

Partenariats technologiques

Comment ABB collabore avec ses clients pour dynamiser l'innovation

George A. Fodor, Sten Linder, Jan-Erik Ibstedt, Lennart Thegel, Fredrik Norlund, Håkan Wintzell, Jarl Sobel

ASEA et BBC, les deux sociétés à l'origine du Groupe ABB, ont vu le jour il y a près de 120 ans à une époque où l'électromagnétisme et les équations de Maxwell étaient considérés comme le summum du savoir scientifique. Entre-temps, la technologie n'a cessé d'évoluer. Alors que de nombreuses entreprises mettaient la clé sous la porte, ABB a toujours réussi à rebondir grâce à son esprit d'innovation et aux leçons tirées du passé. En effet, avant toute démarche d'innovation, il est extrêmement important de comprendre les rapports étroits qui, de tout temps, ont existé

entre les produits, le progrès technologique et l'économie industrielle.

Ces rapports se fondent sur l'échange d'informations au sein des entreprises et leur contribution à la pérennité de celles-ci ne doit pas être sous-estimée. Or la masse d'informations qu'une organisation peut acquérir est supérieure à ce qu'un seul individu est capable d'enregistrer; l'utilisation optimale de ces informations dépend de la mise en place de moyens de communication appropriés entre les membres de l'entreprise et des sources extérieures.

La division Mesure de force d'ABB AB est imprégnée d'une longue tradition d'innovation. Ayant tissé des liens étroits avec ses clients, ses fournisseurs, les instituts de recherche et les universités, elle propose des équipements ultramodernes de mesure et de contrôle pour un large éventail d'applications. Dans le même temps, les grands principes comme les équations de Maxwell continuent d'être appliqués de manière créative et singulière pour fabriquer des produits qui favorisent la croissance à long terme et stimulent la compétitivité.



Partenariat et productivité

L'innovation est un facteur clé de survie des entreprises et de leurs clients dans un contexte économique qui a valeur de test. Innover, c'est trouver et concrétiser des idées qui transforment un secteur industriel, réinventent les marchés et redéfinissent la chaîne de valeurs; or bon nombre de ces idées trouvent leur source chez des clients innovants.

L'innovation émerge dans un environnement propice au dialogue et à l'échange d'informations [1,2]. Pour un groupe de dimension internationale comme ABB, avec des filiales et des usines dans 90 pays, gérer et entretenir ces circuits d'informations posent

Innover, c'est trouver et concrétiser des idées qui transforment un secteur industriel, réinventent les marchés et redéfinissent la chaîne de valeurs.

de nombreux défis. Tout d'abord, des défis internes car les idées doivent être confrontées à de nombreux points de vue pour déterminer leur impact global sur le marché. Sélectionner les plus pertinentes exige du savoir-faire et une interaction entre différents intervenants: gestion, marketing et études techniques. Les relations qu'ABB entretient avec ses

clients et ses fournisseurs revêtent une importance comparable.

Beaucoup de clients d'ABB se trouvent dans des pays qui développent progressivement une solide culture technologique et scientifique grâce à des investissements majeurs dans des programmes de recherche très ambitieux. La Chine et l'Inde, par exemple, comptent parmi ceux-ci. Il faut savoir que l'Académie chinoise des Sciences mène actuellement des projets de recherche dans toutes les technologies de pointe. Des pays d'Afrique et d'Europe de l'Est tirent parti d'un vivier de jeunes talents pour créer une culture du développement technologique. Enfin, même s'ils sont les bienvenus, les marchés émergents intensifient la concurrence, obligeant des entreprises comme ABB à innover toujours plus.

Tous pareils, tous différents

Capitalisant sur 120 ans de développement technologique et d'expérience, ABB continue d'élaborer des produits et des services pour de nombreuses applications d'automatisation, de production d'énergie et de robotique. Les exemples qui suivent illustrent le large éventail de marchés servis.

