes économies d'énergie, ces installations sont habituellement amorties en trois à cinq ans, soit bien plus vite que d'autres mesures comme le double vitrage et l'isolation thermique. Mieux, la technologie KNX d'ABB autorise une reconfiguration rapide du bâtiment en fonction des besoins d'évolution ou de réaménagement.

Ces gisements d'économies d'énergie sont manifestes dans les domaines du chauffage et de l'éclairage.

L'éclairage est l'un des plus gros postes de consommation d'énergie du bâtiment tertiaire. Des techniques comme la « régulation constante de lumière » peuvent néanmoins beaucoup alléger la facture, selon le principe suivant : la lumière du jour, mesurée par un capteur de luminosité, est automatiquement compensée par une commande → 1 qui module la lumière artificielle en fonction de la consigne d'éclairage.

Couplé à un détecteur de présence qui abaisse au minimum l'éclairage (et le chauffage) en périodes d'inoccupation, ce dispositif promet des économies d'énergie de 30 à 40 % par rapport à un réglage manuel. Les automatismes de stores et volets roulants permettent également de limiter le budget énergétique.

### Tour de vis réglementaire

Nombreux sont les pays où la diminution de l'empreinte énergétique d'un bâtiment n'est plus un choix mais une obligation légale. Les systèmes d'automatisation du bâtiment jouent rapidement un rôle prépondérant dans l'atteinte des objectifs énergétiques fixés par les pouvoirs publics, à l'échelle nationale ou supranationale, ou imposés par les nouveaux labels ou réglementations de la construction. L'Allemagne, par exemple, dispose de nouvelles lois sur les économies d'énergie, calquées sur la norme DIN V 18599 qui fait la part belle aux automatismes du bâtiment. Dans des pays comme la France, la vente ou la location d'un bien est soumise à un diagnostic de performance énergétique (DPE), certifié par des professionnels.

D'autres référentiels, tels la norme européenne EN 15232 qui traite de la performance énergétique des bâtiments et des apports de l'automatisation dans ce domaine, établissent un cadre de bonnes pratiques à l'intention des architectes et des prescripteurs.

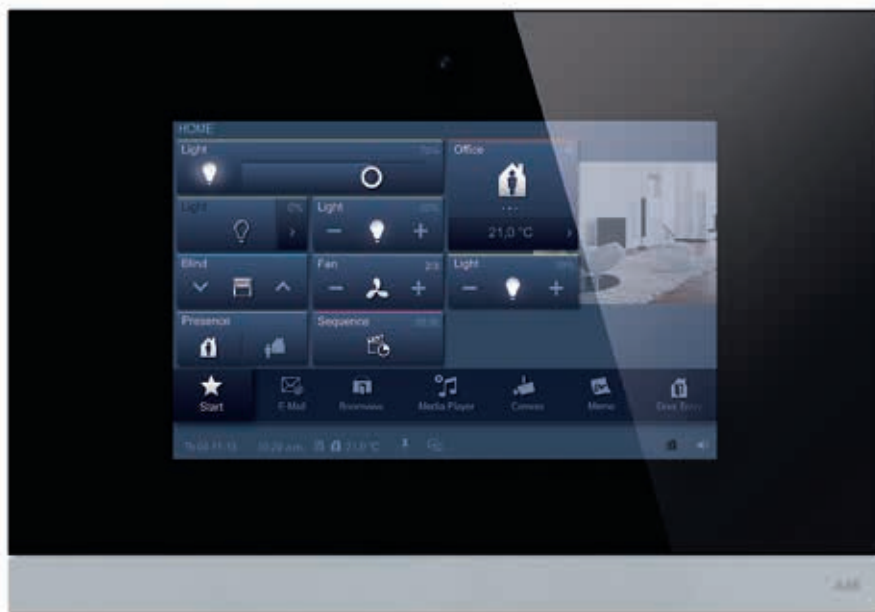


L'évolution rapide de la réglementation, couplée à l'essor de l'immo-tique, est un terrain fertile pour l'offre KNX d'ABB, qui a déjà permis d'atteindre de hauts niveaux d'efficacité énergétique dans nombre de sites.

#### Coupes budgétaires

ABB met en œuvre son propre programme de développement durable pour optimiser l'efficacité énergétique et la qualité écologique globale de sites industriels. Ses installations en Allemagne, par exemple, ont réduit leur consommation de 35 000 MWh par rapport aux niveaux de 2007. Une initiative reprise par d'autres implantations ABB en Europe : dans l'usine d'Odense, au Danemark, un bâtiment de trois étages a été équipé de 645 composants KNX pour réguler la CVC et l'éclairage afin de bénéficier d'une lumière constante. Dans des bureaux plus vastes, la consommation électrique a baissé de 13 %.

Le Mart, l'un des plus grands musées d'art moderne et contemporain d'Italie, a vu sa consommation d'énergie annuelle diminuer de 456 MWh (soit une économie de 28 % ou quelque 100 000 dollars sur le montant de la facture) dès sa première année de fréquentation, grâce à un système KNX. Dans une école à Neckargemünd (Allemagne), l'installation de 525 modules KNX a fait fondre la facture d'énergie de près d'un tiers → 2.



#### Domotique KNX, axée confort et sécurité

Dans le résidentiel, le confort et la sécurité sont des critères d'appréciation au moins aussi importants que l'efficacité énergétique dans le tertiaire. Le confort thermique doit s'adapter à la pièce (fraîcheur pour les chambres, chaleur douce pour le salon), et l'éclairage, à l'activité et au besoin du moment. Stores et volets s'ouvrent et se ferment automatiquement selon la météo et l'heure de la journée. Les caméras de surveillance, judicieusement placées et faciles d'utilisation, sécurisent les lieux en toute discrétion... L'offre KNX de Busch-Jaeger, société du groupe ABB, donne corps à ce logement « domotisé ».

La plupart des produits ABB n'étant pas destinés au marché résidentiel, il est rare de les voir occuper la sphère domestique. D'où le soin particulier apporté à l'esthétique fonctionnelle des appareils Busch-Jaeger. Busch-priOn®, par exemple, est une centrale de commande ergonomique → 3 qui permet de surveiller et de gérer tout l'espace de vie : scénarios lumineux, programmation horaire, commande des stores et du chauffage, etc. Les fonctions qui défilent à l'écran peuvent être activées en un tournemain par le bouton rotatif. L'écran Busch-Comfort-Touch® → 4 conjugue pour sa part les fonctions d'une plate-forme d'automatisation du bâtiment et celles d'un centre

ABB a mis au point des appareils KNX qui s'interfacent avec les automatismes du bâtiment.

Concept hier encore futuriste, le bâtiment intelligent est aujourd'hui une réalité et un marché florissant.



d'info-divertissement : commutation et variation de lumière → 5, commande de stores, régulation thermique, vidéo-surveillance, diffusion sonore, distribution vidéo, etc. Les lecteurs audio-vidéo intégrés bénéficient d'une connexion Internet qui permet de piloter toute l'installation à distance, depuis un appareil mobile, tablette ou smartphone.

#### Habitat et réseau électrique du futur

À l'avenir, la domotique fera partie intégrante du réseau électrique intelligent : les appareils KNX d'ABB pourront ainsi communiquer avec le fournisseur d'énergie et afficher, entre autre, le tarif d'électricité en cours. Selon la période ou l'offre tarifaire choisie, il sera possible de programmer la mise en marche ou l'arrêt de l'électroménager, ou encore de réinjecter dans le réseau l'énergie produite par sa propre installation photovoltaïque, sa batterie automobile, par exemple. Les automatismes ABB savent déjà répondre à cette attente.

#### Leviers d'action

Les bâtiments des prochaines décennies seront des bijoux de technologie : constructions en béton capable d'absorber le CO<sub>2</sub> ; parois revêtues de films photovoltaïques ; mini-fermes verticales hors sol en toiture pour ravitailler directement en produits frais les occupants des étages inférieurs ; installations solaires alimentant les foyers en électricité et en eau chaude ; système de récupération des eaux de pluie, éventuellement doublé

de toitures végétalisées ou « écotoits », le tout intégré dans un réseau d'eau urbain intelligent. L'ensemble devra être connecté, surveillé et piloté par des techniques de pointe. Une révolution urbanistique en germe...

Avec l'urbanisation et la densification de la population, les technologies du bâtiment intelligent seront cruciales pour résoudre l'équation entre croissance des besoins et préservation des ressources, réduire les émissions de gaz à effet de serre et loger des milliards d'individus dans un cadre écoproformant, confortable et sûr.

#### Thomas Rodenbusch-Mohr

ABB Stotz-Kontakt GmbH  
Heidelberg (Allemagne)  
thomas.rodenbusch-mohr@de.abb.com

#### Anthony Byatt

Consultant rédacteur  
Louth Village (Irlande)

#### Bibliographie

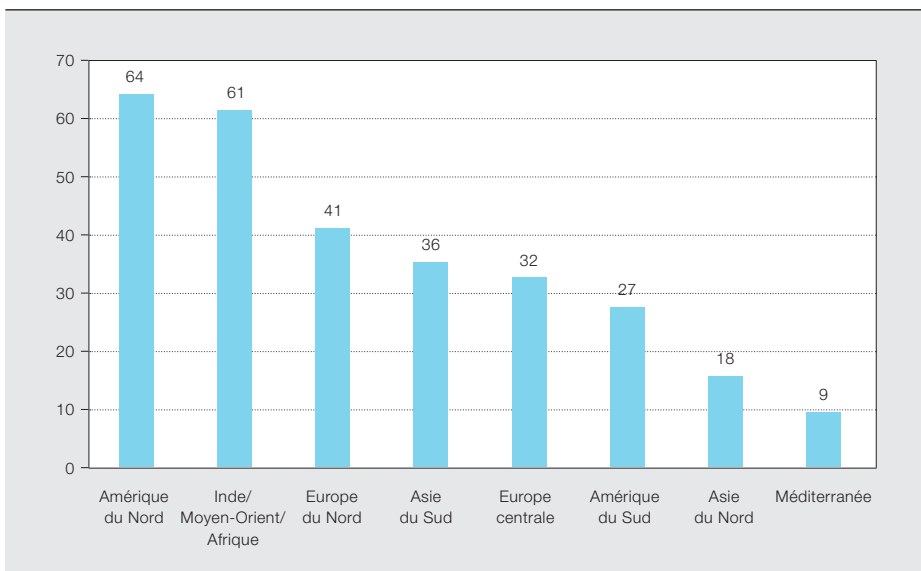
- [1] Collectif rédactionnel, « Street-Savvy: Meeting the biggest challenges starts with the city », *Scientific American*, p. 26-29, septembre 2011.
- [2] PRNewswire, *Building Automation & Controls Market worth \$49.5 Billion – Global Forecast by 2018*, [en ligne], disponible sur : <http://www.prnewswire.com/news-releases/building-automation--controls-market-worth-495-billion---global-forecast-by-2018-190161681.html>, 7 février 2013.



# Services à la carte

ABB étoffe son offre  
de services avancés  
sur ServicePort™

PATRIK BOO – À l'époque du lancement de la plate-forme ServicePort™ en 2012, ses concepteurs espéraient que les ingénieurs ABB et surtout les clients s'approprieraient cet outil de télédagnostic et d'optimisation à distance de la performance industrielle. Aujourd'hui validé, ServicePort est utilisé dans plus de 200 sites par des centaines d'ingénieurs. Et les clients en redemandent !



Maintenir l'outil de production en parfait état de marche et garantir la reproductibilité des procédés sont essentiels à la réussite d'une entreprise industrielle, quel que soit son domaine d'activité : raffinage du pétrole, traitement des eaux usées, emballage-conditionnement, exploitation minière, etc. Dans un environnement concurrentiel mondialisé, les arrêts de production doivent être limités autant que possible.

La plupart des directeurs d'usine cherche à anticiper les problèmes ou à y remédier bien avant qu'ils n'affectent la production. Mais maximiser le taux de disponibilité de l'outil industriel par une démarche proactive n'est pas toujours aisé.

Trouver des ingénieurs *process* expérimentés pose un défi partout dans le monde. S'il est difficile d'envoyer des équipes complètes d'experts dans les pays en développement, le départ à la retraite des *baby-boomers* dans les pays développés complique la tâche des industriels ; leurs besoins d'expertise doivent être satisfaits en élargissant leur recherche pour se doter des ressources

indispensables à la résolution des problèmes.

Dans ce contexte, nombreux sont les clients à se tourner vers la sous-traitance pour gagner du temps et de l'argent tout en mobilisant des compétences ciblées. Or la difficulté est de trouver un prestataire connaissant le métier de chaque client et disposant des ressources techniques adaptées à ses équipements et procédés.

ABB est souvent sollicité par des ingénieurs de maintenance, tant pour sa maîtrise des procédés automatisés que pour ses outils rapides et efficaces de diffusion de cette expertise.

Leader mondial de l'automatisation industrielle, ABB peut mobiliser de nombreux experts chevronnés. La demande de services avancés ayant augmenté ces dernières années, le Groupe se doit désormais de trouver les meilleurs moyens de proposer ces services à un nombre croissant de clients, notamment ceux dont les sites sont disséminés.

ServicePort est une plate-forme de télé-services qui confère aux clients du monde entier un accès direct à l'expertise ABB par le biais d'une connexion à distance sécurisée.

Elle permet aux ingénieurs d'ausculter en un temps record les équipements et procédés d'un client pour y déceler les problèmes éventuels. Partout dans le monde, n'importe quel site industriel peut ainsi bénéficier des meilleures compétences et connaissances d'ABB.

Au-delà d'un simple concept, ServicePort est un véritable outil de service automatisé qui rencontre un vif succès.

#### Des débuts prometteurs

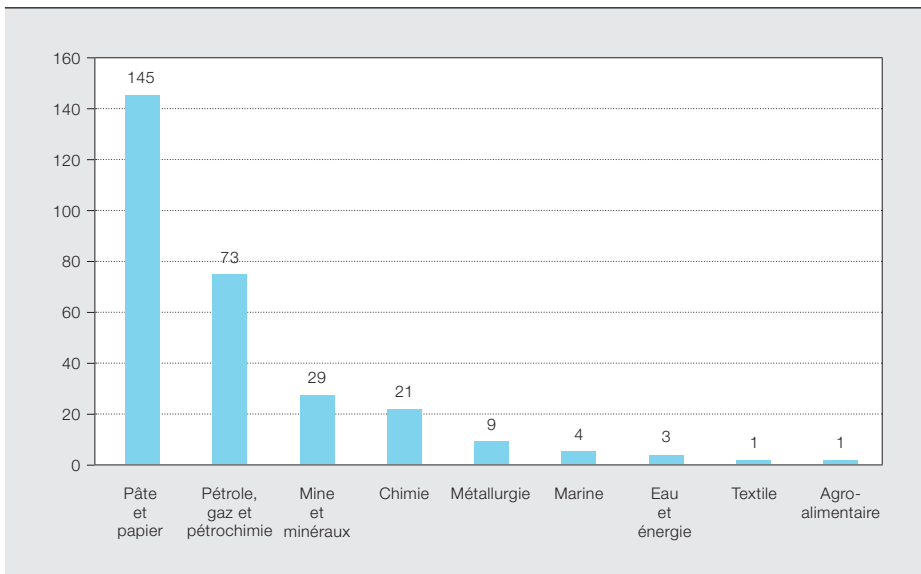
L'idée de départ était de donner aux industriels du process un accès direct, rapide et souple au meilleur de l'expertise ABB. Si le premier prototype fut testé chez un client dès 2008, c'est

ServicePort permet aux ingénieurs ABB d'ausculter en un temps record les équipements et procédés d'un client pour y déceler les problèmes éventuels.

en 2011 que le projet définitif se concrétisa sous la forme d'une plate-forme robuste, capable de collecter et d'analyser rapidement et méthodiquement les données des systèmes de contrôle-commande. À charge ensuite à l'utilisateur ou aux experts ABB de préconiser des actions d'amélioration.

#### Photo p. 27

ServicePort est une plate-forme sécurisée d'accès à distance à toute l'expertise ABB.



Partout dans le monde, n'importe quel site industriel peut bénéficier des meilleures compétences et connaissances d'ABB.

Les clients ont d'abord accueilli l'idée avec prudence, jugeant risquée la connexion distante à leurs systèmes pour des raisons de cybersécurité. Toutefois, ServicePort garantit une sécurité maximale, les données du client étant protégées tout au long du traitement. La confiance a donc suivi.

À mesure qu'ils comprenaient que cet accès sécurisé permettait une analyse et un diagnostic à moindre coût et plus efficace de leurs procédés, de plus en plus d'industriels optèrent pour ServicePort. Aujourd'hui, les clients y voient un moyen ultrarapide pour bénéficier des services avancés ABB.

En à peine deux ans, plus de 200 plates-formes ServicePort ont été installées dans le monde et leur nombre ne cesse de progresser → 1. Au vu du chiffre d'affaires de 2013 et 2014, le taux de croissance annuel composé prévu est de 41 %.

L'industrie papetière fut la première à l'adopter, suivie rapidement par d'autres secteurs → 2.

Son succès s'explique pour plusieurs raisons. ServicePort permet aux clients et aux experts ABB de visualiser, de scruter et d'analyser des indicateurs clés de performance (KPI) sur les équipements et les procédés, et d'intervenir à point nommé pour résoudre les problèmes et améliorer les performances. L'accès à ces indicateurs, clairs et fréquemment mis à jour, se fait en local ou à distance.

En automatisant la collecte, l'analyse et le suivi de certains indicateurs KPI, ServicePort est un précieux outil d'aide à la décision qui améliore la disponibilité des sites, la performance opérationnelle et la qualité des produits tout en réduisant la consommation de matières premières et les coûts énergétiques → 3.

L'efficacité de la collecte et de l'analyse automatisées des données est telle que ServicePort peut être utilisé par des ingénieurs moins expérimentés. ABB élargit ainsi sa capacité à répondre aux besoins de ses clients du monde entier.

### Diversification de l'offre

Chaque entreprise télécharge dans ServicePort les services dont elle a besoin, à l'image de ce qui se fait avec un smartphone et les applis. Ces services, appelés *PSC (Performance Service Channels)*, sont de trois types :

- Équipements ABB : suivi des performances en exploitation (automatismes 800xA, ABB Harmony, variateurs, par exemple) ;
- Procédés : diagnostic et amélioration de la production ou de la gestion (performance des boucles de régulation et cybersécurité, etc.) ;
- Secteurs d'activité : diagnostic et amélioration d'équipements ou de procédés sectoriels (machines ABB d'extraction minière, procédés papetiers et systèmes ABB de contrôle qualité, par exemple).

D'autres services PSC sont en cours de développement.

Tous les services avancés ABB sur ServicePort suivent une même méthodologie en trois étapes pour combler les écarts de performances et garantir les meilleurs résultats sur la durée : diagnostic-action-pérennisation.

3 En fournissant aux clients et au personnel d'ABB des indicateurs clés de performance des équipements et des procédés, ServicePort est un véritable outil d'aide à la décision.



