



Revue ABB

Revue de l'actualité technologique
du Groupe ABB

www.abb.com/abbreview

2 / 2008

... pour un monde meilleur

L'eau, un enjeu planétaire

Page 19

Prévisions météorologiques

Page 39

Les réseaux électriques de demain

Page 52

ABB



Si la *Revue ABB* s'intéresse habituellement aux produits et technologies ABB, c'est une autre approche qui a inspiré ce numéro. Nous avons cherché à savoir dans quelle mesure ces produits et technologies améliorent notre quotidien et sont sources de bien-être.

Le rêve d'un *monde meilleur* ne saurait se réduire à un produit ou concept unique ; au contraire, il s'agit d'un puzzle dont chaque pièce apporte sa contribution à l'édifice commun. La *Revue ABB* présente ici certaines pièces qui s'imbriquent parfaitement dans ce puzzle.



Œuvrer pour le progrès

Energie et productivité : l'essence même d'ABB

ABB est l'un des leaders mondiaux sur le marché des produits et systèmes pour infrastructures électriques, de l'installation domestique à la production d'énergie en passant par l'automatisation et l'optimisation des procédés industriels. L'énergie et l'automatisation sont les piliers de notre société ; en effet, notre prospérité dépend étroitement de notre capacité à fournir une énergie fiable au meilleur coût et à améliorer constamment notre productivité.

Lorsque l'infrastructure énergétique est fiable et compétitive, l'industrie peut se concentrer sur son cœur de métier et créer de la valeur. Il en va de même des processus de fabrication très automatisés. ABB promeut un *monde meilleur* pour l'industrie et, par voie de conséquence, pour l'ensemble de la société.

Son engagement dans ce sens s'exerce aussi en interne : le développement durable est au centre de tous les projets du Groupe, comme l'indique notre *Rapport Développement Durable* annuel. Parallèlement, ABB met en place de vastes programmes pour améliorer la sécurité de ses collaborateurs.

Dans de nombreux domaines, ABB améliore directement votre qualité de vie, que ce soit en sécurisant et fiabilisant l'installation domestique et la fourniture d'eau, en rendant le train plus confortable, en vous garantissant un ascenseur fiable ou un siège au soleil dans un stade, ou par bien d'autres contributions encore... Si, dans les pays développés, le retard d'un train est déjà synonyme d'inconfort, que dire du milliard d'êtres humains qui n'ont même pas accès à l'électricité ? A l'évidence, la définition d'un monde meilleur est extrêmement subjective.

ABB s'enorgueillit de contribuer à offrir un environnement confortable à chacun, qu'il vive dans une société industria-

lisée ou dans un pays moins avancé. La technologie sous-jacente est souvent identique. En Chine, par exemple, le réseau électrique en courant continu à haute tension (CCHT) d'ABB détient la palme mondiale de la modernité, de la distance et de la puissance. En Arabie saoudite, ABB a récemment construit des usines de dessalement qui produisent de l'eau potable. De même, plusieurs projets en cours de réalisation permettront d'électrifier des villages africains.

La quête d'un monde meilleur est indéniablement liée à l'augmentation du PIB, dans le respect des critères du développement durable. La hausse de la consommation énergétique due à cette croissance est un enjeu mondial, en particulier dans les pays émergents. C'est pourquoi la recherche de l'efficacité énergétique conditionne la quasi-totalité des produits ABB. Notre objectif est de bâtir l'infrastructure d'un monde meilleur et pérenne, où chacun peut jouir d'un certain niveau de confort sans pour autant détruire les ressources et l'environnement. A cette condition, n'importe qui, dans n'importe quel pays, peut profiter du confort offert par les produits ABB.

Dans ce numéro de la *Revue ABB*, je vous invite à découvrir les contributions apportées par ABB à votre qualité de vie. Vous serez sans doute surpris de découvrir à quel point elles vous facilitent la vie !

Bonne lecture

Peter Terwiesch
Directeur des technologies
ABB Ltd.

Revue ABB 2/2008

... pour un monde meilleur

Changer

6

Accès à l'énergie: un long fleuve tranquille ?

Chacun possède sa propre définition du confort. Pour ABB, la technologie doit être une source de bien-être.

10

Confort, sécurité et efficacité énergétique de l'habitat

Avec la gestion intelligente du bâtiment, votre installation électrique vous obéit au doigt et à l'œil.

Préserver

15

Plein feux sur la sécurité

Si vous vous sentez en sécurité chez vous, c'est notamment grâce à ABB et ses installations électriques.

19

L'eau, source de vie

ABB développe des technologies innovantes pour une gestion de l'eau plus performante et durable.

Déplacer

25

Sur les voies de la performance

L'équipement électrique ABB agrmente les voyages en train.

30

Force ascensionnelle

Le variateur *ABB machinery drive* hisse toujours plus haut les constructeurs d'ascenseurs.

34

Suivre le mouvement

Satisfaction totale pour les utilisateurs d'appareils de levage et de manutention

Anticiper

39

La couleur du ciel

L'instrumentation ABB fait la pluie et le beau temps dans les prévisions météorologiques.

43

Des stades à géométrie variable

Dans les stades, les variateurs et départs-moteurs ABB vont droit au but !

Simplifier

47

Le monde du silence

Un bon transformateur est un transformateur silencieux !

52

Des lignes légères, sûres et efficaces

Grâce au câble HVDC Light®, le transport d'électricité gagne en compacité et efficacité avec une empreinte écologique minimale.

ABB, éternel pionnier

56

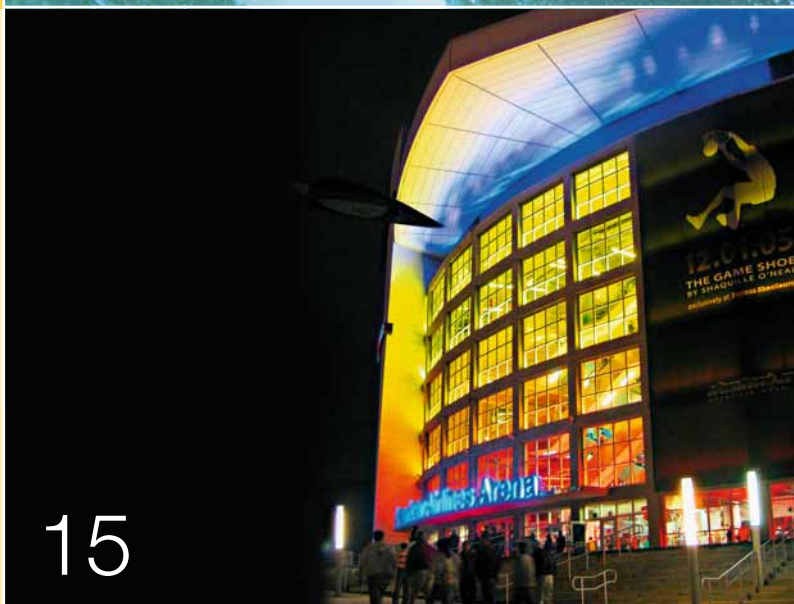
Cols d'acier

ABB et la robotique industrielle : l'innovation permanente

6



15



25



39



Accès à l'énergie : un long fleuve tranquille ?

La fée électricité, au berceau des plus démunis

Friedrich Pinnekamp

Vivre dans le confort, c'est acquérir la liberté d'élargir ses compétences et ses capacités pour améliorer son quotidien. Certes, l'idée même de « confort » est perçue différemment selon le mode et la qualité de vie de chacun : quand il faut chaque jour parcourir des kilomètres pour la corvée d'eau, le simple geste d'ouvrir le robinet pour disposer d'eau potable à domicile est un luxe. A l'autre extrémité de l'échelle sociale, la possibilité de fermer automatiquement tous les volets d'une villa est aussi un confort.

Lorsque l'infrastructure sous-jacente fonctionne (réseau de distribution d'eau, de commande des volets ...), l'homme peut librement vaquer à ses occupations, dans un environnement propice à l'épanouissement et à la créativité. Améliorer la qualité de vie des populations du monde entier oblige à investir massivement dans des infrastructures fiables, puissantes et productives. ABB dispose pour cela d'un vaste catalogue de produits et de systèmes répondant à ces exigences. Sa stature mondiale, relayée par son action locale, peut directement satisfaire aux besoins du plus grand nombre, apportant ainsi sa pierre à l'édifice d'un monde meilleur.

Chaque année, des statistiques classent les nations selon leur revenu par habitant ; les écarts entre le bas et le haut de l'échelle sont considérables (supérieurs à un facteur 100). Toutefois, au-delà de ces inégalités en valeur absolue se dégage une constante : la soif universelle de croissance économique et de bien-être social.

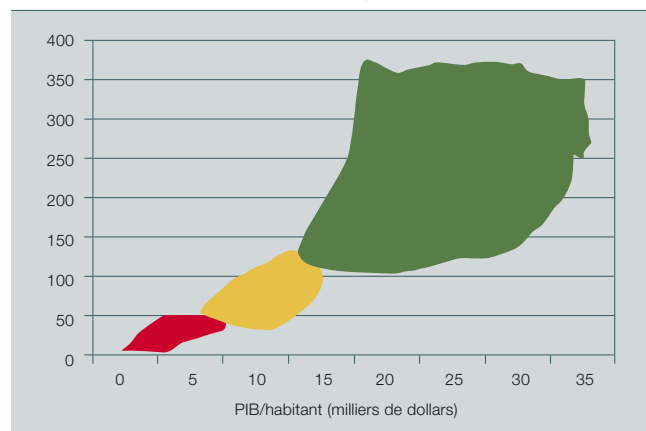
Les critères de la croissance varient d'un pays à l'autre. Le graphique 1 raisonne en produit intérieur brut en parité de pouvoir d'achat (PPA) corrélé à la consommation d'énergie par habitant, des économies les plus pauvres (coin inférieur gauche) aux plus nanties (coin supérieur droit), sur plusieurs années.

Dans les pays à faible revenu (<5000 dollars/habitant), le PIB augmente pratiquement au rythme de la consommation énergétique. Il faut attendre que l'industrialisation et sa boulimie d'énergie s'envolent pour que l'essor des infrastructures accroisse le confort des populations.

Cette évolution se confirme jusqu'à ce que l'industrialisation arrive à terme. Quand, dans les pays riches (revenu par habitant >15 000 dollars), la croissance se nourrit d'activités à valeur ajoutée, l'augmentation des besoins énergétiques se tasse, même si la demande en infrastructures (moins énergivores) reste à la hausse.

Au royaume des formes d'énergie permettant d'améliorer infrastructures et confort, l'électricité est reine ! Polyvalente par excellence, elle n'a pas sa pareille pour faciliter la vie des populations. Qu'il s'agisse de pomper l'eau, de transporter les personnes et les biens, d'éclairer et d'instrumenter les hôpitaux, d'alimenter les ordinateurs et équipements de communication nomades, de faire tourner les usines, d'optimiser la production ou de chauffer les maisons... l'électricité est partout ! C'est l'énergie qui contribue le plus au bien-être de l'humanité ; elle en est d'ailleurs une condition nécessaire mais pas suffisante¹⁾.

1 Corrélation PIB-consommation énergétique



Missions réussies

Grand fournisseur de produits et de systèmes électriques modernes, ABB se mobilise depuis longtemps en faveur de l'accès à l'électricité des pays en développement (PED).

La réussite d'un programme d'électrification rurale aux confins de la Tanzanie du Sud a trouvé son prolongement dans un nouveau projet réalisé au Rajasthan (Inde de l'Ouest). Cette initiative, fondée sur des partenariats publics et privés, a réuni ABB, le gouvernement du Rajasthan et une ONG pour approvisionner en énergie ces contrées désertiques. Un premier village fut ainsi équipé de panneaux solaires, bientôt suivi de quatre autres pour desservir au total 500 ménages.

Le premier programme ABB d'électrification d'un village tanzanien fut une triple réussite économique, sociale et

environnementale 2 : au cours des deux dernières années, 15 commerces (petit hôtel, épiceries et échoppes de vêtements) sont venus s'ajouter aux 3 existants. D'autres avancées sont à porter au crédit du projet :

- La réalisation de 25 logements neufs favorisant le développement économique du village et l'ancrage de la population locale ;
- Un nombre croissant de raccords au mini-réseau fonctionnant sur le

groupe diesel donné par ABB et une nouvelle pompe à eau ;

- La réussite scolaire de plus en plus d'enfants capables d'étudier le soir ;
- La limitation de la chasse et la sensibilisation au développement durable.

ABB a pour cela noué des partenariats avec le fonds mondial pour la nature (WWF) et les autorités locales.

La fourniture d'électricité à un village isolé en Inde aide également les populations à gagner plus et facilite l'éducation des enfants. Les villageois, tailleurs pour la plupart, peuvent désormais travailler plus longtemps et leur progéniture étudier le soir.

ABB a signé un accord avec la province chinoise de Guangdong, première région du pays par son PIB, pour conseiller les entreprises locales sur

2 Les services et options énergétiques pour transformer la vie des pauvres [1]

Services énergétiques nécessaires	Options énergétiques actuelles	Options énergétiques modernes
Eclairage	→ Lampes à huile/kérosène	→ Système d'électricité hors réseau (solaire, hydroélectrique, éolien)
Cuisson des aliments	→ Bois/poêle à charbon	→ Fourneaux améliorés/gaz et pétrole liquéfiés et kérosène
Pompes à eau	→ Puits de surface/tubulaire	→ Pompes électriques
Réfrigération	→ Electricité en réseau/diesel ou rien	→ Système d'électricité hors réseau (solaire, hydroélectrique, éolien)
Télécommunications	→ Electricité en réseau/diesel ou rien	→ Chargeur de batterie/système d'électricité hors réseau
Transports	→ Véhicules actionnés par l'homme/l'animal	→ Véhicules motorisés
Transformation agroalimentaire	→ Engins actionnés par l'homme/l'animal	→ Plates-formes multifonctions/centrales hydroélectriques

Note

¹⁾ L'existence d'infrastructures électriques ne suffit pas à garantir le confort des populations ; d'autres facteurs (conflits armés, massacres, maladies ou risques terroristes) pèsent très lourd dans la notion de « confort de vie ».

Changer

les manières d'améliorer leur efficacité énergétique. Ce programme quinquennal, signé en 2006, entend aider Guangdong à atteindre son objectif de réduction de la consommation d'énergie de 16% par unité de PIB, à l'horizon 2010. Les instances chinoises encourageront la coopération entre ABB et plus d'un millier d'entreprises électro-intensives. ABB réalisera des audits énergétiques pour les sociétés qui en feront la demande et les aidera à mettre en œuvre des mesures d'économie d'énergie. Ces gains pourront servir à renforcer la fourniture électrique et, ce faisant, le confort des populations.

Au royaume des formes d'énergie permettant d'améliorer infrastructures et confort, l'électricité est reine!

Tout un monde de confort

Si la technologie ABB améliore la qualité de vie des populations des pays les moins avancés (PMA) **Encadré**, elle offre également un large éventail de produits et services visant à accroître le confort des pays émergents et développés.

Prenons l'exemple du transport. A l'aube du siècle dernier, la démocratisation du train marquait un réel progrès dans la vie des Européens et des Américains. Pour autant, même quel-

ques décennies plus tard, ce mode de transport pâtissait toujours du même défaut : un démarrage chaotique qui obligeait le voyageur à s'accrocher pour ne pas valser à l'autre bout du wagon ! Il fallut attendre les convertisseurs de fréquence d'ABB pour révolutionner le confort ferroviaire. Mais la fourniture ABB ne s'arrête pas là : le Groupe est par exemple à l'origine du transformateur de traction du TGV, qui a permis à ce train de battre tous

les records de vitesse. A plus grande échelle, l'ouverture des frontières a fait exploser la demande de trains alimentés sous différentes tensions. ABB construit les transformateurs et convertisseurs permettant au train d'aller partout.

Le confort du transport maritime a aussi beaucoup progressé. Les navires équipés du système Azipod® et des turbocompresseurs ABB peuvent navi-

Encadré Accéder à l'électricité : un besoin vital

En juillet 2007, le document de travail de l'ONU en vue de la conférence ministérielle des PMA, à Istanbul, dressait un état des lieux de la situation énergétique de ces populations [1] :

« La meilleure illustration des défis énergétiques qui sous-tendent la réalisation des OMD est le nombre de personnes privées d'accès aux services énergétiques modernes. On estime que 2,5 milliards d'individus dans le monde sont tributaires de combustibles traditionnels (bois, charbon, fumier), principales sources d'énergie de cuisson et de chauffage ; près de 1,6 milliard n'a pas accès à l'électricité. Ces statistiques effrayantes éclairent l'importance du rôle de l'énergie dans la réalisation des OMD, aujourd'hui reconnue par la communauté internationale du développement. L'énergie est une condition préalable à la réalisation de la totalité des OMD, par son lien intrinsèque avec la réduction de la pauvreté, l'éducation, l'égalité des sexes, la santé et la protection de l'environnement. A défaut d'OMD explicitement liés à l'énergie, il est aujourd'hui admis que ces objectifs ne pourront pas être atteints sans élargir l'accès à des services énergétiques fiables et abordables pour les populations pauvres et non desservies.

L'énergie conditionne pratiquement tous les aspects du quotidien : approvisionnement en

eau, productivité agricole, accès aux soins, éducation, création d'emplois, égalité des sexes et développement durable. Pourtant, dans les PED, des millions de ménages sont exclus d'une énergie sûre et fiable, et paient très cher le recours à des substituts de piètre qualité. De surcroît, les plus démunis destinent une part considérable de leur budget aux services énergétiques (plus d'un tiers dans certains pays) et consacrent beaucoup de temps, autre ressource précieuse, aux activités liées à l'énergie ; des femmes et des jeunes filles, par exemple, passent plus de 6 heures par jour à rassembler des combustibles issus de la biomasse, à puiser l'eau, à cuire les aliments, à transformer le blé en farine... En Afrique subsaharienne, seulement 8% de la population rurale a accès à l'électricité et 90% est encore lourdement tributaire des combustibles traditionnels pour la cuisson.

Dans ces poches de pauvreté, l'accès aux services énergétiques modernes peut réellement faire la différence **3**. Aussi la mise en place d'une nouvelle approche, considérant cet accès non seulement comme une fin en soi mais un véritable moteur du développement, sera-t-elle capitale si l'énergie est appelée à jouer un rôle prédominant dans les stratégies visant à la réalisation des OMD et à une mondialisation des initiatives au bénéfice des PMA. »

3 Le petit commerce du village tanzanien de Ngarambe reste ouvert le soir, grâce au groupe électrogène qui produit de l'électricité 4 heures de plus par jour.



	Objectifs du millénaire (2000)
OMD 1	Éliminer l'extrême pauvreté et la faim.
OMD 2	Assurer l'éducation primaire pour tous.
OMD 3	Promouvoir l'égalité des sexes, l'éducation des femmes et leurs activités productives.
OMD 4	Réduire la mortalité infantile.
OMD 5	Améliorer la santé maternelle.
OMD 6	Combattre les maladies (VIH/sida, malaria, paludisme...).
OMD 7	Assurer un environnement durable.
OMD 8	Mondialiser les partenariats en faveur du développement.

guer plus vite en consommant moins. Ainsi, que vous réceptionniez des marchandises ou embarquiez pour une croisière ou une expédition polaire, ABB vous accompagne jusqu'au bout de vos ambitions.

Grâce à la technologie ABB, les appareils de levage et les ascenseurs hissent le confort toujours plus haut. En évitant les à-coups, les variateurs de fréquence ABB rendent les ascenseurs plus confortables, tout en réduisant leur consommation d'énergie. Et si vous préférez les grands espaces canadiens à la routine du bureau, embarquez sur l'un des ascenseurs à bateau, bers roulants ou plans inclinés qui permettent de traverser le continent sans toucher terre.

L'accroissement des revenus dope la demande en infrastructures. La fourniture électrique n'est plus un problème dans les pays développés, tant qu'on y évite les pannes générales; par contre, les exigences de qualité se durcissent. ABB contribue à cette évolution avec des transformateurs silencieux offrant un niveau sonore inégalé et des avantages insoupçonnés. Qui oserait dire que les lignes aériennes embellissent le paysage? Qu'à cela ne tienne, ABB se charge de les enfouir. Autre sujet prêtant à polémique: les éoliennes, dont les premiers détracteurs sont les riverains. Or ces moulins à vent des temps modernes peuvent aujourd'hui prendre le large et disparaître de la vue; la technologie ABB est là encore à l'œuvre.

La sécurité et l'automatisation des bâtiments sont à leur faite. Du haut

de ses 50 étages, le gratte-ciel *Le Rêve* de Dubaï, qui compte parmi les adresses les plus en vue de l'émirat et premier du genre au Moyen-Orient ⁴, porte l'immatriculation ABB au sommet de l'habitat intelligent.

Fournisseur de produits et de systèmes électriques modernes, ABB se mobilise depuis longtemps en faveur de l'accès à l'électricité des PED.

La domotique sur réseau KNX d'ABB permet aux occupants de piloter, par écrans tactiles sans fil, toutes les fonctions domestiques (éclairage, climatisation, commande de stores, eau chaude sanitaire), dans chaque pièce et depuis n'importe quel point de l'habitation. Cette maîtrise des fonctions peu économes en énergie, comme la climatisation et l'éclairage pièce par pièce, réduit les consommations électriques et les émissions de CO₂, tout en conférant à la solution ABB la palme de l'efficacité énergétique sur le marché de la gestion technique du bâtiment. L'installation électrique ABB, la plus répandue au monde, caracole en tête des systèmes de bâtiment intelligent au Moyen-Orient et en Afrique.

Cette réussite ne se limite pas à l'électricité: ABB propose de nombreuses solutions de gestion d'autres services. C'est le cas, par exemple, de la distribution d'eau avec les variateurs ABB qui fournissent à tout moment la pres-

sion souhaitée. Le Groupe accompagne également les compagnies d'eau avec une offre pléthorique de produits, des simples débitmètres aux systèmes de conduite avancée. Car si l'eau potable *coule de source* dans les pays développés, elle reste un luxe dans bien d'autres régions du monde.

Se prémunir des catastrophes naturelles est pour l'homme une nécessité vitale: nous voulons être alertés le plus tôt possible du prochain ouragan ou, de façon plus anodine, savoir le temps qu'il fera pendant nos vacances. C'est pourquoi les satellites équipés d'une instrumentation ABB fournissent de meilleures prévisions météo tout comme ceux embarquant des interféromètres ABB sondent de près la qualité de l'air, elle aussi élément clé du confort de vie, au même titre que la ressource en eau.

Pour bien des gens, le labeur quotidien est certes un devoir mais aussi un facteur d'épanouissement. Plus les hommes et les femmes font preuve de créativité au travail, mieux ils se sentent. Derechef, la technologie joue un rôle capital dans le confort de l'environnement professionnel. Les automatismes ABB déchargent les opérateurs des tâches administratives et facilitent l'analyse de procédés complexes. Les robots participent à cette mécanisation poussée et en tirent bénéfice: même leur programmation est plus facile que jamais. Technologies, outils et bouquet énergétique libèrent et font grandir l'humanité: ils sont l'essence même du confort.

⁴ La tour *Le Rêve* à Dubaï



Friedrich Pinnekamp

ABB Corporate Research
Zurich (Suisse)
friedrich.pinnekamp@ch.abb.com

Bibliographie

- [1] *Dynamiser les pays les moins avancés pour atteindre les objectifs du Millénaire pour le développement: les difficultés et les possibilités présentées par la mondialisation*, ONU, Conférence ministérielle des pays les moins avancés, juillet 2007, Istanbul, Turquie

Confort, sécurité et efficacité énergétique de l'habitat

Une installation électrique simple, sûre et économique

Bernhard Doerstel



Si la maison domotique a longtemps relevé de la science-fiction, elle se concrétise aujourd'hui avec l'habitat intelligent de Busch-Jaeger Elektro GmbH. Cette filiale d'ABB marque sa différence avec des solutions et produits innovants permettant de raccorder aisément les lots électriques d'un logement et de les piloter sans peine sur le réseau existant.

Modulation de l'éclairage naturel, réglage de la température de confort, surveillance des ouvertures ... les fonctionnalités du système Busch-Jaeger sont légion. Les économies d'énergie, la simplicité d'usage et d'installation, et la capacité d'évolution sont autant d'arguments qui valorisent la villa, le commerce ou l'édifice public (musée, hôtel...) équipé de cette technologie.

S'il est un lieu où le besoin universel de sécurité, de confort et de performance énergétique est perçu avec acuité, c'est bien le toit qui vous accueille, vous abrite et vous protège le plus clair de votre temps. L'installation électrique est capitale pour répondre à cette demande, comme en témoigne la profusion d'équipements et de fonctions domestiques électriques, reliés à une infrastructure commune. Véritable « fée du logis », l'habitat intelligent s'acquitte d'un grand nombre de tâches à votre place, en alliant confort et sécurité.

La technologie Busch-Jaeger s'articule autour de l'homme et de ses besoins : elle adapte l'installation électrique aux habitudes et rythmes de vie de chacun, tout en garantissant une grande aisance d'exploitation. Trois exemples de fonctionnalités Busch-Jaeger résumément ce souci d'ergonomie :

- Au coucher, extinction centralisée de tous les éclairages par simple appui sur un bouton ;
- Contrôle systématique de fermeture de la totalité des fenêtres ;
- Commande automatique des volets et du chauffage pour renforcer la sécurité et alléger la facture énergétique.

La technologie Busch-Jaeger adapte l'installation électrique aux exigences et modes de vie de l'utilisateur, tout en lui garantissant une grande aisance d'exploitation.

Cette technologie d'avant-garde et à l'épreuve du temps se distingue par sa simplicité et sa maniabilité. La plupart du temps, ses fonctions peuvent être actionnées depuis un panneau de commande à écran LCD **1** qui vous obéit *au doigt et à l'œil* : descente centralisée des volets électriques, réglage automatique des lampes à des valeurs de luminosité différentes pour la lecture ou la télé.

Un éclairage adapté n'est pas seulement gage de confort : c'est aussi une

sécurité supplémentaire. Grâce au système i-bus® EIB/KNX d'ABB et à ses détecteurs de mouvement, la lumière de l'entrée s'allume automatiquement dans l'obscurité pour guider vos pas, saluer vos invités... ou dissuader les intrus ! Cette commande sait aussi couper tous les points d'éclairage après votre passage et simuler votre présence pendant vos congés.

Avez-vous pensé à fermer les fenêtres de toit ? à baisser le chauffage du premier ? Chassez ces inquiétudes avec une installation électrique moderne, contrôlée en permanence par des capteurs. Vous vous absentez ? Des thermostats d'ambiance abaissent automatiquement de quelques degrés la température des pièces à vivre. Une fenêtre est restée ouverte ? Le système anti-intrusion centralisé vérifie que tous les ouvrants sont bien fermés. Finie la rituelle tournée d'inspection avant de partir ! Vous êtes réveillé par un bruit suspect ? Un appui sur le bouton « Panique » allume toutes les lumières de la maison pour faire fuir les indésirables.

Les vertus sécuritaires de cette technologie ne s'arrêtent pas là : des capteurs d'humidité dans la cuisine et la cave éviteront les inondations, tandis que les détecteurs de fumée vous avertiront à temps, même en plein sommeil, d'un départ d'incendie.

Cette technologie, facile à monter, est pensée pour grandir en fonction des besoins. Le poussoir *Busch Confort* **2**, par exemple, a tout de l'interrupteur ordinaire... l'agrément d'exploitation en plus, avec plusieurs régimes de fonctionnement :

- Normal : allumage/extinction manuels des lumières ;
- Semi-automatique : allumage manuel/extinction automatique avec temporisation au déclenchement ;
- Tout automatique.

A ce raffinement technologique s'ajoutent, pour nombre de propriétaires, des critères esthétiques et pragmatiques. La gamme de poussoirs en acier inoxydable et leur surface de commande traitée « anti-traces de doigt » répondent précisément à ces attentes.

Fonction et design à l'unisson

L'habitat domotique n'est pas le privilège de la construction neuve ; l'ancien peut aussi en bénéficier sans nuire au cachet de l'édifice. Le mariage réussi d'une technologie futuriste et d'une architecture héritée des années 70 trouve son illustration dans un bungalow à Ratingen, près de Düsseldorf **3**.

Le bâtiment intelligent Busch-Jaeger permet l'interaction de nombreux appareils électriques, au bon vouloir de l'utilisateur.

Au cœur de cette technologie pilotée par l'i-bus® EIB/KNX d'ABB trône l'écran de commande tactile **1** : conciliant esthétisme et fonctionnalité, il centralise toutes les fonctions qui émaillent l'habitat, de l'enclenchement des appareils électroniques et de l'éclairage à la commande des volets et la simulation de présence.

1 L'écran de commande tactile Busch-Jaeger, interface de dialogue privilégiée avec l'utilisateur



2 Poussoirs *Busch Confort* à 4 modes de fonctionnement



Changer

Ce « tableau de bord » est complété par les capteurs EIB de la gamme *future® linear*, parfaitement assortis au modernisme du lieu.

Le bâtiment intelligent Busch-Jaeger permet l'interaction de nombreux appareils électriques, au bon vouloir de l'utilisateur. Tamiser la lumière, fermer les stores et volets, lancer la projection d'un film : le système se charge de tout ! L'écran tactile élégant affiche 10 zones de commande ou « groupes fonctionnels » reflétant l'aménagement de la maison (séjour, chambre, cuisine...), sélectionnés par simple effleurement ou pointés par un stylet PDA. Il peut également mémoriser et rappeler à loisir des effets de lumière pour mettre en valeur votre propriété.

Véritable « fée du logis », l'habitat intelligent s'acquitte d'un grand nombre de tâches à votre place, pour un maximum de confort et de sécurité.