La précision extrême pour la Sérénissime

Les Vénitiens font le commerce du cuivre et du bronze depuis le XIII^e siècle; pendant longtemps, ces métaux servirent à fabriquer des

pièces de monnaie et des éléments de construction. Aujourd'hui, l'entreprise familiale ILNOR SpA, créée en 1961, perpétue la tradition du travail des métaux en produisant des tôles de laiton, de bronze et de cuivre de qualité destinées aux secteurs de l'automobile, du matériel électrique et de l'électronique.

Bâtir des réseaux de travail collaboratif accroît la performance des entreprises et des individus.

Le goût séculaire des Vénitiens pour les produits de grande qualité se reflète dans les investissements permanents d'ILNOR dans des technologies innovantes pour améliorer la qualité de ses produits ¹. En toute logique, l'entreprise a choisi la solution ABB de mesure et de contrôle de planéité des tôles Stressometer 7.0 FSA. Ce système offre les fonctionnalités avancées et automatiques indispensables pour fabriquer des tôles répondant aux exigences de qualité des clients. Il témoigne du souci du détail et de la perfection d'ABB, des valeurs très appréciées dans cette région du Vieux continent.

Des stores vénitiens fabriqués... en Suède!

Alingsås, petite ville du sud de la Suède fondée en 1382, est connue des artistes éclairagistes pour son festival annuel des Lumières. Elle est également renommée pour la fabrication de stores vénitiens de qualité. Dans l'usine de Turnils, la gamme de produits couvre 7 largeurs et 6 épaisseurs dans 3 alliages différents et une palette de 1000 couleurs. Le système de mesure d'épaisseur micrométrique MTG (*Millmate Thickness Gauging*) intégré au laminoir met en œuvre une technologie brevetée et exclusive de mesure par courants de Foucault pulsés. Précis et fiable, ce système fut développé en réponse aux besoins d'un client. Utilisant fondamentalement les principes physiques de l'électromagnétisme, la technologie existante fut judicieusement adaptée à l'univers industriel. La version installée dans l'usine peut résoudre des équations de Maxwell compliquées en

¹ L'entreprise ILNOR SpA de Venise ne cesse d'investir pour améliorer la qualité de ses produits.



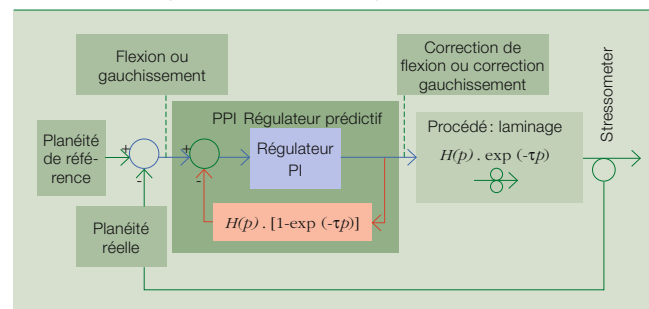
quelques millisecondes! Une électronique de très haute précision fournit des signaux avec une stabilité de quelques picosecondes. Le développement de ce système nécessite d'intenses travaux en laboratoire pour bien comprendre les effets des courants induits dans les minces tôles métalliques.

ABB a ainsi créé un produit intelligent et une plate-forme de mesure d'une précision remarquable et d'une stabilité immuable. Pour les clients, il s'agit d'un outil pérenne et économique d'amélioration des procédés.