Pour satisfaire au mieux les besoins spécifiques à chaque site, ABB propose aujourd'hui plusieurs versions de ServicePort. Outre le pupitre d'origine, la plate-forme se décline en station de travail, module en rack, mallette, minitour et version virtualisée →4.

#### Analyse exhaustive

Tous les services avancés ABB sur ServicePort suivent une même méthodologie en trois étapes pour combler les écarts de performances et garantir les meilleurs résultats sur la durée : diagnostic, plan d'actions et pérennisation.

L'offre ne cesse de se diversifier, allant de la collecte et l'analyse automatisées des données à la conception de procédés reproductibles et d'outils de télé-diagnostic et de télémaintenance dédiés, sûrs et interactifs.

À titre d'exemple, citons le service SPS (*System Performance Service*) qui permet aux utilisateurs de sonder automatiquement les performances et la configuration de leurs systèmes de contrôle-commande ABB, d'évaluer leur état de marche et de mettre en œuvre les améliorations préconisées, grâce à une analyse complète des données de diagnostic. Par le biais de ServicePort, SPS identifie, classe et hiérarchise les opportunités d'amélioration des performances du système.

#### Études de cas

Un complexe de liquéfaction de gaz naturel au Moyen-Orient est équipé du plus gros système de contrôle-commande distribué au monde, ABB Harmony. Il fonctionne 24 h/24 pour traiter de grandes quantités de gaz et obtenir le meilleur de la conduite industrielle. Toutefois, des extensions et des mises à jour successives étaient à l'origine d'écarts de performances entre les huit trains de liquéfaction du site.

Le client demanda à ABB de lui proposer un outil unique d'identification, de diagnostic et de résolution des problèmes existants et potentiels des procédés. À cette fin, le service avancé HLP (*Harmony and Loop Performance*) sur ServicePort collecte et analyse méthodiquement les données d'exploitation.

En surveillant le taux d'utilisation des processeurs, le client localisa rapidement une carte pont réseau hors plage, identifia l'origine du problème et y remédia. Aujourd'hui, l'usine utilise ces services avancés pour diagnostiquer et résoudre des problèmes spécifiques au système et aux procédés, et suivre leurs performances.

Aux États-Unis, un grand complexe chimique fabrique de nombreuses substances destinées à des produits de grande consommation. Les exigences de qualité, d'efficacité et de sécurité obligent à optimiser les performances de



la conduite de procédés très élaborés : les réglages et paramétrages du système doivent impérativement être conformes aux meilleurs pratiques et à la normalisation. Les produits chimiques pouvant poser des problèmes, voire être dangereux s'ils sont mal utilisés, leur fabrication et leur traçabilité nécessitent une

tendance et résoudre les problèmes, mais aussi à distance.

Après seulement deux mois d'utilisation, les gains de performances obtenus avec ServicePort incitèrent le client à demander à ABB d'autres services, cette fois pour garantir la qualité des produits.

## Le client télécharge dans ServicePort les services avancés ABB dont il a besoin.

grande précision. Les réglages du système de contrôle-commande doivent donc être fréquemment vérifiés et comparés aux meilleures pratiques et standards d'ABB, et les logiciels mis à jour en continu.

Les responsables du site décidèrent de surveiller préventivement la configuration et les paramètres du système d'automatisation 800xA d'ABB. Depuis le début, le personnel utilise quotidiennement les services avancés sur ServicePort pour scruter le logiciel du système, modifier la configuration selon les besoins et charger les dernières mises à jour.

L'équipe ABB Services aide le client dans sa maintenance logicielle. Tous deux peuvent intervenir non seulement sur site avec ServicePort Explorer pour visualiser les données, les courbes de

de leur cycle de vie. Le nombre croissant de sites équipés témoigne de l'intérêt des utilisateurs pour les services avancés ABB.

### Service gagnant

ServicePort assure le maintien des performances des systèmes d'automatisation industrielle tout au long

#### Patrik Boo

ABB Process Automation Service  
Westerville (Ohio, États-Unis)  
patrik.boo@us.abb.com

# Le simulateur joue les prolongations

La simulation 800xA d'ABB participe à la totalité du cycle de vie d'un système d'automatisation

LARS LEDUNG, RIKARD HANSSON, ELISE THORUD – L'importance des contraintes de sécurité et la complexification des procédés ont poussé les industriels à se tourner de plus en plus vers la simulation ces dernières années. Utilisés depuis des décennies dans le pétrole, le gaz et le nucléaire, les simulateurs investissent aujourd'hui d'autres secteurs comme la production minière (charbon, minéral, etc.) [1]. Si le simulateur 800xA d'ABB n'a cessé d'améliorer la sécurité et la productivité des procédés industriels automatisés, il peut faire beaucoup plus et générer des profits tout au long du cycle de vie du système d'automatisation. En témoigne le retour d'expérience d'un client ABB : ses opérateurs maîtrisent le *process* dans des conditions sûres et réalistes, et ses ingénieurs sont à même de tester en amont les modifications du contrôle-commande avant de les transférer dans l'environnement de production réel.

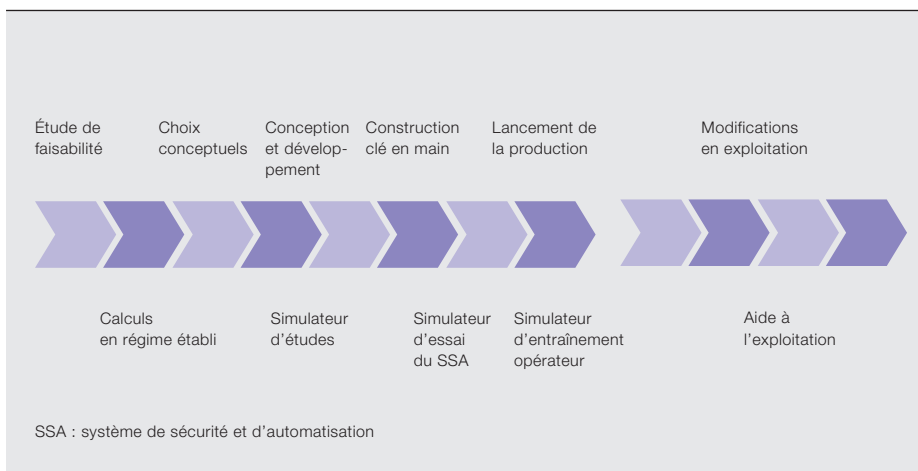
---

#### Photo

Le simulateur 800xA d'ABB est au cœur du développement et de l'exploitation du plus grand complexe gazier d'Europe, à Ormen Lange (Norvège).







Les trois premiers usages du simulateur 800xA d'ABB sont la conception, le développement et les essais. Viennent ensuite les contrôles effectués sur le système de commande pour en valider et, au besoin, modifier la logique avant mise en service, puis l'entraînement opérateur sur une interface de conduite simulée à l'identique en vue de se familiariser avec le site et son système de sécurité, de manœuvrer

## Les simulateurs sont présents à toutes les étapes du cycle de vie d'un système d'automatisation.

le procédé et de réagir aux dysfonctionnements, urgences et procédures de sécurité. Enfin, le simulateur permet d'étudier la modification et l'optimisation du site avant de faire les frais d'une installation coûteuse.

Les simulateurs interviennent donc à toutes les étapes d'un projet d'automatisation, d'où l'expression « simulateurs de cycle de vie ».

### Stimuler ou émuler ?

Il existe deux types de simulateur de procédé : les simulateurs « stimulés » pour lesquels le contrôle-commande et l'interface homme-machine (IHM) sont des répliques du système réel, seuls le procédé et l'instrumentation étant modélisés ; les simulateurs « émulsés » où contrôle-commande, instrumentation et procédé sont tous trois modélisés, avec une apparence et une interface de dialogue similaires au système réel, ce qui suffit dans certains cas de formation et d'entraînement à la conduite du process. Le simulateur stimulé s'impose quand il s'agit de couvrir tout le cycle de vie de l'automatisation, d'autant que certaines fonctions du système de contrôle-commande 800xA (enchaînement des tâches et gestion élaborée des alarmes, par exemple) sont trop complexes pour être correctement émulsés.

Le simulateur 800xA permet de créer un système de simulation offrant la même vue et la même logique que le sys-

tème de sécurité et d'automatisation (SSA) du site en production. Il est possible de copier la configuration 800xA de l'installation dans un simulateur réplique, aux fins d'essais et de formation ; les interactions de l'opérateur avec la conduite reproduisent alors fidèlement les manipulations réelles sur le site en fonctionnement.

Le simulateur 800xA est la partie SSA d'un système de simulation stimulée.

## 2 Les apports du simulateur de cycle de vie 800xA

| Étape                       | Utilisation                                                                                                          | Apports                                                                                                                                                     |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planification et conception | Simulateur d'études                                                                                                  | Amélioration et validation de la conception par modèle de procédé dynamique                                                                                 |
| Études                      | Simulateur d'essai du SSA                                                                                            | Intégration modèle/SSA<br>Validation du contrôle-commande et du dialogue opérateur                                                                          |
| Mise en service virtuelle   | Test de la conception du site et des fonctionnalités SSA en situation réelle                                         | Validation du site<br>Réduction du temps de mise en service                                                                                                 |
| Lancement de la production  | Simulateur d'entraînement opérateur                                                                                  | Préparation des opérateurs à l'exploitation avant démarrage du site                                                                                         |
| Exploitation                | Formation des nouveaux opérateurs, sensibilisation au danger, apprentissage des nouvelles stratégies opérationnelles | Réactivité des opérateurs aux situations critiques<br>Validation des modifications apportées au SSA et formation des opérateurs avant implantation sur site |

Relié à un modèle de procédé dynamique taillé aux exigences de l'application, il devient un puissant simulateur de cycle de vie.

Ce concept permet au client de tirer profit de son investissement sur le cycle de vie complet du système d'automatisation [2]. De maintenance aisée, le simulateur peut évoluer au rythme des modifications du site → 1, 2.

### Pour la vie

Le simulateur 800xA prend en charge chaque étape du cycle de vie du système de production, à commencer par la conception et le développement. Un modèle de procédé dynamique, développé en parallèle, sert à vérifier la conception et à en valider la qualité, le but étant d'éviter les modifications importantes en phase de réalisation et de tester la stratégie de commande et la sécurité du système.

Le système SSA prend forme en phase d'études. Le simulateur est actualisé en séquence avec les parties du procédé prêtes pour les essais de conduite et de dialogue opérateur, et l'intégration au modèle. La stratégie de commande est validée. L'emploi du simulateur pour des essais réalistes écourté et sécurise la mise en service. Les essais se poursuivent au-delà de l'expédition sur site du système de contrôle-commande réel.

À l'étape suivante, le simulateur sert à de nombreuses fins de formation réaliste avant le lancement de la production pour renforcer la sécurité et réduire le nombre d'arrêts inopinés. Les programmes de sensibilisation au danger et de mise en

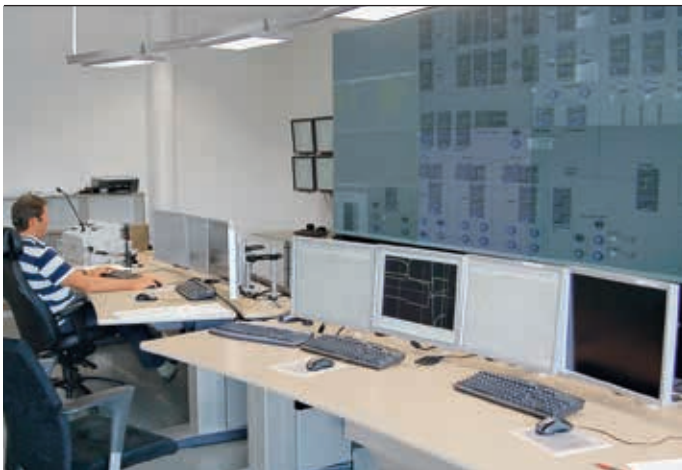
situation critique peuvent ainsi se renouveler dans un environnement sûr. Sans simulateur, ce type de formation est très coûteux, voire irréalisable. La formation est multiple : familiarisation avec le site, procédures d'exploitation et de maintenance, démarrage et arrêt de l'usine, fonctionnement du SSA, réaction aux dysfonctionnements et situations d'urgence, sécurité.

Cette formation s'adresse à de nouvelles recrues ou à des opérateurs affectés à de nouvelles zones du process. Le simulateur peut être utilisé dans le cadre d'un programme de certification d'opérateurs ou techniciens intervenant dans de nouveaux ateliers ou lignes de production, mais aussi de renouvellement de la certification pour garantir le maintien à niveau et l'amélioration des compétences.

Le simulateur permet d'étudier l'impact d'une mise à jour de la logique de commande et des bibliothèques applicatives, y compris en production. Il sert également à valider les changements touchant des zones modifiées ou nouvelles du process, et à former les opérateurs en conséquence. Le test des mises à jour logicielles du système 800xA et du micro-programme de contrôle-commande (*firmware*) est également possible.

Autre visée : l'optimisation du procédé et de la conduite. Le simulateur permet de mener des études d'optimisation en exécutant plusieurs scénarii, puis en mettant en œuvre les améliorations sur le site en fonctionnement. Au besoin, des analyses de développement par hypothèses peuvent être réalisées pour optimiser la conception.

## 3 Simulateur 800xA d'Ormen Lange



Le simulateur 800xA s'appuie sur les graphiques de procédé et la logique de commande du système de sécurité et d'automatisation du site pour reproduire à l'identique l'environnement et la conduite opérateur.

# Les simulateurs d'entraînement sont plébiscités par plus de 90 % des compagnies pétrolières du plateau norvégien.

Le chevauchement des activités d'études et de formation amène souvent les clients à réclamer plusieurs simulateurs, notamment avant le démarrage du site et en phases de modification. Des simulateurs supplémentaires peuvent être achetés ou loués pour l'occasion.

## Projet pilote : Ormen Lange

La simulation 800xA joue un rôle décisif dans le développement et l'exploitation du complexe gazier d'Ormen Lange, qui compte parmi les plus grands et les plus aboutis d'Europe → 3. Après avoir largement contribué en 2007 au démarrage de la production avec trois semaines d'avance sur le calendrier, les simulateurs restent au centre de la démarche d'amélioration et d'extension continues de la plate-forme.

À 120 kilomètres des côtes norvégiennes, le gisement renferme quelque 400 milliards de mètres cubes de gaz naturel, piégés à près de 3000 mètres sous le lit de la mer. Les puits d'extraction, les plus grands au monde, reposent sur le plancher océanique par 800 à 1100 m de profondeur. Le gaz récupéré est acheminé par deux conduites multiphasiques vers l'usine de traitement à terre de Nyhamna pour y être séché et comprimé.

Les systèmes ABB de contrôle-commande du procédé, de sécurité et de gestion de l'information surveillent et pilotent l'usine, mais aussi les installations de production sous-marines et l'écoulement du gaz dans le gazoduc.

Le simulateur 800xA s'appuie sur les graphiques du process et la logique de commande du SSA du site pour reproduire à l'identique l'environnement et la conduite opérateur. Le modèle de procédé dynamique est fourni par la société Kongsberg Oil & Gas Technologies.

Dès le départ, l'attention s'est portée sur la formation des opérateurs et la réalisation des essais de validation de la logique de commande parallèlement à la construction des installations de production en mer et à terre. Chacune des nombreuses parties du procédé fut analysée et testée dans le simulateur avant achèvement du chantier. Un simulateur d'études et deux simulateurs d'entraînement opérateur furent utilisés en parallèle.

Ormen Lange poursuit son développement et son extension. Le simulateur 800xA joue un rôle capital dans cette évolution en permettant de concevoir, de mettre au point, de corriger et de tester les nouveaux procédés et sous-ensembles avant de les intégrer au contrôle-commande.

En 2011, ABB a fourni un quatrième simulateur 800xA au projet révolutionnaire de station de compression sous-marine du site. Cette installation pilote en vraie grandeur étudie la faisabilité de cette technologie sur le fond marin, plutôt qu'en surface, et son aptitude à stabiliser le débit de gaz quand la pression naturelle du champ commence à chuter.

C'est là le plus important projet de développement et de qualification de la compression sous-marine jamais entrepris. Conçu et testé dans le simulateur 800xA, son système de contrôle-commande devrait être pleinement opérationnel en 2015.

## Validation des acquis

Ormen Lange n'est pas le seul projet à dresser un bilan positif de la simulation. Selon une étude approfondie menée par l'*Oslo and Akershus University College of Applied Sciences* [3] auprès des grandes compagnies pétrolières opérant sur le plateau norvégien,

- 97 % des entreprises consultées ont utilisé des simulateurs d'entraînement dédiés au site, et non des simulateurs génériques;
- 89 % y ont aussi eu recours aux fins d'études;
- plus de 90 % les ont jugés satisfaisants ou très satisfaisants; aucune n'en fut mécontente.

Autres résultats chiffrés: un gain d'efficacité opérateur estimé à 31 % et des délais de mise en service et de démar-

rage réduits de 18 jours pour une nouvelle installation et de 2,2 jours après modifications. L'entraînement sur simulateur permet d'éviter en moyenne 3 arrêts non planifiés par an, pour une économie totale à l'année de 15,3 millions de dollars par site.

**Lars Ledung**

**Rikard Hansson**

**Elise Thorud**

ABB Process Automation, Simulator Solutions

Oslo (Norvège)

[lars.ledung@no.abb.com](mailto:lars.ledung@no.abb.com)

[rikard.hansson@no.abb.com](mailto:rikard.hansson@no.abb.com)

[elise.thorud@no.abb.com](mailto:elise.thorud@no.abb.com)

## Bibliographie

- [1] ARC Operator Training Simulation Global Market Research Study 2012–2017.
- [2] Fiske, T., « Uses and Benefits of Dynamic Simulation for Operator Training Systems », *Arc Insights*, 9 août 2007.
- [3] Komulainen, T., et al., *World Oil*, décembre 2012, p. R-61–65.



# Front intelligent

Des appareillages d'interruption ABB automatisés et communicants

VINCENZO BALZANO, MARTIN CELKO – Le réseau de distribution moyenne tension (MT) est à un tournant de son histoire. S'il pouvait hier se contenter de distribuer une électricité de qualité constante produite par une centrale éloignée, en remplissant des fonctions sommaires d'interruption et de protection, il doit aujourd'hui faire face au défi de l'intermittence et de la complexité de la production locale, notamment d'origine solaire et éolienne. Qui plus est, les industriels et les consommateurs étant de plus en plus exigeants sur la qualité et la fiabilité de la fourniture, les distributeurs sont tenus de rendre leurs réseaux souvent vieillissants plus sûrs, plus performants, plus fiables et plus respectueux de l'environnement, mais aussi de faciliter leur déploiement, leur installation et leur fonctionnement. Autrement dit, le réseau MT doit devenir « intelligent ». ABB est d'ores et déjà sur les rangs avec ses tableaux de distribution primaire UniGear Digital et secondaire SafeRing, SafePlus et UniSec.