L'art sous les projecteurs

La technologie du bâtiment Busch-Jaeger a élu domicile dans de nombreux monuments historiques et édifices publics pour composer des univers lumineux aussi spectaculaires qu'originaux. Au pied du grand escalier d'honneur de la Résidence bavaroise de Würzburg ⁴, le visiteur est d'emblée saisi par la monumentale fresque, entièrement rénoverée, du peintre vénitien Giovanni Batista Tiepolo que met en scène un éclairage raffiné, à base de luminaires Busch-Jaeger tout spécialement conçus pour

l'occasion. Le panneau de commande Busch-Jaeger orchestre ces jeux de lumières d'une main de maître, en toute discrétion.

Le réglage de l'intensité lumineuse peut être piloté automatiquement par les signaux d'une station météo ou en manuel. Cette régulation très fine donne toute sa mesure lors des grandes réceptions officielles où le faste le dispute à la solennité. Au-delà des fonctions classiques de contrôle-commande du bâtiment, cette technologie assure un éclairage scénique qui s'adapte en un rien de temps à chaque situation ou événement.

Vos désirs sont des ordres

Après 117 ans de fermeture, l'Hôtel de Saxe ⁵ de la chaîne hôtelière Steigenberger a rouvert ses portes en avril 2006. Erigé sur la place historique du Nouveau marché (*Neumarkt*), qui compte parmi les plus belles d'Europe, cet établissement de prestige fait face à la célèbre église Notre-Dame de Dresde. Fidèle à son architecture d'origine, il offre de luxueuses prestations bâties sur le matériel d'installation électrique Busch-Jaeger que les architectes d'intérieur ont voulu assortir à la décoration. Dès que l'on pénètre dans une chambre, l'œil est attiré par les lecteurs de badge magnétique de l'hôtel et ses luminaires. Les interrupteurs d'éclairage *future® linear* de Busch-Jaeger se fondent dans l'élégance sobre de l'établissement. Ce projet fut l'occasion d'inaugurer le nouveau système d'accès par carte électronique de l'hôtel.

Les parties communes de ce 4 étoiles font aussi amplement usage des nouveautés Busch-Jaeger. Une impressionnante coupole de verre inonde de lumière le hall d'entrée, le bar et la

galerie d'art tout au long de la journée. La nuit tombée, différents scénarios lumineux invitent le voyageur à la détente et à la rêverie, sous la vigilance de l'i-bus® EIB/KNX d'ABB qui jongle au fil des heures avec la luminosité naturelle du site.

Quasi omniprésente, l'installation électrique Busch-Jaeger veille au confort des visiteurs et à l'éclairage du site. La salle de bal, par exemple, arbore une cloison amovible servant de mur de projection de vues touristiques de la ville de Dresde : tant qu'elle est fermée, l'éclairage des deux parties est piloté séparément ; une fois ouverte, les interrupteurs situés de part et d'autre enclenchent l'éclairage général de la pièce. Plusieurs scènes lumineuses préprogrammées, activables du bout des doigts, animent conférences et banquets.

Grâce au système i-bus® EIB/KNX d'ABB, la lumière de l'entrée s'allume automatiquement dans l'obscurité pour guider vos pas, saluer vos invités ou dissuader les intrus.

L'éclairage, la protection solaire et la projection sont actionnés à partir de panneaux de commande simples d'emploi. Grâce à quelques touches légendées, tout un chacun peut aisément s'approprier les possibilités techniques de l'installation. Dans la salle de réunion, des interfaces avec le matériel audiovisuel permettent d'agir simultanément sur l'éclairage et le projecteur, directement à partir du lutrin. On peut à sa guise piloter tous les groupes de luminaires en manuel et selon des scénarios préprogrammés, de même que faire varier individuellement leur luminosité.

Pour offrir un service client impeccable, le système est couplé au réseau informatique interne de Steigenberger par une interface EIB/réseau local : l'éclairage peut ainsi être réglé sur chaque PC du personnel. L'i-bus® EIB/KNX irrigue tout l'hôtel, jusqu'en cui-

³ Un bungalow modernisé, à Ratingen (Allemagne)



4 Tradition et modernisme : la Résidence de Würzburg, côté jardins



sine ! Les différents ateliers (entrées, pâtisseries...) se répartissent en plusieurs groupes de luminaires, commutables individuellement. Cet agencement permet d'économiser l'énergie puisque l'éclairage est dicté par la présence ou non du personnel. Il en va de même des circulations (entrées, escaliers et couloirs) dont l'éclairage varie d'intensité selon l'heure et l'occupation.

Les produits Busch-Jaeger marient ainsi tradition historique, confort moderne et utilisation efficace de l'énergie.

La technologie Busch-Jaeger est la vedette d'une maison témoin flottante à faible consommation d'énergie, dans le fjord de Kiel, en Allemagne du Nord.

La technologie, les pieds dans l'eau

La technologie Busch-Jaeger est également la vedette d'une maison témoin flottante à faible consommation d'énergie, dans le fjord de Kiel, en Allemagne du Nord. Le bien nommé *Living on Water 1* est le premier projet du genre à associer des méthodes de construction écologique et de récupération énergétique au modernisme de l'installation électrique Busch-Jaeger 6.

5 Salle de réunion du prestigieux Hôtel de Saxe de Dresde



La bâtisse, toute de bois et de verre, repose sur une ossature en acier flottante, immergée dans l'eau. Elle tire son énergie d'une centrale photovoltaïque en toiture, d'un échangeur de chaleur en sous-sol et d'un poêle à granulés de bois dans la véranda.

Avec ses 140 m² d'espace habitable sur 3 niveaux et terrasse à tous les étages, cette villa sur l'eau offre en toutes saisons une vue imprenable sur la nature alentour. Un intérieur moderne et des matériaux précieux mettent en relief son architecture épurée.

Ces prestations de standing se retrouvent dans la technologie du bâtiment mise en œuvre qui, de l'aveu du propriétaire, se devait d'être à la hauteur des standards d'une belle demeure de campagne. L'i-bus® EIB/KNX d'ABB est à la base de la régulation en réseau, souple et confortable, de l'éclairage, du chauffage, de la ventilation et de la sécurité de cet habitat d'exception.

Là encore, le panneau de commande Busch-Jaeger, installé dans la cuisine, s'accorde avec la décoration intérieure et le pragmatisme du bâtiment. Sur l'écran LCD, le menu principal affiche toute la structure de l'édifice, du rez-de-chaussée au solarium.

Son utilisation est remarquable de simplicité et d'intuitivité : un appui sur l'écran ouvre une fenêtre récapitulative des fonctions, états de commutation et mesures de la pièce (température et chauffage/climatisation, lumi-

nosité et éclairage, heure et programmation horaire, alerte) que l'on peut modifier du bout des doigts.

La commande de scénarios lumineux contribue grandement au confort de la maison. Le premier niveau accueille le séjour et sa véranda, la cuisine et la salle de bains, ainsi qu'un solarium pouvant aussi servir de quai d'amarrage d'un bateau. Toutes les pièces étant abondamment équipées en luminaires, les scénarios sont programmables au cas par cas : si la cuisine mérite un éclairage généreux en soirée, la salle à manger et la véranda préféreront une lumière indirecte et chaleureuse, soulignée par des suspensions mettant en valeur table et mets. Les appliques extérieures de la baie vitrée participent aussi à l'ambiance.

L'i-bus® EIB/KNX d'ABB est à la base de la régulation en réseau, souple et confortable, de l'éclairage, du chauffage, de la ventilation et de la sécurité de l'habitat.

C'est là un exemple parmi tant d'autres des scénarios activables par simple appui sur l'écran tactile. Fonctions et appareils (éclairage, chauffage, électronique et électroménager) se pilotent tous par télécommande ou boîtier local. L'écran et le panneau multifonctions servent aussi de centrale d'alarme visuelle et sonore pour signaler l'enclenchement des disposi-

Changer

6 La domotique flottante



tifs de sécurité comme les détecteurs de mouvement et les contacts de fenêtre.

Ces équipements améliorent aussi le confort de la maison : les détecteurs de mouvement allument automatiquement la lumière extérieure pour accueillir les propriétaires ou les visiteurs, et toute la cuisine s'éclaire à votre arrivée... Pratique quand on a les bras chargés !

Le froid venu, l'i-bus® ABB EIB/KNX et le panneau de commande garantissent une régulation efficace et individualisée du chauffage. Les valeurs peuvent une à une s'afficher à l'écran, se programmer à l'avance et changer pour chaque pièce. Mieux, la température des différentes parties de l'étage est directement réglable, par thermostats d'ambiance.

En ces temps de rigueur budgétaire, l'habitat intelligent doit aussi débusquer les potentiels d'économies, sans que l'occupant ait à intervenir. Les contacts de fenêtre, par exemple, détectent d'eux-mêmes les fenêtres ouvertes et passent le chauffage en hors gel. Si la fonction « Absence » est activée, la température descend automatiquement à la valeur réglée par l'utilisateur.

Complémentaires du panneau central, les capteurs et détecteurs EIB s'invitent dans chaque pièce pour régler la

luminosité, piloter les dispositifs de sécurité ou le matériel électronique, au gré de vos envies. Ils sont couplés à des appareils de commande à une ou plusieurs touches programmables et légendées. Dans la véranda, par exemple, des poussoirs quadruples panachent les fonctions : les boutons du haut se chargent de l'éclairage et ceux du bas, de la manœuvre des fenêtres.

Busch fait encore plus pour votre bien-être : en combinant son amplificateur et haut parleur *AudioWorld®* en qualité stéréo, vous pouvez écouter votre musique favorite dans toutes les pièces de la maison, même les plus petites. Ce projet de domotique sur l'eau consacre la fusion réussie de l'architecture et de la technologie tout en ouvrant un large éventail de perspectives esthétiques et techniques.

L'habitat intelligent est capable de déceler les gisements d'économie d'énergie, sans intervention de l'utilisateur.

Gestion optimale des énergies

L'envolée de la facture énergétique et le changement climatique attisent le débat sur le besoin impérieux d'économiser l'énergie. Le bâtiment intelli-

gent y participe au premier chef par une régulation automatique et performante du chauffage et de la climatisation.

ABB a mis au point de nombreux produits et systèmes innovants, communicants et performants pour améliorer le cadre de vie de l'utilisateur. Souplesse et polyvalence sont les deux points forts de la technologie Busch-Jaeger pour illuminer votre quotidien et offrir à votre habitation, neuve ou ancienne, un confort douillet et sûr qui maîtrise les dépenses énergétiques.

Bernhard Doerstel

Busch-Jaeger Elektro GmbH
Société du Groupe ABB
Lüdenschied (Allemagne)
bernhard.doerstel@de.abb.com

Lecture complémentaire

Rohrbacher, H., Struwe, C., *Energique, intelligente et écologique – L'automatisation de l'habitat et du bâtiment sur bus KNX*, Revue ABB 1/2008, p. 14-17
Steiger, O., Bloch, R., Kramer, B., et al., *Détection de mouvement – Exit les câbles !*, Revue ABB 4/2007, p. 70-73

Pleins feux sur la sécurité

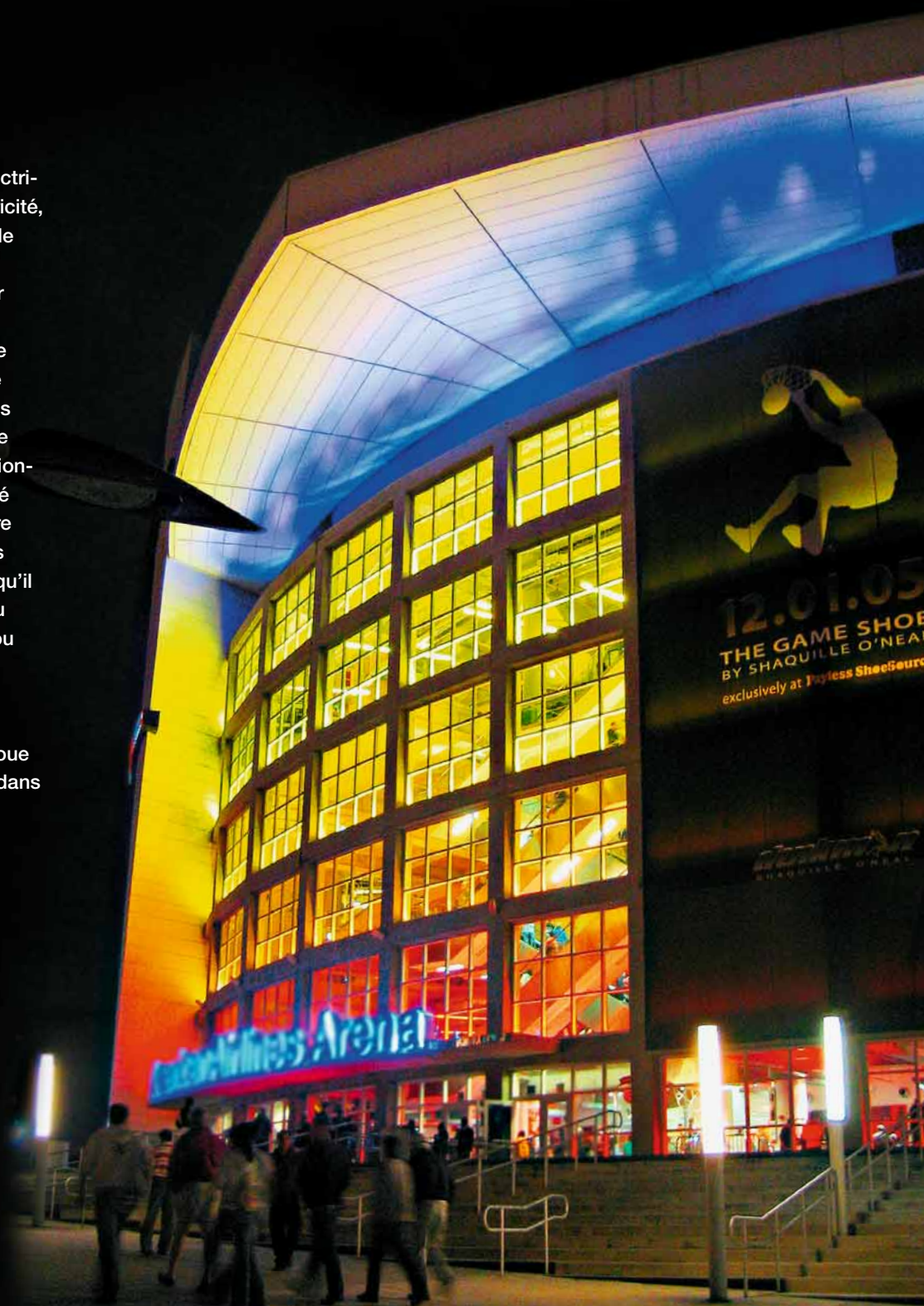
L'installation électrique dans l'habitat

Guenter Schreiner, Gary Scardifield

L'une des prouesses du génie électrique est d'avoir transformé l'électricité, réputée dangereuse, en un bien de consommation totalement sûr.

On sait qu'il est risqué de toucher un fil sous une tension de 220 V. Ce qui est moins connu, c'est que la protection électrique, malgré le maquis de câbles serpentant dans nos maisons, est très performante grâce à des équipements perfectionnés, tout entier voués à la sécurité des personnes, du logement, voire du bâtiment. Mieux, ces matériels deviennent esthétiques au point qu'il serait dommage de les remiser au sous-sol, dans un vieux placard ou sous le plâtre !

Cet article lève le voile sur cette technologie a priori *invisible* qui joue pourtant un rôle de premier plan dans le bien-être quotidien de chacun.



Préserver

Il vous est sans doute arrivé de descendre à la cave pour changer de fusible ou relever votre consommation d'électricité sur le compteur! Mais que savez-vous des fonctions et finalités de leurs constituants? Une installation électrique domestique se compose en effet d'un large éventail d'appareils. ABB compte parmi les grands fabricants d'équipements et de composants électriques pour le résidentiel et le petit tertiaire **1**.

Halte aux surintensités

L'une des vedettes de la protection d'un bâtiment et de ses appareils contre les courts-circuits et les surcharges est le mini-disjoncteur **2**.

Il suffit en effet qu'un câble soit dénudé et que deux fils de cuivre se touchent pour provoquer un court-circuit; le défaut engendre un courant de forte intensité qui bascule immédiatement le mini-disjoncteur placé en amont, grâce à un déclencheur magnétique qui ouvre le circuit et coupe le courant.

Le mini-disjoncteur se charge également de protéger la ligne, sous réserve d'être calibré en fonction de la charge attendue de tous les équipements raccordés. A la longue, le branchement d'un grand nombre d'appareils, trop puissants et énergivores, peut entraîner une surcharge non plus passagère mais permanente. Sans être qualifié de court-circuit, ce défaut occasionne un échauffement des conducteurs avec risque d'incendie. Les surcharges de plus longue durée sont détectées par un circuit thermique, à l'intérieur du mini-disjoncteur, qui ouvre le circuit pour éviter tout dommage.

La profusion et la répartition des mini-disjoncteurs dans une installation renforcent le principe de «sélectivité» de la protection. Prenons l'exemple d'un lave-linge protégé par son propre

mini-disjoncteur: le dysfonctionnement de la machine entraînera sa déconnexion automatique du circuit électrique. Par contre, le reste de l'électroménager continuera à être alimenté et à fonctionner normalement. Plus on augmente le nombre de mini-disjoncteurs protégeant chaque fonction domestique, moins lourdes sont les conséquences d'un défaut électrique d'une machine.

Le vaste catalogue de produits ABB contribue au confort, à la sécurité, à la fiabilité et à l'efficacité énergétique de l'installation électrique.

Autre avantage du mini-disjoncteur: il est inutile de le changer. Chacun sait qu'il faut régulièrement remplacer les fusibles, ce qui oblige à en avoir un stock de rechange de différents calibres pour ne pas se tromper. Rien de tel avec le mini-disjoncteur: une fois le problème résolu (par exemple, en débranchant l'appareil défectueux), n'importe qui peut aisément réarmer le disjoncteur en relevant la manette et rétablir ainsi le courant.

Protection et prévention

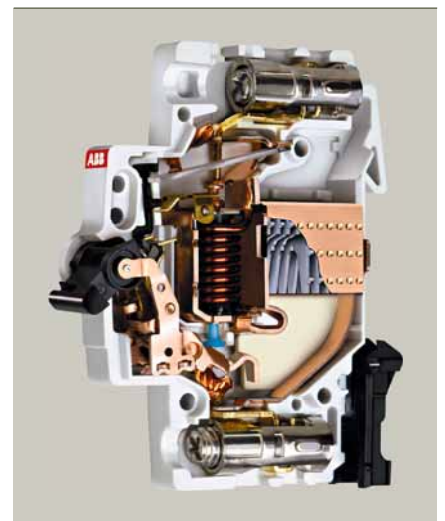
Le dispositif différentiel résiduel (DDR) est un autre type de protection indispensable. Dans tous les pays de l'Union européenne, le respect de la normalisation nationale et internationale oblige à équiper de DDR toutes les prises de courant et les équipements mobiles pour applications d'extérieur. Cette protection détecte les courants de fuite d'une ligne électrique, même de très faible intensité, qui s'écoulent dans la terre. A l'instar du mini-disjoncteur, le DDR possède pour cela un mécanisme de détection et coupe immédiatement l'alimenta-

tion quand le courant de fuite dépasse un seuil de déclenchement.

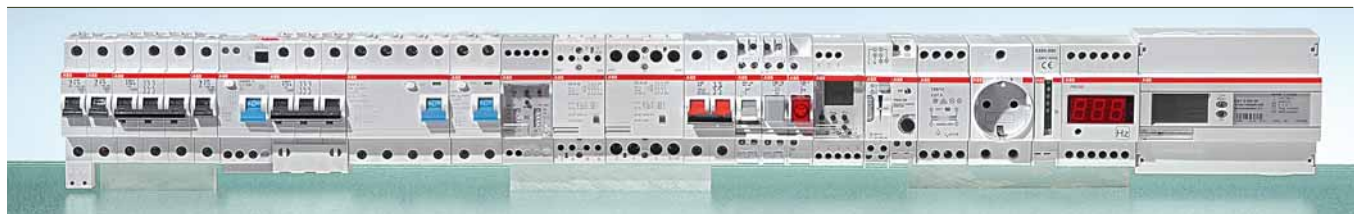
Le DDR offre habituellement trois types de protection:

- Protection contre les chocs électriques: elle est normalement assurée par l'isolant d'un câble ou le boîtier d'un équipement ou appareil électrique. Or cette protection de base peut s'avérer défectueuse: si l'on touche par accident ou négligence la partie active en défaut, le DDR déclenche et interrompt le circuit incriminé, offrant ainsi une protection supplémentaire contre le risque de brûlure, d'électrisation, voire d'électrocution.
- Protection contre les défauts électriques (haute tension sur le boîtier d'un équipement): le DDR déconnecte le circuit concerné, empêchant le contact de l'utilisateur avec l'appareil défectueux.
- Prévention incendie: elle est indispensable lorsqu'un courant de défaut s'évacue pendant un moment dans la terre; ce courant est trop faible pour déclencher le mini-disjoncteur mais assez dangereux pour provoquer l'incendie! C'est

2 Constitution d'un mini-disjoncteur



1 La gamme d'appareillages électriques ABB



donc au DDR de couper le circuit en défaut.

Là encore, la sélectivité est primordiale : un seul DDR ne doit pas protéger la totalité des prises ou des circuits d'éclairage de l'habitat, au risque de plonger tout l'immeuble dans l'obscurité en cas de défaut sur un seul appareil.

Stop aux pointes de tension

Les courants forts ne sont pas la seule source de danger d'une installation électrique. Ce serait oublier le risque de surtensions : les valeurs assignées de 220 V/110 V n'empêchent pas des pointes subites bien plus élevées (mais heureusement très brèves), dues à la foudre, à des manœuvres ou à d'énormes variations de charge sur le réseau. Ces incidents peuvent détériorer l'isolation et les équipements raccordés.

De fait, les surtensions sont la principale cause de défaillance des matériels électroniques à usage commercial et résidentiel : un phénomène exacerbé par la multiplication des équipements informatiques et multimédia (ordinateurs, imprimantes, écrans, lecteurs de DVD, téléviseurs...). Ces surtensions se soldent par de multiples accidents allant de la simple perte de données à l'incendie.

ABB y remédie avec des dispositifs de protection qui limitent les niveaux de tension et dévient les pointes de tension vers la terre.

Confort raisonné

Outre ces protections spécialisées, ABB propose une large gamme de produits complémentaires qui contribuent au confort, à la sécurité, à la fiabilité et à l'efficacité énergétique de l'installation électrique. Quelques exemples :

Interrupteurs horaires

Ils programment la marche ou l'arrêt automatique de circuits ou d'appareils, aux heures de votre choix.

Relais temporisés

Ils réalisent différentes fonctions de coupure automatique et d'enclenchement/déclenchement retardés.

Les installations électriques sûres, fiables et performantes, au service du particulier, sont soumises au contrôle d'organismes officiels, dans tous les pays.

Interrupteurs crépusculaires

Ils allument ou éteignent automatiquement l'éclairage, en fonction de la luminosité ambiante.

Délesteurs

Plusieurs raisons peuvent empêcher la marche simultanée de deux gros consommateurs électriques, comme les radiateurs à accumulation et les aérothermes. Dans pareil cas, un relais déconnecte l'élément de chauffe continue (radiateur) pour donner la priorité au chauffage d'appoint (aérotherme).

Compteurs d'énergie

Ils autorisent le comptage individualisé de la consommation électrique de chaque appareil ou logement de l'immeuble. En dressant ainsi un bilan de la consommation énergétique, ils contribuent à une utilisation plus efficace et rationnelle de l'électricité.

Accessit mondial

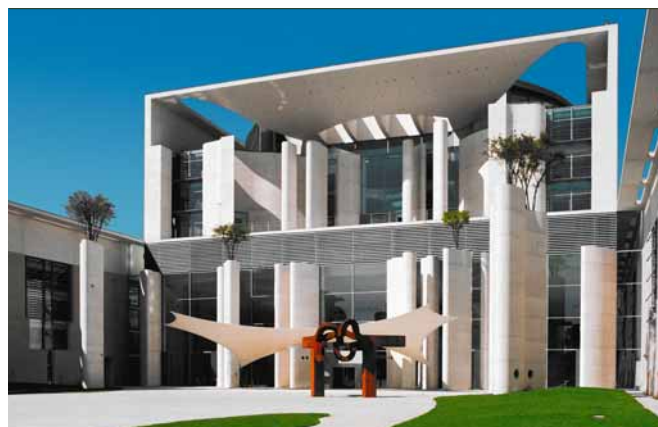
Ces installations électriques sûres, fiables et performantes, au service du particulier, sont soumises au contrôle d'organismes officiels, présents dans tous les pays. L'homologation des équipements par l'autorité compétente est le préalable à leur commercialisation et installation en clientèle.

Les produits ABB, utilisés dans le monde entier, ont obtenu les agréments garantissant la protection opti-

3 Homologations et marques de conformité mondiales des matériels d'installation électrique ABB



4 La chancellerie allemande à Berlin (Bundeskanzleramt)



5 Installation électrique sécurisée en armoires



Préserver

male de chaque client ³. Cette conformité réglementaire et normative ne bénéficie pas seulement à l'utilisateur mais aussi à l'électricien : une installation normalisée, à base d'équipements montés sur profilé, est gage d'efficacité et de robustesse.

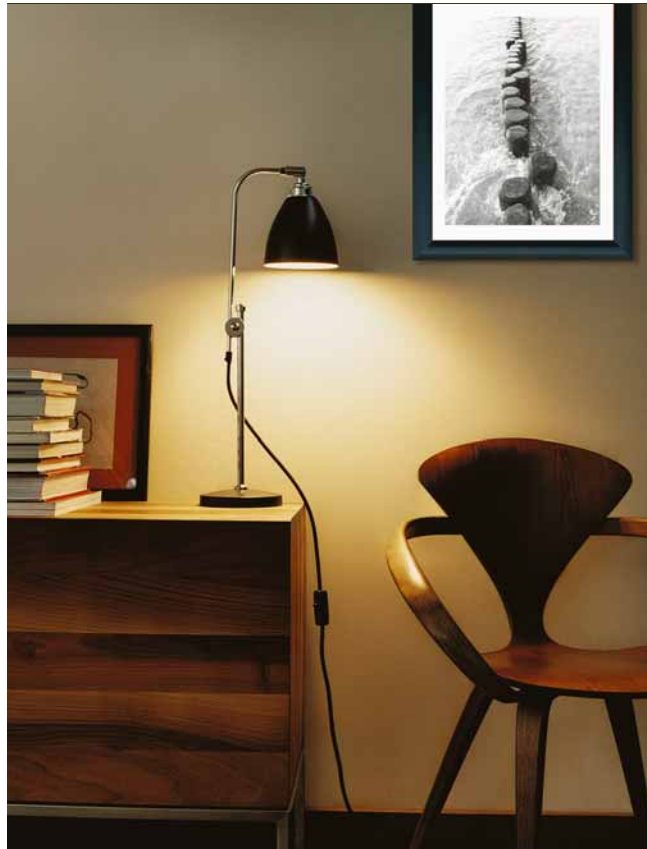
Sécurité sans compromis

Tous ces dispositifs de protection, de mesure et de comptage doivent être agencés dans l'habitat de façon à ne pas mettre en danger les personnes qui, par inexpérience ou étourderie, risquent d'être au contact de l'installation électrique. Il faut donc les fixer sur des profilés sûrs et normalisés que l'on veillera à monter dans des armoires à demeure et fermées.

Selon les besoins du bâtiment raccordé à la distribution électrique, ces armoires peuvent occuper une place considérable. C'est le cas de la chancellerie allemande à Berlin ⁴, dont ABB a fiabilisé l'infrastructure électrique en logeant l'installation dans les sous-sols du bâtiment ⁵.

Les tableaux basse tension, soumis aux essais de type (TTA) et spécifiés pour 4000 A, garantissent la protection optimale des biens et des personnes, ainsi que la disponibilité de l'alimentation en énergie, dans le commerce comme dans l'industrie. L'offre d'enveloppes testées est abondante, de 125 A pour un petit tableau de répartition à 4000 A pour une armoire de distribution générale TriLine-R. Enveloppes et équipements peuvent se combiner à loisir pour fiabiliser et sécuriser l'installation, au bénéfice de l'utilisateur. Ces essais sont documentés par des organismes d'homologation indépendants ; ils garantissent l'aptitude à la fonction et le dimensionnement correct de l'installation électrique. Les équipements ABB apportent des solutions éprouvées aux environnements exigeants des établissements recevant du public : hôpitaux, complexes sportifs,

6 Façade de coffret électrique, élément décoratif de l'habitat



galeries commerciales, agences bancaires ou immeubles de bureaux.

A ces aspects sécuritaires s'ajoutent, dans le résidentiel, des atouts appréciés de la clientèle, comme l'esthétique des tableaux électriques qui investissent désormais les pièces à vivre.

Les coffrets divisionnaires à porte personnalisable UK 500 d'ABB apportent une touche originale, mariant design, haute technologie, facilité de montage (encastré ou saillant) et excellente qualité de finition.

Les meilleures technologies savent se faire oublier par leur ergonomie et leur intuitivité.

Ces tableaux électriques peuvent aussi être montés sur cloisons creuses ou semi-encastrés. Plusieurs modèles de portes élégantes leur permettent de se fondre dans l'intérieur ou de devenir

un élément central de la décoration ⁶. Par sa modularité, notre offre fournie de coffrets muraux ou d'armoires au sol permet à chaque client de choisir une configuration exclusive, sans se ruiner.

Partout, en toute sécurité

Les meilleures technologies sont souvent celles qui se font oublier de l'utilisateur ! L'offre ABB en est la parfaite illustration. Que vous appréciez l'ambiance « survoltée » des stades de foot, le cadre lumineux et climatisé des centres commerciaux ou l'éclairage tamisé de votre salon, la technologie ABB met tout en œuvre pour protéger votre quotidien.

