

review

01|2018 fr

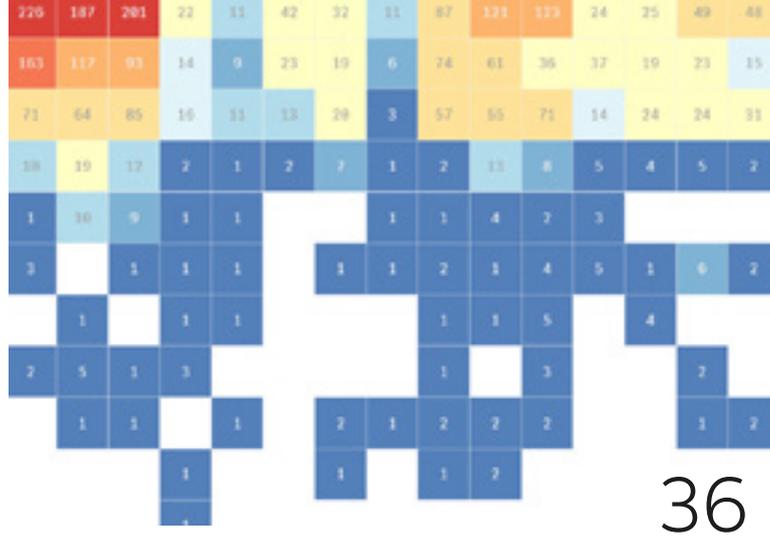
Innovation

30



60

-
- 06–21 **Partenariats stratégiques**
 - 22–33 **Innovations ABB**
 - 34–51 **Logiciel et virtuel**
 - 52–67 **Transition énergétique**
 - 68–79 **Diagnostics et données**



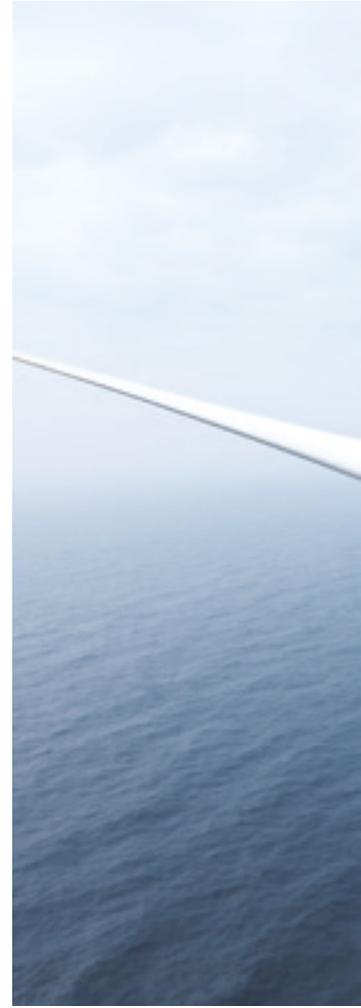
36

L'analyse visuelle, gage de qualité



60

Les progrès du transport HVDC Light®



Le nouvel âge des robots



27

Tous en piste avec ACOPOStrak



18



La star des transformateurs éoliens 33/66 kV

L'usine du futur



05 **Éditorial**

Partenariats stratégiques

- 08 Collaborer pour innover
- 13 Entretien avec Grant Allen
- 18 Le nouvel âge des robots

Innovations ABB

- 22 À la une de l'innovation ABB 2018

Logiciel et virtuel

- 36 L'analyse visuelle, gage de qualité
- 40 Le DQR Code dynamise la maintenance
- 46 Décryptage de la blockchain

Transition énergétique

- 54 La star des transformateurs éoliens
- 60 Les progrès du transport HVDC Light®

Diagnostics et données

- 70 Un turbo qui envoie !
- 72 Analyse des courants moteur

-
- 80 Enquête de satisfaction 2017

Le mot du moment

- 82 L'usine du futur

-
- 83 Publication ABB
 - 83 Gardez le contact

ABB, partenaire officiel de la Formule E

**Accélération foudroyante.
Fiabilité éprouvée, même
dans les situations épineuses.
Équipements sûrs et durables,
sans danger pour l'humain ni pour
la planète. Vous pensez à ABB ?
Presque ! Ces caractéristiques
sont celles du partenariat
ABB FIA dans le championnat
de course automobile électrique
« Formule E », dont le Groupe
est devenu le principal sponsor.**



ÉDITORIAL

Innovation



Chers lecteurs,

Dans un monde où la technologie évolue à toute allure, l'innovation continue est une des clés de la réussite. Si de nombreuses inventions ont percé dans les laboratoires d'ABB, le Groupe pratique aussi l'innovation « ouverte ». Nous n'avons de cesse de prospecter, d'investir et de nouer des partenariats avec des startups du monde entier, qui défrichent des domaines innovants tels que l'apprentissage automatique, la production d'énergie décentralisée et les bâtiments intelligents. La rubrique « Partenariats stratégiques » en page 6 dresse un état des lieux de cette activité.

Mais ce numéro fait aussi la part belle à la recherche ABB, qui innove beaucoup dans la transformation numérique de l'usine et ses dispositifs connectés.

Enfin, permettez-moi de conclure sur un aspect pratique du « partenariat » d'ABB Review avec son lectorat : que vous lisiez notre magazine en ligne, sur l'appli ou en version papier, n'oubliez pas de vous abonner à la liste de diffusion sur www.abb.com/review. Ainsi, vous ne manquerez plus jamais un numéro !

Bonne lecture,

A handwritten signature in red ink, appearing to read 'Bazmi Husain'.

Bazmi Husain
Directeur des technologies



Partenari stratégic



ats ques



18

Intelligence artificielle, blockchain, voitures autonomes... une vague de nouvelles technologies et de modèles économiques disruptifs déferle sur l'industrie. Rester dans la course alors que la révolution numérique transforme le monde à vue d'œil exige plus d'agilité que jamais de la part des grands groupes. Ces derniers doivent souvent s'associer à d'autres acteurs industriels pour accélérer l'innovation en interne. Quid d'ABB ? Ce numéro présente ABB Technology Ventures (ATV), la branche capital risque du groupe, et explique comment ATV fait entrer l'innovation extérieure au sein d'ABB.

- 08 Collaborer pour innover
- 13 Entretien avec Grant Allen, directeur général d'ATV
- 18 Soft Robotics, le nouvel âge des robots



08

PARTENARIATS STRATÉGIQUES

Collaborer pour innover

La révolution numérique force les industriels à repenser leur rapport à l'innovation, dont les modèles actuels sont souvent caducs. Innover, c'est aujourd'hui dépasser le périmètre de l'entreprise pour s'engager dans une dynamique de partenariats qui forgeront les écosystèmes de demain.



Victoria Lietha
ABB Technology Ventures
Zurich (Suisse)

victoria.lietha@ch.abb.com

Qui se rappelle que l'incontournable iPhone d'Apple ne compte qu'une dizaine d'années d'existence ? Dès son lancement en juin 2007, il s'imposait avec les téléphones BlackBerry et les assistants personnels Palm en héraut d'un nouveau monde connecté. Dix ans plus tard, nous

Ces dix dernières années ont vu un feu d'artifice de nouvelles technologies et innovations de rupture.

entrevoyons les bouleversements apportés par l'informatique et l'hyperconnectivité : les nouvelles technologies et les innovations de rupture se sont multipliées au point de rythmer notre vie, à la maison comme au travail.

Les secteurs traditionnels comme l'énergie et la production industrielle ne sont plus épargnés par la révolution numérique, qui ouvre de nouveaux marchés virtuels et bouleverse la donne. Porteur d'opportunités comme de défis, ce nouveau paradigme exige de réinventer modèles économiques, stratégies et processus. Pour rester dans la course, les entreprises doivent faire évoluer leur rapport à la technologie.



—
01 Confrontés à une innovation protéiforme et toujours plus rapide, les grands groupes doivent apprendre à regarder ce qui se fait à l'extérieur.

L'ouverture, plus que jamais

Dans les années 1980, les meilleures innovations émanaient souvent de la recherche publique. Avec l'arrivée des micro-ordinateurs, des réseaux locaux et d'Internet au cours de la décennie suivante, les entreprises du secteur privé ont pris les rênes de l'innovation technologique. Depuis le début du XXI^e siècle, l'électronique grand public est le moteur du progrès. L'utilisation croissante des smartphones, des réseaux sociaux et des

—
Les nouveaux débouchés et enjeux de la transformation numérique exigent de repenser modèles économiques, stratégies et processus.

médias en ligne a dopé la puissance de calcul, les capacités de stockage et la connectivité. Ces nouveaux outils et leurs fonctionnalités investissent d'autres marchés, où ils offrent de fabuleux gisements de valeur, notamment dans l'industrie. Comme l'explique Gary Hamel dans « La Révolution en tête » [1], 90 % des enseignements qui nous permettent d'anticiper l'avenir proviennent d'un autre secteur que le nôtre.

Historiquement, tant le développement de nouveaux procédés que le marketing produit étaient réalisés en interne. Ces dix dernières années, on observe une tendance grandissante des entreprises à s'émanciper du carcan du tout-interne pour aller chercher des idées fraîches à l'extérieur →1.

L'« innovation ouverte » en est le plus illustre exemple. Le concept, théorisé par Henry Chesbrough en 2003 [2], désigne le fait de dépasser le périmètre de l'entreprise ou de son secteur d'activité pour trouver des idées permettant de





02

garder plusieurs longueurs d'avance sur la concurrence. Alors qu'aujourd'hui l'innovation se nourrit de plus en plus des technologies grand public, force est de constater que la frontière entre marché de consommation et industrie se brouille. Ainsi, ces derniers temps, les entreprises ne se contentent pas de regarder ce qui se fait ailleurs

—
L'innovation ouverte consiste à s'intéresser aux technologies et solutions extérieures à l'entreprise pour garder une longueur d'avance sur la concurrence.

mais cherchent à se l'approprier en s'engageant dans une démarche proactive de partenariats au sein d'un écosystème innovant. D'après la Harvard Business Review, la collaboration doit devenir la norme pour saisir les opportunités et en sortir gagnant [3].

La mise sur pied d'un écosystème collaboratif dédié à l'innovation, interconnecté et dynamique, peut prendre de nombreuses formes : groupes de co-création d'un nouveau produit dont l'idée a germé hors de l'entreprise ; utilisation de processus d'innovation en mode startup comme l'expérimentation, l'incubation et l'apprentissage

par l'échec ; recours au capital risque d'entreprise ; etc. Toutes ces méthodes ont en commun de mettre l'accent sur la communication entre parties prenantes.

ABB Technology Ventures

L'innovation est dans l'ADN d'ABB.

De nombreuses technologies aujourd'hui incontournables ont été inventées par le Groupe au cours des 130 dernières années : écran LCD à nématique en superhélice, disjoncteur à autosoufflage pour appareillage haute tension, compteur de gaz électronique, capteur de courant ou de tension à fibres optiques, courant continu haute tension (CCHT), électronique de puissance, cobotique industrielle, pour n'en citer que quelques-unes. ABB continue de mettre au point, dans ses sept centres de recherche à travers le monde entier, les avancées qui révolutionneront le quotidien des industriels et de leurs clients. Il y consacre environ 1,5 milliard de dollars chaque année.

Par son riche patrimoine d'innovations, ABB a depuis longtemps compris l'intérêt de fonctionner en réseau. Ainsi les centres de recherche et les différentes entités du Groupe collaborent avec les plus grandes universités de la planète ainsi qu'avec d'autres entreprises.



—
02 Les idées venant d'entreprises partenaires dynamisent le progrès technologique.

ABB Technology Ventures (ATV) est la branche capital risque d'ABB et le bras armé de sa R&D. La société, dont le siège est à Zurich avec des bureaux en Inde et dans la Silicon Valley, recherche les startups susceptibles de dominer leur secteur et donc de générer de la valeur stratégique pour ABB. Une fois qu'ATV a cerné tout le potentiel de la jeune pousse, elle y prend une participation à hauteur de 20 % maximum. Les montants investis vont de 250 000 à 20 millions de dollars, avec un ticket moyen de 4 millions.

—
ABB Technology Ventures (ATV) est la branche capital risque d'ABB et le bras armé de sa R&D.

Depuis sa création en 2009, ATV a injecté plus de 190 millions de dollars dans 26 startups et 4 fonds de capital risque. Son portefeuille actif compte aujourd'hui 18 entreprises dans des secteurs très divers, conformément à l'objectif d'ABB d'incarner l'usine numérique du futur : robotique, Internet industriel des objets, apprentissage automatique, production d'énergie décentralisée et bâtiments intelligents. Installés aussi bien en Amérique du Nord qu'en Europe de l'Ouest, en Israël ou en

Chine, ces partenaires laissent certes augurer des gains financiers non négligeables, mais le premier critère d'investissement est leur valeur stratégique pour ABB, qui peut revêtir de nombreuses formes : meilleure compréhension d'une nouvelle technologie comme la fabrication additive ou la blockchain ; ouverture sur un secteur innovant (drones, par exemple) auquel ABB souhaite participer ; remise à plat des modèles et bases de réflexion du Groupe ; promotion de nouveautés ou de produits complémentaires de l'offre ABB ; réduction du délai de commercialisation →2.

En fin connaisseur du marché, ATV est aux avant-postes de l'innovation ABB, scrutant les tendances afin de repérer toute activité digne d'intérêt et d'investissement. Complémentaire de la R&D institutionnelle du Groupe, elle sélectionne les startups les plus prometteuses et prend des risques calculés afin de déployer des innovations potentiellement « disruptives » qui sortent du champ de celle-ci. Ce banc d'essai grandeur réelle permet de tester technologies ou modèles économiques émergents et risqués pour une fraction du coût et des ressources que mobiliserait pareil développement en interne.

Si ATV est la clef de voûte de l'innovation ouverte selon ABB, la collaboration avec les startups doit se nourrir des solides compétences ABB en R&D, de ses partenariats et de ses fusions-acquisitions. Comme l'explique René Cotting, président d'ATV et directeur des opérations, de l'innovation et de la R&D chez ABB, « nous voulons créer et commercialiser durablement des produits capables de s'adapter rapidement à l'évolution incessante des exigences de la clientèle. Pour cela, notre R&D d'envergure mondiale doit collaborer avec les autres entités ainsi qu'avec les équipes en charge des fusions-acquisitions, condition nécessaire pour avoir une vision globale des différents mécanismes de croissance et d'innovation ».