L'excellence technologique pour la Chine

Union Steel of Korea s'enorgueillit d'être un « producteur d'acier de haute technologie »¹⁾. ABB est partie prenante de cette prouesse avec plusieurs générations de systèmes de mesure de

2 Comparatif régulation PI classique/régulation PI prédictive



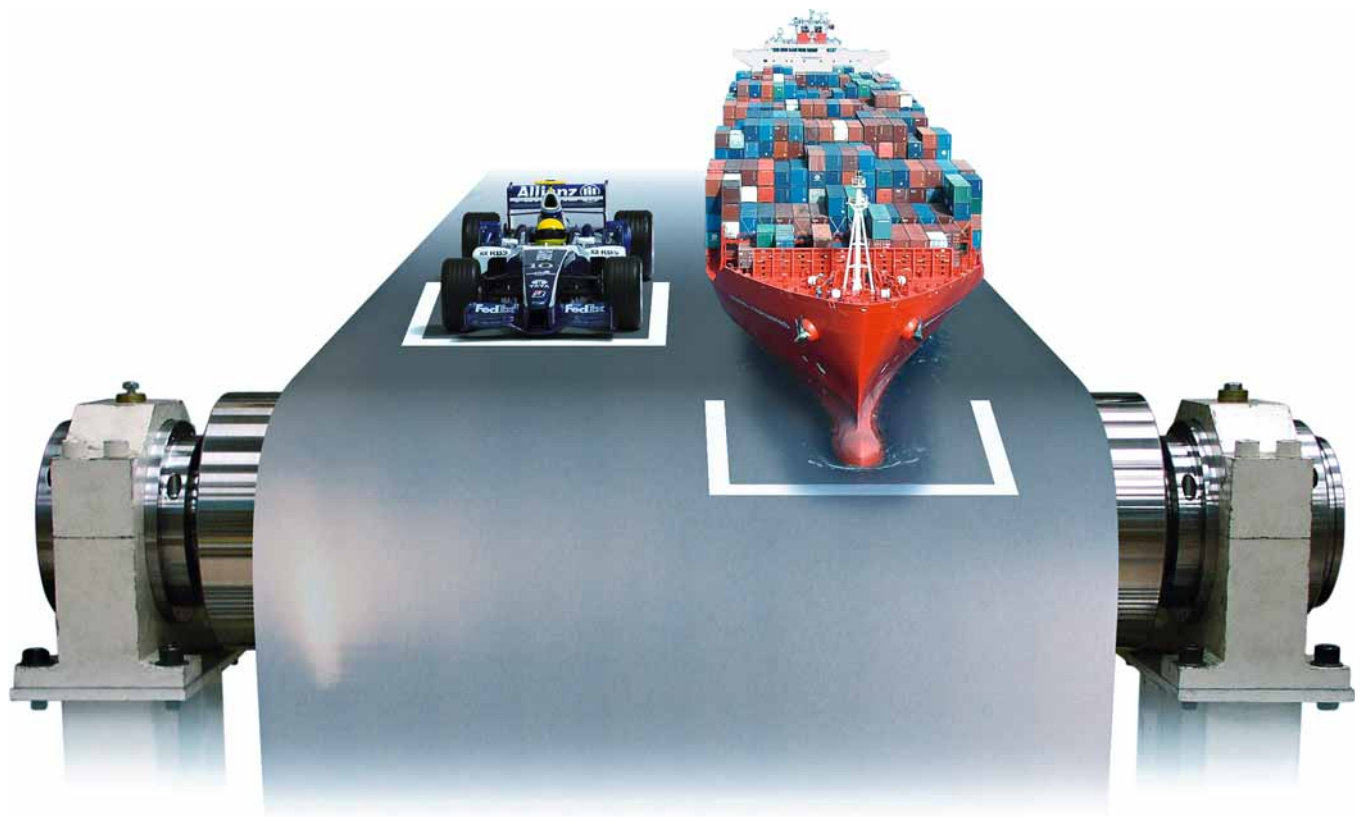
planéité Stressometer installés dans l'usine chinoise de Wuxi Changjiang²⁾. Shen Zhong, responsable technique de l'usine, compare les caractéristiques des différentes générations du Stressometer de l'usine :

« La version plus ancienne 4.0 possède une interface industrielle traditionnelle alors que l'interface homme-machine de la nouvelle version 6.0 est plus moderne avec plus de fonctions de sécurité et de puissance de calcul. Mais toutes les versions sont d'excellents produits ».