Gunter Schreiner
ABB STOTZ KONTAKT GmbH
Heidelberg (Allemagne)
gunter.schreiner@de.abb.com

Gary Scardifield
ABB Stiebel & John GmbH
Sasbach (Allemagne)
gary.scardifield@de.abb.com

Source de vie

La technologie ABB au service de l'eau

Heinrich-Martin Schreyer

L'eau recouvre 66 % de la surface terrestre, constitue 75 % du corps humain et est indispensable à la vie. Seule une fraction de cette eau est disponible pour notre utilisation, mais en quantité suffisante pour couvrir une demande qui croît avec la population mondiale. Néanmoins, une personne sur trois vit aujourd'hui dans un pays soumis au stress hydrique et cette situation pourrait concerner deux personnes sur trois en 2025! Principal responsable: la mauvaise qualité de l'eau. Dans de nombreuses régions densément peuplées, la sur-exploitation et la pollution ont transformé l'eau en un «bouillon de culture» impropre à l'utilisation, sans parler de la consommation. De surcroît, l'eau est encore largement gaspillée à cause de réseaux de transport et de distribution inefficaces à fort taux de fuite, restreignant d'autant l'accès à cette précieuse ressource.

Avec des solutions technologiques innovantes, ABB aide les entreprises du secteur de l'eau à améliorer les performances des réseaux de distribution et des équipements de traitement des eaux usées.



Préserver

L'eau est une ressource précieuse dont les réserves ne cessent de diminuer alors que la demande est en hausse. Sans eau douce, pas de développement économique (car pas de croissance industrielle) ni d'amélioration du niveau de vie. Une grande partie de l'eau douce disponible est accaparée, souvent gaspillée à grande échelle, par l'agriculture avec des systèmes d'irrigation inefficaces. La pollution réduit encore plus les quantités d'eau utilisables. Les pouvoirs publics, en quête permanente d'une solution au déficit hydrique, prennent conscience de l'urgence d'une gestion adéquate de cet « or bleu ».

Dans de nombreuses régions densément peuplées, la surexploitation et la pollution ont transformé l'eau disponible en un « bouillon de culture » impropre à l'utilisation, sans parler de la consommation.

ABB, riche d'une longue expérience et d'une large offre de produits et services, propose des solutions pour améliorer la qualité de l'eau et des réseaux de distribution dans les régions les plus déficitaires. Ses produits et systèmes d'énergie et d'automatisation contribuent à développer, optimiser et exploiter efficacement les réseaux de distribution et d'assainissement d'eau partout dans le monde. Actuellement, nos efforts portent sur :

- l'accroissement des performances des usines de dessalement ;
- le renforcement des réseaux de transport d'eau ;
- l'optimisation du rendement des pompes ;
- l'amélioration des réseaux de distribution d'eau ;
- la réduction des taux de fuite.

Dessalement

Pour mieux utiliser nos ressources en

1 La capacité quotidienne installée de l'usine 1 de dessalement par osmose inverse de Yanbu (Arabie saoudite) a augmenté de 50 400 m³ !



eau douce, on peut améliorer les systèmes d'irrigation ou bâtir une industrie moins gourmande en eau. Une autre solution est le dessalement de l'eau de mer, ressource quasi-inépuisable, pour la transformer en eau douce destinée à la consommation ou à l'irrigation. Dans les régions où l'eau est rare, il s'agit souvent du seul moyen de disposer d'eau douce.

On distingue principalement trois procédés de dessalement :

- *Distillation par détente successive (MSF)* : cette méthode, également appelée distillation multistage et utilisée pour des applications à grande échelle, consiste à chauffer l'eau de mer puis à la faire circuler dans des cellules à pression de plus en plus basse. Chaque baisse de pression provoque alors une « détente » de l'eau en vapeur.
- *Distillation à effet multiple* : réservée aux applications de taille moyenne, cette méthode utilise plusieurs cellules, ou « effets », pour distiller l'eau de mer. Celle-ci est portée à ébullition dans des effets successifs avec pression de plus en plus basse. La vapeur produite par une cellule chauffe la cellule suivante, ce qui permet de ne chauffer que la première (où la pression est la plus élevée) avec une source externe.
- *Osmose inverse (OI)* : l'eau salée ou saumâtre¹⁾ est pompée sous haute pression au travers d'une membrane perméable dans un module fermé. Les sels concentrés sont stoppés par

la membrane, tandis que les molécules d'eau passent au travers. L'OI a été historiquement utilisée dans des usines de dessalement de petite et moyenne capacité, mais trouve aujourd'hui emploi dans des usines de grande capacité du fait de sa compétitivité.

Dessalement de l'eau de mer exige de grandes quantités d'énergie, ce qui en fait une solution onéreuse par rapport à la production d'eau potable dans les usines de traitement. Selon le procédé de dessalement, l'énergie représente en

effet entre 20 % (OI) et 60 % (distillation par détente successive) du coût de production total. Toutefois, les usines de dessalement ont divisé leurs coûts de production par quatre au cours des dernières décennies et ABB développe activement des équipements électriques à haut rendement pour les réduire encore plus.

Rien d'étonnant à ce que la grande majorité des usines de dessalement se trouve au Moyen-Orient, où la croissance dope la demande en eau et électricité.

On compte près de 13 000 usines de dessalement en fonctionnement dans le monde [1]. La croissance rapide des pays du Moyen-Orient s'accompagne d'une forte demande en infrastructures, notamment pour l'alimentation en eau et en électricité. Rien d'étonnant donc à ce qu'un pourcentage élevé de ces usines se trouve dans cette région²⁾. L'usine de dessalement par OI de Yanbu (Arabie saoudite) a étroitement associé ABB à sa modernisation.

Usine de dessalement de Yanbu

L'usine 1 contient six unités équipées de pompes à haute pression. La modernisation a porté la capacité installée à 146 000 m³, soit une augmentation de 50 400 m³. La Commission royale de Jubail et Yanbu a

confié la maîtrise d'œuvre du projet à SBG-PCM qui a passé commande à ABB des principaux équipements électriques : appareillages moyenne et basse tension (MT et BT), transformateurs, départs-moteurs, système de contrôle-commande de l'usine et simulateur d'entraînement. Ce projet s'est achevé en mars 2007.

Transport

Les réseaux de transport, qui courent sur des centaines de kilomètres, acheminent l'eau prélevée dans le milieu naturel (nappes phréatiques, rivières ou lacs) ou dans des ouvrages anthropiques (barrages, usines de traitement

ou de dessalement) jusqu'aux réservoirs à proximité des villes. Ce type de réseau pouvant constituer un goulot d'étranglement dans le système, des solutions doivent être mises en place pour éviter toute rupture d'approvisionnement.

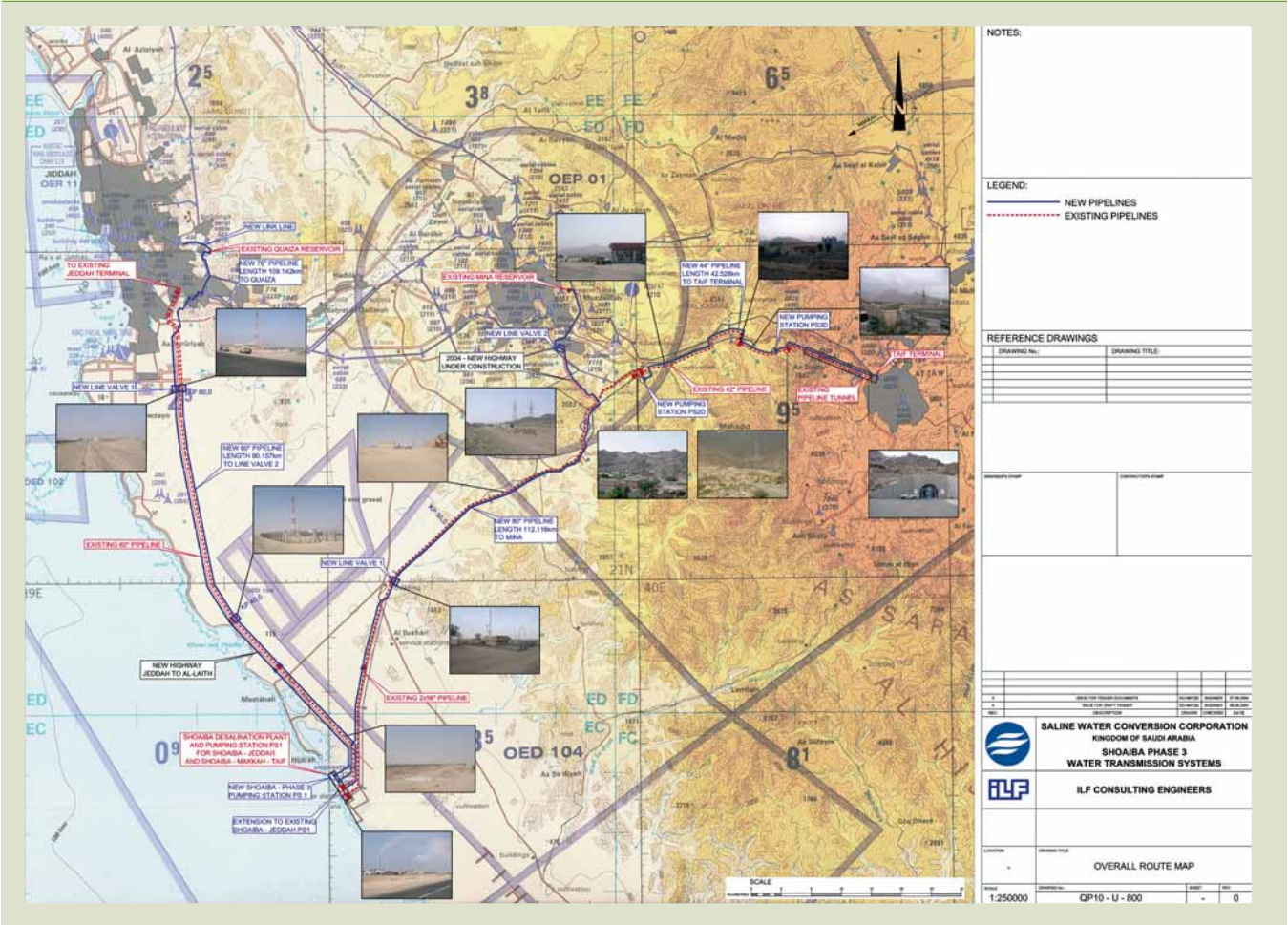
Notes

- 1) L'eau saumâtre ayant une moindre teneur en sel, son coût de dessalement est généralement inférieur à celui de l'eau de mer.
- 2) Selon le 19^{ème} inventaire mondial des usines de dessalement réalisé par l'IDA (*International Desalination Association*), la capacité totale de dessalement installée au 31 décembre 2005 s'élevait à 47 millions de m³. La comparaison entre la capacité moyenne installée par an entre 2001 et 2005 et celle des cinq années précédentes suggère un taux de croissance annuelle de 25 % pour ce marché. Un tiers des capacités installées ces deux dernières années l'a été dans le Golfe Arabo-Persique.

Encadré 1 Projet Shoaiba : augmentation de la capacité du réseau de transport

Canalisation	Shoaiba Djeddah	Shoaiba Quaiza	Shoaiba Mina	La Mecque Taef SP 2D	La Mecque Taef SP 3D
Débit théorique (avant travaux)	3,16 m³/s	3,42 m³/s	5,26 m³/s	2,10 m³/s	2,10 m³/s
Débit théorique (après travaux)	3,16 m³/s	6,84 m³/s	6,68 m³/s	2,10 m³/s	2,10 m³/s
Pompes de surpression (avant travaux)	3 + 1 x 900 kW	2 + 1 x 1500 kW	4 + 1 x 1400 kW	–	–
Pompes de surpression (après travaux)	3 + 1 x 900 kW	4 + 1 x 1500 kW	5 + 1 x 1400 kW	–	–
Pompes principales (avant travaux)	3 + 1 x 3100 kW	2 + 1 x 2800 kW	4 + 1 x 10300 kW	3 + 1 x 7800 kW	3 + 1 x 7800 kW
Pompes principales (après travaux)	3 + 1 x 3100 kW	4 + 1 x 7300 kW	5 + 1 x 10300 kW	3 + 1 x 7800 kW	3 + 1 x 7800 kW

- 2 Le projet de réseau de transport d'eau Shoaiba P3, en cours de réalisation dans l'Ouest saoudien, comprend 344 km de conduites acheminant l'eau dessalée vers Djeddah, Taef et La Mecque.



3 Le réseau de conduites de Sarir-Sirt et Tazerbo-Benghazi est un élément du projet de Grande Rivière Artificielle (GRA) pour transporter l'eau vers la côte libyenne où vit la majorité de la population.



La sécurité d'approvisionnement en eau prime sur les aspects financiers. En prenant comme exemple le réseau de transport de Shoaiba, à l'ouest de l'Arabie saoudite 2, ABB a prouvé qu'il pouvait sécuriser la fourniture avec des équipements électriques et de conduite des réseaux fiables.

Le système PEMS calcule le rendement à partir des valeurs de température et de pression de l'eau, et de la puissance du moteur de chaque pompe.

Réseau de transport d'eau de Shoaiba

La phase 3 du projet Shoaiba prévoit la construction d'un réseau de conduites de 344 km de long pour acheminer l'eau dessalée jusqu'aux villes de Djeddah, Taef et La Mecque, pour le compte de la SWCC (*Saline Water Conversion Corporation*). Les stations de pompage et la construction des conduites ont été confiées à un consortium tripartite : SSEM (*Saudi Services for Electro Mechanic Works*

Co., Ltd.), RTCC (*Al-Rashid Trading & Contracting Company*) et HAK. SSEM a commandé à ABB les principaux équipements électriques (renforcement des appareillages haute tension (HT), MT et BT, moteurs MT, transformateurs, départs-moteurs, système de commande des conduites et système de détection des fuites). Ce projet est en cours de réalisation ; une fois achevé, la capacité de transport aura considérablement augmenté **Encadré 1**.

Réseau de transport d'eau de Sarir-Sirt et Tazerbo-Benghazi

Ce réseau de conduites fait partie du projet libyen de Grande Rivière Artificielle (GRA) 3. Le sous-sol du désert libyen renferme des réserves importantes d'eau fossile, formées principalement il y a entre 35 et 15 milliers d'années dans 4 grands aquifères souterrains. Ce projet prévoit d'acheminer l'eau vers la côte septentrionale du pays où est concentrée la majorité de la population.

L'Autorité de la Grande Rivière Artificielle (AGRA) a commandé à ABB le système d'automatisation, le simulateur de conduite et l'instrumentation. Le simulateur modélisera le système

hydrique sur un horizon de 14 jours pour aider l'AGRA à piloter l'ensemble du réseau de transport d'eau, depuis les forages jusqu'aux réservoirs de la côte, en fonction de la demande. Ce projet est en cours de réalisation.

Optimisation du rendement des pompes (PEMS)

Ce système avancé 4, basé sur une technologie brevetée ABB, mesure en continu l'écoulement et le rendement de chaque pompe. Basé sur une méthode de mesure thermodynamique (normalisée ISO 5198³⁾, ce système calcule le rendement d'une pompe à partir des valeurs de température et de pression de l'eau, et de la puissance du moteur de chaque pompe.

Des sondes thermiques ultra-sensibles et étalonnées avec précision mesurent la température de l'eau à l'aspiration et au refoulement.

L'élément clé du PEMS est le transmetteur delta-T haute précision (TDTHP), développé et breveté spécialement pour cette application. Le TDTHP mesure, avec une précision de l'ordre du mK, les écarts de température ; sa stabilité sur le long terme est garantie par un traitement de vieillissement en cours de fabrication. De plus, les transducteurs de pression intelligents d'ABB, d'une précision moyenne de 0,075 %, offrent une grande souplesse en termes de plages de mesure.

Mesurer en continu l'écoulement et le rendement des pompes permet à l'opérateur de choisir la ou les pompes les plus efficaces, et donc de réaliser des économies. Le poste énergie représente plus de 95 % du coût de cycle de vie d'une pompe. En analysant les valeurs mesurées, le logiciel PEMS propose un programme de maintenance prédictive et proactive.

Distribution

Les réseaux de distribution d'eau sont constitués de milliers de kilomètres de

Note

³⁾ Norme relative aux pompes centrifuges, hélico-centrifuges et hélice – Code d'essais de fonctionnement hydraulique – Classe de précision

canalisations. L'eau provient de sources naturelles, d'usines de traitement ou de dessalement. Ces réseaux aboutissent aux branchements des abonnés (bâtiments industriels et résidentiels, exploitations agricoles ou habitations privées). Certaines régions disposent d'un double réseau : un réseau d'eau douce ou recyclée pour les exploitations agricoles, et un réseau d'eau potable pour la consommation humaine.

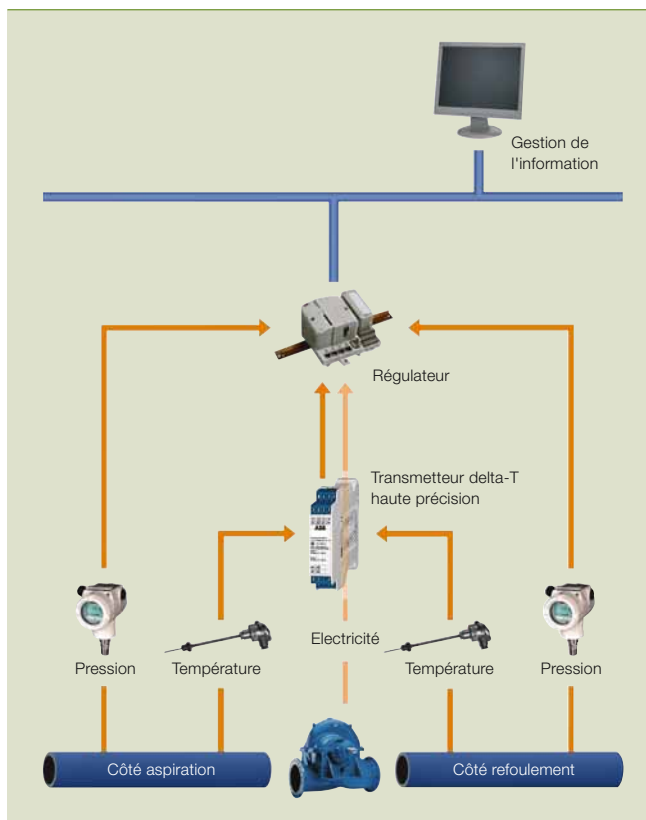
La raréfaction des réserves d'eau douce impose d'élaborer de nouvelles méthodes pour exploiter l'eau disponible sans grever son coût.

Un distributeur doit fournir en continu une qualité donnée d'eau à un coût minimum. ABB propose des équipements électriques et des systèmes de contrôle-commande adéquats et fiables, conçus pour augmenter la disponibilité des stations de pompage et permettre aux distributeurs d'eau (comme la *Water and Sanitary Authority* de La Mecque) d'atteindre leurs objectifs. Les systèmes de supervision et de conduite (SCADA) d'ABB optimisent les performances des réseaux de distribution et d'irrigation, et réduisent les taux de fuite.

Station de pompage de La Mecque

Cette station **5**, achevée en 2004, alimente en eau potable plusieurs réservoirs et réseaux d'approvisionnement de la ville sainte. L'eau circule soit par pompage soit par gravité dans une canalisation DN 1600, raccordée au réservoir d'Arafat, et est distribuée dans quatre tuyaux différents de taille comprise entre DN 800 et DN 1100. Le contrat remporté par ABB prévoyait la fourniture, le montage et le raccordement des équipements électriques (appareillages MT et BT, moteurs MT, transformateurs, générateur de secours, instrumentation, automatis-

4 Le système d'optimisation du rendement des pompes ABB calcule le rendement à partir des valeurs de température et de pression de l'eau, et de la puissance du moteur de chaque pompe.



mes) ainsi que le système SCADA pour l'ensemble du réseau.

Gestion des fuites

L'un des soucis majeurs des sociétés de distribution d'eau dans de nombreux pays en développement est la « consommation non comptabilisée », c'est-à-dire l'écart entre les volumes distribués par le réseau et les volumes effectivement facturés. Un écart très élevé peut avoir trois causes : pertes (fuites), parasitages (branchements illégaux) ou gaspillages (problèmes de mesure)⁴⁾.

Le réseau de distribution d'eau du Grand Bangkok, qui alimente les quelques 13 millions d'habitants de Bangkok, Nontaburi et Samutprakarn,

Note

⁴⁾ Outre les pertes, parasitages et gaspillages, la consommation non comptabilisée comprend celle affectée à l'usage collectif public, comme la lutte anti-incendie. C'est un indicateur clé de la qualité d'un réseau d'adduction et de distribution d'eau.

et injecte annuellement 1628 millions de m³ d'eau dans 24 328 km de canalisations couvrant 1855 km², est l'un des plus étendus au monde. Le distributeur MWA (*Metropolitan Water Authority*) souffrait d'une consommation non comptabilisée supérieure à 40 %. Il a fait appel à ABB pour l'aider à réduire ce chiffre à 30 % maximum. Avec son logiciel de mesure des fuites d'eau, ABB a calculé les pertes en 1000 points de mesure du réseau du Grand Bangkok, permettant à MWA de localiser et de réparer rapidement les fuites.

Projet Neptune

La raréfaction des réserves d'eau douce impose d'élaborer de nouvelles méthodes pour exploiter l'eau disponible sans grever son coût. Au printemps 2007, 11 universités et entreprises **Encadré 2** se sont associées pour travailler sur le projet NEPTUNE⁵⁾ qui vise

à abaisser les coûts de distribution d'eau tout en améliorant la qualité de la fourniture. Les domaines de recherche sont les suivants :

- Gestion de la pression et de l'énergie ;
- Gestion de l'information ;
- Outils d'aide à la décision.

Encadré 2 Entreprises et universités participant au projet NEPTUNE

- Imperial College of Science, Technology and Medicine
- Université de Sheffield
- Université d'Exeter
- The Chancellor, Masters and Scholars of the University of Cambridge
- Université de Lancaster
- Université de Montfort (Leicester)
- Université de Leicester
- Yorkshire Water Services Ltd
- Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)
- United Utilities PLC
- ABB

Encadré 3 Trois axes de recherche prioritaires du projet NEPTUNE

1) Capteurs, données et connaissances

Développer des méthodes et techniques innovantes, pragmatiques et fiables (ex. : capteurs et communication, intelligence artificielle ou simulation mathématique) pour connaître en temps réel les performances des réseaux.

2) Gestion de la pression

Mettre en place une approche innovante ainsi que des outils pratiques pour mieux gérer la pression et améliorer le service clientèle, le rendement et la pérennité des réseaux de distribution d'eau. Sa mise en œuvre est testée conjointement avec celle de la gestion de l'énergie et la réduction des fuites.

3) Aide à la décision avec analyse des risques

Créer un système d'aide à la décision avec analyse des risques pour évaluer les tactiques et stratégies d'intervention, et développer un outil décisionnel permettant un fonctionnement durable des réseaux.

Des groupes de travail différents se focalisent sur trois axes de recherche prioritaires **Encadré 3**.

Les distributeurs d'eau doivent moderniser et optimiser l'exploitation et la maintenance de leurs équipements pour profiter de la croissance du marché, estimée à 9 % par an.

Un marché en pleine expansion

Le marché mondial de l'eau devrait croître à un rythme annuel de 9 %. Comme dans tout secteur d'activité, les sociétés de distribution doivent moderniser et optimiser l'exploitation et la maintenance de leurs équipements. Des systèmes et procédés correctement automatisés permettent de réduire leurs coûts et de simplifier la coopération entre différents distributeurs.

Grâce à son savoir-faire et son solide socle technologique, en particulier

dans les domaines de l'automatisation et de l'énergie électrique, ABB est bien positionné pour saisir les opportunités, source de croissance notable sur ce marché. Mi-2007, le Groupe a donc mis en place une stratégie technologique, marketing et commerciale pour le marché de l'eau.

L'eau est source de vie. Faisons la jaillir avec des infrastructures performantes !

5 La station de pompage de La Mecque alimente en eau potable plusieurs réservoirs et réseaux d'approvisionnement de la ville sainte.



Heinrich-Martin Schreyer

ABB Power Systems
Mannheim (Allemagne)
heinrich-martin.schreyer@de.abb.com

Note

⁵⁾ Titre officiel du projet : *Delivering sustainable water systems by optimizing existing infrastructures via improved knowledge, understanding and technology – Project NEPTUNE*

Bibliographie

[1] **Kranhold, K.**, *Water, Water, Everywhere ... Seeking fresh sources, California turns to the salty pacific*, The Wall Street Journal, 17 janvier 2008



Sur les voies de la performance

L'équipement électrique ABB
agrément les voyages en train
Harald Hepp, Fabiana Cavalcante, Peter Biller

La circulation des biens et des personnes est aujourd'hui indissociable d'une économie moderne. Or sans réseaux de transport fiables et compétitifs, point de société de consommation, ni de liberté dans le choix de son lieu de vie ou de travail. Qui plus est, ces réseaux doivent avoir un impact minimal sur l'environnement. Les systèmes ferroviaires à traction électrique sont les mieux à même de satisfaire à ces exigences : grande capacité, faible consommation énergétique, emprise au sol limitée et pollution quasi nulle, autant d'atouts qui expliquent la construction de nouvelles lignes ferroviaires un peu partout dans le monde. D'une part, elles répondent aux besoins de liaisons à grande vitesse entre des métropoles distantes de plusieurs centaines de kilomètres et offrent une alternative au transport aérien ; d'autre part, elles contribuent à décongestionner les centres urbains asphyxiés par un trafic automobile en hausse.

Pour gagner encore des parts de marché sur la voiture et l'avion, le train doit non seulement être fiable et sûr, mais également rapide et confortable. Cet article expose comment la technologie ABB répond aux attentes de notre société.

Dans le train, le métro ou le tramway, rares sont les voyageurs qui imaginent la contribution des équipements électriques à leur confort. D'emblée, on pense bien évidemment au génie climatique (chauffage, ventilation, climatisation), à l'éclairage et aux prises électriques pour brancher ordinateurs portables, lecteurs de DVD, etc.

Les complices discrets du confort à bord

Au fil des ans, la demande de puissance électrique à bord des trains et des transports urbains n'a cessé de croître et tout nouveau véhicule doit être doté de systèmes de génie climatique, de fermeture automatique des portes, d'information aux voyageurs, de vidéo-surveillance ou de toilettes chimiques en circuit fermé. L'ensemble de ces auxiliaires nécessite une puissance électrique de 400 à 800 W par siège.

Des matériels particuliers comme les voitures-restaurants ou les voitures-lits équipées de douches sont encore plus exigeants.

Convertisseurs auxiliaires BORDLINE® M d'ABB

ABB participe au bien-être des voyageurs, notamment grâce à ses convertisseurs auxiliaires qui adaptent le niveau de tension et de courant aux différents équipements embarqués. Mais si le confort procuré par ces équipements est très apprécié, pas

Déplacer

question d'en subir les inconvénients. Ainsi, ils ne doivent pas être bruyants, ni empiéter sur l'espace réservé aux passagers. Des progrès considérables ont été réalisés pour augmenter leur densité de puissance, réduire leur taille et le niveau sonore de leurs systèmes de refroidissement et composants de puissance. Ainsi, les convertisseurs auxiliaires ABB BORDLINE® M 1 peuvent facilement être installés sous le châssis, sur la toiture, voire dans l'armoire électrique d'autres systèmes embarqués.

Pour maintenir l'alimentation auxiliaire des véhicules ferroviaires, même en cas de perturbations sur la ligne élec-

trique, ABB a conçu des systèmes redondants de gestion du réseau de bord et des batteries. Ainsi, des convertisseurs polyvalents (multi-tension) s'adaptent automatiquement aux différentes tensions pour les trains effectuant des liaisons transfrontalières. Ces convertisseurs sont décrits en détail dans la suite de cet article.

D'autres convertisseurs auxiliaires ABB ajoutent également au confort des voyageurs: ils équipent les trains pendulaires, leur permettant de circuler sur des lignes sinueuses à plus grande vitesse qu'un matériel roulant traditionnel.

Toujours plus vite

Ces convertisseurs contribuent au plaisir du voyage en train en nous laissant utiliser un ordinateur portable, prendre une douche ou un repas chaud, ou encore nous étendre sur une couchette, ce qui est impossible au volant. Pour autant, l'un des atouts maîtres du train reste sa vitesse: si le voyageur grandes lignes veut arriver le plus vite possible à destination, le passager d'un train de banlieue apprécie des accélérations et des freinages rapides mais sans à-coups. Le système de traction joue un rôle clé dans la ré-

duction des temps de parcours et ABB fournit les principaux équipements de puissance des trains électriques ou bi-modes (diesel et électrique): moteurs, électronique de puissance, coupe-circuits haute tension **Encadré 1**, transformateurs et générateurs. Les transformateurs et convertisseurs compacts non seulement permettent aux trains d'aller toujours plus vite, mais renforcent également l'attrait du chemin de fer: plus d'espace et moins de bruit, ponctualité, liaisons directes et sécurité.

Transformateurs de traction ABB

Le transformateur, point de passage obligé de l'énergie électrique entre la caténaire et les moteurs, doit être d'une fiabilité à toute épreuve. Sa défaillance entraîne l'arrêt immédiat du train ou, pour le moins, un ralentissement si la rame est équipée d'un second transformateur indépendant. Il s'agit donc d'un maillon essentiel de la fiabilité et des performances du système de traction.

Accessibilité et espace

Dans un train, l'espace est précieux et les transformateurs de traction doivent se faire «tout petit». C'est notamment le cas pour les rames automotrices électriques à traction distribuée qui

1 Convertisseur auxiliaire compact BORDLINE® M30 à monter sur la toiture d'un véhicule ferroviaire léger. Il permet d'alimenter de nombreux équipements auxiliaires.