L'investissement ATV dans la jeune pousse californienne Bonsai AI illustre bien cette synergie. Implantée dans la ville de Berkeley, juste en face de San Francisco, Bonsai occupe le même gratte-ciel que Skydeck, l'incubateur de startups de l'université de Californie. Financée par Microsoft, Samsung et New Enterprise Associates (premier fonds de capital risque au monde), Bonsai cherche à simplifier la compréhension, le débogage et la mise en œuvre des algorithmes d'intelligence artificielle (IA), notamment ceux d'apprentissage par renforcement.

—
03 L'Israélien PointGrab a conçu un capteur de vision équipé d'un algorithme d'apprentissage profond qui compte et suit les personnes sans émettre de signal vidéo : une innovation rendue possible par la collaboration avec ATV.

Bibliographie

[1] Hamel, G., « La Révolution en tête », Paris : Village Mondial, 2000.

[2] Chesbrough, H., « Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology », Cambridge : Harvard Business School Press, 2003.

[3] Gnanasambandam, C., Uhl, M., « Innovation Is as Much About Finding Partners as Building Products », disponible sur : <https://hbr.org/2017/innovation-is-as-much-about-finding-partners-as-building-products>, 20 juillet 2017.

Selon son PDG Mark Hammond, « si vous vous appelez Google, Facebook ou Amazon, pas de problème. Mais si vous êtes une petite entreprise de production, de vente ou autre, confrontée à la dure réalité du terrain sans disposer des mêmes moyens techniques ou réduite à utiliser des solutions toutes faites ne répondant pas à vos besoins, alors l'affaire se corse ».

L'investissement d'ATV dans la startup californienne Bonsai AI est un excellent exemple de la recherche de synergie.

Bonsai propose à ces métiers plus traditionnels de lever la complexité de la programmation et de la gestion des modèles d'IA. Cela vaut aussi pour tous les industriels comme ABB qui cherchent à rendre leurs robots et autres matériels plus faciles à programmer et plus sûrs à manier. La technologie développée par Bonsai s'appuie sur l'outil TensorFlow mis au point par Google pour faciliter la construction de systèmes d'apprentissage automatique. Le fonctionnement de TensorFlow s'apparente à celui de la boîte à outils Cognitive Toolkit de Microsoft, mais sous une forme particulièrement visuelle et intuitive. Les roboticiens d'ABB ont immédiatement compris l'intérêt du compilateur et du langage d'IA de haut niveau.

Outre l'investissement financier, ATV a aidé Bonsai à adapter l'interface graphique, héritée du simulateur robotique Gazebo, au logiciel RobotStudio d'ABB. Les deux partenaires s'attachent désormais à transposer les résultats de la simulation dans le monde réel, avec par exemple le robot collaboratif YuMi d'ABB, avant d'envisager des cas d'usage concrets.

L'exemple de Bonsai illustre bien la façon dont ATV identifie les meilleurs partenaires et met sur pied une relation bénéfique aux deux parties. Une telle synergie est également à l'œuvre dans la collaboration entre ATV et l'Israélien PointGrab →3. Dans les articles suivants, consacrés à un entretien avec le directeur général d'ATV, Grant Allen, et au partenariat entre ATV et Soft Robotics, nous verrons en quoi, pour qui veut dynamiser son processus d'innovation, il est capital de transcender les limites de l'entreprise et de rechercher activement des partenaires externes. ●

03



ENTRETIEN

Entretien avec Grant Allen, directeur général d'ABB Technology Ventures



Grant Allen

Le capital risque d'entreprise est aujourd'hui un relais de croissance majeur pour ABB. Grant Allen dirige ABB Technology Ventures (ATV), la branche capital risque du Groupe installée dans son nouveau siège californien de San Jose, dans la Silicon Valley. Il nous explique comment ABB collabore avec les startups et décide de ses investissements dans le domaine.

ABB Review (AR) : Décrivez-nous l'écosystème d'innovation chez ABB et ses évolutions récentes.

Grant Allen (GA) : Le leadership d'ABB dans les technologies de pointe repose avant tout sur une recherche-développement (R&D) solide, rationnelle et tournée vers l'avenir. C'est en effet le nombre d'innovations lancées depuis des années qui pérennise l'avantage concurrentiel d'ABB. À chacune de mes rencontres avec des chercheurs du Groupe, je suis impressionné par leur capacité à développer en interne de nouveaux produits et à faire progresser la technologie. Comme dans toute grande entreprise, la tentation est forte de se contenter d'améliorer l'existant plutôt que d'explorer, même maladroitement, des territoires inconnus. Cette stratégie de progrès incrémental, à « petit pas », et d'optimisation peut donner naissance à des produits certes plus évolués, mais pas révolutionnaires pour autant. En pratique, cela signifie que l'amélioration continue du portefeuille absorbe une grande part des ressources de développement, souvent au détriment de la prise de risques et de la recherche d'innovations de rupture. Cette démarche revient à rechercher un optimum local, et non global propre à créer de la valeur sur le long terme. Tout grand groupe doit selon moi se doter d'un fort capital recherche pour identifier et s'approprier les technologies et modèles économiques de progrès qui, au-delà de son cœur de métier, aideront la maison mère à renouveler ses offres. Il s'agit de conquérir de nouveaux espaces vierges pour atteindre l'optimum. Je suis d'avis que le capital risque d'entreprise, à l'image d'ATV, peut être en cela un bon instrument.

AR Selon vous, où en sera le capital risque dans cinq ans ? Quelles sont les grandes tendances de l'investissement dans les startups ?

GA Le capital risque est plus important que jamais. Les grandes entreprises tendent clairement à chercher hors de leurs murs des technologies de rupture. Or s'agit-il pour elles de suivre d'un œil ces innovations ou plutôt de s'y intéresser de près et de s'engager, s'investir, quitte à bousculer leurs propres modèles ? Tout est là. Je pense que bien des capital risqueurs adoptent une mauvaise stratégie, celle du « lèche-vitrine » : ils regardent de nombreuses startups, engagent le dialogue et envoient leurs cadres assister à une sorte de défilé technologique de la Silicon Valley, sans pour autant mettre la main à la pâte ou au portefeuille. C'est là que le bas blesse. Nous voulons des investissements qui rapportent, mais en oubliant que la vraie réussite réside dans leur rôle d'aiguillon aux stratégies de progrès de la société mère.

Dans cinq ans, le capital risque sera toujours de mise mais une moitié, sinon plus, des acteurs actuels aura tiré sa révérence, soit pour avoir échoué à transformer ses investissements en valeur stratégique pour la maison mère, soit pour avoir perdu trop d'argent, ou encore les deux. Les filiales spécialisées dans le capital risque sont souvent éphémères ; un simple changement de direction peut amener à revoir la stratégie et sonner le glas de l'activité. Pour perdurer, il faut veiller à générer de la valeur stratégique à chaque étape du cycle de vie de nos placements et un retour sur investissement dans la durée.

01



AR Parlez-nous du rôle d'ABB Technology Ventures sur ce marché.

GA Lorsque j'ai rejoint la Silicon Valley il y a trois ans, j'ai rencontré des grands noms du capital risque financier comme Andreesen Horowitz, Greylock, Kleiner Perkins ou Lightspeed, à vrai dire peu intéressés par les domaines phares d'ABB comme les énergies renouvelables ou l'automatisation industrielle, sans parler de la robotique. Les investissements dans le matériel n'avaient pas encore décollé et le spectre de la bulle des technologies propres qui avait explosé au début du millénaire planait toujours, la plupart des fonds d'investissement ayant beaucoup perdu à l'affaire. Changement de décor aujourd'hui : l'intelligence artificielle (IA) et la robotique, mais aussi la « Deep tech », qui entend repousser les frontières technologiques grâce à des innovations de rupture, ont le vent en poupe. De nombreux fonds ont investi dans le matériel, emboîtant le pas de fonds dédiés tels Eclipse Ventures et Playground Global (lancé par Andy Rubin, père d'Android). Certaines

de ces grandes pointures du capital risque se tournent désormais vers ABB pour son expertise, notamment dans la robotique et l'Internet industriel des objets (IIoT). Nous jouons volontiers le rôle de conseiller technique. En apportant de la valeur ajoutée aux autres investisseurs de l'écosystème, nous prenons position pour décrocher les meilleurs contrats et avancer les atouts qui font d'ABB un partenaire investisseur de choix : la marque ABB, une assise solide de R&D, une chaîne d'approvisionnement et de distribution mondiale, la connaissance du marché et des décennies d'expérience dans la fabrication de matériels de haute précision, robustes et performants.

AR Quel est le profil des entreprises dans lesquelles vous investissez ?

GA ATV a investi directement dans 26 jeunes pousses depuis sa création, dont tout récemment une société chinoise, même si nous investissons majoritairement en Amérique du Nord, en Europe occidentale et en Israël. Chaque année, nous réalisons en moyenne quatre nouveaux investissements. Notre portefeuille actif compte aujourd'hui 18 entreprises, pour un montant total d'environ 88 millions de dollars.

Nous tenons à prendre activement part à chaque opération pour maximiser notre valeur ajoutée et nous protéger d'éventuelles pertes. En pratique, ATV détient au moins un siège au conseil d'administration de ces entreprises, avec ou sans droit de vote. On nous demande souvent si nous usons d'un droit de préemption ou d'autres clauses particulières. La réponse est « non ».



—
01 Les solutions d'intelligence artificielle de TaKaDu complètent les produits ABB.



02

AR Comment repérez-vous ces startups ?

GA Chaque année, nous parcourons un grand nombre de canaux pour cerner plus de 2000 candidates. Nous menons en permanence des études de marché et des enquêtes sectorielles pour classer les entreprises par segment d'intérêt. Nous avons ainsi récemment étudié les dossiers des principales startups spécialisées dans l'automatisation de l'industrie agroalimentaire. Un membre de notre équipe se consacre à plein temps à l'analyse du marché et au suivi de la concurrence. Nous développons aussi un outil de suivi en ligne de toutes ces jeunes entreprises, que nous partageons avec la R&D et les divisions d'ABB pour qu'elles nous signalent de nouveaux talents.

AR À quoi ressemble la collaboration avec une startup ?

GA Après le feu vert du comité d'investissement d'ATV (auquel participe le Directeur des technologies d'ABB, à qui je rends compte) et l'intégration de la société en question dans le portefeuille actif, l'équipe ATV et nos collègues de la division ABB pilotant ce projet apportent soutien et conseil. Comme la plupart des bonnes sociétés de capital risque, nous aidons la startup à élaborer sa feuille de route technologique, à affiner son modèle d'affaires, à cibler le bon produit collant au marché, à recruter et à chercher des financements. Nous allons au-delà de l'apport de valeur ajoutée type du capital risque : nous l'aidons directement à approfondir le développement en lui ouvrant les portes de notre R&D et en la présentant à nos clients et partenaires. Grâce à nous, elle atteint plus vite le stade de la viabilité commerciale. L'interaction entre la startup et les divisions ABB est primordiale à cet égard. Dès les premières discussions avec les investisseurs potentiels, ATV jette un pont entre la startup et les principaux intervenants ABB : responsables d'activité et directeurs techniques, centres de recherche institutionnelle d'ABB (au nombre de 7), responsables d'unités locales et mondiales, entités commerciales et produits. Grâce à cette approche qui garantit un alignement parfait des attentes et objectifs, la jeune pousse peut tirer

—
02 Le capteur de vision de PointGrab compte et suit les personnes avec la précision d'une caméra de surveillance, mais sans signal vidéo.

pleinement parti du réseau mondial d'expertise et de ressources d'ABB. Avec ses 135 000 collaborateurs et son rang de premier fournisseur mondial de moteurs et de variateurs industriels, d'aérogénérateurs et de réseaux électriques, le Groupe offre un formidable réseau pour toutes les phases de la collaboration. Fort de ses ressources humaines, de ses laboratoires de R&D, de ses canaux de vente mondiaux et de ses multiples partenariats, ABB aide ces entreprises à commercialiser plus rapidement leurs produits et services.

AR Donnez-nous un exemple concret de collaboration avec une startup ayant directement apporté de la valeur aux clients d'ABB.

GA Chacun de nos investissements doit obéir à une synergie gagnant-gagnant : tant la startup qu'ABB en retirent de la valeur. Par définition, en libérant les énergies et les talents, les clients d'ABB remportent la mise. Prenons l'exemple de TaKaDu, une startup basée en Israël qui vend aux distributeurs d'eau une solution logicielle hébergée dans le Cloud permettant de détecter, d'analyser et de traiter automatiquement les événements et incidents survenant dans le réseau. L'équipementier ABB fournit l'instrumentation de détection et de mesure ainsi que le contrôle-commande. De son côté, TaKaDu apporte une solution d'intelligence artificielle qui anticipe les risques de fuites dans

le réseau et indique au client l'emplacement optimal du nombre minimal de capteurs de pression. Bilan : coûts réduits et disponibilité optimisée. La relation entre ABB et TaKaDu est clairement symbiotique →1. Là encore, chacun y gagne.

AR Pouvez-vous nous citer l'un de vos derniers investissements ?

GA Nous avons essayé ces dernières années de déterminer comment ABB pouvait se positionner dans le domaine de la surveillance aérienne et des drones. Nous avons lancé une étude externe portant sur les entreprises du secteur et le déploiement de leurs services à forte valeur ajoutée (interventions sur site, logistique et sécurité). L'une d'elles, la société Kespry, sortait indéniablement du lot du fait de sa focalisation sur l'acquisition de données, de ses capacités de traitement et de la facilité d'utilisation de ses produits : les techniciens de terrain peuvent déployer aisément la plate-forme de drones sur site. Kespry utilise une caméra aérienne haute résolution pour estimer le volume des agrégats miniers avec une précision d'environ 1 %. C'est là un net progrès par rapport aux techniques actuelles et la perspective de nombreux usages pour les technologies ABB. En liaison avec les activités portuaires et maritimes du Groupe, les drones de Kespry pourraient effectuer un décompte précis des conteneurs ou automatiser de nombreuses autres tâches. Et ce n'est qu'un début.