Des vertus de la collaboration

L'intensification de la mondialisation et de la concurrence sont deux défis majeurs auxquels sont confrontées les entreprises. Pour les relever, elles peuvent collaborer sur le long terme avec leurs clients afin de mutualiser leur savoir-faire et leur expérience. Mettre en place des équipes regroupant des partenaires fiables et qui

ont largement fait leurs preuves est certes indispensable. Pour autant, ce type de collaboration suppose de développer et de gérer des moyens de communication pérennes et adaptés. Or développer les programmes et outils de conversion nécessaires prend du temps et coûte cher. Ainsi faut-il des années de formation et d'expérience pour être capable de convertir un savoir technologique spécifique en syntaxe universelle Matlab ou Mathematica, des données industrielles en langages CEI 61131/CEI 61499, des



Notes

¹⁾ <http://www.unionsteel.co.kr/eng/about/intro.asp> (consulté en décembre 2008)

²⁾ Avec sa société mère, *Union Steel of Korea*, l'usine chinoise de Wuxi Changjiang est fière de contribuer « à embellir le monde avec l'acier. » Pour elle, l'acier est un matériau moderne et, chaque année, elle aide les étudiants en art à créer des pièces en acier dans la lignée de monuments comme la Tour Eiffel ou des sculptures de Jack Howard-Potter.

Partenariat et productivité

spécifications en formules mathématiques traditionnelles ou encore développer du logiciel en UML (*Unified Modeling Language*).

La seule solution valable consiste à bâtir des réseaux de travail collaboratif à la fois au sein de l'entreprise et avec les clients pour permettre à chacun – employé, partenaire et client – d'apporter sa contribution et d'exploiter l'intelligence collective en utilisant des outils qui lui sont familiers. Il s'agit non seulement de fédérer d'une nouvelle manière ces connaissances, mais également de présenter l'information de façon plus concise. Parallèlement, les entreprises et les individus deviennent plus performants et renforcent leur avantage concurrentiel³⁾ car le capital technologique et scientifique fructifie sans arrêt.

Une collaboration féconde entre des experts ABB et ceux de ses clients peut faire toute la différence. Exemple: lorsque l'expert d'un site industriel identifie un problème ou une piste d'amélioration, des outils de modélisation, de simulation et d'optimisation du système d'automatisation avancé sont utilisables en temps réel. Les procédés sont ainsi améliorés immédiatement *in situ*, ce qui était impossible il n'y a pas si longtemps encore! Dans ce cas, la méthodologie suivante est généralement suivie :

Note

³⁾ Dans la plupart des cas, les entreprises et les clients qui s'engagent dans des projets de collaboration apportent un savoir-faire complémentaire et partagent un même objectif de création de valeurs pour leurs propres clients.

- 1) Le problème est identifié et isolé ;
- 2) Les experts modélisent le problème ;
- 3) Des simulations sont réalisées avec le modèle pour déterminer les paramètres du problème dans l'environnement de simulation ;
- 4) L'outil d'optimisation commence à tracer des « courbes d'indifférence » susceptibles de résoudre le problème. Il s'agit de l'espace (concis) de paramètres donnant une solution optimale au problème. La solution est un point précis au sein de cet espace.

Les méthodes d'optimisation les plus courantes sont la méthode Pareto, la méthode des points internes et la méthode Simplex.