2 Panorama des trains équipés de transformateurs de traction ABB



dominant aujourd'hui le marché. ABB a mis au point deux solutions pour gagner de la place : l'une consiste à loger le transformateur sous le châssis (comme sur les trains à grande vitesse tels que l'AGV, dernière génération des TGV français, ou l'ETR 500 italien et le TALGO 350 espagnol) ; l'autre à le monter sur la toiture à l'image des véhicules NINA de Bombardier, des rames X60 d'Alstom ou du FLIRT¹⁾ de Stadler [2]. Dans les deux cas, le transformateur doit être extraplat et permettre de concevoir des véhicules à plancher bas continu, un progrès important pour l'accès des personnes à mobilité réduite mais aussi des voyageurs chargés (bagages volumineux, poussette ou vélo). Ce plancher bas permet ainsi de réduire le temps d'arrêt en gare et donc d'optimiser l'exploitation de la capacité des lignes.

Il faut aussi que le transformateur soit le plus léger possible, la masse par essieu ne devant généralement pas dépasser 22,5 t. Cette contrainte est encore plus forte (17 t) pour certains trains à grande vitesse ou circulant sur voie étroite. Corollaire d'un transformateur allégé : la moindre consommation d'énergie à l'accélération et au freinage. Le montage sous châssis des

transformateurs permet d'abaisser le centre de gravité du véhicule et d'améliorer le confort des passagers, particulièrement dans les trains à grande vitesse.

Partenaire invisible de la sécurité

Comme d'autres équipements embarqués, les transformateurs de traction et les convertisseurs sont soumis à des exigences de sécurité très strictes

Encadré 2, notamment en matière de protection incendie et de dégagement de fumées. Lors de la conception des transformateurs ABB immergés dans l'huile (utilisée comme diélectrique et pour le refroidissement), toutes les situations possibles sont prises en compte afin de minimiser les risques d'incendie. Si un tel incident devait malgré tout se produire, le choix des matériaux minimise les risques pour les voyageurs.

Les passagers peuvent être assis très près des transformateurs montés sous le châssis ou sur la toiture. Outre les aspects sécuritaires évoqués plus haut, la compatibilité électromagnétique (CEM) doit également être prise en compte. Les perturbations émises sont minimisées lors de la conception de la partie active, des connexions et de la cuve des transformateurs de traction.

En matière de protection contre le champ magnétique des transformateurs, ABB a acquis un réel savoir-faire également appliqué aux convertisseurs de traction.

Réduction du bruit

Minimiser les nuisances sonores contribue également au confort. Le ronflement des transformateurs est principalement dû à la déformation mécanique récurrente des tôles du noyau et des enroulements sous l'effet du champ magnétique fluctuant. Les vibrations induites par ces éléments lors du fonctionnement du transformateur sont transmises à la cuve et à sa surface, générant un bruit audible à l'extérieur.

ABB a mis au point plusieurs méthodes pour réduire le bruit de ses transformateurs de traction : insertion d'amortisseurs entre le transformateur et le véhicule, utilisation de tôles magnétiques en acier à grains orientés affichant une faible magnétostriction, différents modes d'empilement des tôles (couches multiples). De même, le système de refroidissement externe des transformateurs peut être source de bruit et doit également faire l'objet d'une attention particulière lors de sa conception.

Encadré 1 Disjoncteur à vide moyenne tension AC Trac

Le disjoncteur à vide moyenne tension (MT) AC Trac est un autre maillon de la chaîne de traction, essentiel pour la sécurité à bord. Ce nouveau disjoncteur MT est installé sur la toiture du véhicule et peut être utilisé à la fois en 25 kV/50 Hz et 15 kV/16,7 Hz. Sa fonction principale est de protéger le transformateur, les convertisseurs et tous les autres composants électriques des surintensités dangereuses, comme les courts-circuits fréquents sur les lignes ferroviaires.



Encadré 2 Convertisseur pour le freinage d'urgence des trains de la Zugspitze

Les chemins de fer de montagne doivent satisfaire à des exigences de sécurité strictes, notamment au freinage. En cas de coupure électrique, les systèmes de freinage mécanique doivent immobiliser le train. Or les freins mécaniques ne sont pas conçus pour fonctionner pendant toute la durée de la descente.

Les convertisseurs compacts ABB qui équipent les trains à crémaillère de la *Bayerische Zugspitzbahn* gèrent ce cas d'urgence avec une fonction spéciale de commande de freinage. En cas de coupure d'alimentation, le



bus continu est d'abord chargé par la batterie du véhicule. Les freins mécaniques sont ensuite desserrés et le convertisseur mis en marche, les moteurs passant en mode générateur pour freiner le véhicule. Une vitesse minimale est indispensable pour ce mode de fonctionnement et pour maintenir la tension du bus continu des convertisseurs. Ainsi, les freins mécaniques doivent à nouveau être serrés pour arrêter le train en gare d'arrivée. Les voyageurs ne sont pas conscients du freinage d'urgence car le train poursuit sa route de façon tout à fait normale.



Déplacer

Outre son leadership technologique, ABB est également un acteur de premier plan du marché des transformateurs de traction. Le Groupe est un fournisseur privilégié de la quasi-totalité des constructeurs de matériels ferroviaires à travers le monde, équipant différents types de matériel roulant, des locomotives classiques aux trains à grande vitesse et rames automotrices électriques. C'est ainsi qu'un transformateur ABB était installé sur la rame du tout nouvel AGV Alstom/SNCF qui a établi le record du monde de vitesse sur rail à 574 km/h en avril 2007 ³.

Convertisseurs compacts BORDLINE®-CC

Sur les réseaux ferroviaires alimentés en courant alternatif, les convertisseurs de traction sont un maillon essentiel entre le transformateur et les moteurs. En plus de leur fournir au moment opportun le niveau de tension requis pour accélérer, rouler à vitesse constante ou freiner, ils permettent au véhicule de réinjecter l'énergie de freinage sur le réseau. Pour les réseaux en courant continu (CC), les métros ou les tramways, d'autres types de convertisseur prélèvent du courant sur la caténaire ou récupèrent celui d'un générateur (propulsion diesel-électrique) pour alimenter et commander les moteurs.

ABB a développé une large gamme de convertisseurs compacts BORDLINE®-CC ⁴ qui intègrent un convertisseur de puissance et un convertisseur auxiliaire dans un même équipement²⁾. Dans un train régional, une armoire de la taille d'un placard contient ainsi le convertisseur de traction, le convertisseur auxiliaire, le chargeur de batterie, le filtre réseau et l'interrupteur général de la motrice. Cette conception très compacte et modulaire libère de l'espace pour les voyageurs et facilite la maintenance.

Pour les automotrices légères, ABB a conçu un convertisseur compact pouvant être monté sur la toiture comme sous le châssis ^{4b}. Polyvalent et parfaitement adapté à différents types de véhicules, il intègre deux onduleurs moteurs indépendants ainsi que tous les autres éléments d'un convertisseur BORDLINE®-CC ^{Encadré 3}.

Un voyage en douceur

Tous les convertisseurs compacts BORDLINE® intègrent la plate-forme de commande AC800PEC³⁾ développée par ABB pour réduire les coûts et pérenniser la technologie. Les simulations en MATLAB/Simulink sont directement converties en programmes de commande. Tout voyageur est à même de juger des qualités du convertis-

seur : accélérations brusques et freinage par à-coups sont les signes évidents d'une commande inefficace des moteurs par le convertisseur.

Des parcours transfrontaliers sans interruption

En Europe, la tension réseau change presque à chaque frontière, voire au sein même d'un pays. Ainsi, les réseaux finlandais, hongrois, grec, portugais et une partie des réseaux

⁴ Exemples de convertisseur compact BORDLINE®-CC pour trains régionaux ^a et automotrices légères ^b



^{Encadré 3} Caractéristiques techniques du convertisseur compact d'ABB pour automotrices légères ^{4a}

Tension d'entrée:	420 – 900 V CC
2 onduleurs moteurs indépendants de puissance utile unitaire suivante :	
traction :	166 kW
freinage :	345 kW
freinage d'urgence :	535 kW
Puissances auxiliaires	
avec isolation galvanique :	3x 230/400 V 50 Hz, 35 kVA
	3x 0 à 230/400 V, 0 à 50 Hz, 5 kVA
	24/36/72/110 V CC, 8 kW
Encombrement, masse	1600 x 1800 x 430 mm, 550 kg

³ Rame Alstom/SNCF avec transformateur ABB ayant établi le record mondial de vitesse sur rail à 574 km/h le 3 avril 2007.



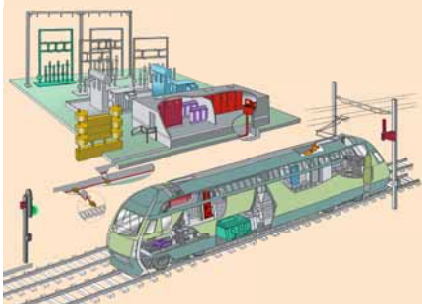
français et britannique sont électrifiés en 25 kV/50 Hz. Si c'est également le cas de nombreux autres pays comme la Chine et l'Inde⁴⁾, il n'en va pas de même en Allemagne, Suisse, Autriche, Suède et Norvège où les grands axes ferroviaires sont alimentés en 15 kV/16,7 Hz. Par ailleurs, le 3 kV

Encadré 4 ABB et la traction électrique ferroviaire

La renommée d'ABB dans le monde ferroviaire ne date pas d'hier. Même si, en 1996, ABB Transportation Systems était intégré à AdTranz (coentreprise créée avec Daimler-Benz puis cédée à Bombardier), la production d'équipements électriques (transformateurs de traction, convertisseurs et moteurs) a été conservée par ABB. Précurseur de l'actuel pôle d'activité Industrie, la branche Clients ferroviaires a été créée en 2005. La mise en œuvre d'une démarche spécifique et coordonnée avec le secteur ferroviaire, ainsi qu'une collaboration étroite entre les différentes branches d'activité d'ABB donnent des résultats éloquentes : en 2007, le carnet de commandes ABB sur ce marché était supérieur à 700 millions de dollars, soit plus du double de celui à la création de la branche d'activité. Fournisseur indépendant d'équipements pour la plupart des exploitants et constructeurs de matériel roulant du monde, ABB bénéficie aujourd'hui d'une position de premier plan sur le marché ferroviaire. Pour le matériel roulant, l'offre ABB inclut des transformateurs de traction, des convertisseurs, des moteurs, des disjoncteurs MT, des semi-conducteurs de puissance, des parafoudres et des composants BT.

Pour les installations fixes, l'offre englobe des sous-stations complètes, des produits HT et MT, des transformateurs, des solutions pour la qualité du courant électrique, des convertisseurs de fréquence et des systèmes de communication pour la signalisation.

Pour en savoir plus, connectez-vous sur www.abb.com/railway.



continu prédomine sur les réseaux polonais, belge, italien et espagnol, de même qu'en Amérique du Sud et en Afrique du Sud. Enfin, les lignes néerlandaises et du sud de la France sont alimentées en 1,5 kV CC.

Par conséquent, sur les grandes lignes européennes et les trajets régionaux transfrontaliers, les transformateurs et convertisseurs doivent être techniquement capables de gérer cette multiplicité des niveaux de tension. En effet, n'est-il pas agréable de rester tranquillement assis (ou couché dans un train de nuit) lorsque le train passe d'un réseau électrique à l'autre ? Qui plus est, le train multicourant fait fondre les temps de parcours.

ABB a développé des solutions polyvalentes et innovantes à la fois pour ses convertisseurs de traction et ses transformateurs⁵⁾, ces derniers étant aptes à gérer différentes tensions et fréquences. Ainsi, le convertisseur polyvalent ABB à redresseur actif convertit la tension continue en tension alternative pour l'enroulement primaire du transformateur polyvalent, ce qui permet d'utiliser un convertisseur compact CA BORDLINE®-CC indifféremment sur les réseaux alternatifs et continus.

Ce convertisseur équipe aujourd'hui les trains régionaux FLIRT de l'opérateur ferroviaire TILO⁶⁾ qui desservent le canton suisse du Tessin (15 kV alternatif) et la région italienne de Lombardie (3 kV continu) ⁵. Auparavant, TILO exploitait deux types de motrice, un pour chaque pays. Les trains devaient obligatoirement s'arrêter à la frontière italo-suisse pour changer de locomotive, une procédu-

⁵ Le train transfrontalier FLIRT du constructeur Stadler exploité par TILO embarque la technologie de traction ABB.



re assez fastidieuse. Désormais, grâce aux nouveaux trains FLIRT équipés des convertisseurs polyvalents BORDLINE® d'ABB, le passage de la frontière se fait naturellement. Un équipement identique a récemment été commandé par l'opérateur *Südtiroler Transportstrukturen* pour des liaisons entre l'Italie et l'Autriche.

Fiabilité, ponctualité et disponibilité

Pour conclure, soulignons que la fiabilité et la disponibilité des équipements électriques à bord des trains est un facteur primordial de confort. ABB jouit d'une longue expérience du transport ferroviaire ^{Encadré 4}. Le Groupe désire non seulement conforter son leadership technologique, mais également concevoir des équipements fiables et robustes, à la maintenance simplifiée et, enfin, accompagner sur la durée ses clients constructeurs et opérateurs ferroviaires.

Harald Hepp

Fabiana Cavalcante

ABB Automation Products

Turgi (Suisse)

harald.hepp@ch.abb.com

fabiana.cavalcante@ch.abb.com

Peter Biller

ABB Sécheron SA

Genève (Suisse)

peter.biller@ch.abb.com

Notes

¹⁾ *Flinker Leichter Innovativer Regionaler Triebzug* : train régional rapide et léger

²⁾ Cf. *Les convertisseurs sur les rails*, Revue ABB 3/2006, p. 52-55

³⁾ Cf. *Flots de conception*, Revue ABB 2/2006, p. 62-65

⁴⁾ La plupart des lignes à grande vitesse du monde utilise le 25 kV CA. Dans de nombreux pays, les trains doivent également pouvoir être alimentés en 1500 ou 3000 V CC.

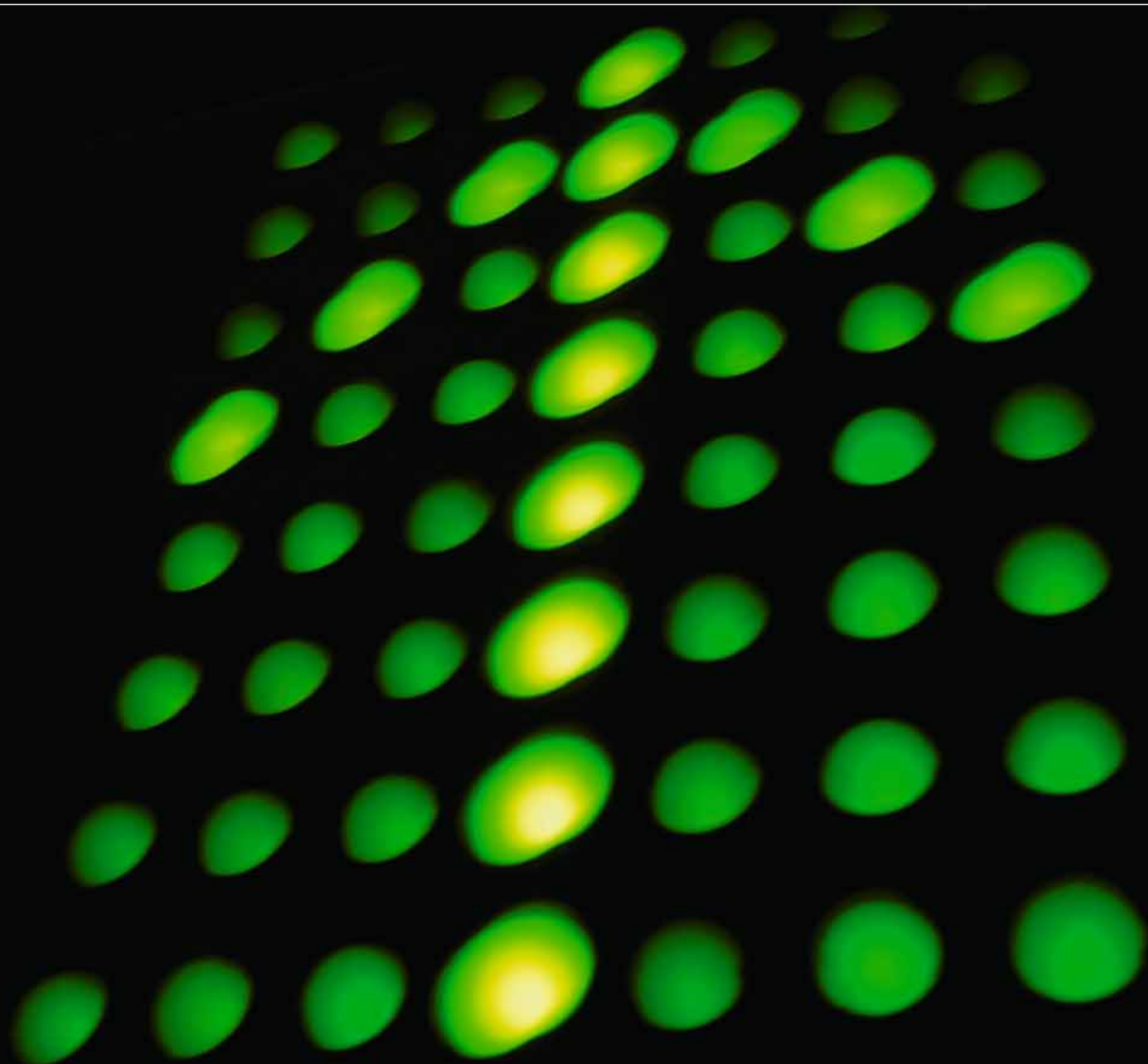
⁵⁾ Cf. *Une plate-forme peut en cacher une autre*, Revue ABB 3/2006, p. 49-51

⁶⁾ *Treni Regionali Ticino Lombardia* : opérateur de trains régionaux entre l'Italie et la Suisse

Force ascensionnelle

Un constructeur d'ascenseurs suédois atteint des sommets avec le nouveau variateur de fréquence haute performance d'ABB

Matti Turtiainen, Mika Alakotila



Le nouveau variateur de fréquence *ABB machinery drive* rencontre un vif succès auprès des utilisateurs et des intégrateurs dans des secteurs d'activité très différents et pour de nombreuses applications. Motala Hissar, constructeur d'ascenseurs suédois qui vend ses produits dans toute l'Europe, en est l'exemple probant.

Confronté à une difficulté technique que d'autres fournisseurs de variateurs ne pouvaient résoudre de manière satisfaisante, Motala Hissar a contacté, à point nommé, ABB qui a résolu le problème en quelques heures. Motala Hissar dispose désormais d'un produit plus performant, plus simple et plus compétitif.

Après un très bon accueil lors de son lancement fin 2006 au salon SPS/IPC/Drives de Nuremberg en Allemagne, grand-messe de la profession, le variateur de fréquence haute performance *ABB machinery drive* s'est rapidement imposé dans une large palette d'applications **1**.

Fruit d'un programme de R&D de 3 ans, ce nouveau venu étoffe une offre déjà très innovante de variateurs de fréquence ABB dans les petites puissances, tout en proposant aux constructeurs de machines, aux intégrateurs de systèmes et aux clients un produit d'une adaptabilité sans égale à leurs besoins.

Intégrant la technologie DTC d'ABB, le variateur *ABB machinery drive* peut piloter tous les moteurs en boucle ouverte ou fermée.

Le variateur *ABB machinery drive* peut fonctionner en régulation de vitesse, de couple et de position (*Motion Control*). Ses performances exceptionnelles dans un large éventail d'applications de haute technicité sont déjà un levier d'efficacité pour des clients de divers secteurs d'activité : agro-alimentaire, manutention/levage, textile, imprimerie, plasturgie/caoutchouc et travail du bois.

Intégrant la technologie DTC de contrôle direct de couple, exclusivité ABB, le variateur *ABB machinery drive* peut piloter indifféremment les moteurs asynchrones, les moteurs synchrones, les servomoteurs et les moteurs à fort couple (de 0,75 à 110 kW, 1 à 150 hp) en boucle ouverte ou fermée. Conçu pour répondre aux besoins de performance et de polyvalence de l'industrie manufacturière, de la construction mécanique en grandes séries, de même qu'aux exigences applicatives de clients spécifiques, il se distingue par :

- sa modularité,
- son unité mémoire séparée,
- sa programmation sans limites.

Modularité

ABB a délibérément adopté une approche modulaire, séparant les fonctions matérielles des fonctions logicielles avec trois unités : puissance, commande et mémoire.

Unité mémoire séparée

L'unité mémoire préprogrammée contient, dans un module simple à installer et à remplacer, toutes les fonctions logicielles ainsi que les paramétrages et configurations.

Programmation sans limites

Même si des programmes de solution prêts à l'emploi sont proposés pour commander la plupart des machines, le haut degré d'ouverture du variateur permet à chaque utilisateur de personnaliser son application et d'intégrer ses propres fonctions.

Ensemble, ces trois atouts confèrent des avantages considérables aux constructeurs : ils facilitent les études techniques et le développement, accélèrent le montage final, le remplacement des pièces, la distribution et la logistique, et protègent la propriété intellectuelle **Encadré 1**.

ABB a délibérément adopté une approche modulaire, séparant les fonctions matérielles des fonctions logicielles avec trois unités : puissance, commande et mémoire.

Les modules matériels (unités de puissance et de commande) peuvent être livrés au client selon l'échéancier habituel. Quant à l'unité mémoire, elle sera fournie au moment de la mise en service de la machine sans avoir à déplacer un ingénieur car un technicien du client pourra l'insérer sans difficulté dans le variateur. Le nombre de composants et de variantes a été réduit au strict minimum et les droits de propriété intellectuelle des constructeurs de machines (OEM) qui développent leurs propres fonctions sont protégés par cryptage. Une unité mémoire ou un module matériel défectueux est très simple à démonter et à remplacer.

1 Variateurs de fréquence haute performance *ABB machinery drive*



Encadré 1 Variateur *ABB machinery drive*

- Compacité et modularité
 - 3 modules séparés : puissance, commande et mémoire
- Régulation de vitesse, de couple et de position
- Unité mémoire débrochable et prête à l'emploi
- Programmation sans limites
- Programmes « métier » pour la plupart des applications
- Pilotage de tous les types de moteur de 0,75 à 110 kW/1 à 150 hp
 - Commande en boucle ouverte ou fermée
- Nombreuses options à embrocher : modules d'extension d'E/S, interfaces de retours capteur, interfaces de communication

Déplacer

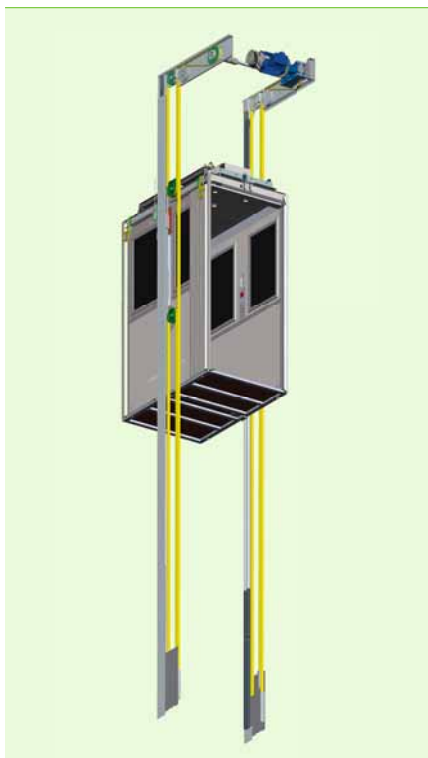
Dépasser les attentes

Les ascenseurs comptent parmi les machines qui ont beaucoup à gagner du variateur *ABB machinery drive*. En choisissant ce variateur, Motala

2 L'exceptionnelle compacité du Motala 6000 permet de l'installer dans une cage d'escalier existante.



3 Le Motala 6000 avec son système d'entraînement à courroie (jaune) et son moteur en partie haute



Hissar a obtenu des résultats au-delà de ses espérances.

Filiale de Kone Corporation, un des leaders du marché mondial des ascenseurs et escaliers mécaniques, Motala Hissar fabrique deux types de produits spéciaux : la plate-forme élévatrice Motala 2000 pour les personnes à mobilité réduite et l'ascenseur compact Motala 3000 pour les immeubles construits à l'origine sans ascenseur. L'entreprise vend près de 1000 ascenseurs par an dans toute l'Europe. Elle compte 60 employés pour un chiffre d'affaires de quelque 22 millions de dollars (140 millions de couronnes suédoises).

«Le variateur ABB nous a aidé à simplifier notre produit. Le Motala 6000 est plus facile à assembler, entretenir et contrôler, réduisant nos coûts d'exploitation et ceux de nos clients.»

Ari Nieminen, responsable de l'usine Motala Hissar

Motala Hissar se différencie de la concurrence par son slogan «Un maximum d'espace dans un minimum d'encombrement». En effet, ses produits affichent le meilleur rapport espace intérieur/dimensions extérieures du marché. Son secret? La technologie ultracompacte à chaîne guidée que l'entreprise a développée et brevetée dans les années 90 2.

Dans le cadre de son programme de R&D, Motala Hissar a récemment modifié sa technologie pour un nouvel ascenseur, le Motala 6000. La chaîne guidée a ainsi été remplacée par un système inédit d'entraînement à courroie qui donne un ascenseur deux fois plus rapide, moins bruyant et plus confortable que ceux de son concurrent direct 3. Ce nouvel ascenseur a suscité un tel engouement auprès des clients que plus de 30 appareils ont été vendus avant même le lancement officiel. Le variateur de fréquence *ABB machinery drive* contribue pour

beaucoup à la réussite du nouveau produit et à ses prouesses technologiques. Ari Nieminen, directeur de l'usine Motala Hissar du centre de la Suède nous explique pourquoi.

«Nous approchions de la date de lancement prévue en étant incapable de résoudre un problème technique: l'absence de contrepoids pour gagner de la place induit une secousse avant le démarrage de l'ascenseur. Nous avons contacté plusieurs fournisseurs de variateurs pour trouver une solution permettant d'éviter cette secousse sans utiliser de codeur; or aucun n'était capable de nous donner une réponse satisfaisante. ABB est arrivé avec son nouveau variateur de fréquence et une équipe d'experts pour s'atteler au problème. Quelques heures plus tard, nous avons non seulement la solution, mais également un produit plus performant, plus simple et plus économique.»

Au cœur du variateur *ABB machinery drive*, on retrouve les performances exceptionnelles en régulation de couple et de vitesse de la technologie DTC d'ABB. Conjuguée à la programmation sans limites des fonctions du variateur, elle offre un potentiel et une puissance qui laissent la concurrence loin derrière.

La technologie DTC autorise une commande en boucle ouverte précise à vitesse nulle ou réduite (pour un démarrage sans à-coups de l'ascenseur), sans retour capteur alors que les autres techniques de commande imposent le recours à un codeur pour obtenir un tel confort au démarrage.

Autre avantage, le variateur est programmé pour calculer le poids total des passagers afin d'appliquer très précisément le couple requis à la montée de la cabine, sans aucune secousse au démarrage. Plus il y a de monde dans la cabine, plus le couple doit être élevé. Il s'agit là d'une innovation capitale pour les constructeurs d'ascenseurs qui peuvent personnaliser les fonctions du variateur et éviter un coûteux capteur de charge.

Enfin, Motala Hissar a tiré parti de cette fonction de calcul de poids pour

satisfaire à une réglementation draconienne en matière de sécurité et prendre une longueur d'avance sur la concurrence avec son Motala 6000. Dans la plupart des pays, la réglementation impose au minimum un contrôle technique annuel par un organisme indépendant; en Espagne, un des principaux marchés du client, ce contrôle est même mensuel! Parmi les points à vérifier, il faut tester la sécurité de l'ascenseur à charge maximale en le lestant de lourds poids, procédure coûteuse et fastidieuse.

Motala Hissar peut programmer le variateur ABB pour qu'il simule le test, sans utiliser de capteur de charge, dans des conditions qui satisfont à la réglementation. Pour les clients de Motala Hissar, les économies de temps et d'argent sont substantielles.

«Le variateur ABB nous a aidé à simplifier notre produit, ajoute M. Nieminen. Le Motala 6000 est plus facile à assembler, entretenir et contrôler, réduisant nos coûts d'exploitation et ceux de nos clients. Qui plus est, il est deux fois plus rapide que le modèle précédent: de réels arguments de vente auprès de nos clients.»

«Nous avons mesuré les niveaux sonores de variateurs de différentes marques et le variateur ABB est le plus silencieux.»

Ari Nieminen, responsable de l'usine Motala Hissar

Il est également moins bruyant que son prédécesseur du fait de l'entraînement à courroie et du variateur de fréquence haute performance. *«Nous avons mesuré les niveaux sonores de variateurs de différentes marques et le variateur ABB est le plus silencieux, précise M. Nieminen. Plus important encore, nos clients sont ravis du nou-*



vel ascenseur tout comme les utilisateurs, ce que confirment nos études. Il est rapide, silencieux et d'un confort absolu, sans vibrations ni secousses au démarrage et à l'arrêt.» **Encadré 2**

Pour réduire encore plus le niveau de bruit, Motal Hissar teste actuellement les moteurs-freins d'ABB et envisage d'utiliser ses disjoncteurs et contacteurs. ABB propose un choix complet

Encadré 2 Les avantages pour Motal Hissar

- Couple maxi à vitesse nulle pour:
 - des démarrages sans à-coups
 - un confort maximum
- Fonction inédite de calcul de charge
- Solution en boucle ouverte (sans codeur)
- Evolutivité fonctionnelle
- Aucun surcoût pour:
 - capteur de vitesse ou de position
 - capteur de charge
- Avantages pour les clients:
 - Ascenseur deux fois plus rapide
 - Essais en charge plus simples
 - Moins de composants et d'usure mécanique
 - Maintenance allégée

de produits et systèmes d'énergie et d'automation aux constructeurs d'ascenseurs et d'escaliers mécaniques à travers le monde. Le variateur de fréquence haute performance *ABB machinery drive* vient renforcer cette offre en permettant aux constructeurs de personnaliser leur interface (avec ou sans l'aide d'ABB) et de piloter n'importe quel type de moteur avec ou sans capteur, ou encore de raccorder l'ascenseur à un bus de terrain. Un variateur défaillant peut aisément être remplacé par l'agent de maintenance de l'immeuble s'il dispose de connaissances de base en électricité car le programme applicatif est enregistré dans l'unité mémoire.