AR Donnez-nous des exemples concrets de technologies disruptives.

GA Prenons l'Israélien PointGrab et son capteur de vision intégrant un algorithme d'apprentissage profond appliqué à la domotique et à l'immotique. L'appareil n'est pas une caméra, puisqu'il ne produit aucun signal vidéo, mais il est capable de compter et de suivre à la trace des individus avec une précision équivalente à celle d'une caméra de vidéosurveillance →2. Sécurisée et non intrusive, cette solution est représentative d'une toute nouvelle génération de capteurs qui utilisent l'IA pour repousser les limites du monde physique.

AR Merci de nous avoir accordé cet entretien. ●

 PARTENARIATS STRATÉGIQUES

Soft Robotics, le nouvel âge des robots

ABB Technology Ventures (ATV), la branche capital risque d'ABB, identifie les startups les plus intéressantes d'un point de vue stratégique et financier. Le partenariat avec Soft Robotics montre à quel point le tandem grand groupe industriel et jeune pousse peut doper l'innovation.



Victoria Lietha
ABB Technology Ventures
Zurich (Suisse)

victoria.lietha@ch.abb.com

Qui a dit qu'un robot devait forcément être en métal ? George Whitesides et son bataillon de post-doctorants à Harvard ont réécrit ces dix dernières années les règles de la robotique. En collaboration avec la DARPA, l'agence de recherche du Département américain de la Défense, l'équipe d'universitaires a concentré ses travaux sur une nouvelle génération de robots inspirés du monde animal, les « robots mous ». Objectif ? Créer un robot déformable, capable de se faufiler dans des endroits très étroits [1]. Alors que la plupart des roboticiens s'y échinait avec des robots rigides classiques, George Whitesides a imaginé un nouveau type de robots, entièrement fabriqués en élastomère. Une idée de génie qui révolutionne la robotique !





Gestation

Les robots mous nés de la collaboration avec la DARPA ont trouvé leurs premières applications en médecine, notamment en chirurgie. L'automatisation industrielle s'y est aussi intéressée car l'innovation répondait à un besoin majeur, jusqu'alors insatisfait. Avec leurs articulations rigides, les robots actuels peinent à saisir des objets mous non standardisés (des produits frais, par exemple) ou à interagir en sécurité avec les humains. Si cette nouvelle technologie peut manipuler et déplacer des organes et tissus mous sans les abîmer, la

Soft Robotics s'est inspirée des tentacules du poulpe pour concevoir ses robots mous.

préhension d'objets fragiles et multiformes, comme des fruits et légumes ou des articles du quotidien, devient possible. Ces premiers travaux ont donné naissance en 2013 à Soft Robotics, une jeune pousse créée par George Whitesides et son équipe de chercheurs →1.

Prise en main

À mille lieues des solutions robotiques traditionnelles à base d'articulations rigides, de capteurs et de servomoteurs, Soft Robotics s'est inspirée des tentacules du poulpe pour concevoir des robots mous. Entièrement en polymères, ces actionneurs biomimétiques fonctionnent sans capteurs ni autres pièces électromécaniques. L'innovation Soft Robotics prend ici appui sur la science des matériaux au lieu de complexifier et de renchérir la solution. Toute l'intelligence du robot est concentrée dans son préhenseur : savant assemblage d'élastomères (selon une formule mise au point par Soft Robotics) et de microcanaux remplis de liquide, il présente toutes les caractéristiques des tissus mous de la main humaine.

Les travaux du professeur Whitesides ont ouvert des axes de recherche totalement nouveaux. La robotique molle est ainsi devenue une priorité, tant à l'université de Harvard avec le Wyss Institute, qu'à Cornell, à Stanford, au MIT et dans bien d'autres instituts de recherche. Si les travaux académiques sur le sujet sont légion, Soft Robotics est la première, et encore la seule à ce jour, à avoir développé des applications commerciales. Les débouchés sont pourtant évidents : seulement 12 % des tâches industrielles (hors automobile) sont robotisées, faute de disposer d'aménagements et de solutions adaptés à des opérations complexes ou exigeant délicatesse et dextérité pour manipuler des produits hétéroclites →2.

Soft Robotics a mis à profit les propriétés de matériaux souples et élastiques pour réaliser une gamme de mains robotisées et d'automatismes habiles et adaptables ouvrant la voie à des applications inédites dans des secteurs en plein essor, mais souffrant d'un manque de main-d'œuvre, comme l'agroalimentaire, la fabrication avancée ou

—
Soft Robotics a bénéficié de l'aide précieuse et de l'expertise du groupe ABB, pionnier de l'automatisation industrielle.

le commerce en ligne. La technologie Soft Robotics facilite la manipulation d'objets fragiles, de forme, de taille et de poids variables →3, une manne pour tous les acteurs concernés.

Du labo à l'atelier

En neuf ans de recherche-développement, Harvard et la DARPA ont bâti un solide portefeuille de brevets. Restait à concrétiser ces excellents résultats expérimentaux sur le terrain industriel et commercial en vue de satisfaire aux fortes exigences des plus prestigieux clients en matière

d'automatisation. Sur la base des préhenseurs construits par la DARPA et Harvard, Soft Robotics a dû trouver comment les commander et les intégrer à une solution garantissant fiabilité, reproductibilité et cadences élevées pour l'agroalimentaire, la fabrication avancée et le commerce en ligne. La jeune pousse a amélioré les préhenseurs et intégré des matériaux conformes aux exigences de la FDA américaine (Food and Drug Administration) d'après la loi de modernisation de la sécurité sanitaire des aliments (Food Modernization and Safety Act). Elle a également conçu et développé un système de commande électropneumatique activé par un micrologiciel propriétaire permettant aux clients de maîtriser l'intégralité des paramètres de préhension, notamment la vitesse, la force, l'espacement et la largeur d'ouverture des préhenseurs.

L'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique (« machine learning ») ont apporté leur pierre à l'édifice, en formant les robots à la saisie et à la manipulation d'une multitude d'objets hétéroclites. L'automatisation, sous surveillance humaine, de tâches complexes comme le dévracage, le tri, voire la récolte agricole, est devenue réalité. Cette vision d'une alliance entre le robot et l'homme a pris corps dans la toute dernière réalisation de Soft Robotics, baptisée SuperPick et spécialement conçue pour les environnements complexes de la logistique et du commerce en ligne.

03



—
01 Soft Robotics a été créée par des chercheurs de l'université de Harvard en 2013.

—
02 Soft Robotics est la première société à proposer des robots capables de saisir des objets fragiles.

—
03 Le préhenseur imite la main humaine, permettant de saisir facilement des objets fragiles de taille, poids et forme variables.

—
Bibliographie
[1] <https://www.youtube.com/watch?v=QpnLj-rzjlo>

Synergies robotiques

Pour adapter sa technologie au marché, l'équipe de Soft Robotics a bénéficié de l'aide précieuse et de l'expertise d'ABB, pionnier de l'automatisation industrielle. Le Groupe n'est pas qu'un simple investisseur, mais un partenaire à part entière, notamment via son offre robotique à vitesse et précision élevées. La combinaison des systèmes de préhension de Soft Robotics et de produits ABB, comme l'IRB360 FlexPicker, peut donner naissance à des applications inédites de prise et dépose. Les deux partenaires ont imaginé des solutions aptes à répondre aux grands défis de l'industrie agro-alimentaire, à savoir le triptyque sécurité sanitaire, productivité, conformité réglementaire.

Prenons l'exemple d'un géant mondial de la vente de pizzas en ligne, qui expédie ses pâtons fraîchement fabriqués vers ses restaurants dans le monde entier. Depuis deux ans, il cherchait à automatiser ses opérations de manutention et d'emballage, sans succès jusqu'à présent en raison de la nature fragile et changeante du produit fini. Soft Robotics a relevé ce défi en moins d'une semaine. Développée sur mesure, la solution d'automatisation combine le système de préhension de Soft Robotics et le robot IRB360 FlexPicker d'ABB, qui assure une prise et une manipulation habiles et rapides de la pâte. Le client déploie actuellement cette solution sur ses lignes de production du monde entier.

Un partenariat d'avenir

Soft Robotics a pour principe de ne pas chercher à réinventer l'existant. La startup se contente d'apporter des fonctionnalités complémentaires, et donc de la valeur ajoutée, aux robots d'ABB. Repéré par ATV, ce fer de lance du secteur en plein

—
Les deux partenaires ont imaginé des solutions pour l'agroalimentaire.

essor de la robotisation agile offrait au groupe industriel une formidable occasion d'entrer au capital de la jeune pousse et de renforcer ses partenariats. « ABB est l'un des plus gros investisseurs en robotique, explique Grant Allen, directeur général d'ATV. Nous anticipons une forte demande en mécanismes de préhension douce et adaptative pour le traitement des produits alimentaires, la fabrication agile et la logistique. C'est peu dire que la remarquable solution mise au point par Soft Robotics prend les choses en main. »

Forts de l'appui d'ABB, les ingénieurs de cette dynamique startup de Cambridge (Massachusetts) poursuivent leur exploration du champ de la préhension intelligente et s'attaquent maintenant à des problématiques d'automatisation plus vastes. Leur dernière solution s'adresse aux plates-formes logistiques des sites de commerce en ligne : les robots savent repérer l'objet commandé, le saisir parmi une foule d'articles aléatoires pour ensuite l'emballer en bonne et due forme : une tâche de débrassage qui a de tout temps défié la robotique traditionnelle. Le duo Soft Robotics-ABB invente le robot logistique de demain, plus autonome et plus efficace. ●

À la une de l'innovation ABB 2018



le on



27

Pour marquer son époque et avoir une valeur ajoutée optimale, une innovation doit marier l'utile au réalisable et répondre à un besoin. ABB s'attache à identifier ces besoins et à y répondre par des solutions concrètes. En bénéficiant notamment l'énergie ou d'autres secteurs industriels critiques, où agilité, responsabilité environnementale et rentabilité doivent aller de pair.



31



30

WindSTAR, premier transformateur d'éolienne à 33 kV et 66 kV



D'ici à 2020, 65 % des nouveaux parcs éoliens d'Europe du Nord fonctionneront à 66 kV, contre 33 kV aujourd'hui. Ce nouveau palier de tension réduira considérablement les pertes tout en augmentant les rendements de production, la longévité des installations et leur rentabilité.

Mi-2017, ABB a lancé sa toute dernière innovation en matière de transformateurs d'éoliennes avec WindSTAR 66 kV. Son originalité ? L'appareil se glisse par la porte du mât ou de la nacelle dans l'espace exigu de l'aérogénérateur et permet ainsi à une nouvelle génération de puissantes machines en mer de tourner à la tension record de 66 kV.

WindSTAR est de conception robuste, fiable et sûre. Un exemple : pour réduire le risque d'incendie, il utilise un isolant papier aramide à haute

température ainsi qu'une huile ester écocompatible, à point éclair élevé.

L'espace étant compté dans l'aérogénérateur, les concepteurs de WindSTAR ont misé sur la compacité et la légèreté pour abaisser les coûts de construction et de transport de la structure, mais aussi sur sa modularité, qui facilite l'adaptation sur mesure de l'appareil aux exigences du client.

Proposé en deux versions pour les classes de tension 36 et 72,5 kV, WindSTAR n'a pas d'égal pour résister aux variations soudaines de la charge. Ses faibles pertes totales et son coût complet de production réduit se répercutent avantageusement sur le coût global de possession. 128 appareils de 33 kV et 16 de 66 kV équipent d'ores et déjà les aérogénérateurs de parcs éoliens offshore. ●

La fabrication agile avec la suite Manufacturing Operations Management d'ABB Ability™

Aujourd'hui, les sites de production doivent être sur tous les fronts : maîtrise des coûts, sécurité, qualité des produits et respect des objectifs de durabilité, mais aussi cadences de production supérieures, cycles de produit plus courts, adaptation aux fluctuations du marché et production différenciée.

En mettant l'accent sur la réactivité aux changements imprévisibles et brusques de l'environnement de production, la fabrication agile répond à toutes ces exigences. Cela passe par une intégration poussée entre la planification des ressources au sommet de la pyramide industrielle et le contrôle-commande de procédé dans l'atelier.

ABB Ability, source d'agilité

Manufacturing Operations Management (MOM) est une suite logicielle complète, évolutive et modulaire qui améliore la réactivité et la flexibilité de la fabrication en interconnectant personnels, équipements et systèmes de production. L'intégration complète des opérations assure une prise de décision efficace ainsi qu'une production fiable, au plus juste.

ABB s'appuie sur la suite MOM pour appliquer ces principes d'agilité et de flexibilité dans la soixantaine d'usines que compte son parc de production. Le Groupe met actuellement en œuvre une chaîne entièrement flexible intégrant des véhicules à guidage automatique (VGA) et des robots. Dans la droite ligne de l'Industrie 4.0, cette solution permet de configurer et d'exécuter rapidement des scénarios logistiques intelligents pour faire interagir robots et VGA. Une fonction de visualisation interactive de l'atelier garantit la réactivité de la solution, ainsi que des décisions éclairées, relayées par des tableaux de bord affichant en temps réel l'état des commandes, les alertes, la consommation d'énergie, etc. : la bonne information à portée des smartphones, tablettes et ordinateurs de bureau ! ●



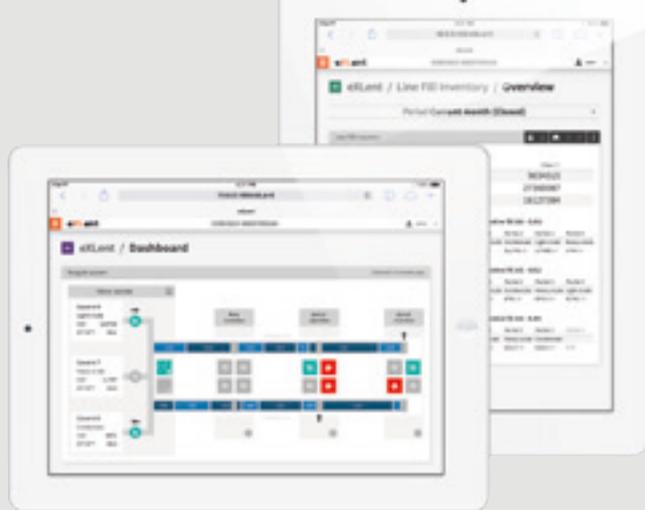
eXLent au service du stockage de pétrole brut

Située au sud de Houston, au Texas, l'installation de stockage de pétrole brut Fairway se compose de cinq cavités creusées dans des formations salifères. Sa capacité de quelque 20 millions de barils couvre toutes les qualités de brut et de condensat. L'exploitation a commencé en avril 2017 dans trois cavités. Un double pipeline bidirectionnel de 24 pouces de diamètre relie cette installation au hub pétrolier interconnectant les gisements de schiste d'Eagle Ford et ceux de brut du Canada et du centre des États-Unis. D'une capacité unitaire de plus de 15 000 barils/heure, ce réseau de pipelines dessert les raffineries et terminaux des secteurs de Texas City et Baytown.