De nombreux États renforcent la réglementation sur l'efficacité du réseau électrique, imposant au secteur de nouvelles contraintes qui viennent s'ajouter aux indices d'indisponibilité *SAIDI* (*system average interruption duration index*) et de fréquence des pannes *SAIFI* (*system average interruption frequency index*) déjà utilisés par la profession. En outre, l'environnement de la production et de la consommation d'énergie devient de plus en plus difficile et imbriqué : les sources solaires et éoliennes intermittentes se bousculent pour accéder au réseau tandis que de nouveaux grands consommateurs, comme les datacenters, durcissent leurs exigences de fourniture... Et le tout emprunte des infrastructures qui n'ont pour ainsi dire pas évolué depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle !

De ce constat est né le réseau électrique du futur ou *Smart Grid*. Au niveau de la distribution, ce réseau « intelligent » dispose d'outils pour améliorer son efficacité

#### Photo p. 37

Les progrès de l'automatisation et de la communication dans les postes électriques optimisent la conduite et le fonctionnement du réseau. Les appareillages intelligents d'ABB accompagnent cette évolution dans les postes primaires et secondaires.

et sa fiabilité, et fournit un socle solide pour automatiser, surveiller et piloter à distance les appareillages électriques. Reste à insuffler de l'intelligence dans les postes primaires et secondaires.

#### ABB UniGear Digital

La gamme de tableaux de distribution primaire UniGear Digital n'est pas une simple version améliorée d'une offre éprouvée, mais une nouvelle façon d'envisager la coupure MT. Elle associe une architecture aboutie à une approche innovante de la protection, du contrôle-commande, de la mesure et de la communication numérique, avec une intégration optimisée des capteurs de courant et de tension. Elle embarque des dispositifs électroniques intelligents *IED* (*intelligent electronic device*) dernier cri et communique sous protocole normalisé CEI 61850. Le tableau MT isolé dans l'air UniGear ZS1 d'ABB reflète cette évolution.

Produite et diffusée dans le monde entier, la gamme UniGear compte plus de 200 000 tableaux installés dans une centaine de pays. UniGear ZS1 se prête aussi bien aux utilisations difficiles (plates-formes en mer, porte-conteneurs,

navires de croisière ou sites miniers) qu'aux applications courantes (postes électriques, centrales d'énergie, complexes chimiques, etc.).

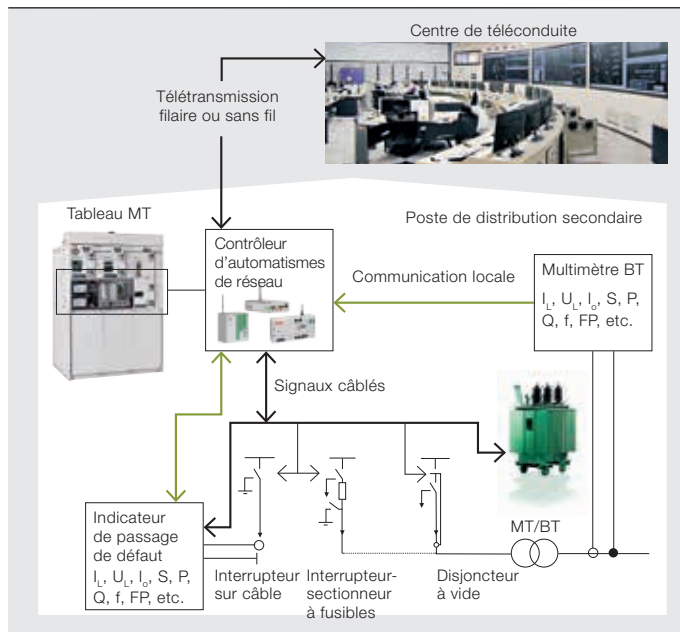
#### Moins cher, plus simple

Le concept UniGear Digital se caractérise par une approche « taille unique » qui évite de remplacer les composants MT primaires, tels que les transformateurs de mesure, en cas d'évolution de la charge. D'où un gain de temps et

**Le réseau intelligent améliore l'efficacité et la fiabilité de la distribution électrique et constitue une base solide pour automatiser, surveiller et piloter à distance les appareillages d'interruption.**

d'argent en phases de planification et de réalisation de projet.

Les pertes en fonctionnement sont plus faibles qu'avec un appareillage équivalent : l'élimination des pertes liées au transformateur de mesure permet d'économiser environ 250 MWh sur les 30 ans de vie d'un poste type, évitant ainsi quelque 150 tonnes de CO<sub>2</sub>.



En outre, UniGear Digital possédant moins de parties sous tension, les pannes sont moins fréquentes et le diagnostic plus facile. Le tableau occupe également moins de place dans le poste, ce qui constitue un réel facteur d'économies quand l'espace est compté ou cher.

Sa procédure de configuration est réduite à l'essentiel : inutile de saisir le détail des relais et des transformateurs de courant (TC) ou de tension (TT), par exemple. Les données TC/TT ne devant pas être calculées, ni vérifiées ni validées, la logique des IED peut être modifiée à la dernière minute. Ces dispositifs conviennent parfaitement à la protection, au contrôle-commande, à la mesure et à la supervision des réseaux de distribution publics et industriels, qu'ils soient à topologie radiale, bouclée ou maillée.

La norme CEI 61850 de communication dans les postes électriques contribue à cette simplification : les IED utilisent en effet la messagerie horizontale GOOSE (*Generic Object-Oriented Substation Events*) pour transmettre des signaux d'interverrouillage, de blocage et de déclenchement d'un tableau à l'autre. GOOSE regroupe pour cela divers formats de données (statuts, valeurs) en un seul jeu. Très utilisée dans les postes électriques, la messagerie est appréciée pour sa simplicité, sa commodité, sa souplesse d'emploi et d'évolution, sa rapidité et ses diagnostics.

UniGear Digital associe une architecture éprouvée à une approche innovante de protection, de contrôle-commande, de mesure et de communication numérique.

Les IED utilisent aussi le bus de procédé CEI 61850-9-2 LE pour véhiculer des mesures échantillonnées ; UniGear Digital s'en sert notamment pour transmettre les valeurs de tension des jeux de barres.

#### Automatismes de postes secondaires

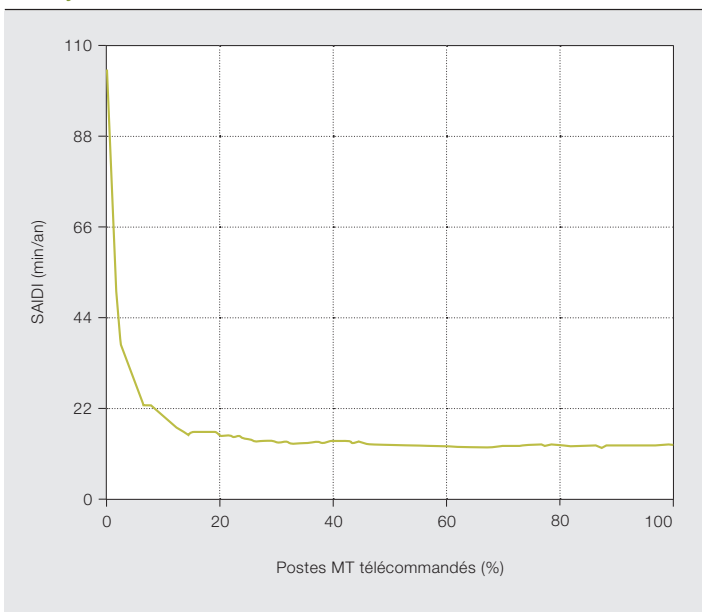
La mise en place du réseau électrique intelligent dans la distribution secondaire passe obligatoirement par l'automatisation de l'appareillage d'interruption et la communication avec le superviseur SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Les tableaux monoblocs à isolation gazeuse SafeRing et SafePlus, ainsi que le tableau isolé dans l'air UniSec d'ABB répondent à ce besoin.

#### 4 Niveaux d'automatisation

| Fonction                                                                                 | Désignation : |          |        |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|--------|------------|
|                                                                                          | Surveillance  | Commande | Mesure | Protection |
| Surveillance de position des interrupteurs MT                                            | x             | x        | x      | x          |
| Surveillance de défauts MT (y compris sens du défaut)                                    | x             | x        | x      | x          |
| Surveillance de défauts des alimentations de transformateurs de distribution             | x             | x        | x      | x          |
| Commande de position des interrupteurs MT                                                | –             | x        | x      | x          |
| Mesure de valeurs analogiques MT                                                         | –             | –        | x      | x          |
| Protections (y compris réenclencheur automatique)                                        | –             | –        | –      | x          |
| Commande de réarmement des indicateurs de défauts MT                                     | o             | o        | o      | o          |
| Mesure de valeurs analogiques BT                                                         | o             | o        | o      | o          |
| Commande de déclenchement d'urgence des alimentations de transformateurs de distribution | o             | o        | o      | o          |
| Signaux clients (défauts réseau BT, infiltration d'eau, etc.)                            | x             | x        | x      | x          |

x : disponible    o : option    – : sans objet

#### 5 Indisponibilité (SAIDI) du réseau par rapport au nombre de postes moyenne tension télécommandés



SafeRing → 1 et SafePlus se distinguent par leur polyvalence et leur compacité. Chaque appareillage est entièrement scellé, toutes les parties actives étant rassemblées dans une cuve en acier inoxydable. De maintenance quasi nulle, ils sont fiables et sûrs.

UniSec → 2 repose sur une configuration modulaire et souple, rapidement adaptable aux spécificités de chaque application. Il convient aux postes secondaires dépourvus de contraintes d'environnement et d'encombrement, mais exigeant des configurations ou des auxiliaires complexes (transformateur de mesure MT ou parafoudre, par exemple).

#### Automatisation et communication

Le tableau MT intègre un « contrôleur d'automatismes de réseau » qui collecte les données du poste, les convertit au format de transmission normalisé et les transmet au centre de téléconduite pour analyse → 3.

L'opérateur distant peut ainsi procéder à des réglages pour

- garantir à tout moment la qualité de la fourniture électrique ;
- réduire les pertes dues au transport ;
- renforcer la stabilité du réseau ;
- éviter (ou écourter) les pannes ;

- protéger les composants des surcharges ;
- améliorer la planification de la maintenance ;
- augmenter l'efficacité du personnel sur le terrain ;
- optimiser la gestion des actifs.

Ces appareillages d'interruption secondaires ABB disposent de plusieurs niveaux d'automatisation à distance, laissés à la convenance de l'utilisateur, selon ses besoins → 4. À chaque niveau correspond

## La configuration simplifiée évite de devoir renseigner les données des transformateurs et permet de modifier à la dernière minute la logique des IED.

un jeu prédéfini d'IED standards, parfois même intégrés à l'appareillage, d'où un gain de place supplémentaire. L'utilisateur peut également personnaliser ces jeux d'IED qui comportent tous :

- une alimentation de secours (batteries 24 VCC) ;
- des interfaces de communication filaires et sans fil (GSM/GPRS) ;
- des signaux de téléconduite au format CEI 60870-5-104.

Pour faire de Rome une ville « intelligente », l'énergéticien italien Acea Distribution s'efforce d'améliorer ses réseaux de distribution BT et MT. Il a pour cela lancé un projet pilote, qui s'inscrit parmi les huit programmes approuvés et financés en partie par le régulateur italien AEEG (*Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas*). ABB y participe en tant que partenaire, et non simple fournisseur, dans le cadre d'un accord de coopération avec Acea.

En phase expérimentale, ABB a fourni des tableaux UniSec, des capteurs de courant et de tension, et des IED destinés aux postes secondaires. La logique de commande obéit au protocole CEI 61850. La communication entre postes et avec le centre de téléconduite utilise la messagerie GOOSE, sur un réseau privé sans fil.

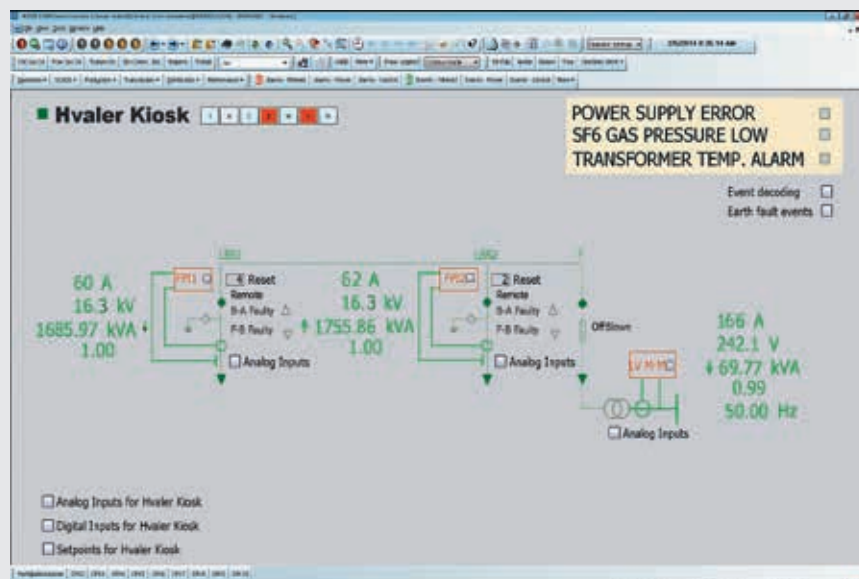
Grâce à ce système, installé sur une nouvelle portion du réseau de distribution romain, Acea pourra réduire notablement le nombre et la durée moyenne des interruptions de fourniture, diminuant par là même le temps de reprise du service et le montant des pénalités.

Les pertes en fonctionnement sont plus faibles avec UniGear Digital qu'avec un appareillage équivalent.

Tous les IED montés sur l'appareillage ou dans le poste sont configurés en usine selon les spécifications du jeu choisi. La transmission (adresses IP, nom du point d'accès, code PIN de la carte SIM, etc.) et le réseau MT (détection du courant de défaut, temps de détection, etc.) sont généralement configurés sur site.

### Performances

En collaboration avec l'université technique d'Aix-la-Chapelle (Allemagne), ABB a développé un outil de calcul des coûts par activité *ABC* (*activity-based costing*) afin d'évaluer rapidement l'efficacité d'une solution d'automatisation donnée. L'outil a notamment permis de mesurer l'impact sur le SAIDI de l'installation d'un tableau SafeRing équipé d'un jeu d'IED standards → 5.



La commune insulaire de Hvaler, dans le comté d'Østfold en Norvège, fait office de laboratoire d'essais pour les IED destinés aux réseaux de distribution BT et MT. Le projet, baptisé DeVID (*Demonstration and Verification of Intelligent Distribution networks*), est piloté par le centre norvégien des réseaux intelligents.

Avec ses maisons occupées à l'année, ses résidences secondaires et ses commerces, l'archipel est un terrain d'étude de divers profils de consommation.

Les 3000 maisons et 4300 logements de vacances de la commune, de même que sa population, qui passe de 4000 habitants en hiver à 30000 en été, mettent à rude épreuve l'infrastructure citadine, y compris son réseau électrique.

Aux côtés d'autres entreprises, ABB participe au projet DeVID avec un poste secondaire compact Magnum équipé d'un tableau SafeRing 24 kV. Le distributeur local, Fredrikstad Energi, peut ainsi repérer rapidement les défauts tout en surveillant la charge et la qualité de la fourniture sur cette portion de réseau.

La supervision du poste électrique (quelque 200 paramètres de mesure) s'appuie sur le gestionnaire de réseaux *Network Manager SCADA*, solution logicielle de Ventyx, société du groupe ABB. Le superviseur communique avec le poste par GSM et peut commander les deux interrupteurs de charge du tableau SafeRing.

Cet article est tiré du dossier spécial *ABB Review Special Report Medium-voltage products*, p. 11–15, 2014.

### Vincenzo Balzano

ABB Power Products  
Dalmine (Italie)  
vincenzo.balzano@it.abb.com

### Martin Celko

ABB Power Products, Medium Voltage Products  
Brno (République tchèque)  
martin.celko@cz.abb.com



# Ligne de crête

Des algorithmes pour lisser la puissance crête  
appelée par les procédés électrothermiques

HOLGER KRÖHLER, ANDREAS SCHADER, REINHARD BAUER, SILKE KLOSE, SUBANATARAJAN SUBBIAH – De nombreuses applications industrielles sont très gourmandes en énergie électrothermique qui coûte cher, plus encore si les appels de puissance crête sont très fréquents. Le nouveau régulateur à thyristors DCT880 d'ABB pour procédés de chauffage intègre des algorithmes d'optimisation qui réduisent les coûts énergétiques en lissant la puissance crête appelée. Totalement automatique, l'optimisation

ne modifie en rien le procédé ni le plan de production. Le composant principal est un logiciel embarqué qui ne nécessite aucun autre équipement de conduite (automate programmable, par exemple). Les algorithmes divisent les appels de puissance en micropériodes qu'ils décalent dans le temps ; le décalage est tellement infime qu'il n'a aucune incidence sur le procédé. En sélectionnant judicieusement les périodes de décalage, la puissance crête appelée peut, dans bien des cas, être considérablement réduite.



Tous les procédés de chauffage sont énergivores. En électrothermie, la facture énergétique globale est souvent alourdie par le surcoût des appels de puissance crête. Les gros consommateurs doivent très fréquemment payer des pénalités qui contribuent au maintien de la stabilité des réseaux électriques et des centrales de production. Cette stratégie tend à se généraliser dans un contexte d'intégration croissante des sources d'énergie renouvelable.

Pour atténuer les appels de puissance crête, une solution consiste à répartir les tâches électro-intensives tout au long de la journée. Pour autant, cela ne supprime pas ceux survenant sur une période plus courte. Le régulateur à thyristors DCT880 fonctionne différemment : il répartit la charge pour abaisser au maximum la puissance crête → 1. Il optimise ainsi le coût de la régulation des chauffages par résistance, par induction et par rayonne-

ment infrarouge dans les applications de recuit, de séchage et de fusion, et dans des secteurs industriels comme le verre, le plastique et la métallurgie.

#### Configuration générale

Beaucoup d'applications électrothermiques industrielles regroupent, sur un même site, un grand nombre d'appareils de chauffage dont la consommation énergétique varie. Certains fonctionnent en circuits couplés et tous peuvent être supervisés par une commande centrale ou séparément par des régulateurs PID locaux.

Quelle que soit la configuration, une alimentation électrique de qualité s'impose. Pour cela, la commande des appareils électrothermiques peut se faire en alimentation double alternance, soit en laissant passer les ondes sinusoïdales pleines, soit en les bloquant complètement pour allumer ou éteindre totalement les appareils → 2. Pour optimiser la puissance appelée, le régulateur DCT880 fonctionne en mode double alternance. D'autres modes sont également possibles : demi-onde, démarrage et arrêt progressifs ou encore contrôle de l'angle de phase → 3.