ABB accompagne ses produits d'une offre dédiée de services et d'un réseau mondial de partenaires *ABB Drives Alliance*. Des contrats d'assistance spécifiques sont proposés aux clients OEM dans toutes les régions du monde.

Matti Turtiainen

ABB Oy, Drives
Helsinki (Finlande)
matti.turtiainen@fi.abb.com

Mika Alakotila

ABB AB, Automation Products
Mölnådal (Suède)
mika.alakotila@se.abb.com

Suivre le mouvement

Les appareils de levage et de manutention retrouvent une nouvelle jeunesse

Mikael Holmberg



Si 20 ans est le bel âge pour un appareil de levage, les progrès réalisés ces deux dernières décennies en matières de précision de positionnement, de simplicité de maintenance et de fiabilité ont permis de formidables gains de productivité. Pour autant, la productivité d'un tel équipement arrive loin derrière les exigences de santé et de sécurité des prescripteurs.

A travers le monde, de nombreux appareils de levage sont aujourd'hui techniquement dépassés avec un risque pour la sécurité des systèmes d'entraînement et du personnel d'exploitation. Le «zéro accident» étant en ligne de mire, un système de commande moderne de ces appareils doit intégrer toutes les fonctions de sécurité qui concourent à atteindre cet objectif.

ABB peut aider les industriels dans leur tâche. Le Groupe jouit d'une indiscutable expérience dans la conception et le développement de produits de qualité pour les applications de levage. Avec son variateur de fréquence *ABB industrial drive* et son nouveau programme de commande Levage, ABB contribue à rendre les appareils de levage et de manutention plus sûrs, plus performants et plus réactifs.

Si il est difficile de contenter tout le monde, c'était pourtant le but recherché par les ingénieurs ABB lorsqu'ils concevaient la nouvelle version du programme de commande Levage pour sa gamme de variateurs de fréquence *ABB industrial drive* **1**. En effet, un système de levage doit satisfaire aux exigences très différentes de cinq prescripteurs : direction générale, bureau d'études, service maintenance, opérateur et, enfin, personnel d'atelier. Si tous veulent un maximum de confort, chacun en a une définition différente et est peu ou pas disposé au compromis.

Un des points forts du variateur *ABB industrial drive* est sa plate-forme DTC (*Direct Torque Control*) de commande des moteurs et ses fonctions intrinsèques de sécurité et de protection.

Direction générale

Le parc mondial d'appareils de levage et de manutention est vieillissant alors même que la sécurité et la santé des employés ainsi que le respect des obligations légales arrivent en tête des priorités de la plupart des entreprises. Dans ce contexte, un système de commande de levage doit contribuer à la sécurité fonctionnelle de ces appareils pour ne pas mettre en danger la vie de l'opérateur et du personnel d'atelier. Il doit donc supprimer tout mouvement incontrôlé, en charge ou à vide, en étant capable de réguler la vitesse et le couple au vu des limites définies. Toutefois, moderniser un appareil de levage de fort tonnage représente un investissement de plusieurs dizaines de milliers de dollars et calculer le retour sur investissement exclusivement en termes de gains de productivité peut être difficile, voire impossible.

Il importe donc de choisir un fournisseur qui possède l'expérience et le savoir-faire indispensables pour atteindre les objectifs fixés. C'est le cas d'ABB qui conçoit et développe des produits et solutions pour les applica-

tions de levage en utilisant la technologie la plus pointue, notamment des entraînements à vitesse variable et des solutions logicielles.

Bureau d'études

Pris dans un étau entre les attentes de l'opérateur et celles de la direction générale, le bureau d'études est sans nul doute confronté à des exigences contradictoires. Il lui incombe non seulement d'assurer la sécurité et la santé du personnel d'exploitation, mais également de maximiser la productivité. Avec une solution associant un variateur *ABB industrial drive* et le nouveau programme de commande Levage, il peut aisément concilier ces exigences.

Un nouveau départ

La modernisation d'un appareil de levage d'ancienne génération débute par un coup d'œil sur son moteur. En effet, les moteurs à bagues à courant alternatif de forte puissance se sont longtemps imposés en manutention industrielle, allant jusqu'à 4000 A. S'ils sont efficaces en ambiances sévères, ils sont plus difficiles à commander en vitesse et en couple¹⁾ que le moteur asynchrone standard moderne **2**. Piloté par un variateur de fréquence basse

tension (BT), le moteur asynchrone déplace la charge de façon précise et stable, sans mouvements incontrôlés. Le variateur *ABB industrial drive* garantit un excellent temps de réponse en régulation de couple, essentiel à la maîtrise de la charge **3**.

Le programme de commande Levage d'ABB, solution logicielle applicative pour les variateurs *ABB industrial drive*, est qualifié par certains clients de « cerveau du système ».

Commande DTC

Un des points forts du variateur *ABB industrial drive* est sa plate-forme DTC (*Direct Torque Control*) de commande des moteurs et ses fonctions intrinsèques de sécurité et de protection. La commande DTC assure une régulation de vitesse et de couple

Note

¹⁾ Si le couple d'une charge suspendue n'est pas contrôlé, elle se balance et devient dangereuse.

1 ABB jouit d'une longue expérience dans la conception et le développement de produits et solutions pour les applications de levage.



Déplacer

2 Les ingénieurs électriciens apprécient les possibilités de régulation de vitesse et de couple des moteurs asynchrones standard dans les applications de levage.



haute précision avec ou sans codeur monté sur l'arbre moteur. Elle a l'avantage majeur de produire 100 % de couple à vitesse nulle sans retour codeur et de le contrôler avec une précision extrême (1 %) entre la vitesse nulle et la vitesse de base²⁾.

DTC est la solution idéale pour les systèmes de levage car elle est conçue précisément pour les applications à couple constant. Exemple type d'application : une charge suspendue avec un couple qui reste constant entre la vitesse nulle et la vitesse maxi, et vice versa. Lors de la descente de la charge, le variateur doit dissiper l'énergie de freinage. Dans ce cas, un variateur 4 quadrants (4Q) est utile pour renvoyer sur le réseau l'énergie récupérée lors de la descente d'une charge de 300 tonnes.

Programme de commande Levage

Pour des appareils de levage encore plus sûrs et performants, ABB a récemment lancé son programme de commande Levage, solution logicielle applicative pour les variateurs *ABB industrial drive*, qualifiée par certains clients de « cerveau du système ».

Ne nécessitant pas d'automate (API) externe, sa richesse fonctionnelle et sa grande souplesse d'utilisation en font une solution économique pour commander tous les mouvements (verticaux, de direction et de translation) des ponts-roulants industriels, portiques et grues portuaires, et grues de chantier. En temps normal, le système de contrôle-commande utilise un API

pour vérifier l'état du frein et la vitesse du moteur. Intégrant une fonction automate, le variateur *ABB industrial drive* supprime tout retard ou risque, ou encore toute erreur de communication.

Un module Ethernet intelligent offre un accès direct via Internet au programme de commande Levage du variateur à des fins de télésurveillance et de télédiagnostic.

Pour les ingénieurs électriciens, le programme de Levage d'ABB est extrêmement simple à mettre en route, n'ajoutant aucun coût au projet. Il autorise, par ailleurs, la synchronisation multi-entraînement sur liaison optique interne sans contrôleurs externes.

Service de maintenance

Dans certains secteurs industriels, une machine en panne peut coûter jusqu'à 1000 euros par minute ! Les coûts de maintenance et la fiabilité des équipements deviennent alors déterminants. Un module Ethernet intelligent offre un accès direct via Internet au programme de commande Levage du variateur à des fins de télésurveillance et de télédiagnostic. Pour autant, le plus gros avantage d'un entraînement à vitesse variable est la réduction des besoins de maintenance du fait de la moindre usure des organes mécani-

3 Le variateur *ABB industrial drive* offre de bonnes performances en régulation de couple, indispensables aux applications de levage en environnements difficiles comme les aciéries.



ques. Avec sa fonction de démarrage progressif³⁾, le variateur d'un appareil de levage ménage considérablement la mécanique.

ABB a également beaucoup investi en efforts de R&D pour simplifier autant que possible l'interface homme-machine (IHM). Pour le personnel de maintenance, la micro-console du variateur affiche, en langage clair, des messages d'alarme et de défaut permettant d'identifier immédiatement les problèmes et de réagir rapidement 4.

Cabine de l'opérateur

Pour l'opérateur d'un appareil de levage, qui peut passer de longues heures assis dans la cabine, le confort est primordial : ergonomie du siège, efficacité du système de chauffage/climatisation, bonne visibilité. Sécurité, ergonomie et confort sont donc les clés de sa productivité. Pour ce faire, la solution ABB comprend les fonctions et éléments suivants :

- Combinateur,
- Freinage,
- Mémoire de couple,
- Protection anticollision.

Notes

²⁾ Toutefois, pour renforcer la sécurité des appareils de levage, un codeur peut être monté sur l'arbre moteur afin de mesurer la position réelle de l'appareil plutôt que de se fier totalement au modèle du moteur.

³⁾ Les démarreurs progressifs garantissent des démarrages et des arrêts parfaitement contrôlés évitant les à-coups des moteurs, les forts couples et courants de démarrage ainsi que les pointes de courant et de couple.

Combinateur

Le combinateur est la principale interface entre le système de commande de l'appareil de levage et l'opérateur. Tout comme le manche à balai du pilote d'avion, il doit être réactif, précis et simple à utiliser. ABB propose différents modes de commande avec le combinateur : cran, motopotentio- mètre, radiocommande et commande autonome.

Dès la mise sous tension, l'opérateur attend une réaction instantanée et rapide du système. En d'autres termes, lorsque le combinateur reçoit une référence de vitesse, il doit immédiatement déplacer le crochet de levage⁴⁾. ABB estime que le délai de réaction maximum toléré par un opérateur est de 300 ms.

Le variateur de fréquence *ABB industrial drive* et son programme de commande Levage contribuent à rendre les appareils de levage et de manutention plus sûrs et plus performants.

Freinage

L'opérateur doit également avoir une confiance aveugle dans le système. Lorsqu'il commence à lever la charge, par exemple, la fonction de freinage est une nécessité absolue, pas une option. Un frein mécanique est utilisé pour maintenir fermement la charge. Lorsque le variateur démarre le moteur, l'ordre d'ouverture du frein doit arriver à point nommé. Si le frein est desserré trop tôt, la charge chute de manière incontrôlée. Il est donc impératif d'appliquer 100% de couple à vitesse nulle, mission dévolue à la commande DTC. Pour un maximum de sécurité, ABB a ajouté la fonction de mémorisation du couple.

Mémorisation du couple

Cette fonction fait partie d'un système qui vérifie que le crochet ne peut chu-

ter pendant la séquence de démarrage. Plus précisément, la logique intégrée de commande de frein utilise la fonction de mémorisation de couple et de prémagnétisation pour commander le frein avec un maximum de sécurité et de fiabilité. Le frein mécanique est fermé au moyen d'un ressort et est ouvert électriquement une fois que le système d'entraînement a démarré et que le couple est appliqué à l'arbre moteur. Le logiciel propose plusieurs modes de régulation du couple au démarrage ainsi qu'une fonction de surveillance du frein au démarrage, à l'arrêt et en marche. Sachant que le début du mouvement de levage doit se faire à faible vitesse, le variateur ABB produit 100% de couple à l'arbre moteur. Pour encore plus de précision, le frein est ouvert et le moteur accélère sur la rampe.

Le programme Levage d'ABB inclut également une fonction de maintien du flux. Lorsque l'appareil de levage s'arrête, le moteur reste magnétisé (fonction paramétrable). En maintenant ainsi le flux (pas de freinage), on raccourcit considérablement le temps nécessaire au redémarrage car le moteur ne doit pas être prémagnétisé.

Autre fonction de sécurité : le contrôle d'état (ouvert/fermé) d'un frein mécanique. Ainsi, en cas de perte de tension (coupure ou perturbation réseau,

fusion d'un fusible), le frein doit être fermé.

Le variateur *ABB industrial drive* comprend également des fonctions de pré-alarme et d'alarme. Si, par exemple, l'ouverture ou la fermeture mécanique du frein pose un problème, un petit fin de course signale la position du frein à l'opérateur qui dispose de suffisamment de temps pour réagir en descendant sans risque la charge jusqu'au sol. De même, l'arrêt de l'appareil de levage peut également être une manœuvre délicate. Si le frein est fermé trop tôt, la charge saute. Donc, avant de le serrer, il est important de réduire la vitesse progressivement et sans à-coups tout en maintenant 100% de couple. Une fois le frein serré, le flux dans le moteur peut être supprimé.

La fonction de mémorisation de couple sert à commander le frein mécanique avec un maximum de sécurité et de fiabilité.

Dans tous les cas, le système de levage exécute automatiquement des contrôles fonctionnels avant chaque commande. L'état de toutes les fonctions électriques est vérifié ainsi que celui

- 4 L'interface utilisateur simple de la micro-console des variateurs permet au personnel de maintenance d'intervenir très rapidement en cas de problème ou de modification des performances de l'outil de production.



Note

⁴⁾ Avec alimentation 24 VCC externe des cartes électroniques

Déplacer

du frein mécanique pour s'assurer de l'absence de glissement.

Protection anticollision

Les appareils de levage sont également équipés d'une protection anticollision en fin de course. Cette dernière est commandée par laser et lorsque le mouvement se rapproche des positions d'arrivée, la vitesse diminue éventuellement jusqu'à l'arrêt complet. Les interrupteurs de fin de course haut et bas arrêtent le variateur sur ses positions. La fonction de sécurité « Ralentissement » limite la vitesse à une valeur préétablie dans des zones critiques. La fonction « Arrêt rapide » est utilisée en cas d'urgence.

Enfin, une fonction « Contrôle de vitesse » maintient la vitesse du moteur de l'appareil de levage dans les limites

de sécurité et une fonction « Défaut vitesse » compare en continu la consigne de vitesse à la vitesse réelle de l'arbre moteur pour détecter tout écart. Une de ces deux fonctions arrête immédiatement le moteur en cas de détection d'un défaut de fonctionnement.

Satisfaction de l'opérateur

L'installation d'un nouveau système de commande donne parfois lieu à un jeu psychologique entre le concepteur de l'appareil de levage et l'opérateur. Souvent, ce dernier a adapté sa manière de faire pour compenser le manque d'efficacité d'un système de levage peu précis et lent. L'arrivée d'un nouveau système très réactif (même avec des boutons-poussoirs et des combineteurs qui lui sont familiers !) provoque souvent un certain mécontentement de l'opérateur.

Deux approches sont alors possibles : soit former l'opérateur sur un appareil de levage équipé d'un variateur ABB, soit modifier intégralement la cabine. Cette deuxième approche est peut-être plus convaincante car un nouveau système modifie complètement les sensations de l'opérateur qui a l'impression d'être aux commandes d'une machine différente, voire « neuve ». Selon toute vraisemblance, un nouveau poste de pilotage accélère le processus d'adaptation d'un opérateur. Aux dires d'un client, *« cette approche peut avoir plus d'impact que l'installation des variateurs. En effet, l'opérateur perdant tous ses repères et devant s'adapter à un nouveau système de commande, il peut être avantageux de modifier la configuration et le mode de fonctionnement de la cabine. Faute de quoi, il prétend que ça ne marche pas alors, qu'en réalité, le système est beaucoup mieux. »*

5 Les avantages de l'association variateur-moteur-logiciel ABB sont évidents autant pour les opérateurs d'appareils de levage que pour le personnel d'atelier.



Personnel d'atelier

Dans les ateliers, le personnel travaille à proximité et sous d'énormes engins, pesant parfois plusieurs centaines de tonnes, qui soulèvent et déplacent des charges. Il veut avoir la garantie qu'il n'y a aucun risque de chute ou de balancement violent. Les variateurs de fréquence pilotant avec précision les moteurs, les charges alignent correctement les réas dans les moufles 5.

Pour chaque projet de modernisation d'un appareil de levage, ABB s'engage à fournir un système plus performant que celui qu'il remplace. Même si des mesures sont effectuées avant et après, il est souvent inutile de les comparer car les améliorations parlent d'elles-mêmes.

La preuve qu'il est possible de contenter tout le monde !

Mikael Holmberg

ABB Drives
Helsinki (Finlande)
mikael.holmberg@fi.abb.com

La couleur du ciel

Les prévisions météo au service de l'homme

Louis Moreau, Marc-André Soucy

Pour savoir quel temps il fera, vous allumez la télé ou la radio, ouvrez le journal, vous connectez sur Internet ou branchez la console de jeu. Aujourd'hui, les prévisions météorologiques rythment l'activité humaine. Nous les consultons pour préparer un pique-nique ou une sortie, décider comment s'habiller, ou juste alimenter la conversation. De même, les agriculteurs organisent leur travail en fonction des bulletins météo et les marins-pêcheurs se servent de cartes météorologiques pour éviter les coups de vent qui mettraient en danger la vie de l'équipage. Les compagnies aériennes y ont aussi recours pour savoir s'il faut dégivrer les avions, établir un plan de vol pour économiser le carburant ou éviter les zones de fortes turbulences. Les distributeurs d'électricité s'y réfèrent pour anticiper la demande liée au chauffage ou à la climatisation. Connaître avec précision le trajet d'un ouragan peut sauver des vies. Pour ces raisons et mille autres encore, nous voulons savoir plusieurs heures et jours à l'avance ce que le temps nous réserve.



Crédit photo : NPOESS IPO

Anticiper

Pour diffuser des bulletins météo répondant au besoin de chaque usager, les services météorologiques doivent connaître l'état de l'atmosphère et disposer de mesures temps réel collectées sur de grandes zones du globe : température, pression, hygrométrie, vitesse et direction du vent, visibilité et couverture nuageuse. Plusieurs paramètres nécessitent non seulement des données relevées à la surface de la planète, mais également des observations et mesures effectuées à différentes altitudes.

Les données météorologiques sont soit analysées par des observateurs expérimentés sur des stations fixes, soit issues de stations automatiques au sol ou en mer. Environ 800 stations dans le monde utilisent également des ballons équipés de radiosondes (ou « ballons-sondes ») pour recueillir des données météorologiques dans les 30 premiers kilomètres de l'atmosphère. Chaque station lance en moyenne 2 ballons-sondes par jour. Les avions de ligne et certains navires collectent aussi des informations météorologiques.

Les satellites météorologiques procurent également pléthore d'informations. Les images prises depuis l'espace sont très utiles pour observer la couverture nuageuse et suivre le mouvement des masses d'air à l'échelle du

globe. L'instrumentation embarquée aide à calculer la température de surface, l'humidité, l'altitude des nuages et la concentration de certaines espèces chimiques. Les satellites utilisés en météorologie sont de deux types : géostationnaires ou à défilement. Les premiers, placés en orbite à quelque 36 000 km d'altitude, sont immobiles par rapport à la Terre. Leur instrumentation observe en continu une même zone étendue du globe. Les seconds, sur orbite polaire plus basse (donc beaucoup plus rapide), collectent des données avec une résolution spatiale bien plus fine, mais en discontinu ; généralement, ils observent l'ensemble de la Terre deux fois par jour. Si les informations fournies par les satellites sont normalement moins précises que celles des stations au sol ou en mer, elles offrent une vue quasiment complète.

La plupart des pays échangent gratuitement les données météo collectées. Les services météorologiques les regroupent et les traitent ensuite avec des grilles standard pour déterminer l'état climatique réel de la planète à un moment donné. Ils interpolent les paramètres critiques pour compenser des mesures clairsemées dans certaines zones. On appelle « analyse météorologique » l'estimation la plus précise de la situation à un moment donné. Il ne faut pas confondre analyse et

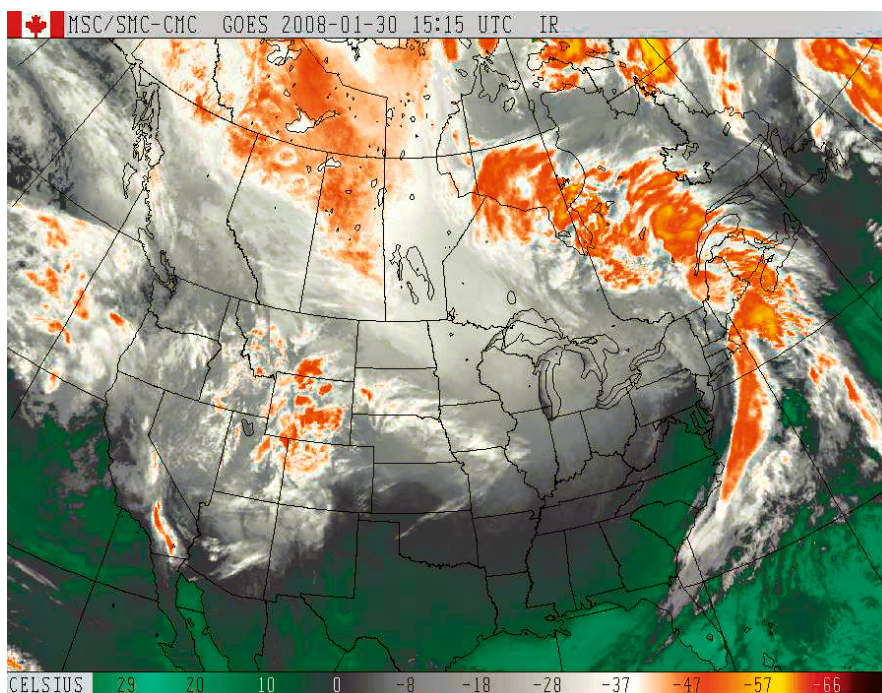
prévision : en effet, une fois l'analyse terminée, la situation climatique a déjà évolué.

Les météorologues utilisent ces analyses pour alimenter des modèles numériques de prévision météorologique, tournant sur des ordinateurs très puissants. Ces modèles extrapolent la situation actuelle pour anticiper les conditions météorologiques des heures ou jours à venir.

Les instruments ABB d'aujourd'hui et de demain aident à mieux comprendre l'atmosphère de la Terre ainsi que les processus chimiques et dynamiques complexes qui se déroulent au-dessus de nos têtes.

Prévoir la météo n'est pas chose aisée ! L'atmosphère est un système thermodynamique complexe, en évolution rapide. La fiabilité de la prévision est conditionnée par la précision des analyses amont, elles-mêmes limitées par la qualité et la quantité des données collectées. La précision moyenne d'une prévision à trois jours est de 60 à 80 % et elle diminue au fur et à mesure que l'horizon prévisionnel s'éloigne. Les modèles anticipent également les conditions climatiques moyennes sur une zone étendue (généralement supérieure à 1500 km²). Bien évidemment, dans la réalité, la météo n'est pas uniforme sur l'ensemble de la zone, ce qui constitue une autre source d'erreur. Il arrive que des météorologues expérimentés « ajustent » les résultats des modèles numériques pour affiner les prévisions au vu des dernières mesures ou de conditions locales non prises en compte par le modèle. C'est pourquoi les prévisions sur une même région peuvent différer selon les sources.

ABB vient de compléter son offre d'instruments de collecte des données météorologiques avec le produit AERI (*Atmospheric Emitted Radiance Interferometer*), interféromètre à infrarouge (FT-IR) utilisé depuis le sol pour

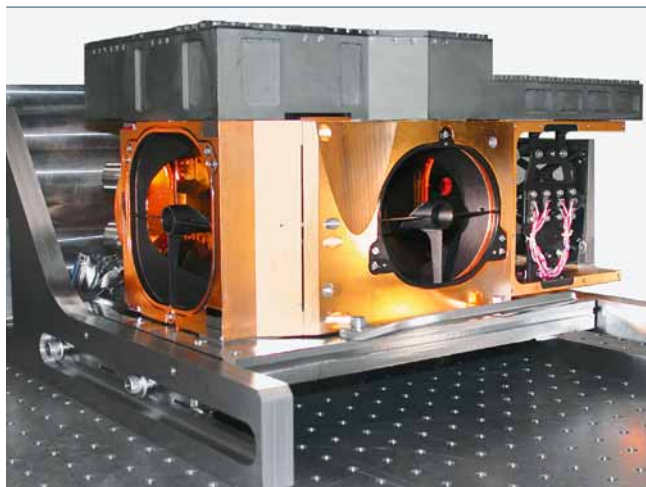


observer l'atmosphère. A partir de mesures du rayonnement infrarouge (IR) en provenance de l'atmosphère, il fournit une estimation des profils verticaux de température et d'humidité dans la basse atmosphère (altitude inférieure à 5 km). L'AERI est entièrement automatisé et envoie par radio les données à une station de collecte toutes les 10 minutes. Développé en collaboration avec l'université du Wisconsin cette dernière décennie, son exploitation commerciale vient de débuter. Plusieurs unités ont été déployées à des fins de recherche. Si l'AERI est incapable de mesurer jusqu'aux altitudes des radiosondes embarquées par les ballons, il fournit toutefois des données en continu 24 h/24 et peut être installé dans des stations automatiques ne lançant pas de ballons-sondes [1].

Satellites

ABB participe également à la conception et la fabrication d'instruments destinés à équiper la prochaine génération de satellites météorologiques. Le premier exemplaire d'une série d'interféromètres, qui seront au cœur de la nouvelle sonde atmosphérique CrIS¹⁾ embarquée sur les futurs satellites météorologiques américains, a été livré en 2005. Les mesures serviront à établir des profils verticaux de température, pression et humidité, et à déterminer la concentration de certaines espèces chimiques dans la troposphère pour la quasi-totalité de la planète **1**. ABB a également fourni l'équipement embarqué d'étalonnage de l'instrument pendant son utilisation quotidienne dans l'espace et établi les équations qui permettront d'étalonner les données transmises par la sonde CrIS. Comparées à celles fournies par les technologies actuelles, les informations de CrIS seront à la fois plus complètes et plus précises. L'instrument améliorera la qualité globale des données spatiales utilisées dans les modèles numériques de prévision [2], qui gagneront en précision lorsque ces nouveaux satellites seront lancés (dans quelques années). ABB mène actuellement des travaux de recherche

1 Les interféromètres CrIS équiperont les nouveaux satellites météorologiques des Etats-Unis.



avec des partenaires européens et américains pour voir comment intégrer son instrumentation dans la prochaine génération de satellites météorologiques géostationnaires.

Lorsque ces instruments seront opérationnels, la qualité et la quantité d'informations disponibles sur la météo seront plus élevées, leur analyse plus représentative des conditions réelles et les prévisions du modèle plus précises.

Certains services météorologiques cherchent à améliorer les prévisions ou étudier des phénomènes spéciaux.

Certains services météorologiques cherchent par ailleurs à améliorer les prévisions ou étudier des phénomènes spéciaux. De même, ils mesurent la qualité de l'air et la pollution, et collectent d'autres valeurs indirectement liées aux prévisions météorologiques, soit à intervalles réguliers soit à la suite d'un événement particulier (incendie dans une usine chimique, par exemple).

Aux Etats-Unis, l'*Environmental Protection Agency* a équipé l'un de ses avions d'un spectromètre ABB qui mesure la concentration des différentes espèces chimiques de l'atmosphère, dans le cadre du programme ASPECT (*Airborne Spectral Photometric Envi-*

ronmental Collection Technology). L'avion est prêt à décoller en urgence pour cartographier la distribution des polluants atmosphériques. Depuis 2001, il est intervenu plus de 60 fois pour évaluer la concentration et la répartition des espèces chimiques potentiellement dangereuses après des accidents comme l'explosion en vol de la navette spatiale Columbia (2003), des feux de friches en Californie, l'incendie d'une usine d'acrylate de méthyle dans le sud du Texas (2005), les conséquences des ouragans Katrina et Rita (2005) [3]. Les données

collectées servent notamment aux études d'impact sur l'environnement et aux plans d'évacuation des populations.

ARIES est un autre instrument ABB exploité par les services météorologiques britanniques (*Met Office*) depuis 1996 et qui a récemment fait l'objet de perfectionnement. Monté sous l'aile d'un avion BAE 146-301, il mesure *in situ* les composants chimiques pour la recherche atmosphérique. Depuis 1996, ARIES a participé à plus de 20 campagnes de mesures destinées à étayer nos connaissances sur l'atmosphère [4].

SCISAT, un satellite de l'Agence spatiale canadienne, est également équipé d'un instrument ABB baptisé ACE **2** qui mesure quotidiennement 2 700 spectres à haute résolution du rayonnement infrarouge dans la haute atmosphère. ACE s'intéresse principalement à la concentration de l'ozone stratosphérique, gaz qui bloque la majorité du rayonnement ultraviolet nocif en provenance du soleil. Depuis le lancement du satellite en 2003, ACE a

Note

¹⁾ (*Cross-Track Infrared Sounder*). La sonde CrIS équipera la prochaine génération de satellites du programme américain NPOESS (*National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System*) en remplacement de la sonde à rayonnement IR haute résolution (*High-resolution infrared Radiation Sounder*). Elle fournira des mesures de température et des profils d'humidité de l'atmosphère plus précis, à une altitude d'environ 850 km. Pour en savoir plus, rendez-vous sur <http://www.ipc.noaa.gov/>.

Anticiper

2 Le satellite SCISAT de l'Agence spatiale canadienne est équipé du spectromètre à transformée de Fourier ACE d'ABB.



fonctionné sans un seul accroc. Les données qu'il fournit contribuent à notre compréhension des processus chimiques responsables de la production et de la destruction de l'ozone dans la haute atmosphère²⁾ [5].