En collaboration avec son partenaire de distribution local CRT Services, ABB a fourni une solution de mesure numérique pour optimiser l'installation.

Les réceptions et livraisons de produits sont suivies avec précision dans les pipelines et les cavités. Ainsi les clients peuvent-ils à tout moment planifier, visualiser et documenter, à distance, les transferts et les stocks.

Cette solution repose sur la plate-forme eXLent d'ABB, qui met à profit des outils logiciels comme Node JS, TypeScript et React pour offrir un socle convivial, sécurisé et évolutif aux applications centralisées de mesure de pétrole et de gaz. Le développement tire parti des dernières pratiques métier, comme des tests fonctionnels unitaires, automatisés de bout en bout, assortis de rapports de couverture de code détaillés pour garantir une très haute qualité tout en préservant rapidité de développement et de diffusion. L'équipe projet peut ainsi livrer de nouvelles fonctionnalités sous quelques semaines et prendre rapidement en compte les retours clients. ●



Moteur CEI encapsulé en acier inoxydable IP69K

En Europe, les usines agroalimentaires sont aujourd'hui soumises à de nombreuses contraintes d'hygiène et de sécurité. Pour éviter le risque de contamination particulaire, les moteurs fonctionnant en zone de nettoyage intensif, en particulier ceux équipés de ventilateurs, doivent être encapsulés. Les nettoyer oblige donc à déposer la carcasse, une opération délicate et fastidieuse qui plombe les coûts d'exploitation. Le nouveau moteur CEI encapsulé en acier inoxydable d'ABB est la solution pour les producteurs agroalimentaires d'Europe et d'Asie.

Depuis plus de 20 ans, les moteurs en acier inoxydable de Baldor Electric, société du groupe ABB, font figure de référence sur le marché américain en matière de fiabilité. Pour garantir la sécurité alimentaire, le respect des normes d'hygiène et des faibles coûts de maintenance, ce nouveau moteur

encapsulé cumule les points forts. Protégé IP69K, gage de robustesse, il résiste aux dégradations causées par les lavages haute pression intensifs, même à des températures et des pressions élevées (80 °C, 100 bar). Tout inox, il est compatible avec les méthodes de nettoyage en place (NEP), ce qui réduit les temps de désinfection des équipements. Mais il est surtout hermétique et non ventilé (TENV), et sa carcasse en acier lisse offre une surface exempte de toute contamination pour plus de sécurité. Proposé en plusieurs classes de rendement, avec bobinage encapsulé, ce moteur ABB Baldor est plus fiable et cinq fois plus endurant que les moteurs classiques.

Ce produit ingénieux procure bien des atouts aux industriels de l'agroalimentaire : sécurité renforcée, disponibilité maximisée, budget de fonctionnement et coût global de possession réduits. ●



Tous en piste

Le système intelligent de transfert de produits ACOPOStrak s'appuie sur des innovations majeures dans les domaines de la conception mécanique et des technologies d'entraînement pour flexibiliser la production, doper l'efficacité et la productivité. Développé par B&R, désormais société du groupe ABB, ACOPOStrak autorise une réelle personnalisation de masse sur des lots de taille réduite, voire unitaire.

À l'image d'un circuit automobile miniature transposé à l'échelle industrielle, ACOPOStrak offre une totale liberté de conception pour réaliser un très grand nombre de configurations différentes, ouvertes ou fermées, par assemblage de segments. Chaque piste est constituée d'un moteur linéaire construit à partir de quatre types de segments modulaires : un droit, un arc de cercle à 45° et deux courbés à 22,5° (un à droite, un à gauche).

ACOPOStrak s'adapte parfaitement à n'importe quel site de production et ouvre la voie à des concepts de machine inédits.

Il se singularise par une fonctionnalité d'aiguillage tout électromagnétique et sans usure mécanique, qui permet de séparer et de fusionner des lignes de produits. Les navettes passent d'une piste à l'autre à pleine cadence, sans baisse de productivité : le flux peut se séparer pour être réparti sur plusieurs stations de traitement, puis fusionner en aval. Fini les goulets d'étranglement imposés par la station la moins rapide. Modulaire et évolutif, ACOPOStrak permet d'ajouter des segments de piste et des stations pour répondre à la demande.

Les articles produits en masse, comme les boissons en bouteille, peuvent être groupés à la volée pour former des lots personnalisés et panachés (pack

de six bouteilles de trois saveurs différentes, par exemple), sans toucher à l'équipement.

Avec la fonction d'aiguillage, les produits défectueux sont écartés sitôt identifiés, plutôt que de poursuivre leur cours et d'entraîner des rebuts en aval, comme sur une ligne de production classique ; le taux de rendement synthétique (TRS) s'en trouve amélioré.

Les navettes sont remplacées en quelques secondes, sans le moindre outil ni arrêt de production, garantissant une disponibilité inégalée. Pour changer de produit, il suffit de placer les roues d'une nouvelle navette sur les guides ; la force magnétique exercée par les aimants permanents maintient immédiatement la navette en piste. Si le circuit inclut une piste de service dédiée, le transfert est encore plus efficace.

Ce convoyeur doué d'intelligence est d'une vélocité inégalée : ACOPOStrak est capable de produire des accélérations de 5 g et d'atteindre une vitesse maximale de plus de 4 m/s, avec un pas minimal entre produits de seulement 50 mm. Ces performances remarquables, conjuguées aux avantages de l'aiguillage intégré et à l'hyperflexibilité de la conception, hissent la productivité à des niveaux sans précédent et accélèrent le retour sur investissement.

La gamme complète de fonctionnalités logicielles fournie par B&R assure une mise en route ultra-rapide et sans effort. Un même code applicatif peut être testé et exécuté à l'envi, tant en simulation que sur matériel réel, réduisant les temps de développement et de mise en service.

Flexibilisée, la production gagne en rentabilité. TRS optimisé, retour sur investissement maximisé et délai de mise sur le marché réduit : ACOPOStrak propulse l'industrie sur la voie rapide qui mène à la personnalisation de masse. ●



La mesure d'oxygène par microlame

Fort de 75 ans d'innovation dans le domaine de l'analyse des gaz en continu, ABB s'efforce d'améliorer encore les performances de ses instruments de mesure. Dernière innovation en date (2017), l'analyseur paramagnétique tout-en-un Magnos28 repose sur une « microlame » ayant fait l'objet d'un dépôt de brevet. Ce nouveau venu parmi les gammes Advance Optima et EasyLine assoit la supériorité technologique d'ABB dans le domaine de la mesure d'oxygène.

De la fonction naît la forme

Le Magnos28 transpose à l'analyse d'oxygène paramagnétique les progrès de l'automatisation de procédé. Sa microlame en silicium remplace les sondes classiques composées d'un balancier à deux sphères de verre en forme d'haltère avec miroir et poids étalons. La microlame d'ABB, outre sa légèreté, affiche une largeur bien supérieure à son épaisseur et une répartition du champ magnétique optimisée à la position de mesure. Toutes ces caractéristiques garantissent sa grande sensibilité aux fluctuations de la concentration en oxygène. De plus, les éléments sensibles du capteur en silicium sont reproductibles à l'infini. Pour les clients d'ABB, la précision inférieure au micromètre, mesurée en production, est gage de performance et de fiabilité : quelles que soient les contraintes d'exploitation, ils disposent d'une mesure fiable et rapide.

Une fabrication remarquable

Pour atteindre un tel niveau de précision, ABB a mis à profit les dernières technologies de l'usine numérique. La fabrication sur galette de silicium, inspirée de l'industrie des semi-conducteurs, révolutionne la production de capteurs d'oxygène magnéto-mécaniques.

Adieu les tâches manuelles, aussi complexes que fastidieuses : la fabrication est redoutablement efficace et simple puisque chaque galette comprend plusieurs capteurs. La microlame est automatiquement positionnée et fixée à un fil de platine, en salle blanche, avec des tolérances inférieures au micromètre. À chaque étape, des contrôles stricts garantissent une qualité de fabrication optimisée et homogène pour tous les capteurs.

La technique de calibrage du capteur, en instance de brevet, utilise l'ablation laser pour retirer d'infimes quantités de matière à la surface de la galette : la microlame est ainsi parfaitement centrée dans le champ magnétique.

Au-delà de la mesure

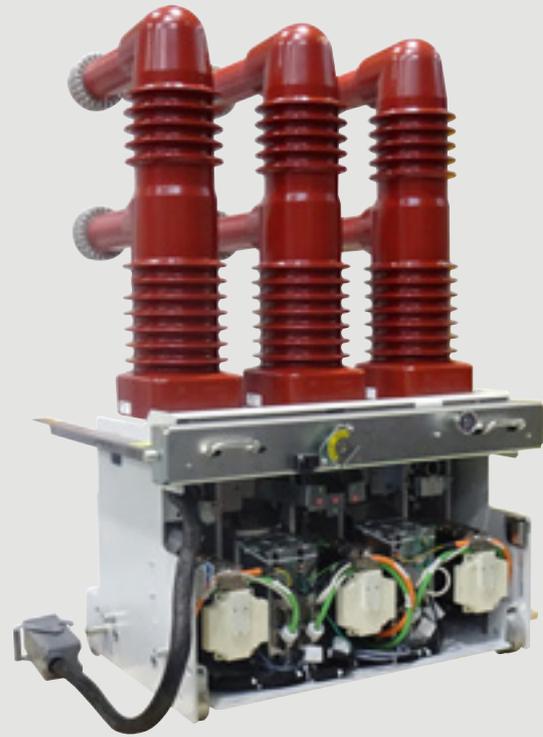
L'analyseur d'oxygène Magnos28 réagit rapidement à tout changement de concentration du gaz échantillon, ce qui ne l'empêche pas d'afficher une très grande stabilité. Le calibrage du zéro avec de l'air ambiant ou de l'azote n'est nécessaire qu'une fois par mois. L'humidité joue beaucoup moins sur le résultat et ne limite plus les mesures sensibles lorsque la concentration en oxygène est très faible, jusqu'à 0,5 % en volume. À la température de 3 °C, typique d'un refroidisseur de gaz, l'influence sur la précision ne dépasse pas le seuil de détection (50 ppm). Les propriétés magnétiques pures mesurées des gaz diamagnétiques et paramagnétiques coïncident quasiment avec les valeurs théoriques.



À l'intérieur de l'instrument, le système de gestion des flux gazeux dirige l'échantillon vers la microlame qui réagit instantanément. La chambre interne de Magnos28 est trois fois moins encombrante que celle de ses prédécesseurs, et la rapidité de circulation des gaz réduit le délai de réponse de 15 %. Magnos28 est ainsi l'analyseur de gaz idéal pour la surveillance de seuil ou de toute variation rapide de la situation. Le résultat de la mesure ne dépend ni de facteurs externes (pression, température), ni du bruit interne.

La conception innovante de Magnos28 garantit sa précision exceptionnelle en milieux difficiles. Le capteur à microlame assure une mesure fiable de la teneur en oxygène d'un grand nombre de solvants ou de gaz corrosifs. Le choix de matériaux inertes réduit fortement la dérive, même en présence de composés soufrés corrosifs, et neutralise en grande partie la nocivité des solvants. Un revêtement spécial protège les parties les plus fragiles de la chambre intérieure, telles les pièces polaires. Toutes ces caractéristiques assurent une excellente précision métrologique. Autre atout : à la différence des analyseurs à haltère, Magnos28 ne contient ni colle ni brasure au plomb susceptibles de réagir avec la matrice de gaz et de fausser la mesure.

La fidélité et la sensibilité de l'appareil, même à de très faibles concentrations d'oxygène, sont gages de fiabilité pour le client. La microlame en silicium révolutionne la mesure d'oxygène par sonde paramagnétique. Cette réalisation illustre une fois de plus la rigueur de la conception ABB et sa force d'innovation en automatisation industrielle. ●



Nouveau disjoncteur 38 kV

ABB innove dans les disjoncteurs à vide moyenne tension pour installation en intérieur avec un dispositif actionné par servomoteurs. Le mécanisme en cours de développement, qui affiche une durée de vie très élevée et optimise la trajectoire de l'arc dans la chambre de coupure sous vide, décuple l'endurance mécanique du disjoncteur. Autre atout du servomoteur : il assure une manœuvre bien plus performante que ses concurrents à base d'actionneurs magnétiques ou à ressort. Ce nouveau disjoncteur ABB offrira un pouvoir de coupure de 38 kV sous 2500 A avec un courant de court-circuit de 31,5 kA.

L'industrie métallurgique est particulièrement friande de ce type de disjoncteur très endurant, capable de réaliser une centaine de manœuvres quotidiennes pour protéger les fours à arc. L'Américain NUCOR, un des plus grands sidérurgistes au monde, a choisi le nouveau disjoncteur ABB pour une installation pilote qui est entrée en service début 2017 dans son aciérie de Seattle. Les enseignements fructueux tirés de la validation de la solution en conditions réelles et l'interaction poussée avec le client contribueront à la réussite du lancement produit début 2018. ●





Peinture connectée

L'industrie automobile utilise des robots pour peindre ses carrosseries. La peinture est pulvérisée à près de 60 000 tr/min dans un bol tournant puis chargée électriquement. Un champ électrostatique de 100 kV la transporte ensuite vers l'objet à peindre, mis à la terre. La quantité de peinture effectivement transférée atteint 85 %, ce qui assure une finition de qualité.