Une application d'électrothermie se subdivise souvent en cycles de 2 à 20 s, chaque cycle étant commandé séparément. Juste avant le début d'un cycle, des mesures sont effectuées et la quantité d'énergie à fournir par chaque appareil tout au long du cycle est calculée. En connaissant la puissance utile de l'appareil, on peut aisément calculer la durée du cycle suivant. Le procédé électro-

La difficulté était d'exécuter des routines d'optimisation discrète de qualité sur un régulateur DCT880 relativement limité en puissance de calcul.

thermique dans son ensemble étant assez lent, l'instant précis où l'énergie est fournie au cours du cycle (allumage de l'appareil) importe peu.

Selon la nature de la charge, un régulateur DCT880 peut commander jusqu'à trois charges indépendantes. Plusieurs connexions sont possibles : monophasée multiple, triangle, étoile, prise multiple, triangle ouvert, etc. Pour un nombre de charges supérieur, un DCT880 standard assume le rôle de maître et réalise les calculs d'optimisation de puissance.

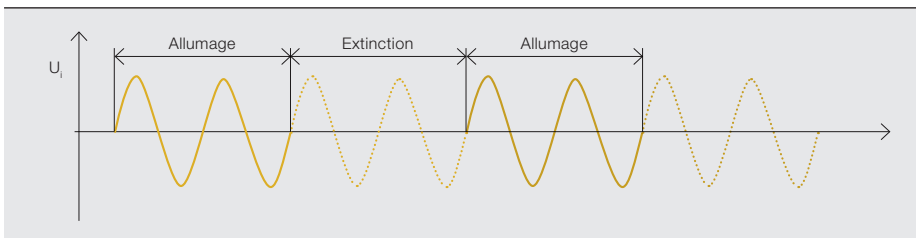
#### Photo p. 42

Si vaincre les sommets enneigés pose toujours un défi aux alpinistes, les crêtes de puissance des applications électrothermiques sont désormais lissées par le régulateur DCT880 d'ABB et ses algorithmes.

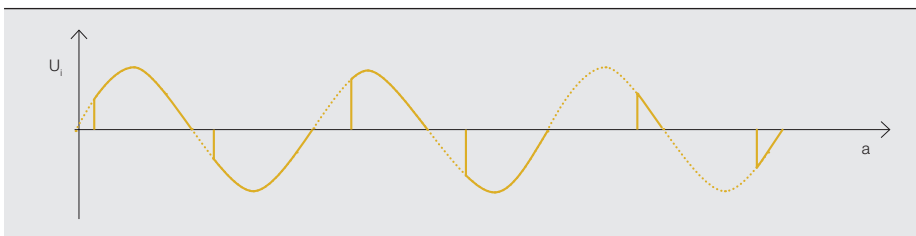
Photo : Michelle Kiener

En électrothermie, la facture énergétique globale est souvent alourdie par le surcoût des appels de puissance crête.

## 2 Alimentation double alternance



## 3 Contrôle de l'angle de phase



Tout DCT880 peut devenir maître par commutateur logiciel. Par contre, il ne peut y avoir qu'un seul maître par système → 4.

Dès qu'un DCT880 esclave reçoit le signal d'appel de puissance de sa charge pour le cycle suivant, il transmet l'information au maître.

Quand le maître a reçu cette information de tous ses esclaves, il calcule le moment opportun d'allumage et d'extinction de chaque appareil de chauffage de façon à ne pas perturber le procédé électrothermique. Les résultats sont transmis aux DCT880 esclaves pour que chacun commande son appareil au cours du cycle suivant.

### Processus d'optimisation

Le diagramme → 5 montre le résultat spectaculaire de l'optimisation de puissance : la courbe très fluctuante laisse place à une courbe aplanie qui ne dépasse jamais 50 % de la puissance installée. Comment y parvient-on ?

La figure → 6 en décrit le principe : huit appareils de chauffage d'une puissance utile de 100 et 200 kW fonctionnent entre 30 et 70 % du temps de cycle d'une seconde → 6a ; la puissance totale appelée varie, une crête survenant après 300 ms → 6b.

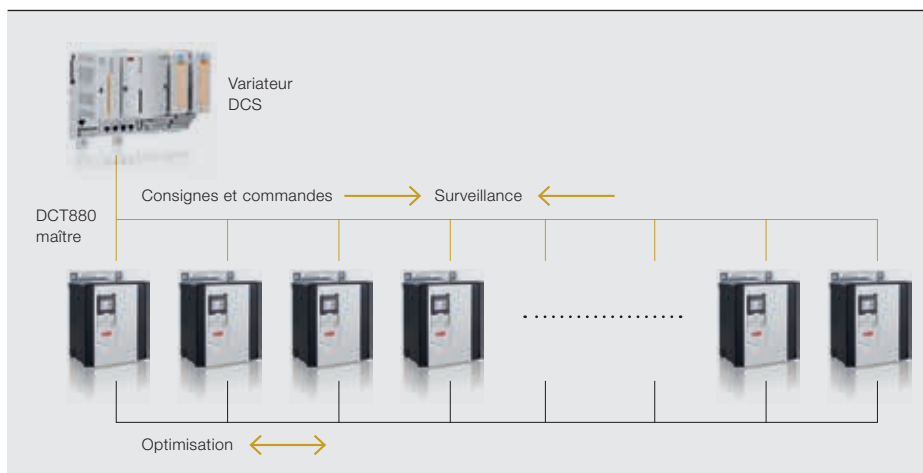
→ 7 reprend la même installation, mais cette fois avec optimisation de puissance. Les instants d'allumage des appareils sont parfaitement répartis tout

au long du cycle → 7a. Il n'y a aucun appel de puissance crête → 7b.

Le régulateur DCT880 possède une fonction spéciale pour les applications à 50 % de charge. En → 8a, tous les appa-

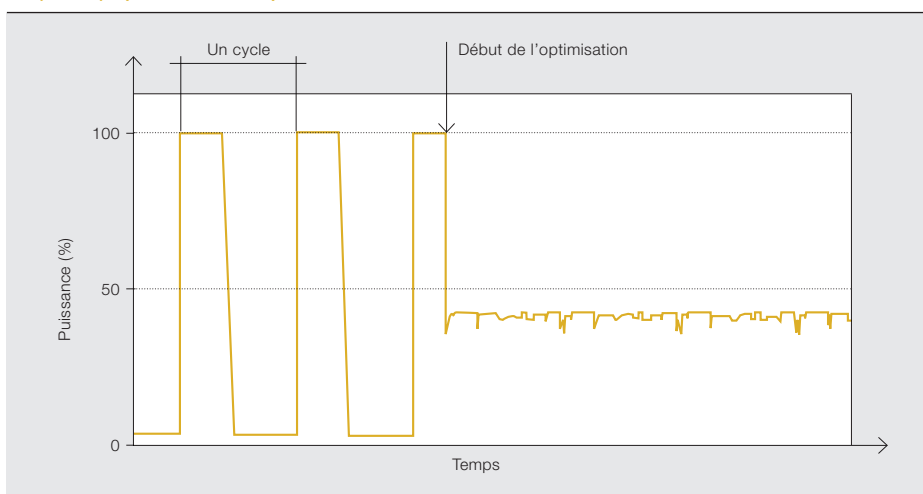
Pour alléger la facture du client, la solution doit tourner sur le DCT880 seul, sans aucun autre équipement, et être suffisamment réactive pour gérer des temps de cycle courts et différents types d'entrée.

reils fonctionnent pendant 60 % du temps de cycle ; par conséquent, indépendamment de la stratégie de commutation choisie, une puissance crête apparaît forcément à un moment donné → 8b. Le problème peut être résolu par une double séquence d'allumage-extinction d'un consommateur au cours d'un cycle → 9a, seule stratégie donnant une puissance parfaitement lissée → 9b.



Le régulateur DCT880 répartit la charge pour réduire la puissance crête appelée.

#### 5 Consommation énergétique totale de 14 appareils de chauffage sans (gauche) et avec (droite) optimisation de puissance



#### Ingénierie des algorithmes

D'un point de vue mathématique, il s'agit d'un problème d'optimisation discrète. Ce domaine de recherche, à haut degré de maturité, offre déjà une riche boîte à outils pour accompagner le développement d'algorithmes, activité où ABB possède une réelle expertise.

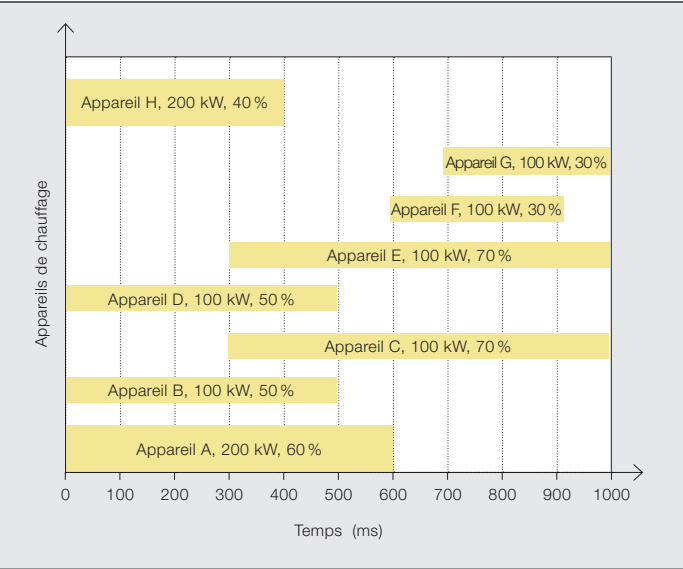
L'optimisation mathématique se fait souvent sur de puissants ordinateurs dédiés. Dans le cas du DCT880, le défi était d'exécuter des routines d'optimisation discrète de qualité sur un appareil relativement limité en puissance de calcul. On décida d'appliquer la méthodologie de l'ingénierie des algorithmes : suivant un cycle conception-analyse-implémentation-expérimentation, des algorithmes spéciaux, efficaces et parfaitement adaptés aux capacités disponibles furent développés. Chacun fut testé sur des données provenant d'une installation réelle.

L'ingénierie des algorithmes est une démarche itérative. Tout nouvel algorithme étudié peut servir de point de départ à des développements supplémentaires, être abandonné ou réexaminé selon la mesure de la qualité de la démarche. On obtient ainsi une succession d'algorithmes de qualité croissante.

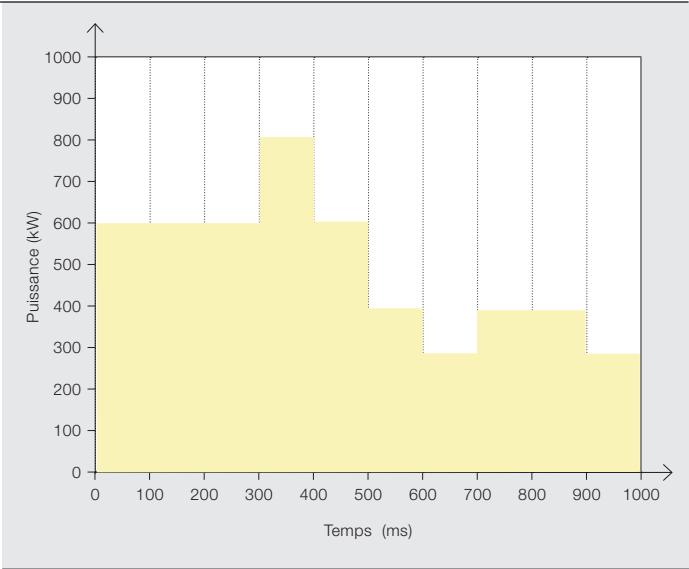
Une fois le niveau de qualité satisfaisant atteint, on n'a fait que la moitié du chemin ! Il faut maintenant simplifier les algorithmes et faciliter leur utilisation. Ici encore, l'amélioration des algorithmes existants se fait par itération.

La simplification des algorithmes et de leur maintenance ne doit pas se faire au détriment de la qualité. Il faut concilier les deux objectifs souvent contradictoires de qualité et de maintenabilité.

6 Consommation de puissance non optimisée

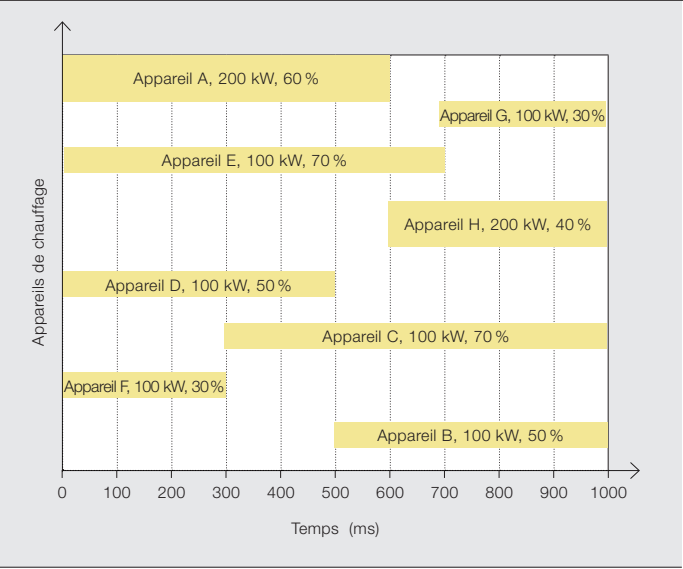


6a Huit consommateurs répartis sur un cycle de 1 s

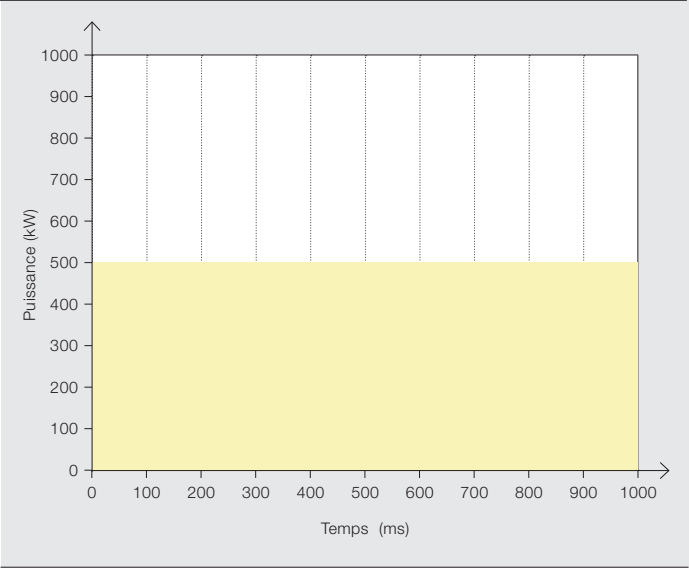


6b Puissance crête appelée après 300 ms

7 Solution optimisée

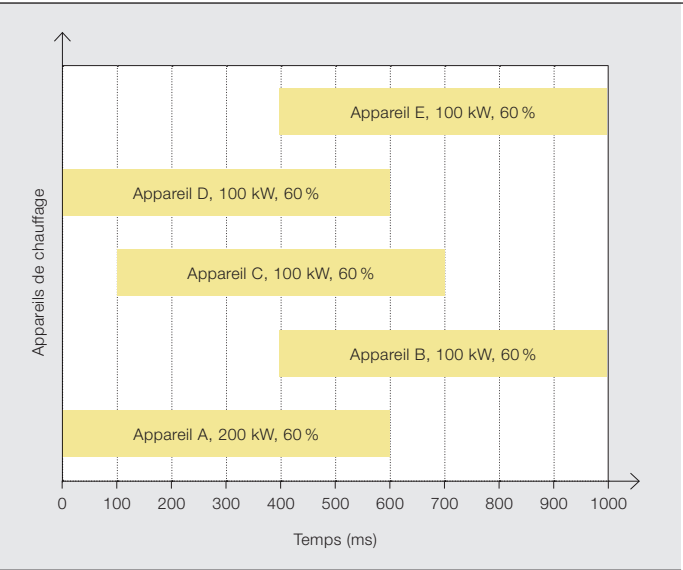


7a Répartition des consommateurs tout au long du cycle

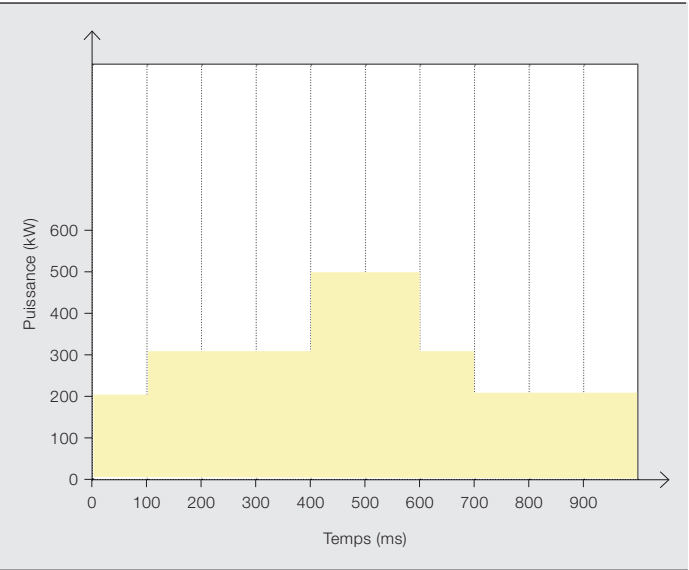


7b Suppression des appels de puissance crête

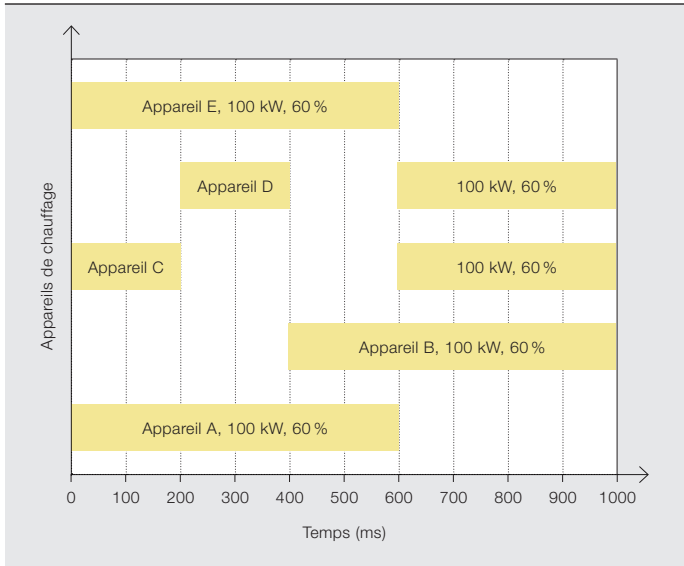
8 Application à 50 % de charge



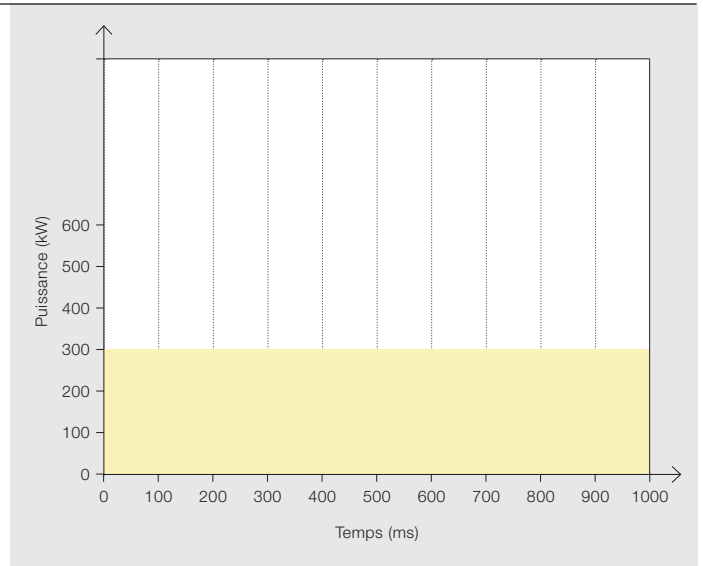
8a Appareils en charge une bonne partie du cycle



8b Appel de puissance crête inévitable à un moment donné



9a Au cours du cycle, certains consommateurs sont allumés et éteints deux fois.