L'atmosphère est un système thermodynamique complexe, en évolution rapide

L'année prochaine, l'agence spatiale japonaise lancera son nouveau satellite GOSAT qui embarquera un instrument contenant un interféromètre ABB. L'instrument étudiera les sources de dioxyde de carbone (CO₂) dans la basse atmosphère [6]. Le CO₂ est un des principaux gaz à effet de serre responsables du réchauffement climatique.

Les instruments ABB d'aujourd'hui et de demain aident à mieux compren-

dre l'atmosphère de la Terre ainsi que les processus chimiques et dynamiques complexes qui se déroulent au-dessus de nos têtes. Ils fournissent également des données de meilleure qualité qui renforcent la précision des prévisions météorologiques... pour que votre pique-nique ne soit plus gâché par la pluie!

Louis Moreau

Marc-André Soucy

ABB Bomem Inc.

Québec (Canada)

louis.m.moreau@ca.abb.com

marc-andre.a.soucy@ca.abb.com

Encadré Spectroscopie à transformée de Fourier

Le spectromètre à transformée de Fourier (FTS) module chaque longueur d'onde d'un faisceau IR incident par interférence optique. Ce faisceau incident **a** est séparé en deux par la lame séparatrice (miroir dont la surface est à 50 % réfléchissante et à 50 % transparente) qui constitue la partie optique **b**. La portion de faisceau réfléchi parcourt deux fois la distance d_1 qui sépare le miroir mobile **c** de la lame séparatrice. De même, la portion qui traverse le miroir parcourt deux fois la distance d_2 entre le miroir fixe **d** et la lame. Ces deux faisceaux se recombinaient pour former un faisceau de sortie **e**. Il se produit alors une interférence destructive ou constructive, fonction de la longueur d'onde de la lumière incidente et des distances d_1 et d_2 . En déplaçant le miroir **c**,

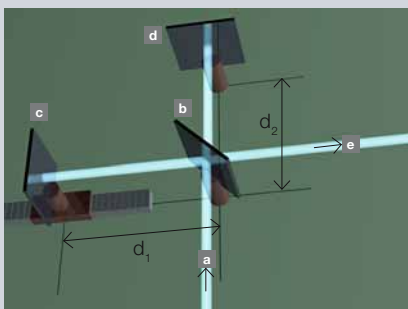
l'intensité du faisceau de sortie de l'interféromètre varie sinusoidalement selon que les ondes subissent une interférence constructive ou destructive, totale ou partielle. L'intensité de la sortie modulée, également appelée « interférogramme », d'une lumière monochromatique de longueur d'onde λ ou de fréquence $\nu \equiv c/\lambda$ entrant dans l'interféromètre, est donnée par l'équation suivante :

$$I(x; \nu) = I_0 \cos(2\pi \nu x)$$

avec $x \equiv 2(d_1 - d_2)$, différence de trajet optique entre les deux bras de l'interféromètre et I_0 , intensité du faisceau incident monochromatique. Si celui-ci est polychromatique, l'interférogramme total est simplement la somme des interférogrammes monochromatiques :

$$I(x) = \int I_0(\nu) \cos(2\pi \nu x) d\nu$$

avec $I_0(\nu)$, spectre de la lumière polychromatique incidente. L'interférogramme constitue simplement la transformée de Fourier du « spectre de la lumière incidente ». Il est donc possible d'observer le spectre du rayonnement pénétrant dans le spectromètre en calculant la transformée de Fourier inverse de l'interférogramme.



Bibliographie

- [1] Feltz, W.F. et al., *Near continuous profiling of temperature, moisture, and atmospheric stability using the Atmospheric Emitted Radiance Interferometer (AERI)*, J. Appl. Meteor., 2002
- [2] NOAA, *NPOESS Instruments – CrIS*, http://www.ipo.noaa.gov/Technology/cris_summary.html (site consulté en janvier 2008)
- [3] Kroutil, R. et al., *Emergency response chemical detection using passive infrared spectroscopy*, SPIE <http://spie.org/x8799.xml> (site consulté en janvier 2008)
- [4] UK Met Office, *Infrared interferometry using ARIES*, <http://www.metoffice.gov.uk/research/obr/radtran/ariesinstr.html> (site consulté en janvier 2008)
- [5] ASC, *SCISAT: de l'aube au crépuscule*, <http://www.space.gc.ca/asc/fr/satellites/scisat/> (site consulté en janvier 2008)
- [6] JAXA, *Greenhouse Gases Observing Satellite (GOSAT)*, http://www.jaxa.jp/projects/sat/gosat/index_e.html (site consulté en janvier 2008)

Note

²⁾ Le satellite canadien SCISAT, dont les données sont utilisées par une équipe scientifique internationale, contribue à améliorer la compréhension de l'appauvrissement de la couche d'ozone, s'intéressant tout particulièrement à son évolution au-dessus du Canada et de l'Arctique. L'instrument ACE embarqué mesure simultanément la température, les gaz à l'état de trace, les nuages minces et les aérosols présents dans la haute atmosphère, à une altitude de 650 km.

Des stades à géométrie variable

Coup d'envoi des variateurs de fréquence et des départs-moteurs ABB dans les stades à toit ouvrant

Ken Graber

Le gigantisme des projets d'infrastructures sportives n'ayant d'égal que leur complexité, les architectes et ingénieurs sont à la recherche d'idées innovantes et audacieuses. A ce titre, les stades à toit ouvrant gagnent en popularité car ils sont utilisables en toutes saisons. Seule une poignée d'entreprises dispose du savoir-faire nécessaire pour concevoir et installer ces immenses structures qui deviennent elles-mêmes des chefs-d'œuvre d'architecture.



Anticiper

L'américain Uni-Systems, basé à Minneapolis dans le Minnesota, est un champion des structures mobiles : toits ouvrants, monticules de baseball amovibles, parois ou tribunes mobiles. L'entreprise affiche un impressionnant palmarès, notamment le Minute Maid Park et le Reliant Stadium de Houston (Texas), le Miller Park de Milwaukee (Wisconsin), le RFK Stadium de Washington D.C. et, plus récemment, le stade des Arizona Cardinals à Glendale (Arizona).

La forme bombée du toit ouvrant du stade Arizona Cardinals posait un réel défi à Uni-Systems qui choisit ABB et son variateur de fréquence ACS800 pour optimiser la commande en couple des moteurs de l'énorme structure mécanique.

Un oasis architectural dans le désert

Il y a plusieurs années, lorsque les dirigeants de l'équipe NFL (*National Football League*) des Arizona Cardinals décidèrent de construire un nouveau stade, le climat désertique était un élément majeur du projet. En effet, plusieurs mois par an, la chaleur peut être éprouvante autant pour les spectateurs que pour les joueurs, sans parler de la pelouse en gazon naturel ! A l'opposé, pendant les mois plus frais, le climat très clément est idéal pour les activités en extérieur.

Le stade, dont la forme rappelle celle d'un cactus globuleux, est l'œuvre du célèbre architecte Peter Eisenman et du cabinet d'architecture HOK Sport, spécialiste des ouvrages sportifs.

Pendant les mois les plus chauds, son toit est fermé **1** et les installations sont climatisées alors que pendant les mois plus frais, il est ouvert. Les panneaux du toit sont en tissage de fibre de verre recouvert de PTFE (polytétrafluoroéthylène), matériau beaucoup plus léger que le bardage traditionnel.

Pelouse rétractable

Outre le toit ouvrant, le stade se distingue également par une pelouse rétractable **2**.

Cette structure mobile permettra d'économiser près de 50 millions de dollars de dépenses d'exploitation car il est plus économique de « faire prendre le soleil » à la pelouse à l'extérieur. Placée sur un plateau de 71 × 122 m qui pèse 7 700 tonnes, cette pelouse rétractable est la première du genre en Amérique du Nord. Ses moteurs sont commandés par des départs-moteurs ABB. Les particularités techniques de ce stade sont tellement hors du commun que la chaîne de télévision *Discovery Channel* lui a consacré plusieurs émissions.

Contrôle direct de couple

Le toit ouvrant était différent de tous ceux qu'Uni-Systems avait construits jusqu'alors. Pour Lennart Nielsen, chef électricien d'origine danoise et dessinateur en électricité senior chez Uni-Systems, une des décisions majeures était le choix des entraînements de puissance à vitesse variable du toit.

« Les risques inhérents au déplacement du toit sur des rails inclinés ont été un

facteur décisif du choix des variateurs de fréquence ABB 3. En effet, nous cherchions un variateur capable de fournir 100 % de couple moteur à vitesse nulle. L'ACS800 intègre précisément ce type de fonction : pour chaque commande de déplacement du toit, l'automate (API) vérifie le couple fourni par le variateur à 0 Hz avant d'ouvrir les freins. » Qui plus est, le fonctionnement en boucle ouverte des variateurs ABB, donc sans le surcoût des codeurs, a permis à l'entreprise de rester dans son budget.

Dans les précédents projets de toit ouvrant d'Uni-Systems, si les moteurs ne démarraient pas à l'ouverture des freins, le toit ne bougeait pas. Or avec le toit bombé du nouveau stade des Cardinals, une telle situation pourrait provoquer la chute d'une partie du toit sur le parking.

La structure mobile permettra d'économiser près de 50 millions de dollars de dépenses d'exploitation car il est plus économique de « faire prendre le soleil » à la pelouse à l'extérieur.

« Le variateur ABB à technologie DTC contrôle le couple moteur avec beaucoup plus de précision qu'un variateur standard », explique M. Nielsen. *« Grâce à ses algorithmes de comman-*

1 Le toit ouvrant du nouveau stade des Arizona Cardinals à Glendale est commandé par des variateurs de fréquence ACS800 d'ABB.



2 La pelouse complète peut être sortie du stade.



de, il peut connaître les caractéristiques du moteur à 0 Hz (et le préma-gnétiser sans rotation), une raison majeure qui a pesé dans notre décision. »

« Nous voulions contrôler le couple jusqu'à 0 Hz et aucun fournisseur ne nous le garantissait, à l'exception d'ABB », conclut Lennart Nielsen.

Les variateurs grimpent sur le toit

Le toit ouvrant se compose de deux panneaux mobiles suspendus entre deux rails parallèles le long des côtés ouest et est de la structure ⁴. Les rails sont inclinés pour épouser la forme légèrement bombée du toit entre le sommet au niveau de la ligne des 50 yards et les extrémités nord et sud du bâtiment. Chaque panneau du toit repose sur huit chariots à deux roues : 4 chariots côté ouest et 4 chariots côté est. Une série de 4 chariots forme un quadrant du système complet du toit ouvrant.

Les solutions traditionnelles, comme les roues motrices utilisées par Uni-Systems pour ses précédents projets, étaient ici impossibles du fait du toit bombé. L'entreprise a donc conçu un système où chaque panneau est retenu de chaque côté par 4 câbles d'acier de 3,8 cm de section.

De part et d'autre du rail, on trouve 2 câbles enroulés chacun sur un tambour de 122 cm de diamètre. Les tambours de câble sont disposés de part et d'autre des deux chariots supérieurs pour chaque quadrant du panneau du

toit alors que les deux chariots inférieurs de chaque quadrant ne sont pas motorisés. Enfin, la jante externe des tambours de câble est équipée d'un barbotin entraîné par 4 moteurs-freins de 5,6 kW/480 VCA ⁵.

Les solutions traditionnelles, comme les roues motrices utilisées par Uni-Systems pour ses précédents projets, étaient ici impossibles du fait du toit bombé.

Les 4 moteurs d'un tambour sont commandés par deux variateurs de fréquence ACS800 de 15 kW ; chaque quadrant du toit compte donc 16 moteurs pilotés par 8 variateurs. La commande des variateurs exige une grande précision pour bien répartir la charge sur tous les câbles du toit.

« Nous ne voulions pas que tous les signaux de commande transitent par l'API via le réseau Profibus qui assure l'échange des données entre l'API, les variateurs et les entrées/sorties (E/S) distantes, précise M. Nielsen. Nous avons préféré utiliser une liaison optique parallèle entre chaque groupe de 8 variateurs, avec 1 variateur maître et 7 variateurs esclaves. »

M. Nielsen de poursuivre : « Une fois que le toit est en mouvement, il est extrêmement important de maintenir une enveloppe couple-vitesse très étroite autour de chaque entraînement

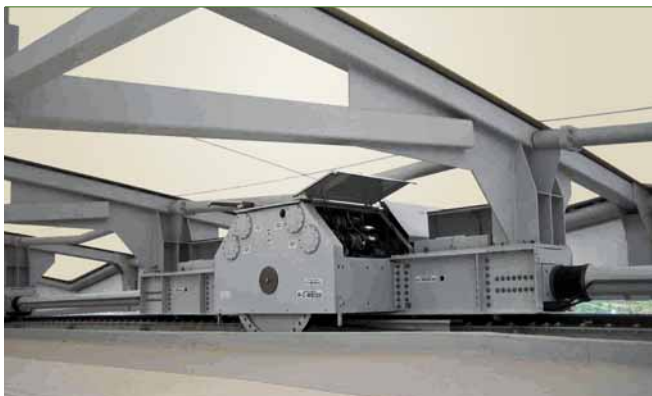
esclave par rapport au variateur maître de chaque quadrant du toit. La très grande dynamique de la commande DTC de l'ACS800 et la liaison optique intervariateur en sont les garants. »

L'API envoie une consigne de vitesse (fréquence) à chacun des deux variateurs maîtres (un par côté), les 7 entraînements esclaves se calant sur la valeur de couple des maîtres. L'API de chaque panneau du toit vérifie le bon alignement des 2 quadrants du panneau à partir d'un retour position reçu d'un codeur absolu de chaque quadrant et de codeurs incrémentaux de chaque tambour de câble. En cas de défaut d'alignement de plus de 5 cm entre les deux panneaux (les rails sont distants de 78 m), l'API ordonne au maître du côté qui est en avance de ralentir jusqu'à ce que les deux côtés soient à nouveau alignés.

Comme les rails sont inclinés, la charge réelle supportée par les câbles augmente au fur et à mesure que les panneaux se séparent et que la pente des rails augmente. Pour optimiser le couple moteur, la fréquence de sortie des variateurs est de 60 Hz dans la moitié inférieure des rails et de 85 Hz dans la moitié supérieure pour raccourcir les temps d'exploitation. Les moteurs fonctionnent en mode générateur lors de l'ouverture des panneaux et en mode moteur lors de leur fermeture.

Les variateurs ABB n'exigent aucune maintenance et sont montés dans des

³ Pour déplacer les panneaux du toit bombé, Uni-Systems voulait un variateur capable de confirmer le couple avant l'ouverture des freins des moteurs. ABB était le seul fournisseur avec un produit apte à fournir 100 % de couple moteur à 0 Hz.



⁴ Le toit ouvrant est constitué de deux panneaux mobiles suspendus sur deux rails parallèles.



Anticiper

coffrets climatisés fixés aux chariots.

Oscillation dans les câbles

Au cours de la campagne d'essais préliminaires du stade Arizona Cardinals, Uni-Systems découvrit que les fréquences propres dans les câbles des variateurs provoquaient des oscillations pendant l'ouverture du toit. « *Et plus la vitesse était élevée, plus les oscillations étaient prononcées* », précise M. Nielsen. « *En fait, les variateurs ne faisaient qu'accentuer le phénomène. Comme chaque câble oscillait, le couple aux points d'ancrage des câbles semblait varier. Le variateur maître réagissait en augmentant ou en diminuant le couple. Ce profil de couple était alors transmis aux autres variateurs qui, eux-mêmes, réagissaient ce qui ne faisait qu'accroître les oscillations dans tout le système de câbles.* »

Pour résoudre ce problème non anticipé, les ingénieurs ABB se rendirent

5 La jante externe de chaque tambour de câble est équipée d'un barbotin entraîné par quatre moteurs-freins de 5,6 kW/480 VCA commandés par deux variateurs de vitesse ACS800 de 15 kW.



sur place afin d'aider Uni-Systems à optimiser le réglage des variateurs pour éviter le cinglage des câbles à l'ouverture du toit. M. Nielsen explique : « *En toute logique, nous aurions augmenté les tolérances pour élargir la fenêtre autour des valeurs optimales de vitesse et de couple, et ainsi autoriser une légère oscillation sans réaction des variateurs. Mais en fait, ABB a fait exactement l'inverse en réglant une fenêtre extrêmement étroite qui interdit une réaction brutale provoquant les oscillations.* »

« *Il nous suffisait d'activer et de régler une fonction logicielle standard de l'ACS800 qui permet de régler une fenêtre de vitesse qui s'impose à la référence de vitesse coordonnée du variateur maître,* » ajoute M. Boren. « *Du fait des différences de tension des câbles, qui s'apparentent à un glissement entre les tambours de câble entraînés, il est difficile de répartir uniformément la charge entre les tam-*

bours. Mais en activant la fonction de fenêtre de vitesse des variateurs ACS800 esclaves en régulation de couple et en limitant cette fenêtre (glissement) à seulement 2 tr/min pour chaque moteur, les tambours de câble n'ont d'autre choix que de répartir de manière homogène la charge de l'immense toit. »

L'aventure continue

Alors que le stade Arizona Cardinals est presque terminé, Uni-Systems et ABB vont bientôt poursuivre leur collaboration avec de nouveaux projets pour des équipes NFL.

Ainsi, les Colts d'Indianapolis vont quitter le RCA Dome pour un nouveau stade ultramoderne à toit ouvrant.

« *Le système pour ce toit est beaucoup plus complexe* », explique M. Nielsen. « *Au lieu d'avoir un rapport largeur-longueur proche de 1, les panneaux du toit du nouveau stade des Colts seront 5 fois plus longs que larges, ce qui nécessite de prévoir 5 rails au lieu de 2 (cas du stade des Cardinals) et 2 fois plus de câbles et de variateurs. Autre projet en cours, le nouveau stade des Dallas Cowboys. Dans les deux cas, nous utiliserons le nouveau variateur régénératif (4Q) ACS800-U11 qui n'était pas disponible pour le stade Cardinals.* » Ce dernier met en œuvre les variateurs 4Q en modules autoporteurs de la série ACS800.

Au fur et à mesure qu'Uni-Systems et ABB acquièrent de l'expérience sur ce marché de niche, les projets deviendront de plus en plus audacieux.

Encadré 1 Le toit ouvrant en chiffres

- 2 panneaux mobiles de 550 t chacun
- Dimensions de chaque panneau (L x l x p) : 56 x 86 x 4,9 m
- 8 câbles de 3,8 cm de section reliant chaque panneau du toit à la structure du stade au niveau de la ligne des 50 yards (plus de 800 m de câble)
- 32 moteurs de 5,6 kW pour chaque panneau du toit, soit une puissance totale de 358 kW
- 16 roues de 97 cm de diamètre pour soutenir chaque panneau du toit ouvrant
- 270 t d'équipement mécanique pour le déplacement du toit
- 78,5 m d'envergure du toit ouvrant au-dessus du stade
- 2 voies avec un rail de ± 85 kg/m (plus de 400 m de rail)
- Vitesse maximale : 0,4 km/h
- Temps d'ouverture/fermeture : 11,5 min (10 min à vitesse maxi et 1,5 min au ralenti pour le positionnement final)

Encadré 2 ABB et la variation de vitesse

ABB est le premier fournisseur mondial de moteurs électriques et de variateurs de vitesse. Le Groupe propose une gamme complète de produits à haut rendement énergétique – variateurs et moteurs standards, systèmes d'entraînement – destinés à une large palette d'applications industrielles et tertiaires. L'offre inclut des variateurs CA et CC pour la commande des moteurs électriques de toutes puissances et des solutions dédiées pour des clients aux besoins particuliers (<http://www.abb.us/drives>).

Ken Graber

ABB Automation Technologies
New Berlin, WI (Etats-Unis)
ken.j.graber@us.abb.com



Le monde du silence

Concevoir et fabriquer des transformateurs silencieux
Ramsis Girgis, Jan Anger, Donald Chu

Le silence est d'or et les transformateurs modernes ne dérogent pas à la règle ! Pourtant, ces appareils qui jouent un rôle crucial dans notre approvisionnement en électricité ont un inconvénient majeur : ils sont bruyants.

La ville de New York a probablement la réglementation antibruit la plus stricte au monde. Pour pouvoir y installer ses transformateurs et satisfaire à un cahier des charges extrêmement contraignant, ABB s'est intéressé de très près aux nuisances vibratoires et acoustiques de ces appareils. Le Groupe est désormais bien positionné pour équiper d'autres métropoles.

Simplifier

La réduction des nuisances sonores à proximité des zones résidentielles prend un relief particulier au regard des préoccupations environnementales croissantes de notre société. Les vibrations d'un transformateur en fonctionnement engendrent un ronflement caractéristique **1**. Ce bruit se décompose pour l'essentiel en quatre tonalités pures dont les fréquences sont proches de celles de la voix humaine **2**. Sa tonalité typique entraîne irritation et inconfort. Par conséquent, il importe de préserver les zones résidentielles, en particulier en milieu urbain, où les logements sont très proches des transformateurs de transport et de distribution.

Dans de nombreux pays, les autorités locales et nationales fixent des limites de bruit qui varient selon les lieux : limites moyennes en milieu rural, plus faibles à proximité des centres urbains, jusqu'à extrêmement faibles dans certains quartiers de New York.

Le respect de ces limites exige de bien comprendre les modes de production, de transmission et de propagation du bruit. Grâce à son savoir-faire, ABB conçoit et fabrique des transformateurs silencieux pour des clients du monde entier. Dernièrement, le Groupe a livré des transformateurs ultrasilencieux à la société ConEdison pour une installation sur Manhattan (NY), où la réglementation

1 Niveaux de bruit autour d'un petit poste électrique équipé de deux transformateurs de 40 MVA. Lorsque le bruit dépasse un certain seuil, il agresse l'oreille humaine.



antibruit est la plus stricte au monde. Nous y reviendrons plus loin dans cet article.

Niveau acoustique et spectre de fréquence

Le son provoque d'infimes variations oscillatoires de la pression atmosphérique. Au-delà d'un certain seuil, l'oreille humaine les perçoit dans une plage de fréquences située entre 20 Hz et 20 kHz. Les limites de bruit réglementaires sont fixées à partir de notre perception du son, qui dépend à la fois du logarithme de la pression et de la fréquence. Ainsi, par exemple, nous sommes dix fois moins sensibles à la fréquence de 100 Hz qu'à celle de 1000 Hz et un doublement de la pression acoustique absolue n'engendre qu'une augmentation minime du niveau sonore perçu. C'est pourquoi on mesure le son en décibels (dB), avec $1 \text{ dB} = 10 \times \log_{10}$

(pression acoustique). On exprime généralement les niveaux sonores en décibels pondérés A, ou dB(A) : le spectre acoustique est pondéré selon un « filtre A » représentant la réponse en fréquence de l'oreille humaine **3**.

Si les normes IEEE et CEI spécifient des méthodes de mesure du bruit d'un transformateur, certains clients veulent connaître le niveau de bruit global du transformateur en dB(A) tandis que d'autres veulent avoir la fréquence de chaque composante du bruit.

De même, certains se contentent de la mesure du bruit du noyau et du ventilateur alors que d'autres veulent connaître le niveau de bruit global du transformateur, y compris le bruit en charge.

Sources de bruit d'un transformateur

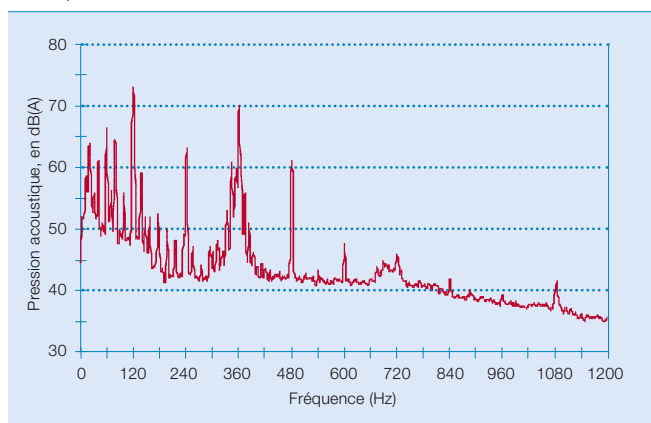
Les trois principales sources de bruit d'un transformateur de puissance sont :

- le noyau (effets de magnétostriction) ;
- la charge (forces électromagnétiques dans les enroulements et la structure, causées par le flux de fuite associé au courant) ;
- les auxiliaires de refroidissement (ventilateurs et pompes).

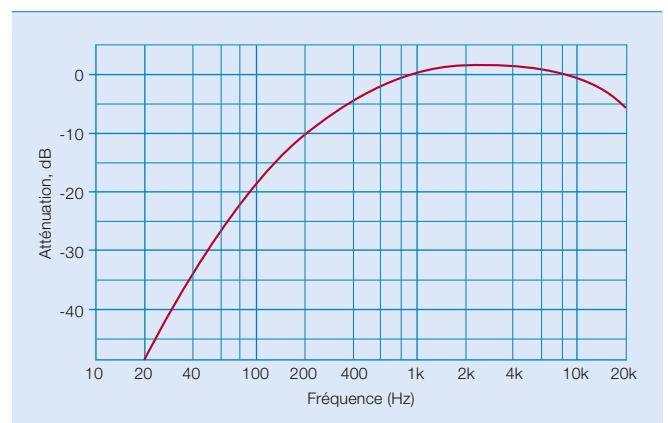
Bruit du noyau (magnétostriction)

La magnétostriction désigne une légère déformation mécanique des tôles du noyau sous l'effet d'un

2 Spectre de fréquence acoustique caractéristique d'un transformateur de puissance de 60 Hz



3 Réponse en fréquence du filtre de pondération A selon la fréquence des sons



champ magnétique. Cette déformation est indépendante du sens du flux magnétique et se produit au double de la fréquence d'alimentation. Or, la courbe de magnétostriction n'étant pas linéaire, des harmoniques de fréquence élevée de rangs pairs apparaissent à des densités de flux supérieures **4**. Pour des transformateurs de 50 et 60 Hz, les composantes du bruit du noyau sont donc respectivement des multiples de 100 ou 120 Hz. Les niveaux relatifs de bruit à ces différentes composantes de fréquence varient selon le matériau et la géométrie du noyau ainsi que la densité magnétique. Ils dépendent également de l'écart entre, d'une part, les fréquences de résonance du noyau et de la cuve et, d'autre part, les fréquences d'excitation.

Bruit en charge (forces électromagnétiques)

Le bruit en charge est essentiellement le fait de l'interaction du courant de charge dans les enroulements et du flux de fuite induit par ce même courant. Sa fréquence principale est donc le double de celle de la tension d'alimentation (respectivement 100 et 120 Hz pour les transformateurs 50 et 60 Hz). Si la teneur en harmoniques du courant de charge est importante (ex., transformateurs redresseurs), les forces électromagnétiques contiennent des harmoniques de fréquence plus élevés, source importante de bruit qui doit être prise en compte lors de l'achat du transformateur. Le niveau sonore du courant de charge est étroitement lié à la charge du transformateur : en réduisant de 50 % le

courant, on abaisse le bruit en charge de 12 dB.

Auxiliaires de refroidissement

Le bruit du ventilateur présente des caractéristiques fréquentielles différentes de celles du noyau et des enroulements du transformateur. Il ne possède pas de tonalités discrètes mais couvre une large bande de fréquences, avec un pic à la fréquence de passage des aubes mobiles devant des obstacles fixes dans l'écoulement d'air et parfois au double de cette fréquence. Les pompes produisent aussi un bruit à large bande qui contribue au bruit total du transformateur.

Réduire le bruit par conception

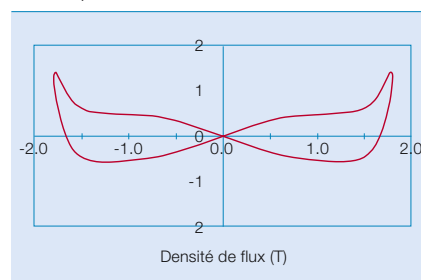
La dernière génération de transformateurs de puissance ABB, fabriquée conformément au concept TrafoStar™, présente des niveaux sonores nettement inférieurs à ceux des transformateurs d'il y a 20 ou 30 ans. Cette évolution découle de plusieurs améliorations :

- Répartition plus uniforme du flux magnétique dans le noyau avec moindre teneur en harmoniques de flux sur l'ensemble du noyau et localement dans les culasses. Des modèles 2D et 3D détaillés du champ magnétique ont servi à optimiser la conception des noyaux afin de minimiser le bruit **5**.
- Fixation du noyau par un bridage garantissant une pression uniforme sur les tôles en évitant les déformations locales. Pour calculer les vibrations du noyau, ABB utilise des outils développés en interne qui recensent les différents types de

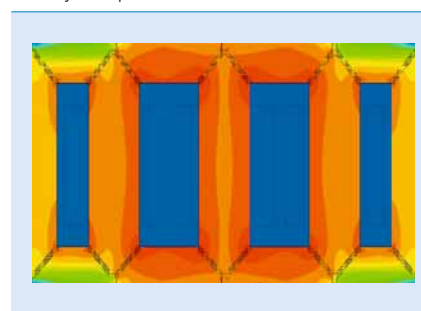
vibration, la résonance mécanique ainsi que les forces complexes d'excitation du noyau d'un transformateur triphasé **6**.

- Conception de la cuve TrafoStar™ de façon à éviter toute augmentation inutile du bruit engendré par rayonnement ou résonance. Des simulations acoustiques sur modèles à l'échelle et des expériences en vraie grandeur ont fourni les outils permettant d'éviter les résonances dans la cuve et donc de réduire le rayonnement acoustique **7**.