Jusqu'à présent, tous les pulvérisateurs étaient conçus de la même manière : un moteur pneumatique grande vitesse et haute précision fait tourner le bol, une jupe d'air a juste le jet de peinture, un alternateur haute tension ainsi que diverses soupapes d'ouverture et de nettoyage. ABB y a ajouté des capteurs intelligents à processeur intégré, ainsi que des puces RFID ou « radio-étiquettes ». Non seulement le dépôt de peinture est mieux régulé, mais les signes avant-coureurs de défaillance sont vite détectés. L'utilisateur y gagne sur deux plans :

- **Fiabilité** : un capteur de mouvement inertiel ultracompact, couplé à un accéléromètre et un gyroscope 3D ainsi qu'à une sonde thermique, surveille le comportement du pulvérisateur en production. Les données remontées des sondes à large bande (6,7 kHz) sont couplées à celles

traitées en interne, comme la conversion d'angle et l'analyse de fréquence. On obtient ainsi une analyse et une réponse temps réel qui garantissent un fonctionnement performant, dans les limites de sécurité ;

- **Qualité** : les radio-étiquettes apposées sur les composants critiques permettent de vérifier que la bonne pièce est au bon endroit, au lancement de la production ou au redémarrage après nettoyage. Elles assurent également la traçabilité historique des composants de façon à commander les pièces de rechange à temps, avant d'interrompre la production.

Pour le client, ce nouveau pulvérisateur connecté affine la régulation du process, améliorant du coup la précision de l'application de peinture (épaisseur, zone à peindre, etc.) et donc la tenue du revêtement.

Et ce n'est qu'un début : ABB ambitionne de maîtriser toute la ligne en la dotant d'outils d'analyse et en partageant l'intégralité des informations disponibles dans le Cloud : des mégadonnées qui, conjuguées à la puissance algorithmique, dopent la qualité et l'efficacité de la production, participeront aussi à l'amélioration continue de la conception. ●

TruONE™, premier inverseur de sources automatique pour charges critiques

Lorsque survient une coupure de courant dans une installation stratégique (hôpital, datacenter ou central télécoms, par exemple), un inverseur de sources automatique bascule instantanément l'alimentation sur le groupe électrogène. Or l'implantation d'un tel dispositif n'est pas une sinécure, avec son lot de capteurs, contrôleurs, interrupteurs et interfaces opérateur (IHM) qu'il faut câbler. Le nouvel inverseur de sources automatique TruONE™ d'ABB ôte toute complexité à l'affaire en se contentant d'un seul câble et d'enveloppes standards.

TruONE est le premier inverseur de sources au monde à concentrer tout le nécessaire (instrumentation, commande, commutation et dialogue opérateur) dans un appareil unique, capable d'améliorer la protection tout en rendant l'installation plus simple, plus fiable et plus rapide de 80 %. Études ergonomiques à l'appui, les temps et coûts de câblage et de mise en service fondent jusqu'à 90 % avec TruONE.

L'appareil va au-delà des exigences de test CEI et UL, et établit de nouveaux standards en matière de sécurité industrielle grâce à son IHM débrochable totalement isolée, qui évite de relier à la porte les tensions réseau potentiellement dangereuses.

Avec sept protocoles de transmission assurant une connectivité tous azimuts, l'inverseur automatique TruONE fait partie des solutions ABB Ability™ qui font bondir la productivité des clients. C'est le premier à intégrer des fonctionnalités de suivi d'état et de maintenance prédictive, garantes d'une disponibilité en temps voulu. Et pour faciliter son intégration système, il emploie les mêmes IHM et environnement logiciel que le disjoncteur à coupure dans l'air Emax 2 d'ABB.

Côté conception et développement, TruONE regorge d'innovations, telles une construction ingénieuse des contacts à l'aide de nouveaux matériaux et géométries qui fiabilisent le transfert de charge. ●



Tout baigne pour les pompes avec le capteur intelligent ABB Ability™



Capteur intelligent ABB Ability pour machines tournantes

Le capteur intelligent ABB Ability™ a été conçu à l'origine pour surveiller l'état des moteurs basse tension (BT) aux fins de maintenance prédictive. Toujours en quête d'innovation, ABB s'est associé au fabricant suisse de pompes centrifuges Egger Pumps Technology pour l'adapter au suivi d'état des pompes. L'intégration du capteur à la plate-forme ABB Ability permet aux industriels de tirer parti de la révolution numérique.

À l'instar des moteurs, les pompes sont des machines tournantes omniprésentes dans des secteurs aussi variés que la chimie, l'industrie pharmaceutique, ou encore le traitement de l'eau. Les pompes centrifuges haute performance qui équipent les stations d'épuration font face à des contraintes bien particulières, notamment la présence de fluides difficiles à traiter, très chargés en matières solides. Ces pompes doivent combiner longue durée de vie et faible coût global. La meilleure des pompes n'est pas à l'abri

des phénomènes d'engorgement et de cavitation, et doit donc être inspectée chaque semaine par un technicien expérimenté. Or l'opération, relativement sportive, exige une main-d'œuvre souvent difficile à recruter. À défaut, on risque une défaillance bien plus grave en termes de sécurité et de coûts.

À l'origine : le capteur intelligent

Le capteur intelligent ABB Ability, présenté à la Foire de Hanovre 2016, révolutionne la surveillance et l'analyse des paramètres d'état des machines tournantes. Compatible avec la quasi-totalité des moteurs BT, nouveaux ou installés, il offre des fonctions pointues d'analyse des données et de traitement du signal dans le Cloud. Grâce aux informations fournies par ce capteur intelligent, l'industriel peut détecter les problèmes à un stade précoce et analyser le rendement de son moteur, avec à la clé une durée de vie prolongée de 30 %, des temps improductifs réduits de 70 % et une consommation énergétique en baisse de 10 %.

Genèse du projet

Et si les pompes pouvaient elles aussi gagner en disponibilité, en longévité, en facilité de maintenance et en sécurité ? Egger Pumps Technology cherchait un partenaire capable de l'aider à relever le défi. Suite à une première expérience avec le capteur intelligent ABB Ability pour moteurs, cette PME innovante suisse s'est rapprochée d'ABB afin de co-développer un capteur du même type destiné cette fois aux pompes centrifuges des stations d'épuration.

Adapter des capteurs intelligents aux groupes de pompage exige des compétences allant au-delà de l'expertise des motoristes. Les pompes d'assainissement font face à des problématiques hydrauliques bien spécifiques qui appellent des réponses ad hoc, telle la technologie brevetée de pompage centrifuge à écoulement axial ou radial. Le pompage n'étant pas un métier ABB, les chercheurs et ingénieurs du Groupe ont associé leurs efforts à ceux des hydrauliciens d'Egger Pumps et de l'équipe ABB Ability pour réussir ce développement.

La première étape a consisté à organiser des réunions entre les équipes techniques de Suisse et à collecter des données sur des sites clients en Allemagne. ABB a fait appel à l'expertise scientifique de ses collaborateurs en Allemagne, en Inde et en Suisse, tandis qu'Egger donnait accès aux sites clients et à ses installations à Cressier, dans le canton de Neuchâtel, pour mener une campagne d'essais commune en juillet 2017. L'usine de traitement des eaux usées d'AVA, client d'Egger, à Altenrhein (Suisse), a accueilli divers essais qui ont permis d'obtenir des données concrètes sur les besoins des clients.

Phase de test

L'équipe a pu s'appuyer sur la riche expérience d'ABB dans le développement de capteurs intelligents pour mettre en place une méthode pointue et agile. ABB a livré les prototypes de capteur pour pompes à un stade suffisamment précoce pour mener des essais et collecter des données en environnement industriel réel, condition sine qua non de la réussite de ce produit phare.

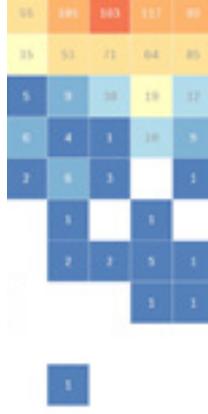
En phase de test, priorité a été donnée aux quatre paramètres critiques des pompes d'assainissement : vitesse de rotation, balourd, cavitation et engorgement.

Le capteur enregistre les données pour tous les paramètres surveillés et envoyait des signaux d'état et des indicateurs clés de performance (KPI) à la plate-forme cloud ABB Ability, via une passerelle ou un smartphone. L'exploitant comme l'utilisateur pouvaient ainsi accéder aux données directement depuis leur mobile ou leur ordinateur.

La phase suivante s'attachera à établir des tendances pour mettre en place des téléservices dans le cloud. La transmission et l'analyse des données allégeront encore le budget maintenance sans sacrifier la sécurité. ABB et Egger ont travaillé main dans la main pour développer des solutions de surveillance avancées à même de fournir des informations sur l'état d'une pompe. Résultats : temps improductifs et coûts d'exploitation réduits, meilleure performance et sécurité préservée. Les progrès issus de cette synergie pourront à l'avenir bénéficier à d'autres applications industrielles mettant en œuvre des pompes. ●



Essai du capteur dans une station d'épuration



Logiciel et virtuel





Après avoir bouleversé les outils de développement, la transformation numérique de l'industrie ouvre de nouvelles perspectives pour la modélisation, l'organisation et l'exploitation d'une installation complète, matériel inclus. L'innovation ABB se positionne précisément à l'interface entre le virtuel et le réel. Les premiers succès sont autant de promesses pour l'avenir.

- 36 L'analyse visuelle, gage de qualité et de pérennité
- 40 Le DQR Code dynamise la maintenance
- 46 Décryptage de la blockchain



LOGICIEL ET VIRTUEL

L'analyse visuelle, gage de qualité et de pérennité du logiciel

Un nouvel outil ABB analyse le code des logiciels employés par ses spécialistes de l'automatisation des procédés industriels et des réseaux électriques dans le monde entier. La visualisation des anomalies et de l'historique des modifications, de même que l'identification des auteurs des lignes de code améliorent la qualité du logiciel et l'efficacité du développement.

Vinay Augustine
Xiao Qu
Will Snipes
ABB Corporate Research
Raleigh (États-Unis)

vinay.augustine@
us.abb.com
xiao.qu@us.abb.com
will.snipes@us.abb.com

Przemyslaw Marcinczak
ABB GF IS
Cracovie (Pologne)

przemyslaw.marcinczak@
pl.abb.com

Patrick Ryan
ABB Power Grids
Broomfield (États-Unis)

patrick.ryan@us.abb.com

John Hudepohl
Ancien collaborateur ABB

Les logiciels qui accompagnent les automatismes ABB à long cycle de vie doivent être aussi pérennes que les installations du client ; il est donc indispensable de maintenir en état et d'améliorer en continu leur code source. Le Groupe s'y emploie à l'aide de mises à jour régulières.

ABB a mis au point une application capable de suivre à la trace les modifications de code source et donc de visualiser tout l'historique de maintenance du logiciel. Ainsi les développeurs du Groupe peuvent-ils s'appuyer sur des données concrètes et ciblées pour améliorer leurs stratégies de vérification.

Le résultat, sous forme graphique, est intégré au portail ABB de métriques logicielles, auquel contribuent plus de 3000 développeurs, toutes divisions confondues. Ce portail donne également accès aux données de nombreuses sources utilisées, aux fins de recherche ; il analyse par exemple plus de quatre millions d'éléments distincts provenant des systèmes de gestion du cycle de

—
Les développeurs ABB peuvent s'appuyer sur des données concrètes pour améliorer les produits.

vie des applications (« Application Lifecycle Management » ou ALM), dont il facilite le pilotage, le développement et la maintenance. Les données rapatriées sont rafraîchies chaque nuit : les développeurs disposent ainsi de rapports d'analyse continuellement à jour.

01 Cartographie du code et des erreurs

Le portail intégrant des données multisources, le chargement s'effectue par source et par couche de flux de données. Chaque couche a sa fonction : extraction et conversion des données, chargement, affichage sur tableaux de bord, etc. Partant de là, le portail fournit des applications visuelles de

Le portail ABB de métriques logicielles fournit des applications visuelles de gestion des projets, des développements, des tests et de la maintenance.

gestion des projets, des développements, des tests et de la maintenance des logiciels. L'équipe de développement peut alors analyser l'évolution des performances, suggérer des modifications et améliorations, et en estimer les gains de productivité.

Nous présentons ci-après quelques exemples d'analyse visuelle de code pointue réalisés dans l'une des nombreuses applications fournies par le portail ABB. Chaque analyse est étayée d'une description des principaux cas d'usage.