9b Seule la double séquence permet d'obtenir un lissage parfait.

Suivant un cycle conception-analyse-implémentation-expérimentation, des algorithmes spéciaux, efficaces et parfaitement adaptés furent développés.

#### De la théorie à la pratique

Développer une solution exploitable en situation réelle oblige à prendre en compte de nombreuses contraintes, notamment techniques : temps de fonctionnement minimal d'un appareil de chauffage, limitation du nombre d'allumages-extinctions au cours d'un cycle. De même, des règles de raccordement au réseau électrique peuvent imposer un délestage de charge. Si la puissance appelée par l'ensemble des appareils de chauffage dépasse la puissance que le réseau peut fournir, certains appareils doivent pouvoir être arrêtés en urgence.

Enfin, pour alléger la facture du client, la solution doit tourner sur le DCT880 seul, sans aucun autre équipement, et être suffisamment réactive pour gérer des temps de cycle courts et différents types d'entrée.

Malgré toutes ces contraintes, elle doit rester simple d'utilisation et de maintenance. La solution développée par ABB ne compte pas beaucoup de paramètres de réglage ni d'options compréhensibles exclusivement par des experts.

#### De multiples avantages

Nombreux sont les avantages du DCT880 : réduction des coûts énergétiques, stabilité du réseau et qualité de l'alimentation électrique, simplicité d'utilisation sans paramétrages compliqués, mise en service et maintenance par des non-spécialistes.

Son architecture est également avantageuse car l'optimisation se déroule en totale indépendance du reste du procédé. En effet, tous les appareils rapatrient leurs valeurs au maître et reçoivent en retour ses commandes optimisées. L'optimisation s'intègre donc à n'importe quel environnement, que la conduite soit centralisée (automate) ou locale (régulateurs).

Enfin, totalement transparente au procédé, elle n'oblige pas à modifier le plan de production.

#### Mise sur le marché

Les travaux de développement du DCT880 furent lancés début 2013. Basé sur la technologie éprouvée et fiabilisée des variateurs à courant continu de la gamme DCS, le régulateur met en œuvre

les nouvelles plates-formes de commande ACS880 et ACS580 d'ABB. Ce produit avec ses algorithmes d'optimisation de puissance est commercialisé depuis fin 2014.

#### Holger Kröhler

##### Andreas Schader

ABB Discrete Automation and Motion

Ladenbourg (Allemagne)

holger.kroehler@de.abb.com

andreas.schader@de.abb.com

#### Reinhard Bauer

##### Silke Klose

##### Subanatarajan Subbiah

ABB Corporate Research

Ladenbourg (Allemagne)

reinhard.bauer@de.abb.com

silke.klose@de.abb.com

subanatarajan.subbiah@de.abb.com



# Fenêtre sur tours

Des éoliennes dans la ligne de mire ABB

MARIA RALPH, SUSANNE TIMSJÖ, ADRIAN TIMBUS, STEFANO DOGA – L'exploitation des parcs éoliens oblige souvent à surveiller et à piloter à distance les aérogénérateurs. Outre le déport du poste de conduite, la difficulté tient à ce que les éoliennes sont très « bavardes » : chaque machine envoie quantité de données opérationnelles et énergétiques, bien plus qu'une centrale hydroélectrique ou thermique, par exemple. Autre impératif : l'opérateur distant doit être en mesure d'évaluer facilement et efficacement la situation, et d'accéder à la bonne information pour réagir vite et bien. La conception d'une interface de dialogue capable de remonter cette somme d'informations, tout en gommant la distance entre conduite et terrain, est capitale. C'est tout l'intérêt de la solution ABB de surveillance et de pilotage automatisés de parcs éoliens.



---

Les parcs éoliens concentrent une grande quantité d'informations comparativement à d'autres installations comme les centrales hydroélectriques.

**L**es éoliennes sont souvent surveillées et pilotées par des opérateurs consignés dans des salles tapissées d'écrans de contrôle, à des kilomètres du site. Comme pour toute conduite centralisée, il est primordial que l'exploitant dispose en temps et en heure d'informations pertinentes pour garantir la continuité de service. Ces données doivent en outre être présentées de façon intuitive pour permettre à l'opérateur d'ausculter, d'interpréter et de réagir correctement au moindre battement de pale défaillante. Bref, il est impératif de cerner les besoins de la conduite.

---

**Photo**

Les parcs éoliens produisent des masses de données qu'il faut filtrer, classer et présenter de façon optimale pour permettre à l'opérateur de réagir au mieux, sans être noyé sous une avalanche d'informations.

Chaque éolienne engendre des masses de données techniques (vitesse et sens du vent, température ambiante, température des roulements, vitesse de rotation, orientation de la nacelle, pression hydraulique, etc.), auxquelles s'ajoutent les comptages journaliers du courant produit et les grandeurs électriques (puissance active-réactive, par exemple), le tout multiplié par le nombre de machines des grands parcs... : pas étonnant que les opérateurs aient à jongler avec un bien plus gros volume de données que celles fournies par d'autres installations de production d'énergie comme les centrales hydroélectriques.

Le quotidien des équipes aux commandes des centrales d'énergie renouvelable, en particulier l'éolien, constitue un précieux terrain d'observation pour concevoir l'interface homme-machine (IHM) la mieux à même de présenter toutes ces données.

---

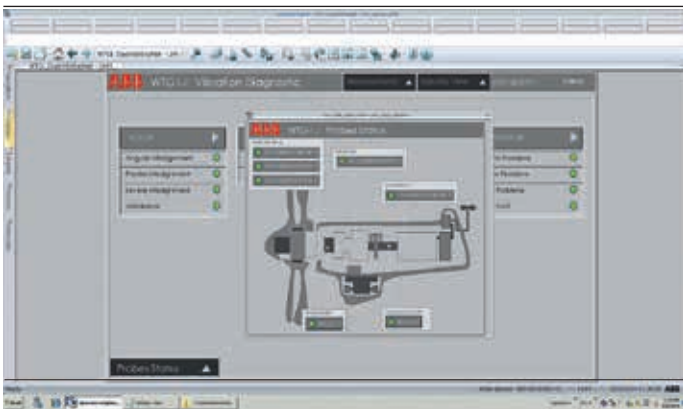
La consultation et l'observation au quotidien des équipes de conduite en situation réelle livrent de précieux renseignements sur la conception de l'interface homme-machine.

Les opérateurs ont en effet besoin – de comprendre et d'interpréter l'aménagement éolien ;

## 1 Vue de parc avec le détail d'un aérogénérateur (en bas à gauche), la courbe de production (au centre) et les dernières alarmes (à droite)



## 2 Diagnostic vibratoire



Cette solution d'automatisation ABB procure aux clients une expérience d'interaction homme-machine intuitive. Ses concepteurs ont cherché à améliorer la connaissance de la situation et l'aide à la décision.

- de détecter, d'analyser et de traiter rapidement les alarmes ;
- d'être assistés dans la planification des interventions (de maintenance, par exemple) ;
- de bien appréhender la situation en cours ;
- de naviguer rapidement entre les différentes composantes du système pour accéder à la bonne information (production d'énergie, tendances, alarmes, données de la nacelle, etc.) ;
- d'être informés sur l'état du poste électrique relié au parc.

### Critères de conception

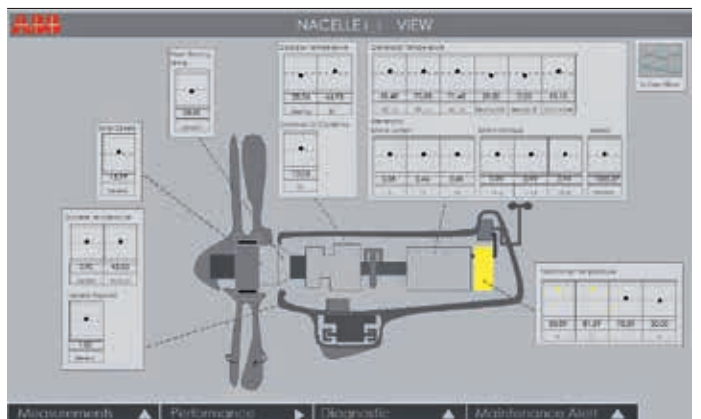
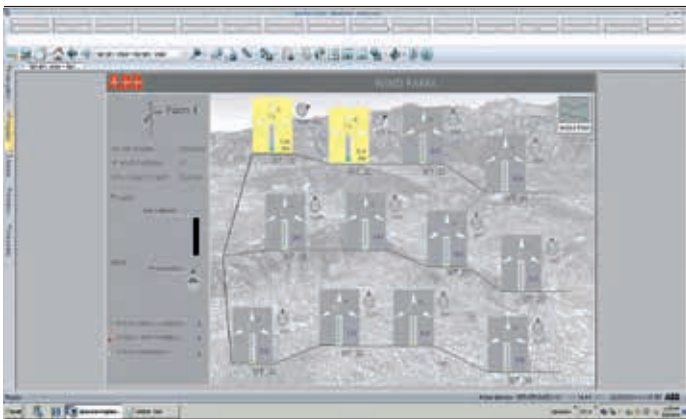
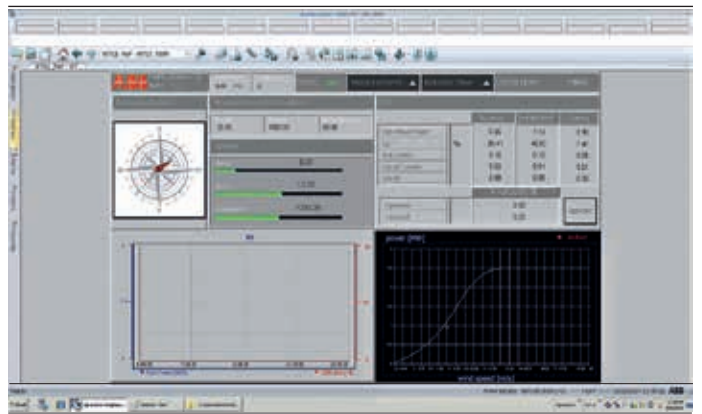
De ce constat sont nés deux prototypes ABB. Le premier affiche les informations du parc éolien en deux dimensions (2D). Sa conception a bénéficié de l'interface utilisateur sur PC intégrée à la plate-

forme d'automatisation Symphony™ Plus d'ABB dédiée aux filières de la production d'énergie et de l'eau. Les clients ont pu disposer d'une première mouture fin 2014, les autres fonctionnalités étant prévues pour 2015.

Ce prototype, en partie bâti sur les principes énoncés dans le « Guide de conception d'un écran opérateur efficace » du consortium ASM® (*Abnormal Situation Management*) [1], permet

- de naviguer aisément entre différents niveaux d'information (vue de la nacelle, tendances, alarmes, diagnostics vibratoires, harmoniques, par exemple) → 1-3 ;
- d'accéder aux détails de chaque machine (vitesse et direction du vent, consignes de marche et de sécurité, niveaux de production → 4) en faisant passer la souris sur les éléments affichés à l'écran ;
- de basculer d'une vue à l'autre du parc (représentation en ligne, schématique, topographique → 5 ou éclatée des aérogénérateurs) ;
- de « zoomer » sur la nacelle d'une éolienne → 6 ;
- de visualiser les informations souhaitées sur un seul écran (vue d'ensemble du parc, d'une nacelle, liste d'alarmes, etc.) ;
- de comparer sur un même écran les paramètres de plusieurs nacelles ;
- de sauvegarder « en lieu sûr » les données d'une machine pour analyser son comportement à une date ultérieure.

Le second prototype s'est intéressé aux techniques de visualisation en trois dimensions (3D) des informations du parc pour améliorer la compréhension des données météorologiques par l'opé-



rateur et les relations entre éoliennes. Une représentation 3D peut en effet s'avérer plus ergonomique et efficace pour corroborer les données propres au parc et celles de chaque éolienne → 7-9.

Ces deux variantes ont été plébiscitées par les clients. Des travaux sont en cours

s'est enrichie d'autres écrans pour aider les opérateurs à gérer plus efficacement les actifs éoliens : cartographies de l'ensemble du parc, vues spécifiques de chaque groupe, aérogénérateur et composant. Ces réalisations respectent à la lettre les critères et règles de conception définis dans les prototypes, avec une

nouvelle palette de couleurs. L'information est également mieux structurée. La possibilité de naviguer sans peine entre diverses parties du système (courbes de tendance, synoptiques et écrans d'alarmes,

etc.) permet aux opérateurs de mieux réagir aux événements sur le terrain.

Pour le modèle 3D, une liaison fut établie entre l'application, qui réside sur un appareil mobile ou un ordinateur de bureau, et la base de données de production. Cette connexion temps réel permet au personnel sur place d'obtenir immédiatement des informations sur l'équipement tout en

**En facilitant la navigation à l'écran et la visualisation des données, l'application présente une information utile, opportune et significative.**

pour équiper les centrales hydroélectriques et solaires d'une offre comparable avec la même interface de dialogue et des fonctions équivalentes d'aide à la décision et de veille.

#### Bénéfices utilisateurs

Ces prototypes et ces premières exécutions furent suivis d'une implantation graduelle dans Symphony Plus. L'IHM



L'opérateur peut mieux appréhender la situation grâce à une puissante gestion des alarmes qui le guide vers les événements importants sur le terrain.

effectuant les travaux de réparation et de maintenance.

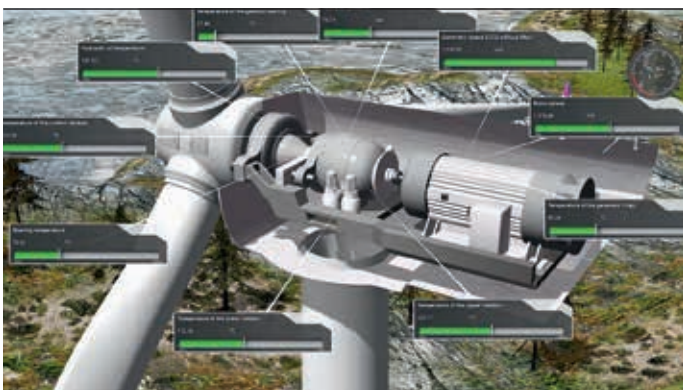
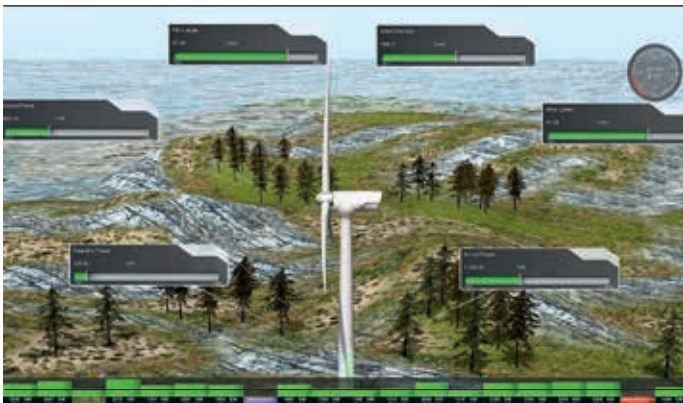
#### Bénéfices clients

Cette solution d'automatisation mise sur l'intuitivité de l'interaction homme-machine. Ses concepteurs se sont surtout attachés à améliorer la connaissance de la situation et, par là même, l'aide à la décision. En facilitant la navigation à l'écran et l'affichage des données, l'application fournit en temps utile l'information intelligible dont l'opérateur a besoin pour gagner en performance et en productivité.

Grâce à ce nouveau concept d'IHM, les clients peuvent visualiser l'information pertinente au niveau de toute la production, selon un découpage par pays, par région et par type d'installation. L'efficacité de la navigation permet d'en venir rapidement aux détails clés de chaque composant, indispensables pour éclairer une décision. L'évaluation de la situation est encore améliorée par le puissant système de gestion d'alarmes qui guide l'opérateur vers les événements importants du site.

Productivité et efficacité opérationnelle sont renforcées par un affichage innovant des données, qui ne se contente plus d'aligner des valeurs mais les rattache aux seuils haut et bas autorisés. L'opérateur peut alors déceler en un coup d'œil les incohérences, écarts ou dérives, facilitant sa compréhension des dysfonctionnements.

Cette offre ABB dédiée à l'éolien permet d'interagir plus directement et efficacement avec le procédé à piloter. Les opérateurs distants peuvent ainsi donner du sens à la masse de données produites, évaluer plus facilement et plus finement la situation, et accéder à la bonne information pour agir vite et bien.



#### Maria Ralph

##### Susanne Timsjö

ABB Corporate Research  
Västerås (Suède)  
maria.ralph@se.abb.com  
susanne.timsjo@se.abb.com

#### Adrian Timbus

ABB Power Systems  
Zurich (Suisse)  
adrian.timbus@ch.abb.com

#### Stefano Doga

ABB Power Systems  
Gênes (Italie)  
stefano.doga@it.abb.com

#### Bibliographie

- [1] ASM Consortium Guidelines : Effective Operator Display Design, disponible sur : [http://www.asmsconsortium.net/Documents/ASM\\_Handout\\_Display.pdf](http://www.asmsconsortium.net/Documents/ASM_Handout_Display.pdf), 2008.



# Capacités libérées

Le nouveau condensateur cylindrique QCap d'ABB améliore le facteur de puissance

RAYMOND MA-SHULUN, CYRILLE LENDERS, FRANÇOIS DELINCÉ, MARIE PILLIEZ – L'énergie réactive pose un sérieux problème aux industriels et aux distributeurs d'électricité : cause de surcoûts et d'émissions de CO<sub>2</sub>, elle dégrade le fonctionnement des équipements et entraîne leur défaillance, limite leur durée de vie et grève le budget de maintenance. De nombreuses solutions de compensation de l'énergie réactive existent ; pratiquement toutes

mettent en œuvre des condensateurs. Inventé il y a plus de 250 ans, ce composant joue encore aujourd'hui un rôle important dans de nombreuses applications électriques. Il convient pourtant d'en améliorer les performances, notamment en réduisant ses pertes et en renforçant sa sécurité et sa fiabilité. C'est précisément ce qu'a fait ABB avec son condensateur QCap. Explications.