Incidence sur l'automatisation industrielle

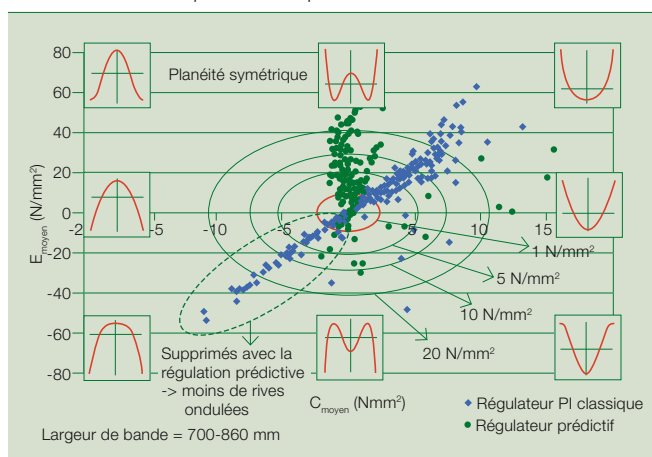
Ce mode de collaboration entre les experts de la régulation avancée et ceux de la conduite des procédés permet de renforcer la compétitivité de toutes les parties prenantes. De plus, des cycles rapides de modélisation et d'essais simplifient la présentation et la validation de nouvelles technologies et de nouveaux produits. D'un point de vue technologique, toutefois, cette modélisation et ces essais ne sont possibles que si l'équipement possède certaines propriétés, notamment [3] :

- **Modularité logicielle**: le système doit inclure des composants logiciels faciles à concevoir, connecter et modifier. La granularité de ces composants joue un rôle important dans l'obtention du bon équilibre entre la flexibilité (nombre de com-

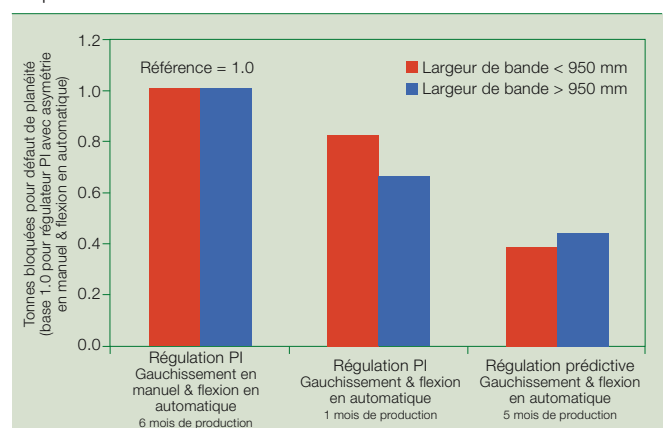
posants pouvant être connectés et observés) et un nombre gérable de paramètres (nombre moyen de paramètres pour chaque composant par rapport au nombre de connecteurs requis pour tous les composants d'une application).

- **Observateurs d'état discrets et continus**: lors de la connexion en ligne de nouveaux composants, ceux qui sont déjà actifs doivent gérer le processus de manière transparente. Il existe un délai de basculement entre deux composants au cours duquel les observateurs peuvent identifier l'état effectif du composant retiré tout en forçant l'application d'un état correspondant au nouveau composant.
- **Bibliothèque de fonctions mathématiques, statistiques et d'optimisation**: le système nécessite une puissante bibliothèque de fonctions mathématiques pour exécuter toutes les fonctions de corrélation, d'optimisation et d'analyse. Cette tâche est loin d'être insignifiante car les bibliothèques de fonctions mathématiques pour les applications industrielles sont rares.
- **Communication transparente**: les différents systèmes d'instrumentation et de conduite des procédés doivent fonctionner en toute transparence. En d'autres termes, il faut que tous les échanges, tant au niveau local qu'à distance (via Internet), se fassent de la même manière car des experts externes doivent rapidement accéder à un site lorsque l'expertise n'existe pas en interne. Exemple: un site donné d'un industriel de l'acier peut disposer de

3 Distribution de la planéité comparée à PPI



4 Sur une période donnée, la régulation PPI réduit la quantité de produits déclassés de 50 %.



spécialistes de la configuration des paramètres de production qui doivent être capables d'examiner et de configurer de la même manière les paramètres d'autres sites à travers le monde.

Collaboration fructueuse

ABB est un habitué des projets de collaboration de longue haleine et sa volonté de partager son savoir-faire et son expérience avec d'autres entreprises a largement porté ses fruits. Un de ces projets impliquait le centre de recherche d'ArcelorMittal de Maizières en France.