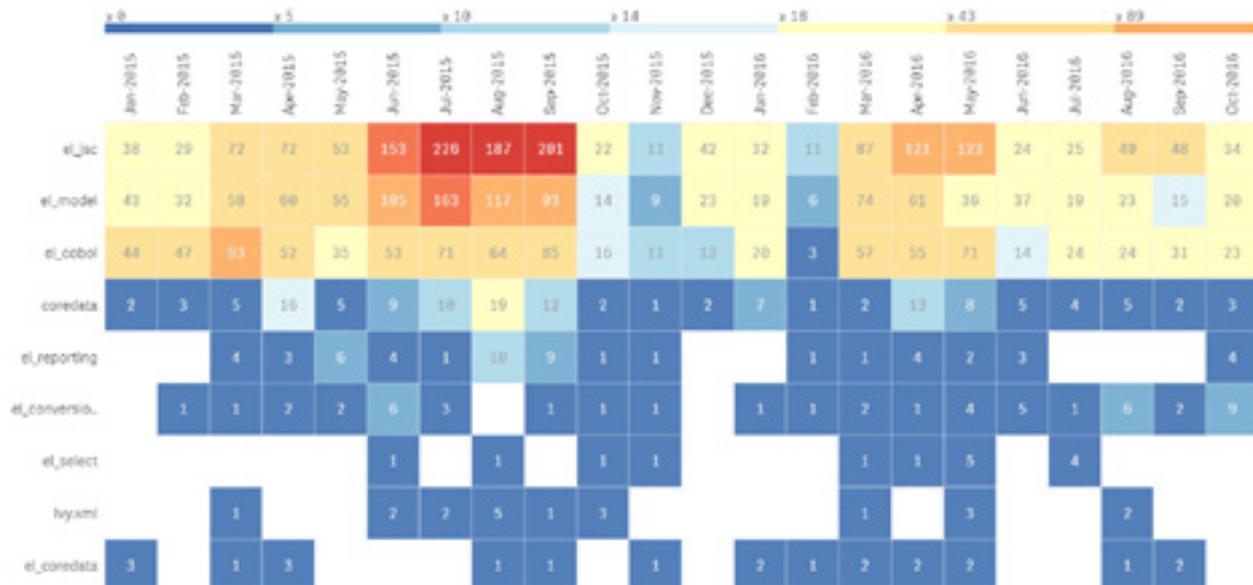
Cartographie des erreurs

Le point fort des systèmes d'informatique décisionnelle réside dans leur capacité à combiner des données de sources multiples. Reprenant ce principe, l'application met en regard le décompte d'anomalies, ou « bugs », et les enregistrements et chemins de fichiers issus du système de gestion des configurations du code source ABB.

Chaque création ou modification de version de code par les développeurs donne lieu à un enregistrement distinct. ABB utilise également un outil ALM pour suivre l'ajout de fonctions nouvelles et de correctifs, qui constituent autant d'items dans un processus agile. Le portail est capable d'associer les données fournies par les deux outils.

La figure →1 illustre une synthèse des enregistrements et des bugs analysés, avec le chemin de chaque fichier ainsi que le nombre d'anomalies corrigées dans l'historique. La taille de chaque bloc indique la proportion d'anomalies imputables à ce chemin dans l'ensemble du système. Des couleurs choisies aléatoirement par l'outil ALM facilitent la visualisation.





02

Les architectes et propriétaires peuvent ainsi identifier les fragments de code les plus sujets à l'erreur, puis, à partir de la vue par composant, dérouler toute l'arborescence des chemins pour parvenir aux fichiers incriminés. Étape suivante : exploiter cette information pour retravailler le code ou en améliorer l'architecture, et évaluer l'efficacité des corrections. Une cartographie couleur de la fréquence de modification de chaque composant est illustrée en →2. Chaque carré indique le nombre de changements effectués au cours d'un mois donné ; plus ce nombre est élevé, plus la couleur est chaude. L'utilisateur peut déplier la structure de chaque composant, répertoire par répertoire, jusqu'au niveau nécessaire pour isoler les fichiers responsables.

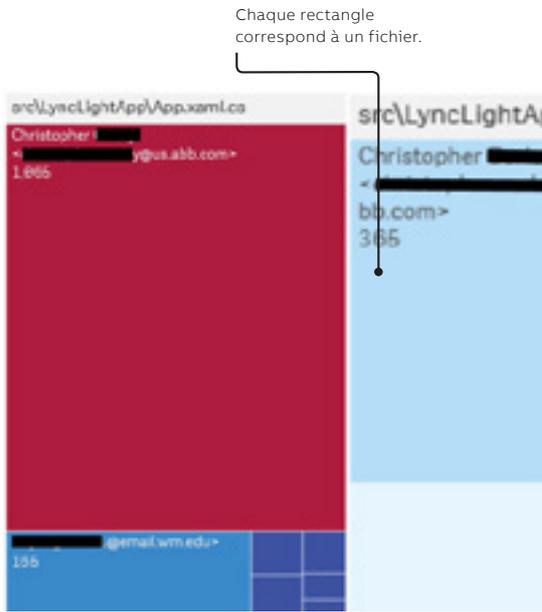
Cette analyse « cadastrale » répond aux problématiques d'éparpillement des équipes et de transfert des connaissances.

Ce type de visualisation renseigne les développeurs sur les éléments ayant subi le plus de modifications lors d'une mise à jour et nécessitant des tests de régression sur les fonctions associées. Autrement dit, l'équipe sait exactement où porter ses efforts d'assurance qualité.

Un « cadastre » du code

Pour identifier le responsable de telle ou telle partie de code, il est souvent utile de combiner plusieurs sources de données.

Lorsque les développeurs sont répartis dans divers sites à travers le monde, il n'est pas toujours facile de savoir à qui s'adresser pour modifier des lignes de code qui ne vous appartiennent pas. Que faire également lorsque l'auteur de certaines portions de code a quitté la société ? La réponse tient dans une sorte de « cadastre » recensant tous les fichiers constitutifs du code →3.



03

- 02 Historique des modifications d'un composant
- 03 Analyse « cadastrale » du code

Cette vue cadastrale peut être filtrée à différents niveaux de granularité, depuis la racine d'un répertoire jusqu'au fichier individuel. Chaque rectangle représente un fichier, avec son chemin, le nombre et le détail des contributions. Il est ainsi facile pour chacun d'identifier les principaux auteurs des changements. En effet, l'historique des enregistrements dans le système de gestion des configurations a beau renseigner sur les auteurs des fichiers, il ne fait aucune différence entre celui ayant effectué une seule modification et celui en ayant fait de nombreuses.

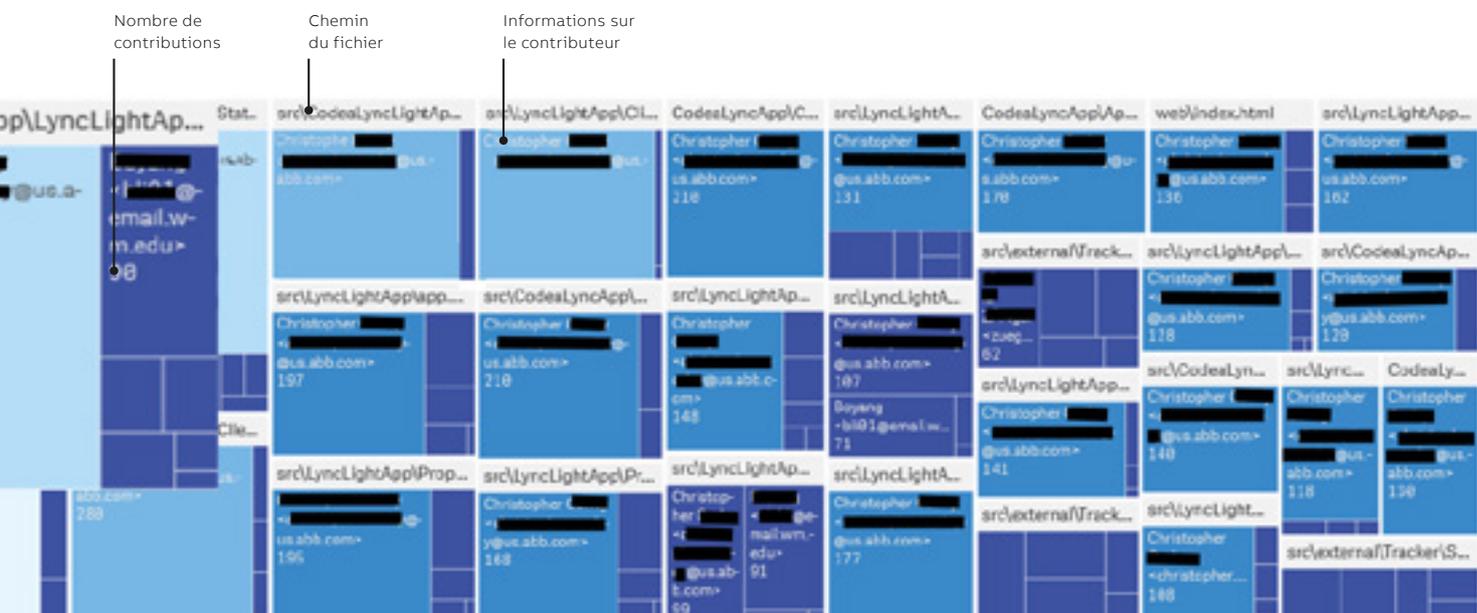
Couplé à l'annuaire LDAP de la société, ce cadastre peut aussi servir à identifier les portions de code dont les principaux contributeurs ont changé de fonction, voire quitté la société.

Visualiser pour mieux gérer

L'application analytique de développement logiciel mise au point par ABB facilite la gestion du code source des produits à longue durée de vie. La combinaison de diverses sources de données permet de générer de précieuses vues inédites, comme l'historique des anomalies ou des modifications,

Le croisement de données très différentes, comme le code source et la liste du personnel, permet un traitement analytique de problèmes auparavant insolubles.

ainsi que leurs auteurs. Le croisement de données très différentes, comme le code source et la liste du personnel, permet un traitement analytique de problèmes auparavant insolubles. Avec cette innovation, le génie logiciel ABB dispose d'un puissant outil d'optimisation de la qualité et des efforts de développement. ●



LOGICIEL ET VIRTUEL

Le DQR Code dynamise la maintenance

Le service ABB d'assistance aux analyseurs par QR Code dynamique permet un diagnostic complet et un bilan de santé temps réel de l'instrumentation analytique, sans besoin de formation ni de connexion à distance. En réduisant les délais d'intervention, cette innovation améliore la disponibilité des équipements ABB et de l'outil productif du client.

David Lincoln
Saverio Barbero Lodigiani
ABB Measurement
and Analytics
St. Neots (Royaume-Uni)

david.lincoln@gb.abb.com
saverio.barbero_lodigiani@
gb.abb.com

Henning von-Hoersten
ABB Automation GmbH
Frankfurt-sur-le-Main
(Allemagne)

henning.von-hoersten@
de.abb.com

À l'heure de la mondialisation, les industriels sont constamment en quête de progrès et d'innovation, de leur propre chef ou par le biais de fournisseurs comme ABB, pour augmenter le taux d'engagement de leurs actifs et en améliorer les prestations.

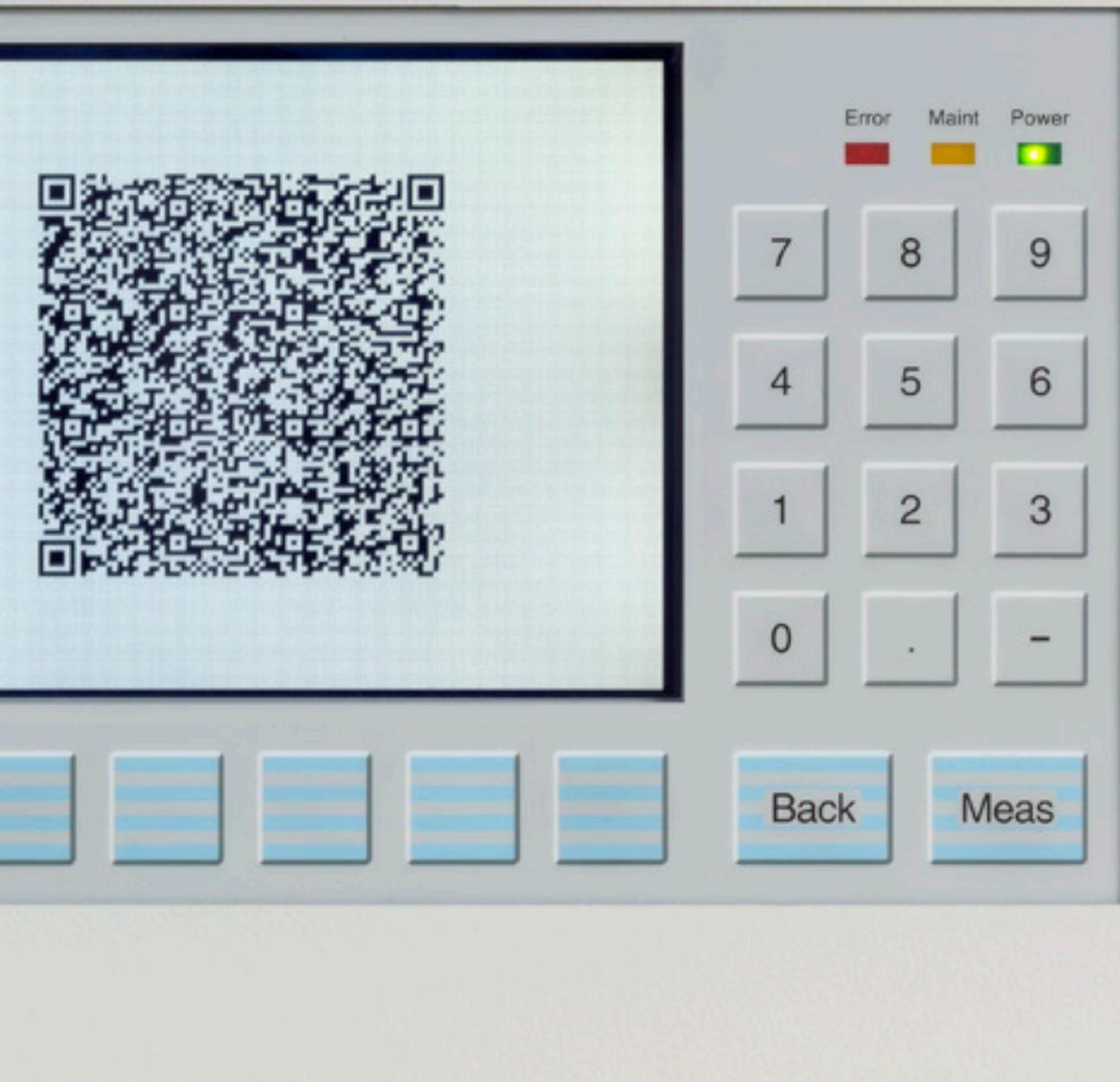
C'est dans cet esprit de collaboration que les équipes de développement ABB ont conçu un service d'assistance aux analyseurs par QR Code dynamique, ou « DQR Code » →1. L'intention de départ était d'améliorer le temps de maintenance des analyseurs de gaz en continu d'ABB, dont la haute disponibilité est cruciale : la perte de données, ne serait-ce qu'une minute, peut en effet beaucoup dégrader la productivité du site et se solder par un manque à gagner. Ces analyseurs sont en outre garants de la conformité réglementaire : leur défaillance peut déboucher sur une incapacité à surveiller les émissions et à les transmettre aux organismes de réglementation, ce qui expose l'industriel à de lourdes amendes, quand ce n'est pas à la fermeture de l'usine.