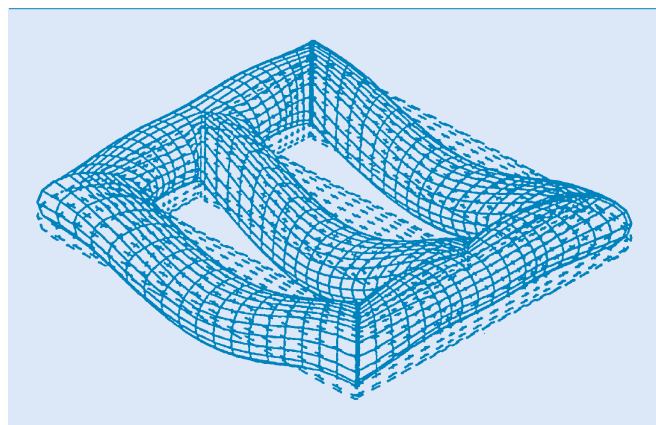
4 Exemple de courbe de magnétostriction : variation relative de la longueur des tôles d'acier du noyau au cours d'un cycle complet de flux alternatif



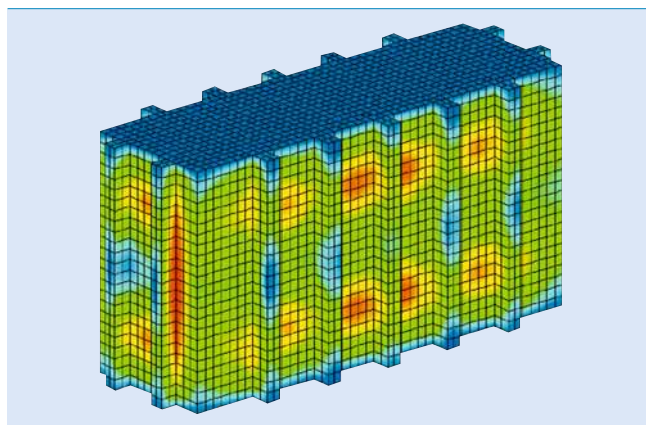
5 Répartition du flux magnétique dans un noyau triphasé



6 Modélisation 3D des vibrations mécaniques d'un noyau triphasé



7 Modélisation 3D du rayonnement acoustique de la cuve d'un transformateur triphasé



Simplifier

Le secret des transformateurs silencieux**Réduire le bruit du noyau**

En plus de réduire la magnétostriction, d'utiliser des tôles magnétiques en acier à grains orientés et de diminuer la densité de flux, la qualité acoustique du noyau peut être améliorée :

- En dissociant les vibrations du noyau de celles de la cuve du transformateur, ce qui impose de bien connaître les propriétés dynamiques du noyau et de la cuve, et de correctement dimensionner les éléments antivibratoires ;
- En évitant les résonances à la fois de la cuve et du noyau, ce qui suppose de prédéfinir avec exactitude la valeur de leurs différentes fréquences de résonance ⁸ ;
- En équipant la cuve d'amortisseurs ;
- En utilisant des écrans ou caissons d'insonorisation recouvrant tout ou partie de la cuve (si un niveau de bruit particulièrement réduit est requis) ;
- En faisant appel à différentes techniques innovantes visant à diminuer la transmission des vibrations du noyau et donc le rayonnement acoustique.

Réduire le bruit en charge

Le type et la disposition des enroulements, la densité de courant, le shuntage/blindage de la cuve et ses paramètres de conception ont une influence non négligeable sur le niveau du bruit en charge. Pour réduire ce dernier, ABB s'est attaché à :

- Utiliser des enroulements qui, par construction, affichent une plus faible densité du flux de fuite ;
- Éviter la résonance des enroulements ;

- Améliorer la protection de la cuve contre les flux de fuite ;
- Amortir les vibrations de la cuve ;
- Réduire le rayonnement acoustique de la cuve ;
- Insonoriser toute la cuve.

Réduire le bruit des auxiliaires de refroidissement

Dans ce cas, on privilégie des ventilateurs à faible vitesse, l'installation de silencieux à l'aspiration et au refoulement, ou encore des ventilateurs ou aubes à bruit réduit. Lorsque les exigences sont particulièrement sévères, il est possible de s'affranchir des ventilateurs avec un nombre accru de dissipateurs thermiques. Si le transformateur exige des pompes de refroidissement, celles-ci sont choisies avec faible niveau de bruit.

ConEdison impose le silence

Pour se plier à la réglementation anti-bruit de New York, qui s'applique à toutes les sources sonores, l'énergéticien ConEdison a revu à la baisse les limites acoustiques des nouveaux transformateurs de puissance qui doivent désormais être ultrasilencieux avec les exigences suivantes :

- 1) Niveau sonore inférieur de 15–20 dB au niveau caractéristique pour ces tailles de transformateur ;
- 2) Garantie de non-dépassement du niveau sonore à :
 - a) 100% de tension et de charge,
 - b) surexcitation maximale et 40 % de charge.
- 3) Valeurs applicables à la fois au niveau de bruit global et à chaque composante de fréquence.

L'**Encadré** présente les limites maximales admissibles du spectre de fréquence acoustique des transformateurs (som-

me du bruit à vide et en charge) pour les trois composantes principales de ce bruit.

Ces limites correspondent à un niveau de bruit global d'environ 59 dB(A) à 116% de tension et de courant maximal. A 100% de tension et de courant, la valeur correspondante est de l'ordre de 54 dB(A). A titre de comparaison, le niveau sonore typique d'un transformateur de cette taille atteint 70 dB(A) pour le seul bruit à vide. Les transformateurs silencieux affichent un bruit à vide inférieur de 10 dB. Les performances acoustiques imposées par ConEdison sont donc particulièrement contraignantes, même par rapport aux transformateurs silencieux habituels.

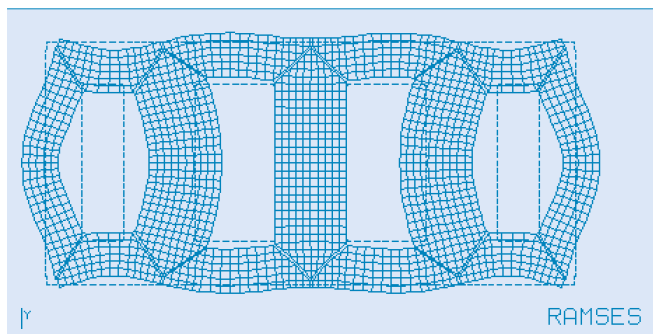
ConEdison impose d'autres contraintes, notamment :

- Limites strictes de masse, hauteur et largeur pour le transport dans Manhattan ;
- Limites strictes de variations d'impédance des transformateurs sur la plage complète de réglage du changeur de prises ;
- Tenue élevée aux surcharges (jusqu'à 200%) ;
- Températures limites des points chauds des enroulements à différents niveaux de charge.

Encadré Limites admissibles pour les trois fréquences principales

Fréquence du centre de la bande d'octaves (Hz)	125	250	500
Niveau admissible (dB)	71	64	57

⁸ Modélisation des résonances mécaniques d'un noyau triphasé à cinq colonnes



⁹ Transformateur ConEdison ultrasilencieux avec caisson d'insonorisation



10 Transformateur ConEdison ultrasilencieux avec écrans insonorisants



11 Transformateur ConEdison ultrasilencieux sans insonorisation



Toutes ces contraintes s'appliquent aux transformateurs de réseau normalisés 65 MVA et 93 MVA.

Solution ABB

La conception d'un transformateur qui doit respecter le cahier des charges du client en termes de qualité acoustique et de performances globales oblige le constructeur à calculer avec précision

- le niveau de bruit du noyau en fonction de la densité de flux;
- le bruit en charge;
- les fréquences de résonance du noyau, des enroulements, des parois et des raidisseurs de la cuve;
- le spectre de fréquence du bruit du noyau en fonction de la densité de flux.

Il doit par ailleurs veiller aux éléments suivants :

- Réduction efficace des bruits du noyau et en charge aux différentes fréquences;
- Montage adéquat du transformateur;
- Exactitude de la mesure interne des faibles niveaux de bruit en usine.

Plus ces calculs sont précis, plus les tolérances de conception sont réduites et plus il est aisé de satisfaire un cahier des charges contraignant.

Chronique d'un succès annoncé

Dès le printemps 2003, ABB maîtrisait la technologie des transformateurs silencieux sans pour autant satisfaire au nouveau cahier des charges de ConEdison pour les transformateurs ultrasilencieux. Partant de ce constat, ABB identifia les aspects nécessitant

des efforts de R&D afin de concevoir et fabriquer les transformateurs aux exigences de ConEdison.

Plus les calculs sont précis, plus les tolérances de conception sont réduites et plus il est aisé de satisfaire à un cahier des charges contraignant.

L'équipe de développement d'ABB travailla d'arrache-pied au cours des années suivantes, explorant les différentes pistes décrites plus haut pour réduire le bruit de ses transformateurs. Les progrès furent tels que ConEdison décida de confier à ABB la production des premiers transformateurs ultrasilencieux de 93 MVA sur la base des technologies disponibles à l'époque. Dès 2005, trois transformateurs entièrement testés furent livrés, le premier équipé d'un caisson d'insonorisation ⁹ et les deux autres uniquement d'écrans insonorisants fixés sur les parois de la cuve ¹⁰.

Par la suite, ConEdison commanda deux transformateurs ultrasilencieux de 65 MVA intégrant le summum de la technologie antibruit à cette époque pour s'affranchir de tout dispositif insonorisant externe ¹¹. Qui plus est, la masse des enroulements du deuxième appareil était inférieure de 15 % à celle du premier, avec un bruit en charge abaissé de 4 dB. Les composantes de fréquence du bruit global (noyau et

en charge) étaient même inférieures de 2 et 5 dB aux niveaux ultrasilencieux spécifiés par ConEdison qui décida, au vu de ces résultats, de commander cinq autres transformateurs 93 et 65 MVA à livrer en 2008 et début 2009. A nouveau, ces transformateurs mettent en œuvre le dernier cri de la technologie ABB avec un noyau et des enroulements beaucoup plus légers sans compromis au regard des exigences de ConEdison.

Le fruit des efforts pour développer des transformateurs ultrasilencieux permet aujourd'hui d'optimiser la conception des transformateurs silencieux destinés à être installés en milieu urbain pour d'autres clients d'ABB dans le monde entier.

Ramsis Girgis

ABB, Inc.
St. Louis, MO (Etats-Unis)
ramsis.girgis@us.abb.com

Jan Anger

ABB, Inc.
Ludvika (Suède)
jan.anger@se.abb.com

Donald Chu

ConEdison
New York City (Etats-Unis)
chud@coned.com

Des lignes légères, sûres et efficaces

Le futur du transport électrique passe par HVDC Light®

Anders Gustafsson, Marc Jeroense, Johan Karlstrand

La croissance démographique mondiale s'accompagne inévitablement d'une raréfaction des ressources planétaires et d'une expansion urbaine. Pour couvrir les besoins fondamentaux des populations, il faut développer les services de base (eau, électricité) et les outils de communication, dans le respect des nouvelles règles et normes environnementales. C'est pourquoi la filière énergétique s'efforce de sécuriser et de moderniser le transport électrique sur les couloirs de ligne existants, tout en minimisant l'impact sur le milieu naturel et sociétal.

ABB figure parmi les grands acteurs du domaine. Ces dernières années, le Groupe a développé les capacités de transit permettant de desservir les populations d'une façon sûre et la plus discrète possible. Grâce au câble HVDC Light®, les systèmes de transport gagnent en compacité, efficacité et éocompatibilité tout en demandant moins de maintenance.



Nul n'ignore que les ressources de la planète s'amenuisent. Bâtir l'infrastructure propre à satisfaire aux besoins d'une démographie galopante devient un enjeu crucial. De gré ou de force, les énergéticiens, distributeurs d'eau et opérateurs télécoms doivent plus que jamais trouver les moyens de fournir des services accrus en tirant profit, dans bien des cas, de l'existant tout en jouant la carte de la compacité, de la performance et de l'écologie. Le secteur de l'énergie, par exemple, travaille depuis longtemps sur les moyens de renforcer le transit électrique sur les axes de transfert existants. Autre piste de progrès : l'accroissement des échanges transfrontaliers d'électricité entre pays membres de l'Union européenne, dans le cadre des conditions d'accès au réseau [1]. Cette activité étant à l'heure actuelle sous-développée par rapport à d'autres secteurs économiques, il convient de multiplier le nombre d'interconnexions, qu'elles soient terrestres ou sous-marines.

Le transport en continu présente une meilleure capacité de transfert, des pertes réduites et des longueurs pratiquement illimitées grâce à la suppression des courants capacitifs ; il est aussi plus écologique.

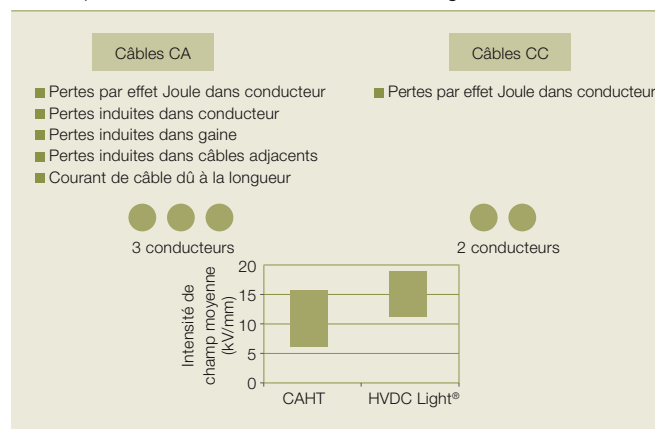
Quoiqu'il en soit, de nombreux prestataires de services confrontés aux exigences d'une population croissante et de la pression réglementaire se heurtent à trois inconnues :

- Comment augmenter l'énergie véhiculée par m² occupé ?
- Comment réduire l'impact environnemental en conservant ou en améliorant les technologies et/ou niveaux de fiabilité actuels ?
- Comment maîtriser les risques encourus ?

Transport électrique traditionnel

De nos jours, l'énergie électrique est

1 Comparaison des solutions CAHT et HVDC Light®



pour l'essentiel acheminée en courant alternatif (CA) qui permet facilement de passer d'un niveau de tension à l'autre. Dans les campagnes, les lignes aériennes assurent normalement le transport longue distance tandis que les agglomérations leur préfèrent les câbles enterrés. Les liaisons CA sous-marines franchissant mers et lacs sont réservées à des distances limitées.

Le transport en alternatif a pourtant ses contraintes techniques, comme l'impossibilité de réguler les flux de puissance et la production/consommation de réactif, ce dernier phénomène étant atténué par des dispositifs de compensation, dont les FACTS (*Flexible AC Transmission Systems*). Comparés aux lignes aériennes, les câbles CA enterrés présentent des courants capacitifs plus élevés, qui limitent leur puissance de transit sur de longues distances. A cet effet s'ajoute la problématique environnementale des champs électromagnétiques au voisinage des lignes et câbles CA.

2 Câbles terrestres HVDC Light® extrudés



Ces obstacles peuvent être levés avec le transport en courant continu (CC). Le continu l'emporte sur l'alternatif par une capacité de transfert accrue, des pertes réduites et des longueurs de transport pratiquement illimitées grâce à la suppression des courants capacitifs. Sans oublier ses vertus écologiques ! Seul ombre au tableau : le courant produit par la centrale puis distribué aux consommateurs restant alternatif, le courant continu haute tension (CCHT) doit

obligatoirement subir une double conversion (CA/CC et CC/CA) en bout de ligne. C'est là qu'interviennent les convertisseurs à source de courant et les convertisseurs à source de tension.

Le principal avantage des câbles HVDC Light® sur leurs homologues alternatifs tient à leur légèreté et leur faible encombrement qui se traduisent par une plus forte puissance volumique.

CCHT et HVDC Light®

Si le CCHT classique fut inauguré en Suède par ASEA, en 1954, la technique HVDC Light® d'ABB est relativement récente puisqu'elle date des années 1990. Basée sur des câbles enfouis, elle se distingue par sa « discrétion absolue ». Le principal avantage des câbles HVDC Light® sur leurs homologues alternatifs tient à leur légèreté et leur faible encombrement qui se traduisent par une plus forte puissance volumique 1 : autrement dit, l'énergie transportable par kg de câble HVDC Light® est supérieure à celle d'un câble en alternatif. Plusieurs raisons à cela :

- Les câbles HVDC Light® fonctionnent à un plus fort gradient de potentiel électrique : leur isolant est donc plus fin que celui des câbles CA.
- Les conducteurs des câbles CA se heurtent à plusieurs contraintes de dimensionnement : pertes par effet

Simplifier

de peau, pertes par effet de proximité, pertes induites dans les écrans et gaines, pertes induites dans le blindage pour les câbles sous-marins. À l'inverse, le dimensionnement des câbles HVDC Light® ne doit tenir compte que des pertes ohmiques des conducteurs.

- Un système de transport CA nécessite trois conducteurs quand le CCHT s'en contente de deux !

Des câbles HVDC Light® polymères ² sont aujourd'hui opérationnels pour des niveaux de tension compris entre 80 kV et 150 kV. Ces installations couvrent des puissances de 50 MW [2] à 350 MW [3].

Une hausse de la demande en transport et câbles CCHT est prévisible. L'«enterrabilité» du transport longue distance joue nettement en faveur du système HVDC Light® d'ABB. Dans ce contexte, les liaisons sous-marines, notamment indispensables à l'interconnexion des réseaux asynchrones¹⁾, servent de tremplin technico-économique à l'essor du CCHT. Toutefois, l'avènement des câbles CCHT en polymère extrudé et des convertisseurs à source de tension ouvre de nouveaux débouchés à la solution HVDC Light®. Exemples : les sites reculés, alimentés par un réseau fragile tout comme les parcs éoliens en mer [4] et les plates-formes pétro-gazières [5], peuvent désormais être facilement raccordés. La mise en souterrain des câbles est un autre puissant moteur économique du CCHT, que renforcent les exigences des nouvelles normes européennes sur l'exposition des riverains aux champs électromagnétiques : pour preuve, les autorisations de pose de lignes aériennes sont plus difficiles

et longues à obtenir (surtout en Europe) et le public fait de plus en plus valoir son opinion en matière d'insertion paysagère, écologique ou sanitaire.

Par dessus tout, HVDC Light® est un système robuste, moins lourd à entretenir et moins cher.

Augmenter l'énergie par unité de surface occupée

L'**encadré** met en regard les trois solutions en lice : câbles CAHT isolés au polyéthylène réticulé (PR), câbles HVDC Light® et lignes aériennes. Sont ainsi comparées les puissances délivrées en fonction des tensions assignées (220 kV à 400 kV) et de la largeur du couloir de passage ou de la bande de terrain occupée.

On constate que HVDC Light® est 25 à 30 fois moins encombrant que la liaison aérienne. Si l'on compare également la puissance par kg des deux solutions, le câble CCHT l'emporte en étant près de 15 à 25 fois plus performant.

HVDC Light® est environ 25 à 30 fois moins encombrant que la liaison aérienne.

Fiabilité

Le HVDC Light® commercial a vu le jour en Suède, en 1999, avec le raccordement d'un parc éolien (à l'extrémité sud de l'île de Gotland) à la ville de Visby (également sur Gotland) par une liaison de 50 MW sous 80 kV. Cette première a été suivie de nombreuses autres réalisations, dont la liaison Estlink de 350 MW/150 kV [3].

En moins de dix ans, près de 1500 km de câbles HVDC Light® ont été installés ; 400 km supplémentaires sont en construction, confirmant la maturité et la fiabilité de cette technologie. Qui plus est, environ 500 jonctions sont à présent en exploitation. Ce palmarès est comparable aux quelque 1700 km et plus de câbles isolés au papier imprégné qu'a installés ABB depuis 1953.

Installation

La relative légèreté du HVDC Light®, ses dimensions réduites (diminuant d'autant le nombre de jonctions) et sa robustesse ont une incidence positive sur les coûts d'installation qui plombent l'investissement total. Si l'on tient compte, en outre, des nouvelles techniques de terrassement et d'aménagement du terrain, les écarts de coût entre aérien et CCHT au polymère, selon la longueur et les conditions du circuit, sont comparativement faibles.

Les travaux de génie civil sont aujourd'hui facilités par des engins de pose mécanisée, équipés de charrettes spéciales, et des remblayeuses automatisées. Les infrastructures existantes ont souvent permis de définir la nature des sols favorable à l'enfouissement et d'éviter ainsi blocs rocheux et éboulis. Sur un chantier australien, les câbles HVDC Light® ³ ont été posés au rythme de 1 à 3 km/jour [6, 7] : une vitesse que la technologie HVDC Light® et des câbles CA «allégés» au polyéthylène réticulé sont les seuls à autoriser.

Précisons que les liaisons HVDC Light® peuvent être aussi bien terrestres que sous-marines. Leur légèreté et leur faible encombrement jouent sur le kilométrage de câble pouvant être bobiné sur un seul touret ou transportable sur un navire câblé.

Encadré Comparaison des performances des trois solutions de transport

	Câble CAHT PR	Câble HVDC Light™	Ligne aérienne
220 kV	200–500 MVA	100–300 MVA (150 kV)	300–800 MVA
400 kV	400–1000 MVA	300–1000 MVA (320 kV)	500–2000 MVA
Emprise au sol	1–2 m	0,5–1 m	40–60 m
MVA/m sous 220–420 kV	200–500 MVA/m	200–1000 MVA/m	7,5–33 MVA/m

Notes

¹⁾ Ces types de liaison ont traditionnellement utilisé des câbles huile-papier.

²⁾ La solution HVDC Light® se singularise par une grande capacité à stabiliser la tension alternative dans les stations de conversion. Cette caractéristique vaut surtout pour les parcs éoliens où la vitesse variable du vent occasionne de fortes fluctuations de tension.

Environnement et santé

Outre l'intérêt économique d'un tracé de moindre impact empruntant les ouvrages de transport existants, les effets sur l'environnement sont également minimisés avec HVDC Light®. Une ligne aérienne traversant une forêt, par exemple, érode l'absorption de CO₂ par les arbres qui transforment ce gaz atmosphérique en carbone fixé dans la biomasse. Concrètement, une zone boisée parcourue par une ligne de 400 kV est amputée d'environ 42 t de CO₂ annuelles par km [7].

Le champ magnétique terrestre est dû aux forts courants continus de convection des couches profondes de la Terre. Ce phénomène naturel varie de 30 à 60 µT, selon la latitude. C'est un champ magnétique de même type qui est produit par le câble HVDC Light® : il est donc jugé inoffensif pour l'homme. Un câble CC engendre une densité de flux magnétique comprise entre 5 et 10 µT, à 1 m du sol. Ajouté au champ magnétique terrestre, l'ensemble crée un effet magnétique équivalent à l'exposition d'une personne parcourant le globe du sud au nord : une valeur insignifiante d'un point de vue magnétique. Par contre, les champs électromagnétiques (EM) d'un câble CA et leurs effets sur la santé publique font encore débat : selon le principe de précaution, des valeurs limites d'exposition ont été fixées par certains pays, sans que les expertises menées à ce jour soient concluantes.

En moins de dix ans, près de 1500 km de câbles HVDC Light® ont été installés et 400 km supplémentaires sont en construction.

Sécurité

La pose et l'enfouissement de câbles en bordure de routes ou autres axes de circulation urbaine sont en général plus faciles qu'en milieu rural. L'implantation du câble peut être définie en s'appuyant sur le tracé des routes ou des voies ferrées. Les organismes d'aménagement routier et ferroviaire de chaque pays disposent pour cela de très bons systèmes. En Suède, tou-

- 3 Pose d'un câble HVDC Light® en Australie : a Transport des gros tourets
b Préparation de la pose par pelleteuse sur chenilles (gauche) et remblayeuse (droite)
c Exemple type de tranchée étroite limitant l'emprise au sol.



tes les routes ont des coordonnées fixes, relevées par GPS : d'autres services (pose de câbles électriques, de fibres optiques...) peuvent être positionnés et enregistrés dans le même système. Cette initiative limite les risques d'endommagement des ouvrages tiers. De plus, un système HVDC Light® ramène à 0 le courant de court-circuit 15 à 20 fois plus vite qu'une ligne alternative classique, atténuant ainsi les risques d'accidents électriques.

Bénéfices tangibles

Il va de soi que les caractéristiques des câbles extrudés HVDC Light® bénéficient au transport électrique. Les câbles enterrables font de l'électricité une énergie *invisible*. Cet argument, relayé par les autres avantages

environnementaux et sécuritaires du transport en courant continu, sans oublier sa capacité à couvrir de longues distances, ouvre de nouvelles voies de progrès pour acheminer l'électricité dans des conditions optimales.

Anders Gustafsson

Marc Jeroense

Johan Karlstrand

ABB Power Systems

Karlskrona (Suède)

anders.h.gustafsson@se.abb.com

marc.jeroense@se.abb.com

johan.p.karlstrand@se.abb.com

Bibliographie

- [1] Règlement CE n° 1228/2003 sur les conditions d'accès au réseau pour les échanges d'électricité transfrontaliers, 26 juin 2003
- [2] Green, S., *HVDC Systems Gotland: the HVDC pioneer*, Power Engineering International, July, 2004
- [3] Pajo, R., Aarna, I., Lahtinen, M., *Estlink Tie Improves Baltic States System*, Transmission & Distribution World, April, 2007
- [4] E.ON lässt Offshore-Windpark für 300 Millionen Euro ans Netz anschließen, Energie-Chronik, September, 2007, <http://www.udo-leuschner.de/energie-chronik/070910.htm>
- [5] Jones, P., Stenius, L., *The Challenges of Offshore Power System Construction – Troll A, Electrical Power Delivered Successfully to an Oil and Gas Platform in the North Sea*, EWEC, Athens, 2006
- [6] Mattsson, I., et al, *Murray Link – The longest underground HVDC cable in the world*, CIGRE, Paper B4-103, 2004
- [7] Ravemark, D., Normark, B., *L'insoupçonnable légèreté du CCHT*, Revue ABB 4/2005, p. 25–29

Lecture complémentaire

Flisberg, G., Englund, L., Kumar, A., *HVDC transmits green energy in China*, ABB Review Special Report ABB in China, 2005, p. 15–18

ABB, ÉTERNEL PIONNIER

Cols d'acier

ABB et les robots industriels : un franc succès !

David Marshall, Christina Bredin



Les robots industriels, omniprésents dans la production manufacturière mondiale, apportent productivité, qualité et sécurité. Au cours des 35 dernières années, les progrès dans ce domaine ont été fulgurants. Si les premiers robots exécutaient des tâches relativement simples et répétitives en ambiance dangereuse, les systèmes multirobot synchronisés actuels effectuent des opérations très complexes dans des cellules de fabrication flexibles. ABB a toujours joué un rôle de premier plan dans l'évolution rapide de cette technologie.

ABB, ÉTERNEL PIONNIER

La robotique industrielle est née en 1961 lorsque General Motors installa le premier robot Unimate pour le déchargement d'une presse à mouler. Fruit des travaux du père de la robotique industrielle, Joseph Engelberger, le robot Unimate était à actionneurs hydrauliques, technologie prédominante pendant plus d'une décennie. En 1974, le suédois ASEA développa l'IRB 6, premier robot industriel à actionneurs électriques. D'une capacité de charge de 6 kg, son originalité tenait non seulement à son système d'entraînement, mais également à sa structure anthropomorphique et à sa commande à microprocesseur. Il allait devenir LA référence en matière d'encombrement, de vitesse et de précision de positionnement; les produits de la concurrence se contentaient souvent d'être des sosies.

Les actionneurs électriques ouvrirent la voie à de nouvelles applications robotisées, comme le soudage à l'arc, impossibles à l'hydraulique. Première application externe d'ASEA: le polissage de raccords coudés en acier inox destinés à l'industrie agro-alimentaire. En 1974, l'entreprise suédoise Magnusson réceptionna un premier IRB 6 ¹ suivi, en 1975, de plusieurs robots qui restèrent fidèles à leur poste pendant plus de 25 ans, malgré les conditions poussiéreuses.

Le soudage par points resta la chasse gardée de la technologie hydraulique

jusqu'en 1975 lorsqu'ASEA lança l'IRB 60, un robot de conception identique à l'IRB 6 mais d'une capacité de charge de 60 kg. Le premier exemplaire fut livré au Suédois Saab pour le soudage de carrosseries automobiles ². Le «coup de grâce» fut peut-être donné au robot hydraulique de soudage par points en 1982 lorsqu'ASEA lança l'IRB 90 conçu spécialement pour cette application. Il s'agissait d'un robot six axes complet intégrant dans son bras toutes les alimentations en eau, air et électricité.

Robots de peinture

Toujours pendant l'âge d'or de l'hydraulique, un événement particulier allait avoir un impact sur l'évolution d'ASEA. En effet, un petit fabricant norvégien de matériels agricoles, Trallfa, éprouvait des difficultés à recruter du personnel pour peindre ses brouettes et décida d'automatiser le processus. En 1966, le jeune ingénieur Ole Molaug releva le défi et développa le premier robot de peinture hydraulique au monde ³. Il différait de l'Unimate par un suivi de trajectoire continu et par l'enregistrement sur bande magnétique des programmes de peinture créés en faisant exécuter les mouvements du robot par un peintre chevronné.

Au début, le «peintre automatique» était réservé à usage interne; or ses performances étaient telles que Trallfa décida de le commercialiser. Le pre-

mier Trallfa TR 2000 fut ainsi vendu en 1969 à la société suédoise Gustavsberg pour l'émaillage d'appareils sanitaires standard (baignoires et bacs à douche).

En 1985, ASEA faisait l'acquisition de Trallfa et en 1988, année de la fusion d'ASEA avec le Suisse Brown Boveri pour former ABB, sortait son premier robot de peinture tout électrique, le TR 5000. Auparavant, tous les robots de peinture étaient hydrauliques pour des raisons de sécurité. Avec son TR 5000, ABB offrait aux applications de peinture un robot électrique sûr, rapide, précis et à commande électronique.

Au cours de la décennie suivante, ABB innova avec son système à cartouches, désormais utilisé par l'industrie mondiale pour peindre les pièces automobiles [1]. Les cartouches interchangeables autorisent un large choix

³ Version 1969 du robot de peinture Trallfa



¹ En 1974, Magnusson AB devenait le premier utilisateur externe d'un robot ASEA. Son directeur Leif Jönsson et Lennart Benz d'ASEA contrôlent l'installation.