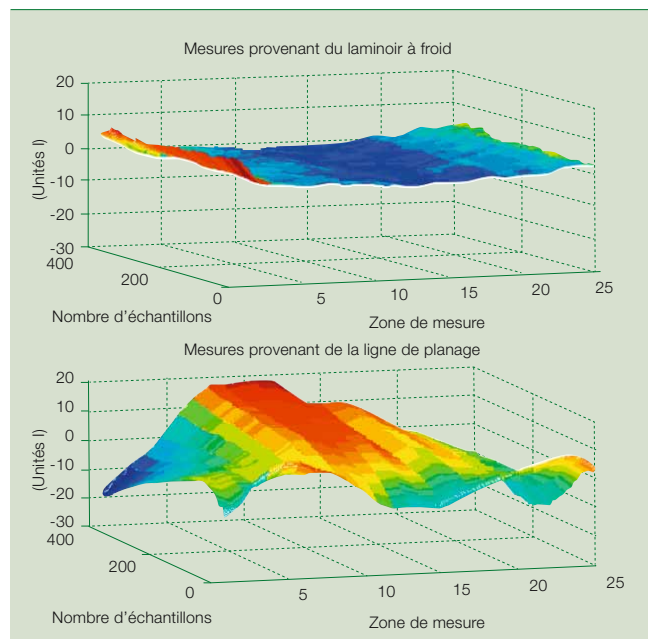
En utilisant le Stressometer 7.0 d'ABB, qui effectue de lourds calculs matriciels pour les systèmes dynamiques par le biais d'une architecture à base de composants, ce centre désirait tester un nouvel algorithme de régulation adaptative-prédictive, projet auquel les experts ABB étaient plus que ravis de prendre part. L'idée était d'ajouter une boucle de régulation prédictive (PPI) à la régulation proportionnelle intégrée (PI) classique [2].

Les résultats de la distribution de la planéité entre les actionneurs obtenus avec les deux régulations (PI et PPI) sont donnés en [3]. Hormis quelques rives ondulées le long de la bande (entourées de pointillés), la différence globale n'est pas significative. Toutefois, après une campagne d'essais de 5 mois, les résultats montrent clairement que la régulation PPI débouche sur une réduction de près de 50% de la production déclassée [4] [4].

Les clients possédant une connaissance approfondie des conditions de post-laminage peuvent utiliser les solutions de régulation avancée d'ABB pour mettre en œuvre, par eux-mêmes, des méthodes très efficaces de compensation post-laminage comme le confirme l'exemple suivant.

La planéité des tôles laminées est un critère de qualité essentiel pour les industriels qui utilisent ces tôles comme matière première. En effet,

5 Effets de planéité post-laminage



6 Capteurs de couple pour applications automobiles



certains procédés, depuis la fabrication de la simple canette en aluminium jusqu'à celle de pièces d'avion, par exemple, sont possibles exclusivement avec des tôles de qualité irréprochable. En d'autres termes, les clients d'ABB s'engagent à fournir à leurs clients des tôles laminées d'une planéité exceptionnelle. Or les données fournies par les utilisateurs de tôles d'aluminium montrent que même si celles-ci affichent une planéité proche de la perfection après le laminage à froid, la chaleur et les conditions de transport dégradent le profil de planéité.

En 2007, des experts d'ABB et de son client suédois *SAPA Heat Transfer*, implanté à Finspång, décidèrent de comparer les données de planéité des produits réceptionnés à celles collectées immédiatement après l'opération de laminage. Partant d'un brevet ABB, les experts savaient que si l'écart de planéité était décrit mathématiquement, le problème pourrait être identifié et résolu avec le système de mesure et de contrôle de planéité Stressometer 7.0.

SAPA reproduisit, aussi étroitement que possible, les conditions thermiques et mécaniques du traitement aval de recuit en discontinu. Les experts découvrirent une forte dégradation de la planéité [5].