---

Les paramètres de conception d'un élément de condensateur couvrent plusieurs ordres de grandeur, de quelque 10 nm pour l'épaisseur de la couche métallique à environ 100 m pour la longueur de l'électrode.

**L**es moteurs électriques absorbent à eux seuls 45 % de l'électricité produite. S'agissant de récepteurs inductifs, ils consomment de l'énergie réactive. Toute mesure visant à empêcher celle-ci de circuler sur le réseau électrique procure des avantages immédiats. Une solution consiste à installer des condensateurs au plus près des récepteurs. Certes, l'utilisation de condensateurs pour compenser l'énergie réactive ne date pas d'hier, mais les performances du condensateur QCap d'ABB en matière de fiabilité, de qualité et de sécurité ouvrent de nouveaux horizons → 1.

Depuis l'invention de la bouteille de Leyde en 1746, les condensateurs de puissance ont considérablement progressé et se sont banalisés. Leur conception et leur fabrication restent toutefois délicates, surtout celles des condensateurs tout film métallisé. Les conséquences de la défaillance d'un condensateur de piètre qualité peuvent être catastrophiques.

Le condensateur de puissance est le composant soumis aux champs électriques les plus élevés → 2. Ses paramètres de conception et les dimensions clés à maîtriser en cours de fabrication couvrent dix ordres de grandeur, de quelque 10 nm pour l'épaisseur de la couche métallique à environ 100 m pour la longueur de l'électrode → 3. De plus, les contraintes mécaniques au bobi-

---

Le condensateur QCap d'ABB offre ce qu'il a de mieux en termes de sécurité, de fiabilité et de qualité.

nage pèsent fortement sur les performances du condensateur. Fabriquer un élément de qualité exige une parfaite compréhension de tous les paramètres du procédé.

Fort d'une longue expérience dans les condensateurs de facteur de puissance, ABB s'en tient aux principes suivants :

- Savoir-faire industriel et en R&D ;
- Conception et fabrication en interne ;
- Sélection des meilleurs matériaux ;
- Méthodes d'essais rigoureuses ;

---

**Photo p. 53**

Le condensateur cylindrique QCap d'ABB innove notamment par son système de protection avancée.

Lorsqu'une tension alternative sinusoïdale (de fréquence unique) est appliquée à un récepteur consommant de l'énergie réactive, le courant est déphasé par rapport à la tension, soit en retard (récepteur inductif), soit en avance (récepteur capacitif). L'angle de déphasage est défini comme le facteur de puissance (FP) de ce récepteur réactif → a.

Le  $\cos \phi$  d'un récepteur réactif peut également être défini comme le rapport de sa puissance active (P) sur sa puissance apparente (S). La plupart des récepteurs réactifs sont inductifs pour la simple raison que la majeure partie de l'énergie électrique est consommée par des moteurs asynchrones. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), près de 45 % de l'électricité produite dans le monde sont absorbés par les moteurs électriques de toutes catégories [1]. Le facteur de puissance d'un moteur varie de 0,7 à 0,9 à sa puissance nominale et diminue avec la charge. Ainsi, un moteur présentant un facteur de puissance de 0,7 à charge nominale n'affichera plus que 0,3 au quart de cette charge [2]. À charge nulle, le moteur fonctionne comme un récepteur inductif quasi absolu (FP proche de 0). Sachant qu'un petit nombre de moteurs électriques fonctionne en permanence à pleine charge, de faibles facteurs de puissance posent un problème majeur.

L'injection d'énergie réactive dans les réseaux de transport et de distribution d'électricité induit des pertes (et des émissions de  $\text{CO}_2$ ). Des niveaux élevés d'énergie réactive peuvent même menacer la stabilité des réseaux. C'est pourquoi la plupart des fournisseurs d'électricité dans le monde impose à leurs clients un facteur de puissance minimal et des pénalités financières en cas de non-respect.

Pour relever le facteur de puissance inductif, on installe habituellement des batteries de condensateurs (automatiques ou fixes) à proximité des récepteurs. L'énergie réactive nécessaire au moteur est alors fournie localement plutôt que soutirée au réseau. L'ajout d'un condensateur à un récepteur inductif diminue la puissance réactive et apparente consommée, sans incidence sur la puissance active du moteur → b.

Pendant des dizaines d'années, les condensateurs apportèrent une solution pertinente et économique au problème d'énergie réactive. L'essor croissant du pilotage des moteurs électriques par des variateurs électroniques de vitesse a l'avantage de minimiser l'énergie réactive côté réseau. Revers de la médaille, ces variateurs engendrent une pollution harmonique préjudiciable aux autres équipements électriques raccordés : échauffement des câbles, des transformateurs et des moteurs, perturbation des matériels sensibles. Des filtres passifs et actifs sont principalement utilisés pour atténuer cette pollution. Des variateurs « propres » (non générateurs d'harmoniques) sont également proposés mais à un coût nettement supérieur aux filtres. Simples et économiques, les filtres passifs constituent une solution privilégiée pour supprimer les harmoniques. S'agissant essentiellement de filtres LC, ils nécessitent un condensateur. Avec ou sans variateurs de vitesse, les condensateurs conservent toute leur place entre les moteurs et le réseau électrique.

Pionnier du développement et de la fabrication des condensateurs de puissance, ABB propose des

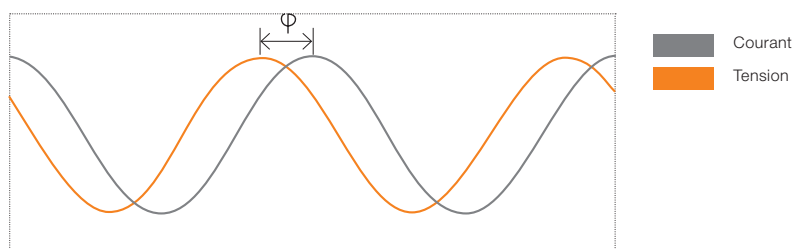
solutions pour corriger le facteur de puissance (CFP) à tous les maillons de la chaîne de fourniture d'électricité, y compris dans les applications de haute, moyenne et basse tension.

Les solutions CFP du marché se répartissent en deux groupes : celles à condensateurs et celles à thyristors IGBT → c.

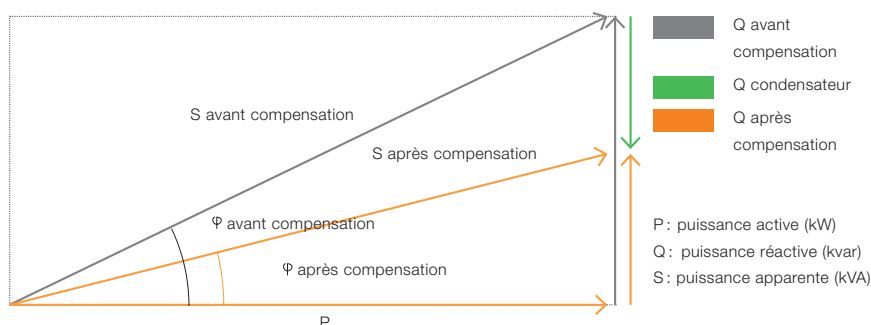
Contrairement à la compensation par régulation pas à pas de l'énergie réactive, les solutions à IGBT fonctionnent sans gradins. Le filtrage actif et

la compensation d'énergie réactive en continu sont des technologies émergentes qui améliorent le facteur de puissance en injectant du courant réactif de compensation dans l'installation. Pour le moment, le marché continue de privilégier les solutions à condensateurs.

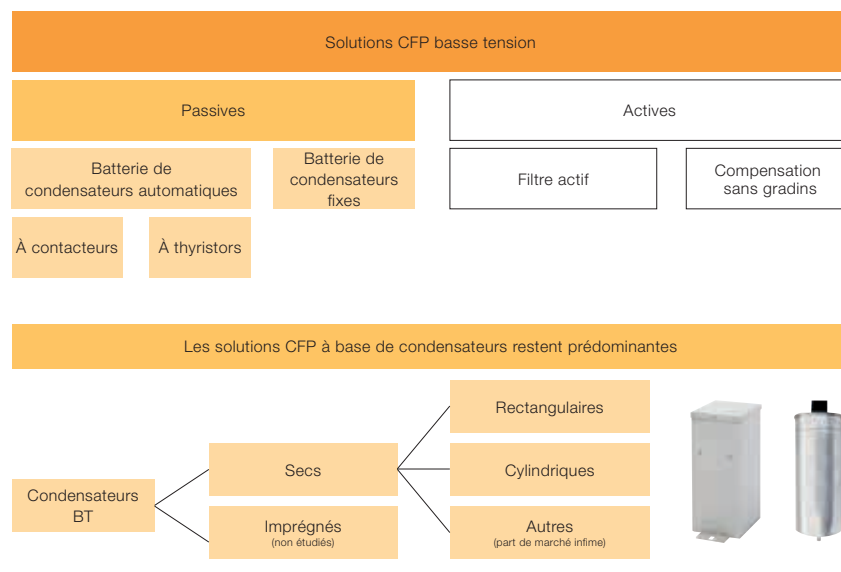
Les batteries de condensateurs modernes utilisent principalement des condensateurs secs, pour la plupart de forme rectangulaire ou cylindrique. Certains constructeurs proposent d'autres formes qui ne représentent qu'une part de marché infime.



a L'énergie réactive résulte du déphasage entre le courant et la tension.



b Les condensateurs servent à compenser le déphasage provoqué par les moteurs électriques.



c Solutions de correction du facteur de puissance (CFP)

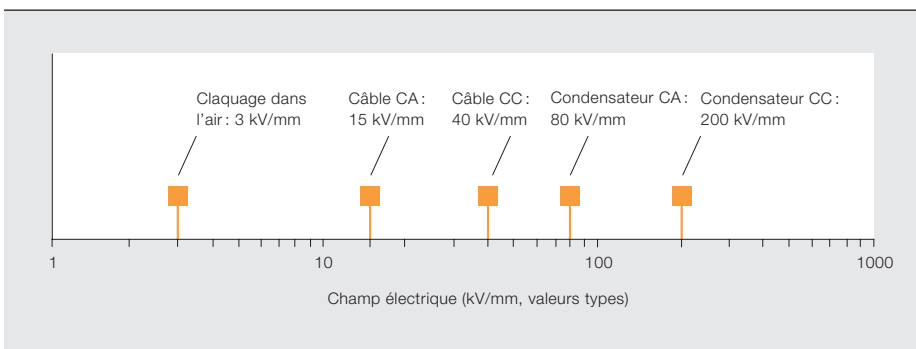
### Bibliographie

[1] Waide, P., Brunner, C., U., *Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven System*, OCDE/AIE, p. 35, Paris, 2011.

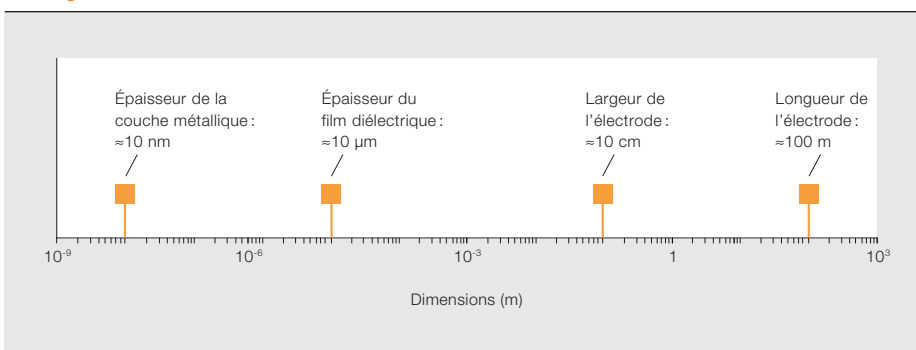
[2] *Low voltage motors Motor guide*, document ABB 9AKK105285, p. 64, février 2014.

Une température interne élevée étant l'une des premières causes de défaillance prématurée des condensateurs, il est impératif de réduire les pertes thermiques.

## 2 Le condensateur de puissance est le composant soumis aux champs électriques les plus élevés.



## 3 Les principaux paramètres de conception d'un condensateur couvrent dix ordres de grandeur.



- Test de la totalité des condensateurs élémentaires et unitaires ;
- Amélioration continue des procédés de fabrication.

### Réduction des pertes

Le nouveau condensateur basse tension (BT) QCap destiné aux applications de correction du facteur de puissance vient étoffer la gamme ABB de condensateurs rectangulaires BT de type CLMD. Pour le client, il présente un triple avantage :

- Pertes réduites ;
- Dissipation thermique améliorée ;
- Sécurité accrue.

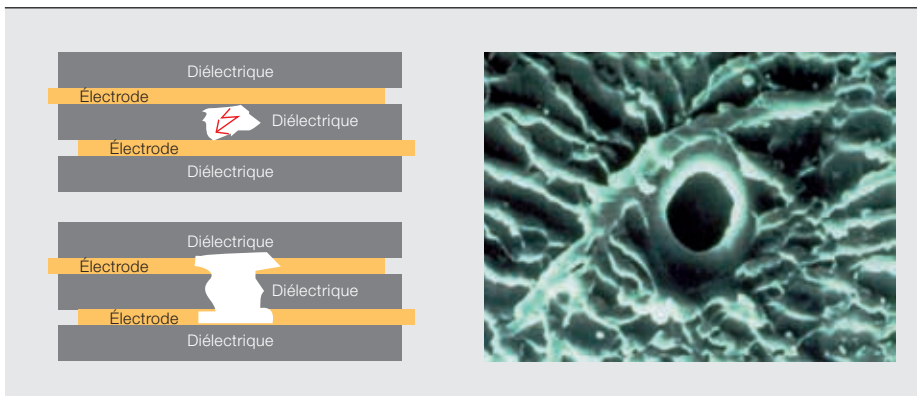
Réduire les pertes d'un condensateur est impératif. Même si elles sont relativement faibles par rapport à l'énergie réactive en jeu (0,2 à 0,3 W/kvar en moyenne), la chaleur produite est difficile à évacuer du fait du diélectrique plastique. Les électrodes de métal sont tellement fines qu'elles contribuent à peine au transfert des calories.

Les pertes sont engendrées par la polarisation diélectrique et par l'effet Joule dans les conducteurs, en particulier les électrodes. Pour optimiser les pertes par conduction, on peut faire varier l'épaisseur du dépôt métallique selon son emplacement. Pour autant, il n'est pas judicieux d'appliquer une couche métallique épaisse partout car cela dégraderait les performances diélectriques. La température joue également beaucoup sur ces dernières, entraînant claquage et vieillissement. Une température interne élevée est, par conséquent, une des premières causes de défaillance prématurée des condensateurs.

Une méthode de conception globale a donc été adoptée pour minimiser les

**Un condensateur sec tout film métallisé est apte à isoler un petit claquage diélectrique localisé par auto-cicatrisation.**

pertes. La largeur du film et le diamètre du condensateur QCap ont été optimisés pour garantir un échauffement très



4a L'arc électrique isole le court-circuit.

4b Le diélectrique s'auto-cicatrise.

faible. Des largeurs de film trop petites ou trop grandes provoquent en effet des échauffements inutiles.

Les faibles pertes du condensateur QCap résultent

- de l'utilisation d'un film diélectrique de très grande qualité ;
- d'un profil de métallisation exclusif à ABB, qui minimise les pertes des électrodes sans nuire aux performances diélectriques ;
- de l'optimisation de la géométrie garantissant un meilleur comportement thermique.

#### Amélioration de la sécurité

Pour l'utilisateur, le très haut niveau de sécurité du condensateur QCap est un atout indéniable non seulement pendant son exploitation mais également en fin de vie (par claquage ou vieillissement). Deux mécanismes garantissent cette sécurité : l'auto-cicatrisation et la déconnexion du réseau par surpression.

#### Auto-cicatrisation

Un condensateur sec tout film métallisé est apte à isoler un petit claquage diélectrique localisé par auto-cicatrisation.

L'humidité ou la poussière piégée à l'intérieur du composant, ou tout autre défaut, peut provoquer un claquage local. Le court-circuit qui se produit alors entre deux électrodes dégage du plasma qui vaporise le matériau diélectrique et le métal environnant, laissant une perforation. La zone du claquage est ainsi isolée et le condensateur s'auto-cicatrise → 4.

En plus d'empêcher le claquage de s'étendre, l'auto-cicatrisation entraîne une faible perte de capacité (une partie

par million, en général) et libère également une petite quantité de gaz.

#### Déconnexion par surpression

Habituellement, un circuit est protégé de la défaillance d'un composant par un fusible. Or la défaillance des condensateurs (tout film métallisé, principalement) survient en mode faible impédance

**Un fusible ne protège pas d'un défaut de forte impédance.**

ou forte impédance. Un défaut de faible impédance provoque un court-circuit et peut être protégé par un fusible. À l'inverse, un défaut de forte impédance ne provoquera pas de hausse du courant mais débouchera sur un comportement résistif créant un point chaud local dans le matériau diélectrique et, à terme, sa fusion. Dans ce cas, un fusible<sup>1</sup> est inutile car le courant qui parcourt le condensateur n'est pas nécessairement supérieur à sa valeur nominale (seule sa phase passe de réactive à active).

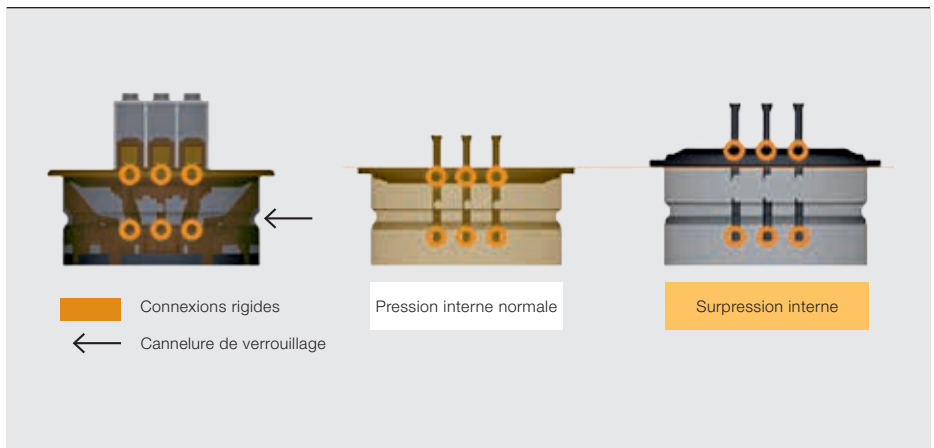
Le gaz qui s'accumule au fil des auto-cicatrisations augmente lentement la pression dans la cuve étanche ; on peut en tirer parti pour protéger le condensateur lors d'une défaillance.