Du QR Code statique au dynamique

Jusqu'à présent, en cas de défaillance d'un analyseur de gaz en continu ABB, le client dépourvu d'expertise sur site n'avait pas d'autre choix que de se tourner vers son correspondant ABB local pour y remédier rapidement. Quoiqu'efficace, cette démarche n'est pas des plus performantes et n'offre pas des délais de résolution dignes de l'ère numérique. D'où l'intérêt du QR Code « dynamique ».

Le service ABB d'assistance aux analyseurs par QR Code dynamique réduit les délais d'intervention pour accroître la disponibilité des équipements ABB et de l'outil productif du client.

Le QR Code est partout : ce semblant de code-barres en forme de carré peut être lu par des appareils nomades tel un smartphone pour accéder instantanément à des sources d'informations,



01

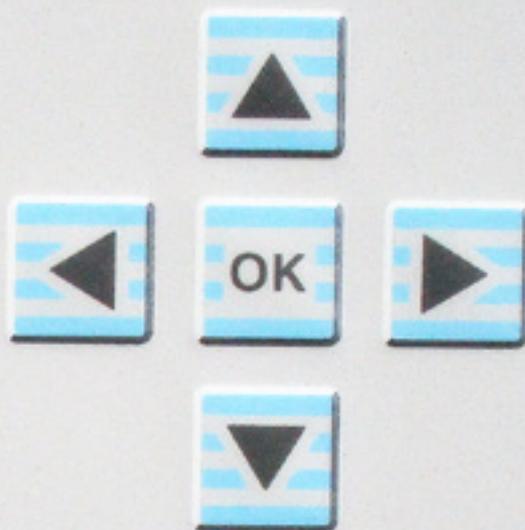
—
01 Le DQR Code réduit les délais d'intervention pour toute une gamme d'équipements ABB en permettant un diagnostic complet et un bilan de santé temps réel.

comme un site web. Imprimé sur une affiche ou un support publicitaire par exemple, il est « statique » en ce qu'il ne contient qu'une quantité limitée d'informations prédéfinies et codées en dur.

—
Le DQR Code fournit un instantané du dispositif concerné.

À l'inverse, son successeur « dynamique » affiche un instantané du dispositif concerné : à chaque nouvelle lecture du code par l'utilisateur, le logiciel DQR extrait des données actualisées et des informations d'état de l'unité centrale, qui peut commander différents modules d'analyseur de

gaz ABB. Le DQR Code est couplé à l'affichage interactif de l'appareil pour fournir aux opérateurs une analyse et un bilan de santé temps réel basés sur l'évolution de ses performances, et récupérer directement le numéro de série, indispensable à la maintenance ABB pour visualiser l'historique et les caractéristiques nominales de l'appareil.



02

Il suffit pour cela de scanner le code affiché sur l'analyseur à l'aide d'une application de lecture QR Code classique (avec un mobile, par exemple) ou de l'appli mobile « my Installed Base » (myIB) d'ABB, disponible sur l'App Store et Google Play. Au besoin, le code peut être transféré par courriel au correspondant ABB local pour obtenir rapidement conseil et assistance sur le produit en général ou sur l'appareil en particulier : réparations, pièces de rechange recommandées, etc. →2-4. Nul besoin de formation ni de connexion à distance pour utiliser le DQR Code !

—
Le DQR Code s'utilise sans formation préalable ni connexion à distance.

Levier de valeur ajoutée

Le monde industriel connaît une révolution numérique sous la bannière de l'Industrie 4.0. Partie intégrante de cette transformation, le service ABB d'assistance aux analyseurs par DQR Code est un nouvel outil pour améliorer la disponibilité des mesures. Il se prête à de multiples cas de figure : sites éloignés, règles de connexion à distance strictes, volonté de réduire le poids des connaissances nécessaires à l'opérateur pour exploiter des systèmes d'analyse évolués, recherche d'un avantage concurrentiel au travers d'une plus grande réactivité.

L'objectif de cette technologie est clair : simplifier la maintenance sans installations ni procédures complexes afin d'améliorer le délai moyen de réparation (MTTR), l'efficacité de l'opérateur et la disponibilité de l'appareil productif.

Outil de diagnostic aussi simple à utiliser qu'efficace, le DQR Code fait partie d'une génération de solutions d'assistance à la clientèle fondées sur une synergie client, matériel et équipe Service ABB. C'est pourquoi tous les systèmes d'analyse de gaz en continu destinés à la surveillance des émissions (AO2000, EL3000, EL3010-C, EL3060, ACX et ACF5000) en sont pourvus d'office.

Il en sera de même pour les analyseurs d'eau en continu pour applications grand public, ainsi que pour les gammes Aztec 600 (chlore) et Navigator 600 (silice) destinées au contrôle-commande industriel. Les enregistreurs de données sans papier ABB RVG200, SM500F, SM300 et RDM500 en seront également équipés de série, de même que toutes les plates-formes Advanced Top Works.

Le DQR Code est par ailleurs rétrocompatible, c'est-à-dire qu'il peut être installé sur des équipements existants.

—
02 Le DQR Code peut être scanné avec une application de lecture de QR Code classique

—
03 La bonne information à la bonne personne, sans formation ni connexion à distance

De l'information à l'action

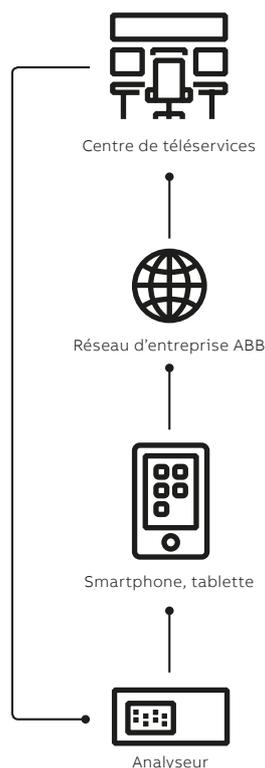
ABB a choisi la technologie QR Code pour sa rapidité, sa large diffusion et sa facilité d'emploi. Quiconque possède un smartphone ou une tablette sait scanner un QR Code ! Associé aux

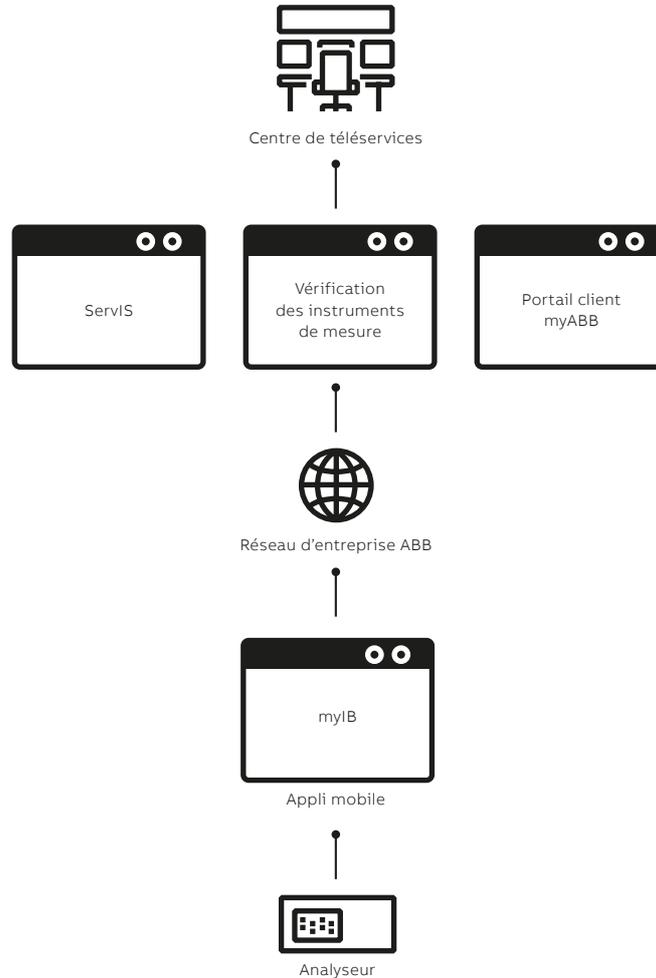
—
La synthèse établie par le logiciel ABB Ability™ Verification for Measurement Devices peut être synchronisée avec le système de gestion de parc ABB ServIS pour préconiser une intervention.

appareils mobiles, le DQR Code est un nouveau moyen de communiquer avec les clients ; il permet notamment une assistance ABB personnalisée, garante d'une disponibilité accrue des analyseurs. Une fois mis en place, ce service ouvre aux opérateurs de nombreuses perspectives d'interaction avec l'équipement, qui améliorent l'expérience utilisateur : plus d'informations traitées, c'est plus d'efficacité opérationnelle.

Pour transformer le QR Code en informations exploitables, ABB a développé l'outil logiciel « ABB Ability™ Verification for Measurement Devices ». Celui-ci lit le fichier texte du code et en synthétise les données sur l'état de l'instrumentation et ses éventuelles anomalies. Ce rapport peut alors être automatiquement synchronisé avec le système de gestion de base installé « ServIS » pour préconiser une intervention : réparation en atelier, sur site ou par téléphone. Ces recommandations peuvent aussi prendre la forme d'une notification par courriel.

ServIS est un système de stockage et de gestion du parc ABB d'un client donné. Utilisé aussi bien par le personnel ABB que par l'industriel, il garde la trace de la totalité des équipements ABB chez le client. Munis de leur tablette, smartphone ou ordinateur portable, les agents de maintenance peuvent consulter le cycle de vie de l'appareil, ses fiches techniques et sa documentation, les comptes rendus d'intervention, les actions préconisées et d'autres informations client.





04

L'intervention terminée, le technicien met à jour et télétransmet ces données au système, mais aussi à myABB, portail de consultation 24h/24 7j/7 du parc d'instruments et des informations associées (bibliothèque ABB, supports de formation, contrat de service, etc.).

Une solution sécurisée

Malgré tout l'intérêt porté à l'usine du futur et à l'Internet des objets (IIoT), de nombreux industriels rechignent encore à introduire des dispositifs ultraconnectés dans l'atelier. Une prudence légitime dans un contexte de menaces cybernétiques !

Or la technologie DQR Code est non invasive. Elle est conçue pour transférer en toute sécurité des données d'un équipement à l'utilisateur, lequel ne peut y accéder qu'en lecture ; l'interface DQR Code empêche en effet tout accès en écriture ou par logiciel. La méthode est par ailleurs bien établie, sans grande difficulté technologique, fiable et d'usage facile dans les rudes conditions d'exploitation des analyseurs de gaz en continu ABB.

Le DQR Code est un point d'entrée sécurisé dans les processus de maintenance et permet d'accélérer notablement toute la chaîne de services en

—
Non invasive et accessible en lecture seule, la technologie DQR Code est conçue pour transmettre en toute sécurité les données d'un dispositif à l'utilisateur.

dotant les opérateurs et les ingénieurs d'un accès sûr, fiable, pratique et rapide à l'information dont ils ont besoin pour prendre en temps réel des décisions cruciales.

—
04 Principe de l'assistance ABB par DQR Code

—
05 Avantages client

Intégration système

Incorporer cette nouvelle fonctionnalité à la démarche collaborative ABB–client implique de l'intégrer aux procédures d'exploitation ainsi qu'au contrat de service « ABB Measurement Care ».

Outil de diagnostic et d'interaction homme-machine, le DQR Code devrait évoluer vers la maintenance prédictive.

Celui-ci regroupe trois catégories de prestations adaptées aux besoins du client :

- Réponse rapide ;
- Gestion du cycle de vie ;
- Amélioration des performances.

Le service ABB d'assistance par DQR Code s'inscrit dans le contrat de base Réponse rapide qui vise à réduire le délai d'intervention pour assurer une disponibilité maximale de l'équipement et du process →5.

Perspectives

Utilisé aujourd'hui pour améliorer le diagnostic et l'interaction homme-machine, le DQR Code devrait évoluer vers la maintenance prédictive. En couplant ses données aux technologies du Cloud, de l'analytique et de l'intelligence artificielle (IA), ABB renforcera ses capacités de télémaintenance.

Bien que balbutiante, l'IA est appelée à révolutionner les processus et la manière de préserver, de consommer et d'utiliser les ressources. En associant ses facultés d'anticipation à des algorithmes de diagnostic élaborés, il sera possible de prédire les dysfonctionnements des analyseurs de gaz en continu ABB et d'assurer leur maintenance avec plus d'efficacité et d'efficience.

En associant les données du DQR Code aux technologies du Cloud, de l'analytique et de l'intelligence artificielle, ABB renforcera ses capacités de télémaintenance.

Promesse de productivité accrue, d'arrêts réduits et de ressources optimisées, le DQR Code est un remède simple et élégant à la complexité. ●

05

Haute disponibilité des actifs et du procédé

Information ciblée et assistance personnalisée

Communication plus rapide grâce à un ensemble complet d'informations

Résolution des pannes accélérée grâce aux préconisations de maintenance ciblées et à une meilleure préparation des interventions

Grande efficacité opérationnelle

Fonctionnalité standardisée, indépendante de la plate-forme

Transfert de données simple et fiable

Pas de matériel ni de travaux supplémentaires

Accès facile ne nécessitant pas de compétences pointues

Données de sortie standardisées

Gestion du cycle de vie améliorée

Enregistrement du produit simplifié

Meilleure qualité des données sur le parc

Historique complet du produit

LOGICIEL ET VIRTUEL

Décryptage de la blockchain

Chaque transaction d'une chaîne de blocs est unique et consignée dans un registre résistant aux pannes et à la falsification, configuration qui se prête à de multiples usages. Pour autant, cette technologie balbutiante n'est pas exempte de défauts.