Avec des outils d'analyse statistique et des réseaux neuronaux artificiels, ces effets furent identifiés et documentés [5,6]. Cette dégradation peut désormais être compensée en utilisant des méthodes statistiques multidimensionnelles brevetées.

Torductor-S en pole position

A quelle moment une voiture de course F1 change-t-elle de vitesse? La réponse passe par le capteur de couple Torductor-S d'ABB qui trouve sa place tout naturellement dans le plus prestigieux des bolides de course.

Le capteur Torductor-S mesure en continu et sans contact le couple dans les conditions mécaniques les plus contraignantes [6] avec une insensibilité exceptionnelle aux fortes températures et vibrations d'une F1.

Travailler avec les ingénieurs du monde de la F1 fut une expérience très enrichissante pour l'équipe Mesure de force d'ABB, qui était aux premières loges pour voir comment ces ingénieurs :

- réglèrent le moteur d'une F1 avec le Torductor-S dans la transmission pour optimiser les performances ;
- surveillaient l'usure et la dégradation du moteur tout au long de la course ;
- surveillaient et contrôlaient les transitoires et les oscillations liés au

Partenariat et productivité

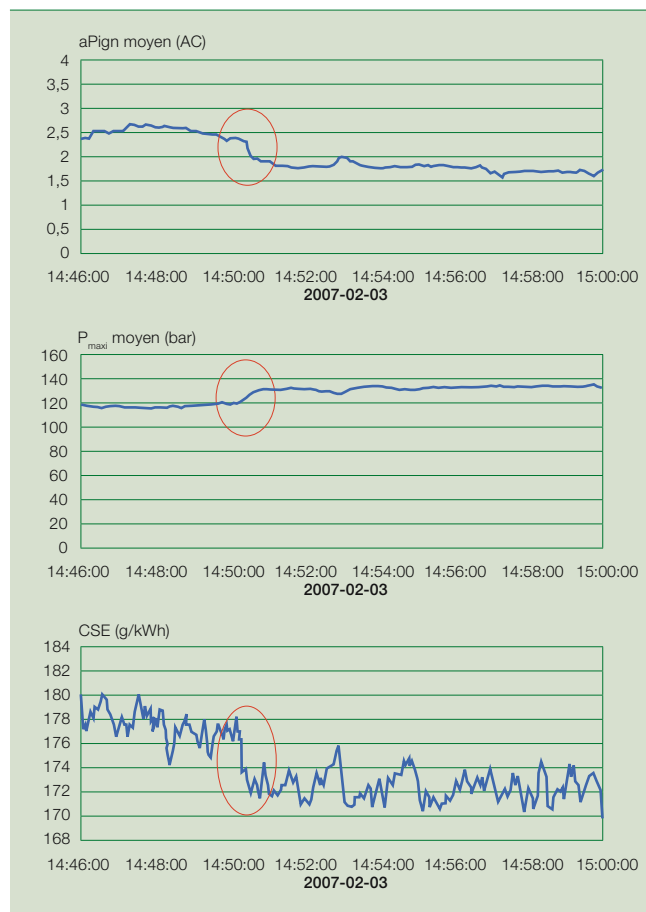
jeu mécanique, au patinage des roues ou à la surface de la route;

- surveillaient l'état et les surcharges, détectaient les défauts d'allumage et analysaient chaque combustion.