#### Note

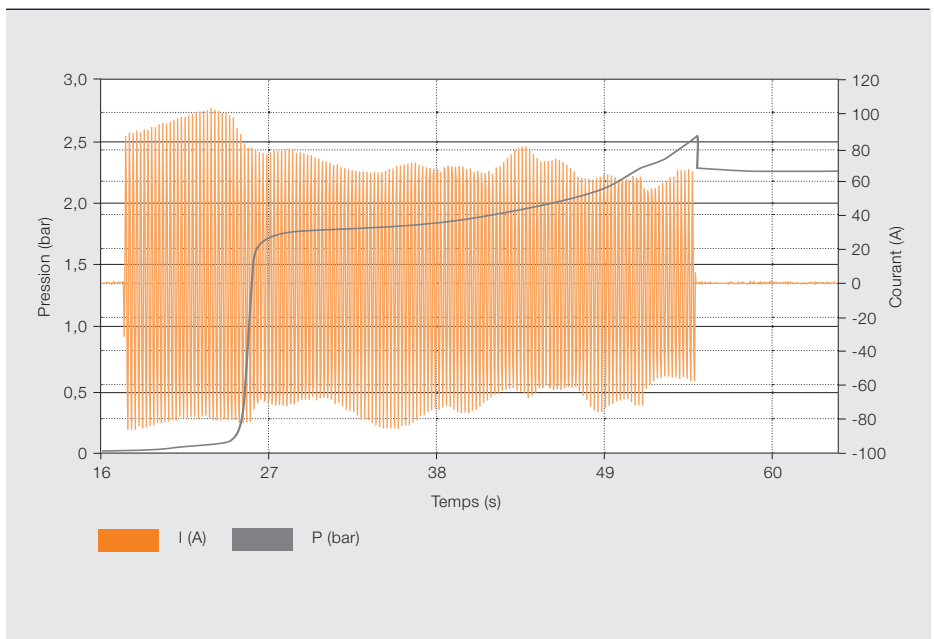
<sup>1</sup> Dans un condensateur CLMD, le défaut de forte impédance est transformé en défaut de faible impédance au moyen d'un petit condensateur non auto-cicatrisant monté en parallèle, dont le fusible interne fond en cas de défaillance.

Le gaz qui s'accumule au fil des auto-cicatrisations augmente lentement la pression dans la cuve étanche. Un phénomène que l'on peut exploiter pour protéger le condensateur en cas de défaillance.

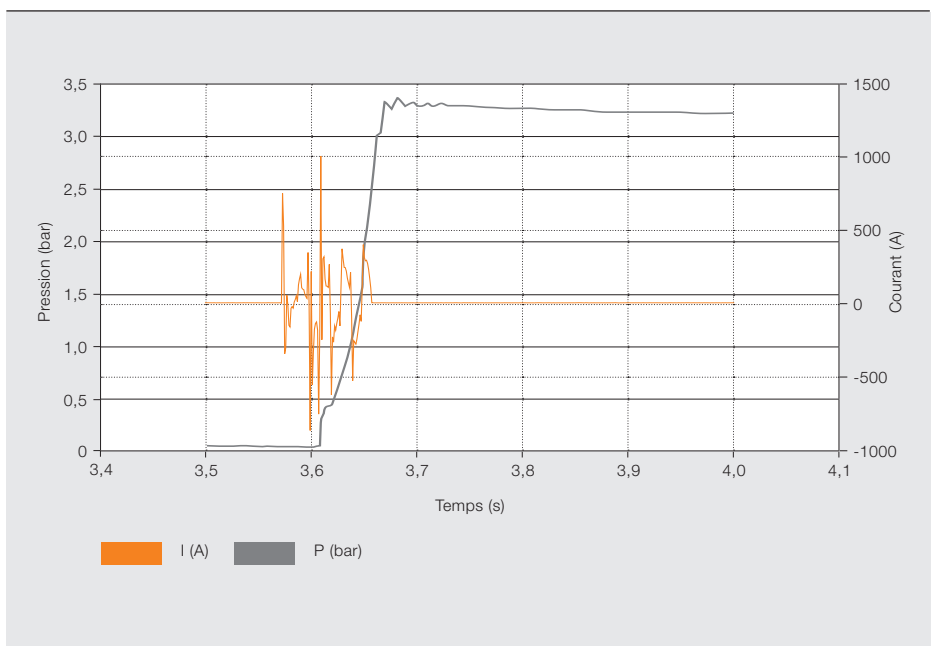
## 5 Principe de la déconnexion par surpression du condensateur QCap



## 6 Essai de déconnexion par surpression



6a Évolution de la pression et du courant pendant l'essai destructif : montée en pression lente



6b Évolution de la pression et du courant pendant l'essai destructif : montée en pression rapide



7a Condensateurs



7b Ligne de production

## Les performances du condensateur QCap d'ABB en matière de fiabilité, de qualité et de sécurité ouvrent de nouveaux horizons.

C'est le cas du condensateur QCap dont les bornes internes sont reliées par trois fils qui cassent lorsque le couvercle se soulève du fait de la pression gazeuse. Pour une déconnexion fiable, les fils sont fixés au couvercle à une extrémité, et à la cuve à l'autre. La cannelure en → 5 assure cette fonction. Le couvercle possède deux positions stables (normale et dilatée). Lorsqu'il est soulevé par la surpression, les trois fils cassent, ce qui déconnecte le condensateur du réseau.

La pression maximale est atteinte soit par l'accumulation au fil du temps de gaz libéré par les auto-cicatrisations (fin de vie normale), soit en cas de défaut de forte impédance tel que décrit précédemment.

Deux enregistrements de la hausse de pression et de courant pendant un essai destructif sont reproduits en → 6. Les éléments de condensateurs furent au préalable volontairement endommagés en appliquant progressivement une tension

continue jusqu'à obtenir un courant de défaut limité à 300 mA. Une puissance alternative maximale fut ensuite appliquée.

Le mécanisme de déconnexion par surpression ne fonctionne que lorsque la cuve est parfaitement étanche. Cette étanchéité a d'autres avantages, notamment de protéger les électrodes de l'oxydation et de l'humidité.

### La qualité « made in ABB »

Le condensateur QCap est la réponse d'ABB aux exigences de sécurité, de fiabilité et de qualité des utilisateurs. Ses six points forts sont

- des pertes réduites (défaillances prématurées minimales) ;
- un film de qualité supérieure (performances opérationnelles garanties) ;
- un système spécifique de déconnexion par surpression (sécurité accrue) ;
- une dissipation thermique optimale (fiabilité renforcée) ;
- une fabrication automatisée (qualité constante) → 7 ;
- des condensateurs élémentaires et unitaires intégralement et rigoureusement testés.

**Raymond Ma-Shulun**

**Cyrille Lenders**

**François Delincé**

**Marie Pilliez**

ABB Power Products

Jumet (Belgique)

raymond.ma-shulun@be.abb.com

cyrille.lenders@be.abb.com

francois.delince@be.abb.com

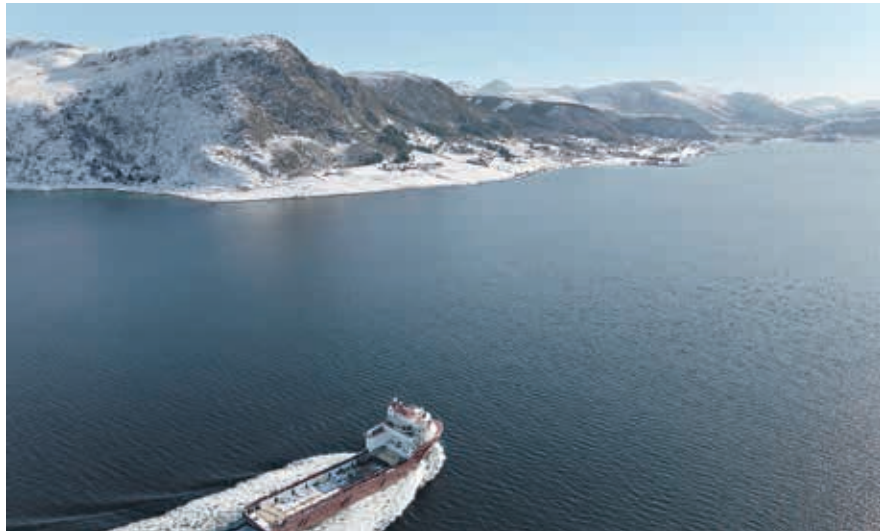
marie.pilliez@be.abb.com

# ABB en bref

## La technologie ABB de réseau de bord CC prend le large

Il y a quelques années, ABB présentait sa solution révolutionnaire de réseau de bord en courant continu (CC) créant un système unique de distribution et de propulsion électriques (cf. *Revue ABB*, 2/12, p. 28–33). La technologie vient de franchir avec succès le cap des ultimes essais.

Ce réseau de bord ABB fédère les différents bus CC du navire qui alimentent tous les appareils propulsifs. Autrement dit, il permet de réutiliser la plupart des équipements électriques éprouvés d'un navire comme les alternateurs, les modules onduleurs et les moteurs à courant alternatif (CA), etc., tout en faisant l'économie des tableaux électriques principaux CA et des transformateurs de convertisseur. Les systèmes



électrique et propulsif gagnent ainsi en souplesse.

Les hausses de rendement énergétique visées ont été confirmées par les très bonnes performances du premier navire équipé du réseau de bord CC, le *MS Dina Star*. Après un an de fonctionnement, ce bâtiment de service à l'offshore, propriété du Norvégien Myklebusthaug Mana-

gement, affiche des économies de fioul maximales de 27 % à charge réduite et une baisse du niveau de pression sonore de 5 dB entre 1800 et 1200 tr/min, soit une diminution de près de 30 % du bruit des moteurs.

Les résultats détaillés seront présentés dans un prochain numéro d'*ABB review*.

## Un pont entre canaux

Classée au patrimoine mondial de l'humanité, Venise est réputée pour ses canaux, ses palais, ses ponts et son dédale de rues pittoresques. Mais la Sérénissime se pare aussi de modernité : l'accès à Internet y est gratuit pour les résidents et les entreprises, et ne coûte qu'une somme modique aux quelque 22 millions de touristes qui arpentent la ville chaque année.

Le réseau chargé de traiter plus de 200 gigaoctets de données et 40 000 abonnements par jour est équipé de 200 routeurs maillés sans fil d'ABB Tropos Wireless Communications Systems.

Ces appareils, logés dans des coffrets discrets qui se fondent dans l'héritage architectural de la cité, basculent automatiquement d'une bande de fréquences à l'autre (2,4 et 5 GHz), garantissant une connexion de qualité par-delà les ruelles sinueuses. Même les *Vaporetti*, ces bateaux-bus qu'empruntent les Vénitiens au quotidien, en sont équipés !



Le projet Wi-Fi de Venise relève de l'initiative *Free Italia Wifi* qui vise à créer un grand réseau sans fil large bande gratuit, à l'échelle du pays.

## Fenêtres closes

Depuis le 8 avril 2014, Microsoft n'assure plus le support de son système d'exploitation Windows XP® : mises à jour automatiques, correctifs et assistance technique rattachés à ce produit phare ne sont plus disponibles. Conséquences : les failles de sécurité ne sont plus corrigées, la fiabilité et la compatibilité avec les dernières générations de matériel plus garanties.

Il y a urgence car les vastes systèmes informatiques industriels sont plus que jamais la cible d'attaques virulentes et de programmes malveillants. Facteur aggravant, la plupart des fabricants de matériels ne prenant déjà plus en charge XP, c'en est fini des pilotes pour nouveaux disques durs, imprimantes, cartes graphiques, équipements réseau, etc.



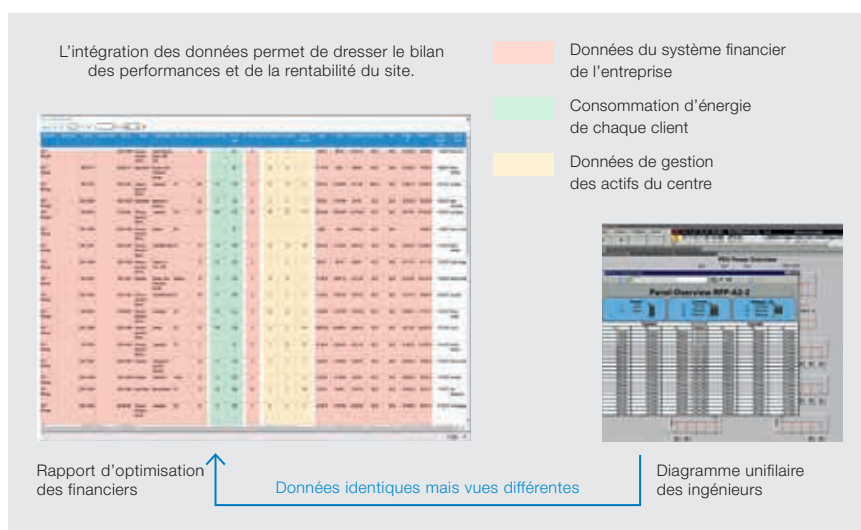
Des problèmes de conformité se posent également : les entreprises soumises à la réglementation peuvent s'estimer désormais dans l'incapacité de la respecter. Bref, l'inquiétude est grande devant l'explosion des données personnelles et d'entreprise stockées sur des serveurs déportés.

Microsoft et tous les professionnels de la cybersécurité recommandent de passer à Windows 7 ou 8. ABB a des solutions pour aider ses clients à mieux protéger leurs sites et leur personnel tout en garantissant la sécurité des opérations et la continuité de la production.

## Decathlon® et datacenters : de pertes en profits

Auscouter les performances d'un centre de données permet aux entreprises de mieux cerner leur rentabilité. Sachant que le budget énergétique et les besoins en contrôle-commande d'un datacenter sont aujourd'hui équivalents à ceux d'une petite ville, il devient vital de savoir quand, où et à quel rythme l'énergie y est consommée pour dresser le bilan de santé de l'activité.

La solution Decathlon d'ABB procure aux datacenters la visibilité, l'aide à la décision ainsi que les capacités de suivi et de pilotage (gestion énergétique, plans de charge, par exemple) dont ils ont besoin pour tourner à plein. Telx, grand prestataire de services d'hébergement en colocation aux États-Unis, illustre à merveille la façon dont Decathlon change la donne. En effet, Telx ne l'utilise pas seulement pour optimiser la consommation énergétique et le refroidissement des serveurs ; suivant une démarche pointue



et inédite, il exploite également les mesures de performances du datacenter pour aider d'autres fonctions de l'entreprise. Le service financier, par exemple, peut ainsi récupérer les données de consommation énergétique pour affiner ses analyses de rentabilité, les équipes commerciales s'appuyer sur les coûts de fonctionnement du centre pour revoir leurs tarifs lors du renouvellement des contrats, ou encore le marketing exploiter les indicateurs de performance pour mieux comprendre comment ses produits et services sont vendus et

utilisés par les clients. Mieux, partant d'une source unique de données, on diminue le risque d'erreurs. L'aisance avec laquelle Decathlon intègre, normalise et injecte ces données dans tous les outils de gestion de l'entreprise permet d'analyser sa rentabilité à travers le double prisme du bilan énergétique et des capacités. Grâce à cette démarche intégrée et centrée sur des métriques de gestion et d'exploitation, même les datacenters d'entreprise, souvent perçus comme des centres de coûts, se muent en centres de profits.



# ASEA's TIDNING

JUBILEUMSNUMMER

ÅRGÅNG 50  
1958

## 50 ÅR

1909 • 1958

# Flash-back

*ABB review* revient sur plus d'un siècle de parution

ANDREAS MOGLESTUE – L'Histoire fut le fil conducteur de notre revue tout au long de 2014, chacun des quatre numéros de l'année évoquant le riche passé technologique du groupe ABB. L'édition 2/14 a ainsi consacré un cahier de 18 pages au centenaire du magazine, émaillé de morceaux choisis des précédentes parutions.

Reconnaissable par sa jaquette translucide → 1, ce «*Spécial 100 ans*» avait vocation à commémorer le centenaire de l'un des prédécesseurs de notre magazine, la *Revue BBC*. Mais il a également fait la part belle à une autre entreprise à l'origine d'ABB, ASEA (Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget), dont la première publication, intitulée *ASEAs Egen Tidning*, puis *ASEAs Tidning*<sup>1</sup> (cf. p. 62) remonte à 1909.

Mêlant notes techniques et articles généralistes, au service d'un lectorat d'horizons divers, cette revue paraissait en suédois. Elle s'est enrichie en 1924 d'une édition exclusivement en langue anglaise visant les lecteurs extérieurs à l'entreprise : *ASEA Journal*. Vous trouverez en p. 64–65 un choix d'articles d'*ASEAs Tidning* et d'*ASEA Journal* → 2–6.

En 1988, date de la fusion d'ASEA et de BBC en ABB, les rédactions d'*ASEA Journal* et de la *Revue BBC* convergent pour éditer la *Revue ABB*, rebaptisée *ABB review* en 2013. Pour autant, l'intérêt d'ABB pour le passé ne se résume

pas à la célébration du centenaire de sa revue : depuis de nombreuses années, *ABB review* retrace la genèse d'un principe, d'une technique, d'un produit... dans sa rubrique «*ABB, éternel pionnier*» → 7.

## En 1909, ASEA lance la revue d'actualité technologique *ASEAs Tidning*.

De rétrospectives en perspectives, l'équipe éditoriale entend bien poursuivre cette collection dans le futur.

Tous nos remerciements à Mikael Dahlgren pour avoir fait renaître ces pages des archives d'ASEA.