² En 1975, la Saab 99 était la première voiture à utiliser des robots de soudage par points. (Avec l'aimable autorisation de Saab)



ABB, ÉTERNEL PIONNIER

de teintes et réduisent au strict minimum les consommations de peinture et de solvant, donc les coûts et les rejets polluants.

Les installations de peinture industrielles sont particulièrement nocives pour l'homme et la nature. Avec ses solutions robotisées innovantes, ABB n'a de cesse de limiter les interventions humaines dans les zones dangereuses et de réduire la pollution [2].

Pour les chaînes automobiles complexes, ABB a créé le *FlexPainter* IRB 5500, un robot en montage mural dont la forme et la configuration permettent de couvrir une zone de travail étendue avec un maximum de flexibilité pour peindre l'extérieur d'une carrosserie automobile 4. Deux *FlexPainter* IRB 5500 font ainsi le travail de quatre robots de peinture classiques avec des résultats probants : coûts d'investissement et d'exploitation en baisse, installation rapide, disponibilité élevée,

fiabilité accrue et consommation énergétique réduite.

Dans la famille des robots de peinture, le dernier né est l'IRB 52, un modèle très compact pour traiter des pièces de tailles réduites et moyennes dans de nombreux secteurs. Il s'agit d'une solution robotisée économique intégrant changeurs de teintes et commande en boucle fermée des paramètres de peinture (débit et air). L'ensemble garantit une qualité, une précision et une régularité exceptionnelles du procédé.

Une belle mécanique

L'élégance originelle de l'IRB 6 avec sa cinématique anthropomorphique polyarticulée se retrouve dans la gamme actuelle de robots ABB. Au fil des ans, les progrès ont porté sur la vitesse et la précision des mouvements, ainsi que sur le débatement avec des zones de travail élargies et une surface au sol minimisée.

Après l'IRB 6, la première avancée majeure d'ASEA au niveau de la mécanique fut l'arrivée en 1986 de l'IRB 2000 d'une capacité de charge de 10 kg. Pour cette deuxième génération de robots, les réducteurs sans jeu remplacèrent les vis à billes dans les articulations de « la hanche » et de « l'épaule » avec un volume mieux exploité. Autre évolution notable : le remplacement des moteurs à courant continu (CC) par des moteurs à courant alternatif (CA) qui délivrent des couples plus élevés et sont plus petits. De plus, leur maintenance est plus simple du fait de l'absence de balais et leur durée de vie plus longue. De bonnes nouvelles pour les industriels, au premier chef les constructeurs automobiles.

Flexibilité et adaptabilité sont deux demandes fortes des utilisateurs de robots industriels. Dès 1991, ABB sortait l'IRB 6000, un robot pour charges lourdes (150 kg) 5 destiné avant tout au soudage par points et à la manipulation de grosses pièces. Basé sur un concept de modularité (choix étendu d'embases, de bras et de poignets), l'IRB 6000 peut ainsi être optimisé selon les besoins de chaque utilisateur. Il s'agit également d'un produit compétitif et rationalisé avec 60 % de pièces en moins que l'IRB 90. Une

réussite totale pour ABB sur le marché du soudage par points robotisé avec un grand nombre de commandes importantes de l'industrie automobile.

En 2007, l'IRB 6620, deux fois plus compact que son prédécesseur l'IRB 6600 [3, 4], fait son entrée. Ce « poids plume », dédié aux applications de soudage par points, possède une capacité de charge de 150 kg et un poignet très robuste pour porter les pinces à souder à transformateur intégré. Sa bride porte-outil est normalisée ISO pour 200 kg et il est pré-équipé et précâblé pour le soudage par points. L'IRB 6620 est plus facile à installer et moins cher à l'achat avec une enveloppe de travail élargie. Le concept de robot spécialiste gagne du terrain chez les industriels, représentant la solution la plus flexible et la plus économique.

ABB poursuit le développement de sa gamme de robots pour applications de puissance, conçue à partir d'une plate-forme commune. Le Groupe vient de sortir une variante en montage incliné (IRB 6650S), de renforcer les capacités de charge jusqu'à 235 kg et d'ajouter l'IRB 6600 pour le service de presses et le pré-usinage 6.

Les robots mettent le turbo

Si le robot à bras polyarticulé s'est imposé sur le marché ces 30 dernières années, il est inadapté à l'assemblage ultrarapide de petites pièces et à la prise/dépose à la volée de produits.

D'autres configurations ont ainsi émergé, dont la plus populaire est le robot SCARA (*Selective Compliant Assembly Robot Arm*), développé par le professeur Hiroshi Makino de l'université de Yamanashi et commercialisé par plusieurs constructeurs japonais en 1981. ABB introduisit son propre robot SCARA, l'IRB 300, en 1987.

En 1984, ABB développa le robot d'assemblage considéré à l'époque comme le plus rapide du monde : l'IRB 1000 pendulaire avec son bras suspendu à un tourillon. Les masses mobiles du bras étaient concentrées au niveau du tourillon minimisant les moments d'inertie et autorisant des accélérations de 2G à l'intérieur d'une enveloppe de travail beaucoup plus étendue que celle d'un robot SCARA.

4 Robot *FlexPainter* IRB 5500



5 En 1991, ABB lance l'IRB 6000 et son concept modulaire. Il sera en tête des ventes de robots de soudage par points.



ABB, ÉTERNEL PIONNIER

Pour autant, ces robots restaient trop lents pour les opérations de prise/dépose à la volée de l'industrie électronique et du secteur agro-alimentaire. Pour ces applications, ABB introduisit le robot IRB 340 *FlexPicker* en 1998. Basé sur le robot Delta à cinématique parallèle du professeur Raymond Clavel de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) en Suisse, le *FlexPicker* est capable d'accélération de 10 G avec des temps de cycle de 150 prises/déposes par minute, concurrençant les opérateurs humains à la fois en termes de vitesse et de dextérité pour la manipulation d'objets de petite taille comme les composants électroniques et les chocolats **7**.

Le *FlexPicker* est l'aboutissement d'un programme de R&D parfaitement ciblé avec, en 2008, une première mondiale : le lancement de l'IRB 360, robot ultra-rapide de prise/dépose à la volée de deuxième génération. D'une capacité de charge supérieure pour un encombrement encore plus réduit, le nouveau système robot, piloté par le logiciel *PickMaster* et l'armoire de commande IRC 5, atteindra de nouveaux sommets en termes de productivité et de flexibilité dans les opérations de conditionnement.

Révolution des systèmes de commande

Si la cinématique générale des robots continue d'évoluer à un rythme soutenu, on peut parler de véritable révolution pour les systèmes de commande, les solutions logicielles et les interfaces opérateurs, y compris les IHM (interfaces homme-machine). L'armoire de commande de l'IRB 6 développée en 1974, baptisée ensuite S1 et très pointue pour son temps, ne comprenait qu'un microprocesseur Intel 8008 à 8 bits, une IHM avec écran LED à 4 chiffres et 12 boutons ainsi qu'un logiciel rudimentaire pour l'interpolation des axes et la commande des mouvements. A l'époque, la programmation et l'exploitation du robot étaient réservées aux spécialistes !

1981 marque un tournant dans la configuration et la programmation des robots avec l'avènement de la S2, dotée de deux microprocesseurs Motorola 68000 et du pupitre de programmation à combinateur de mouvements pour déplacer et positionner les axes du

robot de manière intuitive. Deux autres innovations allaient simplifier et accélérer la programmation et la configuration des robots à la fois par les spécialistes et les novices : le concept de centre d'outil (CDO) et le nouveau langage de programmation ARLA (*ABB robot programming language*).

Les choses évoluent également très vite sur le plan du logiciel avec l'apparition de fonctionnalités « métier » limitées notamment pour le soudage à l'arc, avec le séquenceur intégré pour le soudage par points et la modélisation de la cinématique du bras du robot. Exploitée par l'IRB 6000, cette dernière permettait de s'affranchir de la rigidité mécanique du robot pour atteindre un niveau de performances inégalé. Pour ABB, c'était le point de départ d'une modélisation dynamique et cinématique, aujourd'hui intégrée dans tous ses produits.

L'armoire de commande S3 introduite en 1986 diffère de la S2 principalement par le basculement aux entraînements CA, comme pour la série IRB 2000. L'arrivée de la S4 en 1992 représente un autre grand pas en avant. Nombreux sont ceux chez ABB à penser qu'il s'agit d'une évolution majeure, au même titre que l'introduction de l'IRB 6 et de la S1. L'équivalent de plus de 150 années de travail a été consacré au développement de son multiprocesseur capable de commander six axes externes, tous les paramètres de soudage ainsi que les six axes du robot.

La S4 devait améliorer deux éléments clés pour l'utilisateur : l'IHM et les performances techniques du robot. Pour la première, le pupitre de programmation à multifenêtrage rappelait l'environnement de travail familier du PC avec ses menus déroulants et ses boîtes de dialogue, facilitant la configuration et l'exploitation du robot. Dans le même temps, la programmation devenait plus simple avec le nouveau langage ouvert multiniveau RAPID, offrant un maximum de souplesse pour développer ou adapter des fonctions aux besoins de chacun.

Modélisation dynamique

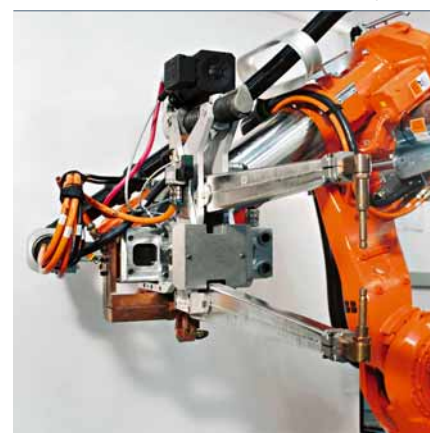
Pour améliorer les performances du robot, la S4 mit en œuvre le concept d'asservissement intelligent des axes

par logiciel plutôt que chercher à renforcer les performances mécaniques. Ce concept s'appuie sur un modèle dynamique complet du robot de l'armoire S4 utilisé par la fonction *QuickMove* qui calcule l'accélération maximale de chaque déplacement. Cette accélération qui s'applique à un axe au moins vise à atteindre le plus vite possible la position finale. On minimise ainsi le temps de cycle qui ne dépend plus exclusivement de la vitesse des axes.

TrueMove est une autre fonction qui émane de la modélisation dynamique ; elle garantit un suivi précis de la trajectoire programmée indépendamment de la vitesse et évite d'avoir à reprogrammer les trajectoires lorsque les paramètres de vitesse sont modifiés en ligne.

Par la suite, ABB ne s'est pas reposé sur ses lauriers et n'a eu de cesse

6 Robot équipé d'une torche de soudage



7 Le *FlexPicker* en action



ABB, ÉTERNEL PIONNIER

d'améliorer la commande et l'asservissement des axes pour raccourcir encore les temps de cycle et accroître la précision. La technologie QuickMove et TrueMove de deuxième génération améliore de 50 % le suivi de trajectoire et réduit de 20 % les temps de cycle sans compromettre la qualité. Des algorithmes de commande avancée permettent à QuickMove et TrueMove de gagner en précision aux vitesses élevées. Les temps de cycle des robots ABB sont jusqu'à 30 % inférieurs à ceux de la concurrence.

FlexFinishing et l'usinage avec contrôle d'effort

Autre pas de géant récent dans les applications robotisées : le développement par ABB du système *FlexFinishing* à contrôle d'effort *RobotWare Machining FC* pour les tâches délicates de meulage, ébavurage et polissage [5]. La solution robotisée inédite lancée en 2007 associe cinq éléments innovants :

- L'armoire de commande de dernière génération IRC 5 d'ABB avec son interface à haut débit pour l'instrumentation ;
- Un environnement de programmation qui permet au robot de trouver lui-même la trajectoire optimale ;
- Une boucle d'asservissement pour contrôler la pression de l'outil ;
- Une boucle d'asservissement pour adapter la vitesse de l'outil ;
- Une offre simple d'emploi et prête à intégrer.

Jamais la programmation n'a été aussi simple et efficace. Le capteur de force sert à définir la trajectoire du robot, l'opérateur se contentant de guider le robot par le bras pour lui montrer la trajectoire approximative. Le robot épouse automatiquement les contours de la pièce, enregistrant une trajectoire

précise et créant le programme. Au final, la solution assure le traitement avancé des signaux de mesure, les opérations mathématiques et logiques. Elle inclut également une interface graphique pour la programmation rapide, intuitive et précise du robot.

Cette approche innovante permet non seulement d'améliorer la qualité des pièces de fonderie, mais également de réduire de 80 % le temps global de programmation de l'application, de gagner jusqu'à 20 % sur les temps de cycle et également 20 % sur la durée de vie de l'outillage d'ébavurage.

La sécurité en ligne de mire avec SafeMove™

Pour protéger les opérateurs travaillant avec des robots industriels, ces deux partenaires sont généralement séparés par des barrières, grillages et autres coûteuses protections mécaniques [6]. En 2007, ABB lançait son concept *SafeMove™* qui permet de remplacer ces protections par des solutions électroniques autonomes, efficaces, compactes et reconfigurables.

SafeMove™ est un automate de sécurité distinct logé dans l'armoire de commande IRC 5 de cinquième génération des robots ABB. Il surveille et valide de manière fiable la vitesse et la position des robots, et détecte toute dérive intempestive ou anormale. En cas d'incident, il provoque l'arrêt d'urgence du robot en une fraction de seconde. *SafeMove™* intègre également des fonctions comme les interrupteurs de position électroniques, les zones de

sécurité programmables, le fonctionnement à vitesse réduite, l'arrêt contrôlé et l'autotest des freins, pour une flexibilité accrue des protections. Désormais, robots et opérateurs peuvent travailler côte à côte efficacement et en toute sécurité.

Coordination multirobot

Autre progrès marquant de la technologie de commande des robots, le lancement en 2004 de l'IRC 5 de cinquième génération avec sa fonction *Multi-Move* pour la commande simultanée de 4 robots et de leurs positionneurs ou autres équipements de périrobotique, soit au total 36 axes asservis.

En commandant 4 robots avec une seule armoire IRC 5, on minimise les coûts d'installation, gagne en qualité et en productivité, et étend les domaines d'application. Ainsi, deux robots de soudage à l'arc peuvent travailler en tandem sur une même pièce avec un apport de chaleur plus homogène pour éliminer les risques de distorsion liés à un retrait irrégulier lors du refroidissement. De même, plusieurs robots peuvent manipuler ensemble des pièces fragiles ou une charge trop lourde pour un seul robot.

Dans sa quête de rationalisation de la commande des robots, ABB a développé un concept modulaire pour l'IRC 5 [8], dans lequel les fonctions de commande, de puissance (actionneurs du robot) et applicatives sont logiquement séparées dans des modules distinct placés dans des coffrets standards de taille identique. Ces modules peuvent être empilés, juxtaposés ou même placés à une distance maximale de 75 m. Leur installation est encore simplifiée par un raccordement qui n'exige que deux câbles, l'un pour les



signaux d'E/S à temps critiques (fonctions de sécurité) et l'autre pour la communication Ethernet. Cette modularité permet d'élaborer des systèmes évolutifs et économiques qui se plient très précisément et très rapidement aux besoins de chaque client.

En 2007, la modularité de l'armoire de commande a franchi une étape supplémentaire avec l'introduction de la variante «rack» à monter dans le tableau de l'utilisateur ou dans la machine. Cette variante permet de satisfaire à des exigences particulières de sécurité ou d'hygiène (ex., enveloppes en acier inox ou nettoyage à la lance). Intégrant la totalité des fonctionnalités des armoires existantes autonomes, les nouveaux modèles ne font que 250 mm de profondeur, pour un gain de place et une moindre consommation d'énergie.

Interface opérateur intelligente

Les tâches complexes de configuration et d'exploitation d'une cellule multirobot avec des axes entièrement coordonnés ont été considérablement simplifiées grâce à *FlexPendant*, première interface opérateur-robot ouverte développée pour l'IRC 5¹⁾. Son combinatoire de mouvements permet non seulement de commander les axes de chaque robot, mais également de faire travailler en synchronisme les quatre robots de la cellule, une exclusivité ABB.

FlexPendant s'apparente à un mini-ordinateur PC en architecture ouverte. Sans équivalent sur le plan de la flexibilité et de la convivialité, il comporte

un écran tactile couleur avec des menus et des fenêtres de dialogue. Des pages avec des icônes et des graphiques facilement identifiables sont accessibles à des utilisateurs de différents niveaux, de nouvelles pages pouvant être créées en fonction des besoins et des applications. FlexPendant simplifie toutes les phases du cycle de vie des cellules robotisées : configuration, chargement des programmes, développement applicatif, exploitation, suivi des performances et maintenance.

Les avantages réels du virtuel

En 1994, parallèlement à l'armoire de commande S4, ABB introduisait la technologie *Virtual Robot™*, concept unique de simulation d'un système robotisé sur un PC en utilisant un code similaire au code de commande du robot réel. En 2004, la solution *Virtual Robot™* de deuxième génération était lancée en même temps que l'IRC 5, offrant une simulation totale et transparente du système virtuel et de l'armoire IRC 5 réelle. La précision des programmes développés hors ligne est telle qu'ils sont directement exploitables, réduisant les délais et les coûts de mise en production.

Partant de là, ABB introduisit *RobotStudio* pour une véritable programmation hors ligne «à la carte». RobotStudio utilise la technologie *Visual Studio Tools for Applications®* en combinaison avec le logiciel du robot pour les simulations. De cette manière, ABB réduit les risques en visualisant, simulant et testant les solutions robotisées sans interrompre les chaînes de

production. Cette optimisation des programmes robot permet d'accroître la productivité, la qualité des pièces fabriquées et les cadences, donc de maximiser le retour sur investissement dans les systèmes robotisés.

Standardisation des cellules de fabrication

Pour aider l'industrie manufacturière à satisfaire à la double contrainte de différenciation de l'offre et de réduction des coûts de production, ABB a développé sa solution *FlexLean* qui renforce la flexibilité des cellules robotisées tout en simplifiant leur installation et en économisant l'espace [7].

FlexLean, lancée en 2006, est basée sur le principe *FlexiBase* d'une cellule robotisée compacte et modulaire dans laquelle les robots, les armoires de commande et les câbles sont prémontrés sur une plate-forme. Au cœur du concept FlexLean, un constat : les solutions sur mesure, la multiplication des spécifications techniques et les logiciels dédiés sont un facteur majeur d'incertitude économique et technique. FlexLean propose aux constructeurs automobiles deux types de cellule : l'un pour l'assemblage géométrique et l'autre pour les lignes de finition²⁾. Le client peut choisir parmi différentes configurations prédéfinies

Notes

¹⁾ Cf. également Brorsson, I., Sjöberg, R., Liberg, A., *La robotique sans peine*, Revue ABB 2/2006, p. 58-61

²⁾ Procédé de soudage qui vient après la réalisation des soudures servant au maintien des pièces en position.

8 Armoire IRC 5 modulaire pour la commande multirobot



9 Cellule FlexArc® avec deux robots travaillant en tandem



ABB, ÉTERNEL PIONNIER

avec un large choix de produits robotiques. Cette technologie et la standardisation de ses composants font chuter les coûts de production à un niveau tel que la solution FlexLean peut concurrencer la main d'œuvre bon marché des pays émergents.

Autre ajout à l'offre de cellules standardisée : *FlexArc*®, une solution clé en main de soudage à l'arc robotisée ⁹ qui regroupe tous les composants : robots, armoire IRC 5 pour la commande coordonnée multirobot, positionneurs et équipement de soudage. Les clients ont le choix entre plusieurs solutions mono ou multirobot. Tous les câbles internes sont tirés et raccordés en usine. Ici encore, les éléments constitutifs de la cellule sont montés sur une plate-forme, supprimant tout travail d'adaptation sur site. Le logiciel est préprogrammé pour une configuration et une exploitation simples. Le client doit juste débiter l'ensemble, placer la cellule au bon endroit, brancher les câbles et flexibles, programmer le robot (ou charger le programme de RobotStudio, système de programmation hors ligne d'ABB) et lancer la production. S'agissant d'une solution clé en main, une cellule *FlexArc*® peut être déplacée au sein d'un même site ou entre différents sites. Les ingénieurs peuvent ainsi concevoir un outil de production hautement flexible et adaptable à l'évolution rapide du marché.

Services de télémaintenance

Avec un parc installé de plus de 160 000 robots ABB, tout problème ou baisse de performance peut avoir un impact important sur la production [8]. De plus, l'intervention sur site d'un ingénieur pour identifier le problème coûte cher en temps et en argent. Les services de télémaintenance d'ABB, développés en 2007, raccourcissent considérablement les temps d'immobilisation des équipements et allègent le budget de maintenance sur site des clients.



Aujourd'hui, la technologie embarquée dans le système de commande du robot permet de surveiller ses performances en extrayant et en envoyant directement les données à un centre de télémaintenance où elles sont automatiquement analysées. En accédant à toutes les données d'état importantes, l'expert peut identifier à distance l'origine d'une défaillance ou de contre-performances, et aider rapidement l'utilisateur à redémarrer son système. De nombreux problèmes peuvent ainsi être réglés à distance, donc sans consommation d'énergie ni émissions polluantes. S'il faut se déplacer, la résolution du problème est rapide et minimale grâce au télé-diagnostic effectué précédemment. Cette analyse automatique sert non seulement à avertir de la défaillance du robot, mais également à déceler les signes avant-coureurs d'une défaillance. A tout moment et n'importe où, un utilisateur peut vérifier l'état fonctionnel d'un robot et accéder à d'importantes données de maintenance sur le système en se connectant à la page web *MyRobot* d'ABB.

Depuis l'introduction en 1974 du premier robot tout électrique ABB com-

mandé par microprocesseur, la robotique industrielle a vécu une véritable révolution. ABB a joué un rôle de pionnier dont le point d'orgue fut le développement en 2004 de l'armoire de commande modulaire multirobot IRC 5. En 30 ans, la précision de positionnement est passée de 1 mm à 10 microns, l'afficheur LED à 4 chiffres de l'IHM est aujourd'hui un écran tactile à multifenêtrage et la puissance de calcul de 8 kbits atteint aujourd'hui au minimum 20 Go. Dans le même temps, la fiabilité s'est considérablement accrue avec une moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF) de 80 000 heures et les coûts ont chuté, le prix d'un robot en valeur actualisée étant inférieur à ce qu'il était il y a 30 ans. La robotique industrielle est aujourd'hui une technologie dans la force de l'âge.

Cet article est adapté de *Thirty years in robotics*, ABB Review Special Report Robotics (2005).

David Marshall

ABB Robotics
Milton Keynes (Royaume-Uni)
david.marshall@gb.abb.com

Christina Bredin

ABB Robotics
Västerås (Suède)
christina.bredin@se.abb.com

Bibliographie

- [1] Yoshida, O., *Couleurs à volonté*, Revue ABB 1/2006, p. 43-46
- [2] Labourdette, H., *Plus propre, plus productif*, Revue ABB 2/2007, p. 58-61
- [3] Svanström, O., *Affaire de spécialistes*, Revue ABB 3/2007, p. 65-67
- [4] Dunberg, K., *Maître soudeur*, Revue ABB 3/2007, p. 63-64
- [5] Fixell, P., Groth, T., Isaksson, M., et al., *Question de doigté*, Revue ABB 4/2007, p. 22-25
- [6] Kock, S., Bredahl, J., Eriksson, P. J., et al., *Des robots et des hommes*, Revue ABB 4/2006, p. 11-14
- [7] Negre, B., Legeleux, F., *FlexLean*, Revue ABB 4/2006, p. 6-10
- [8] Blanc, D., Schroeder, J., *Votre usine sur écoute*, Revue ABB 4/2007, p. 42-44

Rédaction

Peter Terwiesch
Chief Technology Officer
Group R&D and Technology

Clarissa Haller
Head of Corporate Communications

Ron Popper
Manager of Sustainability Affairs

Frank Duggan
Region Manager, Middle East & Africa

Friedrich Pinnekamp
Chief Editor, ABB Review
friedrich.pinnekamp@ch.abb.com

Andreas Moglestue
Deputy Chief Editor, ABB Review

Edition

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

ABB Asea Brown Boveri Ltd.
ABB Review/REV
CH-8050 Zürich
Suisse

La *Revue ABB* paraît quatre fois par an
en anglais, français, allemand, espagnol,
chinois et russe.
La *Revue ABB* est proposée gratuitement à
tous ceux et celles qui s'intéressent à la
technologie et à la stratégie d'ABB. Pour
vous abonner, contactez votre correspon-
dant ABB ou directement le bureau de la
rédaction de la revue.

La reproduction partielle d'articles est auto-
risée sous réserve d'indiquer l'origine. La
reproduction d'articles complets requiert
l'autorisation écrite de l'éditeur.

Publisher and copyright ©2008
ABB Asea Brown Boveri Ltd.
Zurich (Suisse)

Impression

Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH
AT-6850 Dornbirn (Autriche)

Maquette

DAVILLA Werbeagentur GmbH
AT-6900 Bregenz (Autriche)

Traduction française

Brigitte Fessard
bfessard@wanadoo.fr

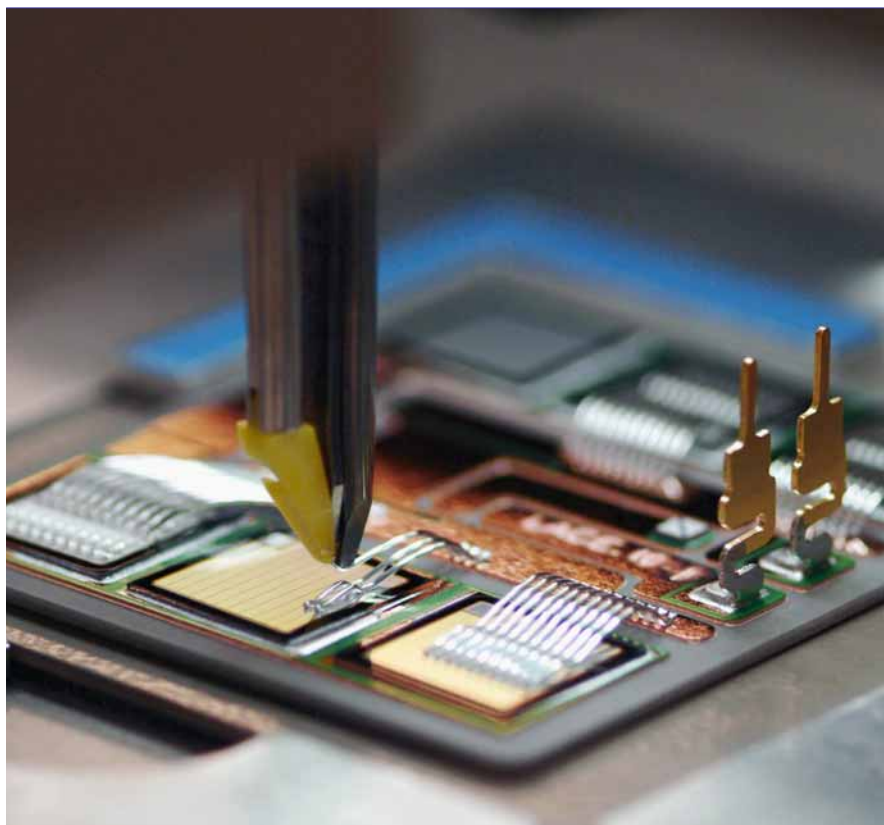
Avertissement

Les avis exprimés dans la présente publi-
cation n'engagent que leurs auteurs et sont
donnés uniquement à titre d'information.
Le lecteur ne devra en aucun cas agir sur la
base de ces écrits sans consulter un pro-
fessionnel. 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 responsa-
bilité 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: 1013-3127

www.abb.com/abbreview

Dans le numéro 3/2008



Electronique de puissance

De l'appareil photo numérique le plus compact à la chaudière la plus imposante, la plupart des équipements électriques ont une plaque signalétique indiquant leur tension et fréquence d'alimentation. Pourtant, l'utilisateur se contente généralement de prendre le câble d'alimentation fourni et de le brancher sans vérifier ces valeurs. Ce n'est qu'au moment d'acheter un deuxième chargeur pour son mobile ou son ordinateur qu'il se préoccupe de tels détails. Comme ces équipements familiers, les installations électriques requièrent une alimentation adéquate pour fonctionner, dans tous les domaines industriels et sur l'ensemble des réseaux de transport et de distribution.

L'électricité est distribuée et consommée à des tensions et fréquences très variées, chaque application se caractérisant par une combinaison optimale des deux paramètres. De nombreuses technologies ABB permettent de convertir ou de réguler l'électricité fournie pour faire tourner ces applications de manière optimale. Les variateurs de vitesse, par exemple, convertissent

une fréquence d'entrée fixe en une large plage de fréquences variant en permanence. Les réseaux de transport en CCHT doivent fournir une tension continue fixe tout en modulant la valeur et la direction du courant.

Ces conversions nécessitent une technologie offrant un haut niveau de flexibilité et de faibles pertes. L'électronique de puissance d'un convertisseur commute très rapidement afin de moduler la forme d'onde désirée. Les tensions et courants toujours plus élevés supportés par les semi-conducteurs de puissance, tout comme les possibilités de commande accrues, élargissent le champ des applications.

L'offre ABB couvre presque toute l'électronique de puissance, du développement et de la fabrication des semi-conducteurs à la conduite du réseau et à la conception d'applications client en passant par les convertisseurs et variateurs. La prochaine édition de la *Revue ABB* s'intéressera aux activités du Groupe dans ce domaine.

Find yourself the right stage



ABB's employees around the world form the key to our success. Our 100-year history and our multi-national culture have created an exciting career growth environment. For more information on open positions please visit www.abb.com/careers