Cylmate

Une révolution silencieuse mais permanente est en marche dans le domaine des gros moteurs diesel lents à deux temps que l'on retrouve principalement à bord des navires. En effet, plus de 50 % des nouveaux navires sont équipés de moteurs à injection électronique (et non plus mécanique), avec la combustion commandée automatiquement par une fonction de régulation en boucle fermée. La régulation est appliquée directement à l'angle d'allumage de chaque cylindre du moteur. Il y a une forte corrélation entre la pression d'allumage maximale (P_{maxi}) et la consommation spécifique effective (CSE, g/kWh). Même en faisant varier très légèrement l'angle d'injection du carburant ($0,5^\circ$, par exemple), on réduit notablement la consommation [7]. Les courbes en 7 montrent le rapport entre P_{maxi} dans le cylindre et les variations de CSE lorsque l'angle d'injection est réduit de $0,5^\circ$, c'est-à-dire d'un angle de came (AC) de $2,5^\circ$ à $2,0^\circ$. La valeur moyenne de P_{maxi} est passée de 120 à 130 bar, cette augmentation de 10 bar réduisant instantanément la consommation de carburant de 2,2% (173 au lieu de 177 g/kWh). Même si cela semble minime, l'impact est énorme à l'échelle du transport maritime mondial. Selon un rapport d'études de 2000 sur les émissions de gaz à effet de serre des

7 Rapport entre P_{maxi} et la consommation de combustible, obtenu sur le banc d'essais moteur de Wärtsilä à Winterthur (Suisse)



navires remis à l'Organisation maritime internationale (OMI), 138 millions de tonnes de soutes ont été consommés par le secteur en 1996. Une réduction de 2,2% équivaut à près de 3 millions de tonnes de soutes, soit 1,8 milliard de dollars. Pour un porte-conteneurs type de 6 700 EVP faisant le trajet entre Rotterdam et Singapour, cela représente environ 60 000 dollars d'économisés, sans compter la réduction des gaz à effet de serre.

Le rapport entre P_{maxi} et l'AC est déterminé par un capteur de pression ABB Cylmate placé dans le cylindre.

Résistant aux hautes pressions, à la pollution et aux chocs thermiques, ce capteur analyse et transmet des données entre deux allumages. Un article décrivant les performances mesurées du moteur diesel équipé du capteur Cylmate et du système d'analyse a été récompensé par le Prix du Président du CIMAC⁴⁾ en juin 2004, au cours du 24^{ème} Congrès mondial des technologies des moteurs à combustion qui s'est tenu à Kyoto au Japon.

De l'importance de bien communiquer

L'innovation est la clé de l'avenir d'ABB et de ses clients. Les différents exemples décrits dans cet article soulignent l'importance de collaborer et d'échanger les résultats des travaux scientifiques et projets technologiques avec les clients, les fournisseurs, les centres de recherche ou les universités. Cette collaboration conditionne leur survie et le progrès technologique.

George A. Fodor

Sten Linder

Jan-Erik Ibstedt

Lennart Thegel

Fredrik Norlund

Håkan Wintzell

Jarl Sobel

ABB AB

Västerås (Suède)

george.a.fodor@se.abb.com

Note

⁴⁾ Conseil international des Machines à combustion. Le Prix du Président est très prestigieux au sein de l'industrie des moteurs.

Bibliographie

- [1] Arrow, K., *The limits of Organization*, W. W. Norton & Company, 1974
- [2] Teigland, R., Fey, C. F., *Julian Birkinshaw Knowledge Dissemination in Global R&D Operations : An empirical Study of Multinationals in the High Technology Electronics Industry*, The Management International Review, Gabler Verlag, 2000
- [3] Fodor, G. A., *High performance Flatness Control in Aluminium Processing*, Aluminium World, Vol. 2, 2008
- [4] Nowicki, R., Vermot-des-Roches, L., Szczepanski, P., Mouchette, A., Legrand, N., Bergsten, P., Jonsson, L., *Predictive Control for Cold Rolling Flatness*, joint ArcelorMittal ABB report, ATS Conference, Paris, 2007
- [5] Uppgård, T., *Estimation of Post-Rolling Effects in Cold Rolled Aluminium Strips*, Thèse, université d'Örebro, 2008
- [6] Uppgård, T., *Predicting Post-Rolling Flatness by Statistical Analysis – Improved Quality at Our Customer's Customer*, ABB Value Paper Series, 2007
- [7] ABB Pressure Sensor Fit for Loop Control, *Diesel & Gas Turbine Worldwide*, avril 2008