Illustration ci-contre

Édition du 50<sup>e</sup> anniversaire d'*ASEAs Tidning* (1958)

Note

<sup>1</sup> Littéralement, «*Le journal d'ASEA*»

Andreas Moglestue

ABB review

Zurich (Suisse)

andreas.moglestue@ch.abb.com



2 Motrice diesel-électrique des chemins de fer suédois (ASEAs Egen Tidning, juin 1914)

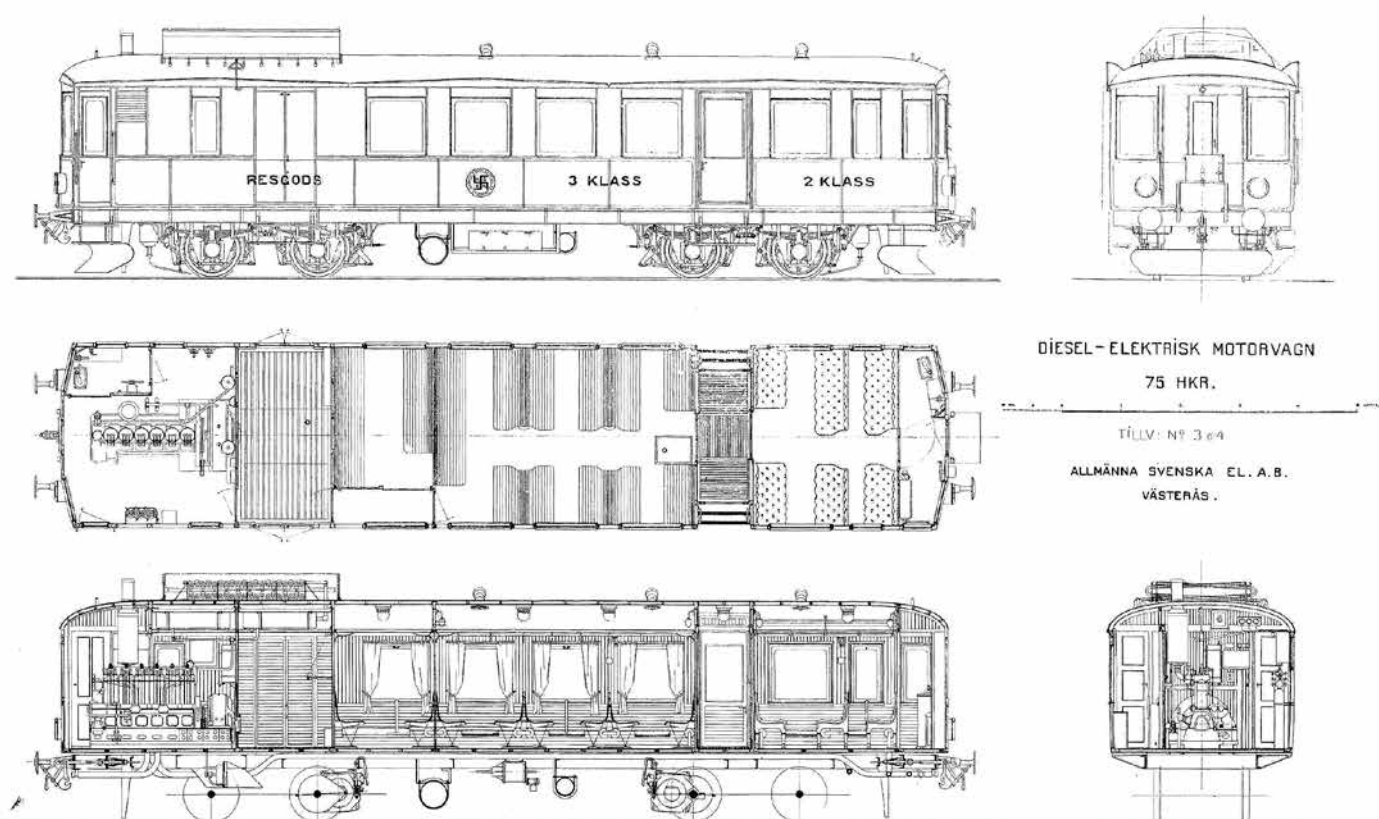
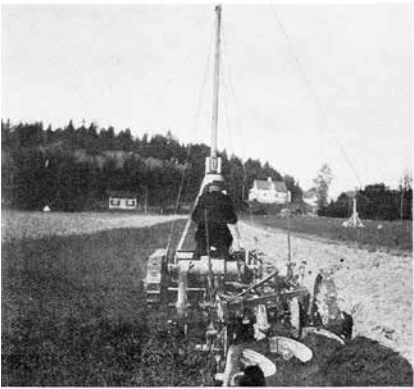


Fig 4.

ELEKTRISK PLÖJNING MED ASEA-MOTOR.



Från plöjningsarbetet å Hamra gård.

Utnyttjandet av den elektriska kraften för utförande av lantbrukets fältarbeten är ett problem, som i samband med lantbrukets elektrifiering länge varit och ännu är föremål för många försök och experiment.

I det system för elektrisk kraftöverföring till rörlig traktor, som Electro-Agricultur A. B. i Stockholm under de senaste åren utarbetat, äro tre huvudelement erforderliga: a) transformatorn, som medelst en vanlig stolpkontakt står i förbindelse med högspänningsledningen, b) kabelvagnen, som medelst isolerad kabel mottager strömmen från transformatorn, samt genom reglerbar blank luftledning överför den vidare till c) traktorn eller "Electro-tanken", som bogsarar jordbearbetningsmaskinen (plog, harv, gödselspridare etc.).

Vår bild är tagen vid plöjningsarbetet å Hamra gård utanför Stockholm med en dylik traktor av tanktyp, försedd med motor- och apparatutrustning av Aseas tillverkning.

Onskar Ni en färdig radiomottagare, erhåller Ni den komplett uppsatt med antenn och tillbehör forstat och bist genom oss.

Bygger Ni själv Eder mottagare, följ då våra kopplings-schemor och anvisningar.

Vill Ni utbygga Eder lamp- eller kristallmottagare, använd Eder då av våra speciella förstärkare.

Ämnar Ni anordna radiomottagning i en samlingslokal eller utomhus, vänd Eder då till vår radioavdelning för att få lämpligaste apparat och högtalare.

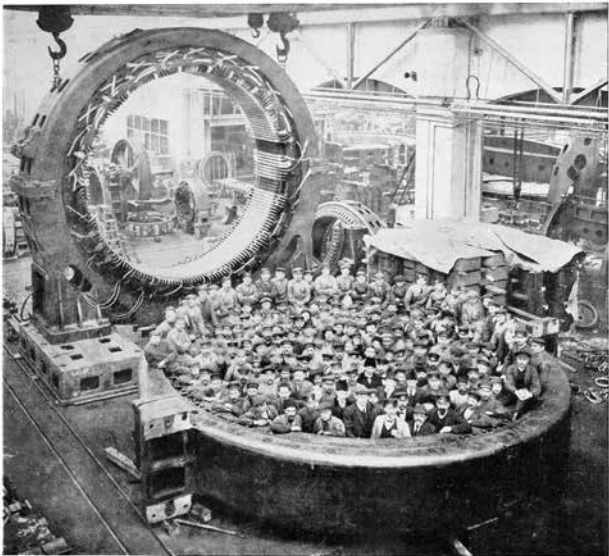
Kataloger och upplysningar erhåller Ni antingen direkt från oss eller från våra filialer.

**ASEA**  
AVDELNING FÖR INSTALLATIONSMATERIEL  
KLARABERGSGATAN 21, STOCKHOLM

Västervik 1924. Västerviks Allmänna A.-B. i Tredakt.

|                          |                                                               |                                |                 |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Utkommer varannan månad. |                                                               | Prenumeration hos redaktionen. |                 |
| ÅRGÅNG 9.<br>1917.       | Ansvarig utgivare: J. S. EDSTRÖM.<br>Redaktör: A. W. HENNING. |                                | APRIL<br>N:o 2. |

ETT PAR AV ASEAs MASKINJÄTTAR I EMAUSVERKSTADEN.



Den liggande statorn, som rymmer 130 personer, är för en av generatorerna till Untraverken. Den stående statorn för Trollhättans kraftverk.

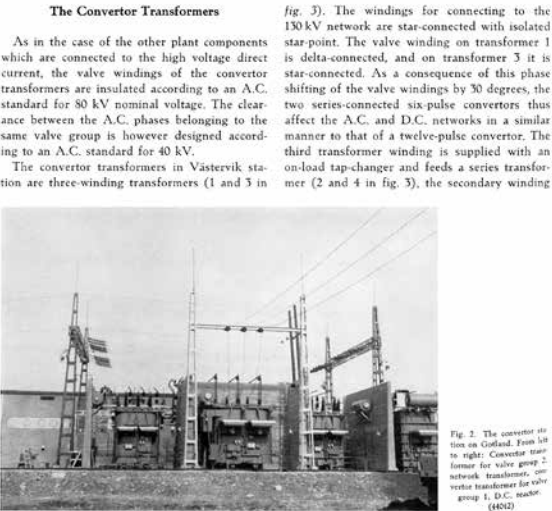
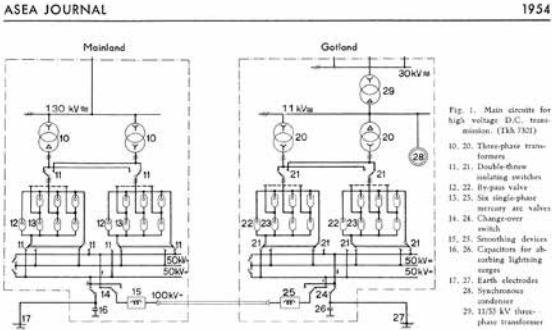


Fig. 2. The converter station on Gotland. From left to right: Converter transformer for valve group 2, network transformer, converter transformer for valve group 1, D.C. reactor (40/2).



Si les articles d'*ABB review* sont majoritairement tournés vers l'actualité, les tendances et les perspectives technologiques du groupe, ils n'évaluent pas pour autant le passé. Car c'est souvent l'Histoire qui nous livre les clés de la réussite au présent.

Notre revue et ses hors-séries *ABB Review Special Report* ont régulièrement évoqué dans leurs colonnes l'œuvre de pionnier d'ABB, dans ses différents domaines d'activité. En voici une rétrospective.

Pour télécharger ces articles au format PDF : <http://www.abb.com/abbreview>

#### ABB, éternel pionnier

Préambule du premier article de la série  
Nils Leffler, *Revue ABB*, 1/2007, p. 73–74

#### Trente ans de robotique (en anglais)

Brian Rooks, *ABB Review Special Report Robotics*, 2005, p. 6–9

#### Le disjoncteur

Chronique d'une réussite technologique  
Fritz Pinnekamp, *Revue ABB*, 1/2007, p. 75–78

#### Il était une fois...

##### le turbocompresseur ABB

Malcolm Summers, *Revue ABB*, 2/2007, p. 85–90

#### ABB et le transformateur

Une longue histoire  
Thomas Fogelberg, Åke Carlsson, *Revue ABB*, 3/2007, p. 80–86

#### 100 ans !

ABB commémore un siècle de présence en Chine  
Franklin-Qi Wang, *Revue ABB*, 4/2007, p. 74–77

#### 125 ans que ça tourne

Depuis toujours, ABB est un pionnier de la technologie des moteurs et machines électriques  
Sture Eriksson, *Revue ABB*, 1/2008, p. 81–86

#### Cols d'acier

ABB et les robots industriels : un franc succès !  
David Marshall, Christina Bredin, *Revue ABB*, 2/2008, p. 56–62

#### Puces savantes

ABB et les semi-conducteurs de puissance : une révolution silencieuse  
Hansruedi Zeller, *Revue ABB*, 3/2008, p. 72–78

#### CCHT

ABB, du rôle de pionnier à celui de leader mondial  
Gunnar Asplund, Lennart Carlsson, *Revue ABB*, 4/2008, p. 59–64

#### Un appareil compact et fiable

40 ans d'innovation dans l'appareillage d'interruption à isolation gazeuse de 52 à 1100 kV  
Lothar Heinemann, Franz Besold, *Revue ABB*, 1/2009, p. 92–98

#### Traversées haute tension

Un siècle de progrès  
Lars Jonsson, Rutger Johansson, *Revue ABB*, 3/2009, p. 66–70

#### L'électrification de la grande traction ferroviaire

Une longue tradition ABB  
Norbert Lang, *Revue ABB*, 2/2010, p. 88–94

#### Cent ans de plénitude

Des valves à vapeur de mercure au disjoncteur hybride  
Andreas Moglestue, *ABB review*, 2/13, p. 70–78

#### Le monde de la haute tension (en anglais)

Une brève histoire  
Fred Stucki, *ABB Review Special Report High-voltage products*, 2013, p. 6–10

#### En harmonie

L'évolution parallèle des redresseurs de forte puissance ABB et des semi-conducteurs  
Shripad Tambe, Rajesh Pai, *ABB review*, 1/14, p. 65–70

#### 100 ans de parution

*ABB review*, témoin de son siècle  
Andreas Moglestue, *ABB review*, 2/14, p. 7–23

#### Génération montante

ABB célèbre 40 ans de robotique industrielle  
David Marshall, Nick Chambers, *ABB review*, 2/14, p. 24–31

#### 60 ans de CCHT

Genèse d'un leadership mondial  
Andreas Moglestue, *ABB review*, 2/14, p. 32–41

#### D'une génération à l'autre

60 ans de progrès dans les semi-conducteurs ABB  
Christoph Holtmann, Sven Klaka, Munaf Rahimo, Andreas Moglestue, *ABB review*, 3/14, p. 84–90

#### Électricité 2.0

Une brève histoire des réseaux électriques  
Jochen Kreusel, *ABB review*, 4/14, p. 46–53

#### Évolution de la distribution (en anglais)

La distribution moyenne tension, composante clé du réseau électrique  
Gerhard Salge, *ABB Review Special Report Medium-voltage products*, 2014, p. 7–10

#### Haut vol (en anglais)

60 années de CCHT ont bouleversé le paysage énergétique  
Bo Pääjärvi, Mie-Lotte Bohl, *ABB Review Special Report 60 years of HVDC*, 2014, p. 12–17

#### Flash-back

*ABB review* revient sur plus d'un siècle de parution  
Andreas Moglestue, *ABB review*, 1/15, p. 63–66

## Rédaction

### Claes Ryttoft

Chief Technology Officer  
Group R&D and Technology

### Ron Popper

Head of Corporate Responsibility

### Christoph Sieder

Head of Corporate Communications

### Ernst Scholtz

R&D Strategy manager  
Group R&D and Technology

### Andreas Moglestue

Chief Editor, ABB review

## Édition

ABB review est publiée par la direction  
R&D and Technology du groupe ABB.

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

ABB review paraît quatre fois par an en anglais, français, allemand et espagnol. La revue 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 ©2015  
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 pour 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/abbrevreview](http://www.abb.com/abbrevreview)



Dans le numéro 2115

# Une place au soleil

Abondante, renouvelable et par nature écologique, la ressource solaire se taille une part croissante du mix énergétique mondial. Notre prochain numéro en explorera les fabuleux enjeux et développements.

## À vos tablettes

Retrouvez l'appli ABB review sur notre site  
<http://www.abb.com/abbrevreview>.

## Flashez, c'est trouvé...

Il vous manque un numéro de la revue ?  
Pour être informé de chaque parution, dossier spécial ou hors-série, abonnez-vous à la liste de diffusion sur <http://www.abb.com/abbrevreview>.

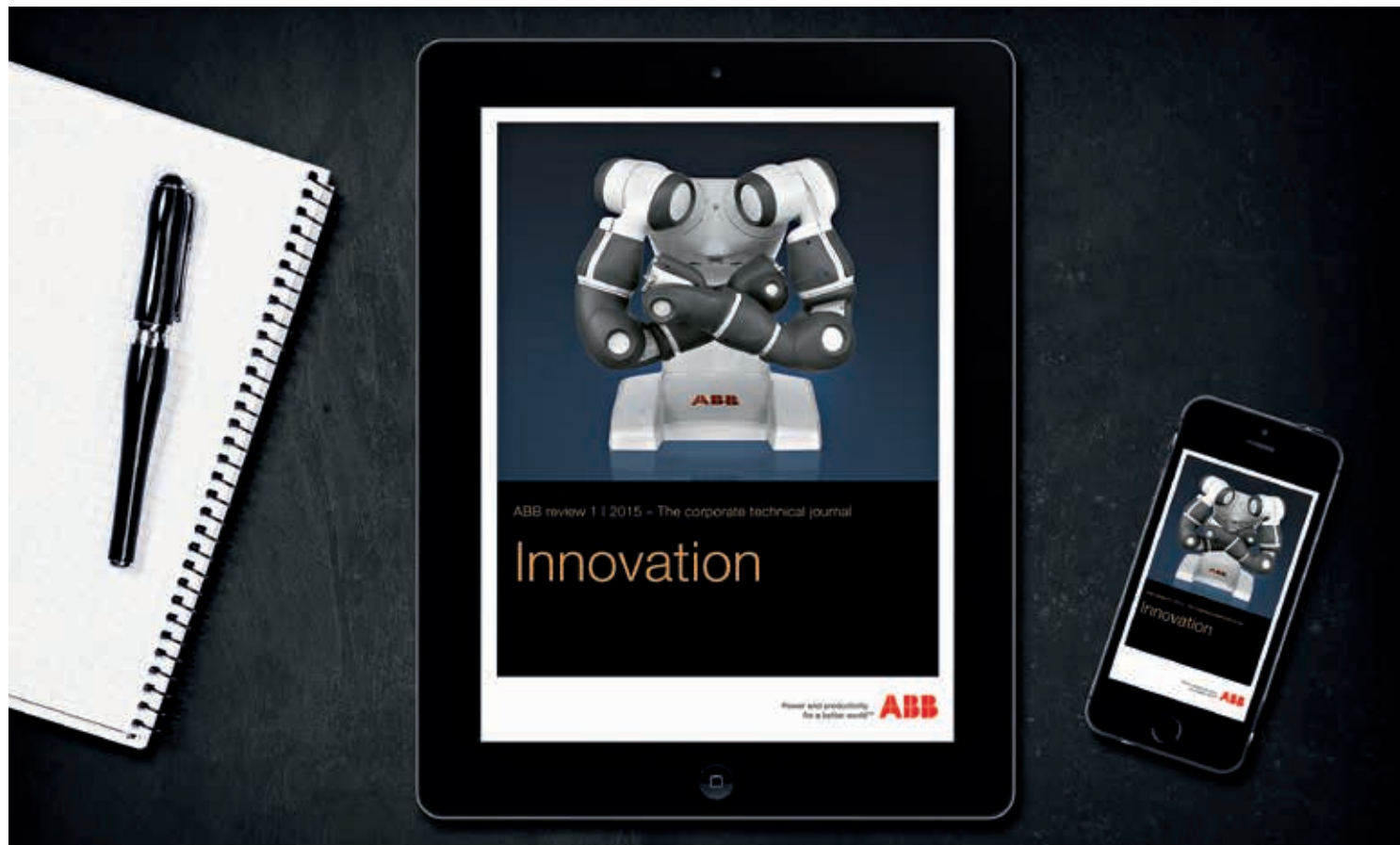


## Errata

Dans l'article de Macarena Montenegro-Urtasun paru dans ABB review, 3/14, p. 18-23 (« Fiabilité en 3D : concevoir des schémas de bobinage en quelques clics »), nous avons omis de citer les auteurs suivants : Giovanni Canal ([giovanni.canal@ch.abb.com](mailto:giovanni.canal@ch.abb.com)), Jan Poland ([jan.poland@ch.abb.com](mailto:jan.poland@ch.abb.com)) et Axel Fuerst (ancien collaborateur d'ABB Process Automation).

Dans la figure 4 parue dans ABB review, 4/14, p. 50 (« Principaux réseaux synchronisés d'Europe ENTSO-E »), il faut rattacher la Finlande au réseau ENTSO-E (NORDEL).

La rédaction vous présente toutes ses excuses.



## Toujours et partout à vos côtés

Retrouvez-nous sur l'appli *ABB review* pour tablette et smartphone. Polyglotte, riche en fonctionnalités et en contenus interactifs (recherche intégrale, galeries photos, vidéos, animations, etc.), cette nouvelle version est téléchargeable sur votre magasin d'applications préféré. Du bout des doigts, feuillotez toute l'actualité technologique ABB.  
<http://www.abb.com/abbrevreview>