Une chaîne de blocs, ou « blockchain », est une base de données répliquée sur de multiples ordinateurs. Elle se compose d'une liste de transactions en croissance perpétuelle, regroupées en « blocs » horodatés contenant un lien vers le bloc précédent : une succession de blocs qui forme la chaîne. Si la blockchain suscite tant d'intérêt aujourd'hui, c'est à cause de ses propriétés uniques : chaque



Yvonne-Anne Pignolet
Thomas Locher
ABB Corporate Research
Baden-Dättwil (Suisse)

yvonne-anne.pignolet@ch.abb.com
thomas.locher@ch.abb.com

—
Une chaîne de blocs est une base de données répliquée sur de nombreux ordinateurs et composée d'une liste de transactions en croissance perpétuelle.

transaction ne peut être effectuée qu'une seule fois avant d'être stockée définitivement dans un registre tolérant aux pannes et infalsifiable. Ce registre étant de plus public, n'importe qui peut en vérifier l'exactitude →1.

Jusqu'à présent, lorsqu'une transaction exigeait un tel niveau d'intégrité, de disponibilité et de sécurité, il était nécessaire de passer par un tiers de confiance qui stockait l'information dans de multiples bases de données. Principal inconvénient : il faut avoir confiance dans la bonne foi et l'honnêteté de cet intermédiaire. Sans compter qu'il existe toujours un risque de voir un malfaiteur prendre la main sur le système du tiers et modifier ou supprimer des enregistrements, par exemple. La base de données d'une blockchain étant distribuée, elle est bien mieux immunisée contre les manipulations accidentelles ou intentionnelles.

01





—
01 Chaque transaction d'une chaîne de blocs est effectuée une seule fois avant d'être consignée dans un registre infalsifiable. Dans notre monde connecté, les applications de ce principe sont innombrables. La technologie blockchain est surtout connue pour être au fondement des cryptomonnaies, dont le bitcoin n'est qu'un exemple parmi d'autres.

Anamnèse

L'émergence de la blockchain remonte à la création du bitcoin, premier avatar pérenne d'une monnaie virtuelle ou « cryptomonnaie » [1], inventée en 2009 par un individu utilisant le pseudonyme de Satoshi Nakamoto. À défaut de révéler qui se cache derrière ce mystérieux créateur – il pourrait même s'agir de plusieurs personnes –, l'article fondateur publié par celui-ci constitue la première description de la chaîne de blocs qui sous-tend le bitcoin.

À la différence des devises classiques, les cryptomonnaies ne sont ni émises ni régulées par les banques centrales ou les États. Leur contrôle est décentralisé : n'importe qui peut participer et allouer des ressources (de calcul) pour garantir l'intégrité du système. Créer une monnaie virtuelle robuste et stable n'est pas une mince affaire.

En effet, en l'absence d'autorité régulatrice (banque centrale, par exemple), comment empêcher une âme mal intentionnée de dépenser la même somme virtuelle plusieurs fois ? Comment un vendeur peut-il être sûr que l'acheteur a de quoi payer l'article ? Comment garantir la non-répudiation des transactions ? Ces questions soulèvent quelques-uns des principaux obstacles à l'essor d'une monnaie virtuelle.

La blockchain →3 y répond en assurant cohérence globale et sérialisation des transactions : l'ordre dans lequel ces dernières sont effectuées est mémorisé. Autre propriété centrale de la blockchain, les enregistrements sont immuables : impossible de modifier ou de supprimer une transaction effectuée.



02

Quoi qu'en disent certains, le concept de la chaîne de blocs n'est guère compliqué. C'est précisément sa simplicité, ainsi que ses multiples propriétés incontournables pour un grand nombre d'applications distribuées, qui en font tout l'intérêt. En deux mots, la blockchain est capable de simplifier et d'automatiser le traitement d'une multitude de cas d'usage.

—

Si la blockchain suscite tant d'intérêt aujourd'hui, c'est à cause de ses propriétés uniques.

Un fort potentiel

Le principal apport de la blockchain tient en ce qu'elle rend caduque la question du tiers de confiance. Autrement dit, l'utilisateur n'a plus besoin de se fier à un tiers donné mais seulement à un système distribué et aux protocoles informatiques sous-jacents. Il suffit pour cela d'avoir foi en la capacité de la majorité des acteurs gérant le registre à assurer un déroulement des opérations conforme aux protocoles et à empêcher les autres entités (malveillantes) de corrompre le système.



Une nouvelle transaction est soumise à la chaîne de blocs.

—
02 Par sa nature distribuée, la blockchain se prête parfaitement au suivi et à la vérification de toutes sortes de transactions, comme par exemple l'exécution d'un contrat « intelligent ».

—
03 Principe de la blockchain

La confiance étant précieuse et fondamentale à n'importe quel système distribué, il n'est pas étonnant que la technologie blockchain suscite de l'intérêt bien au-delà des monnaies virtuelles. La plupart des applications envisagées par ABB et bien d'autres entreprises relève d'une des trois catégories suivantes, par ordre de complexité croissante :

—
La blockchain assure la cohérence globale et la sérialisation des transactions, ainsi que leur immuabilité.

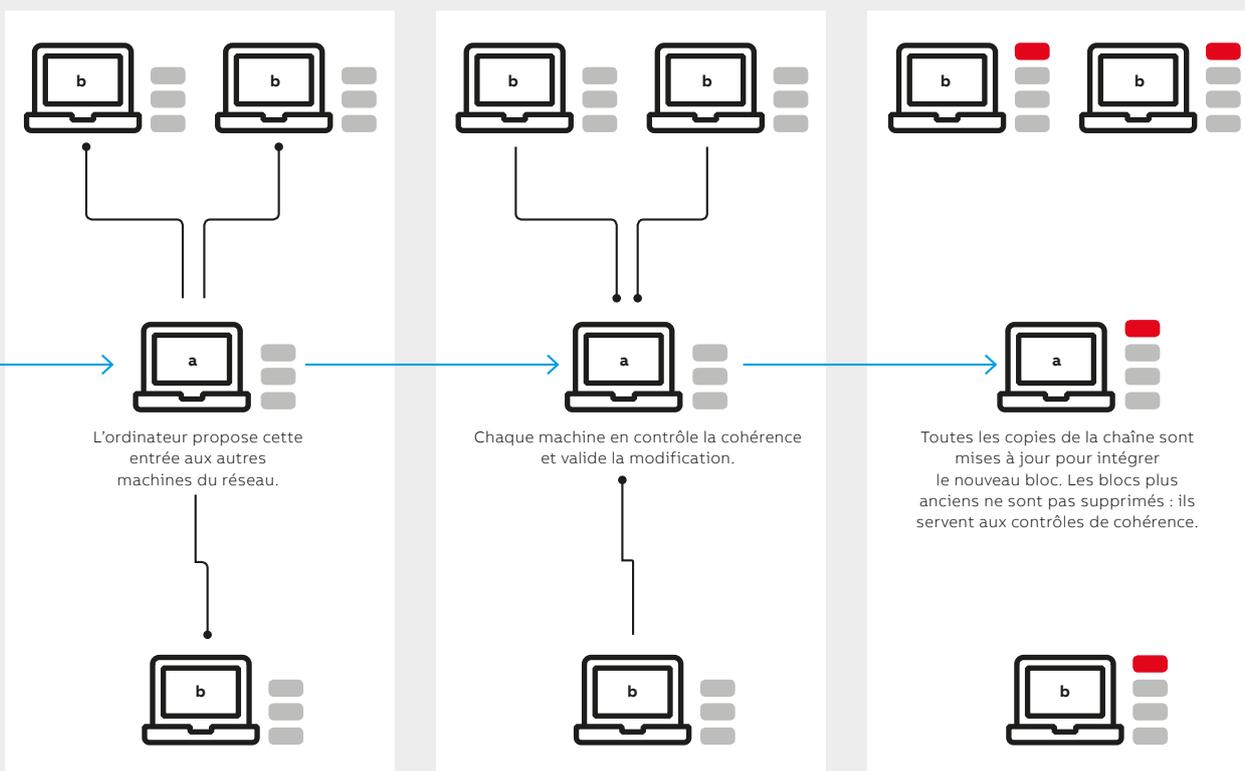
1. Registre : inscription de transactions numériques dans un registre distribué public et immuable ;
2. Échange d'actifs : création et transfert de propriété ;
3. Contrats intelligents →2 : automatisation de procédures administratives via l'exécution de code.

L'information stockée dans la blockchain est

protéiforme : actifs physiques ou virtuels, identités, transactions ou encore contrats. La création, la validation, l'enregistrement et la répartition des entrées sont régis par protocole.

Dans la première catégorie, la chaîne fait office de registre pour l'enregistrement d'événements et de documents importants : naissance, mariage, décès, titre de propriété physique ou intellectuelle, résultat de scrutin, décision de justice, investissement financier, police d'assurance, dossier médical, etc. →4. Le principal intérêt de la blockchain est l'immutabilité des données, ainsi que leur disponibilité même en dehors de l'entreprise ou du pays (sous réserve d'avoir installé des mécanismes de protection et de confidentialité). Cette faculté de partage transfrontalier est une condition sine qua non à la numérisation de secteurs comme la médecine, la finance et l'administration. ABB s'y intéresse de très près.

La deuxième catégorie, qui concerne plus particulièrement les banques, recouvre l'échange d'actifs (numériques), la facilitation des paiements transfrontaliers et le négoce d'actions, d'options et de produits dérivés. Pour les industriels, la blockchain peut servir de support aux transactions de transfert de propriété ou de mise à disposition de biens matériels. Sont envisagés, entre autres, le suivi logistique et la décentralisation du contrôle d'accès.



L'étape suivante consiste à mettre en place des contrats dits « intelligents » dans lesquels un protocole distribué exécute en autonomie les clauses du contrat, réduisant par là même le risque d'erreur et de fraude. Il peut s'agir d'une couche supplémentaire coiffant la chaîne : le contrat y est enregistré sous la forme d'un code exécutable, les membres du réseau exécutant ce code selon les modalités du contrat. Chaque exécution partant du même état initial, ce déroulement automatique et distribué garantit un consensus entre tous les membres qui exécutent correctement le contrat. Ces contrats intelligents ouvrent la porte à de nouveaux instruments financiers, à des contrats d'assurance indicels ou à tout autre service reposant sur une base de données partagée couplée à des calculs vérifiables ou à des procédures d'approbation automatique sans passage par un tiers de confiance. Ce type de contrats pourrait notamment faciliter l'échange et le négoce d'énergie, deux domaines pour lesquels ABB a des solutions →5.

Si nul n'hésite à vanter les avantages de la blockchain sur les solutions actuelles (potentiel d'économie par exemple), on se demande rarement à quel point elle est adaptée au cas d'emploi envisagé : est-elle vraiment pertinente pour déplacer l'objet de la confiance, d'un interlocuteur central à un système distribué ? Pour répondre à cette question, il faut étudier soigneusement l'aptitude de la blockchain à résoudre ces questions de confiance et voir si d'autres méthodes plus classiques, telles les bases de données distribuées, n'ont pas les mêmes atouts.

—

Les contrats intelligents peuvent prendre la forme d'une couche supplémentaire ajoutée à la blockchain, facilitant par exemple le négoce d'énergie.

Des limites

En dépit des avantages et des remarquables potentialités de la blockchain, son adoption risque de se heurter à quelques obstacles, au premier rang desquels le manque de flexibilité. En effet, faute de consensus, toute modification des protocoles ou de leur exécution est pour ainsi dire impossible ; si seulement quelques acteurs de la blockchain, ou « mineurs », adoptent le nouveau protocole tandis que les autres conservent l'ancien, la chaîne se scinde en deux réalités incompatibles, ou « fourches ». Qui dit modification implique donc coordination étroite de tous les maillons de la chaîne. Le code peut aussi pâtir de cette lacune : certains bugs touchant le bitcoin sont connus de longue date sans être pour autant corrigés à ce jour. Outre cette rigidité, la blockchain est limitée en taille ; le nombre d'utilisateurs et de nouveaux blocs par unité de temps est figé. Ainsi, la chaîne du bitcoin s'enrichit d'un nouveau bloc toutes les 10 minutes, soit un rythme de croissance d'environ 8 gigaoctets par an. Si ce chiffre reste modique au regard de la puissance de calcul disponible, il implique néanmoins que le nombre de transactions par seconde ne peut pas être supérieur à 7, un plafond bien trop faible à l'échelle mondiale.



—
04 Une chaîne de blocs peut enregistrer de manière fiable quantité de données financières, juridiques ou personnelles (dossier médical, par exemple).

—
05 Les contrats intelligents reposant sur la blockchain pourraient révolutionner l'échange et le négoce d'énergie.

—
Bibliographie
[1] www.bitcoin.org



05

Nous l'avons vu, toute proposition de modification devant être avalisée par la majorité, ce problème ne sera pas réglé du jour au lendemain. Autre désagrément, la chaîne de blocs souffre d'un appétit d'énergie insatiable tant son principe de validation par « preuve de travail », chronophage, fait s'envoler le temps-machine et donc la puissance de calcul à chaque nouveau bloc. Actuellement, on estime que le bitcoin engloutit l'équivalent de la production de deux centrales nucléaires !

—
D'autres méthodes plus usuelles permettent-elle d'obtenir le même résultat que la blockchain en termes de confiance ?

Enfin, même si l'idée-force d'une immuabilité des transactions est sécurisante, les exécutions et mises en œuvre de la chaîne de blocs sont vulnérables aux cyberattaques : vol de portefeuille en bitcoins, interception de paquets de données, attaques par déni de service, etc. Pire, le pirate qui contrôle plus de 50 % de la puissance de calcul totale a de fait la maîtrise de toute la chaîne, voire la capacité d'effacer des transactions passées.

Les chercheurs ne ménagent pas leurs efforts pour tenter de pallier ces failles. Concernant le manque de flexibilité, on pourrait envisager de confier la gestion des protocoles à un consortium, qui deviendrait ainsi le tiers de confiance. De même,

le coûteux mécanisme de la preuve de travail pourrait être avantageusement remplacé par des algorithmes distribués de consensus, comme dans le projet Hyperledger. Reste à savoir s'il existe un système capable de lever les verrous de la blockchain tout en conservant ses atouts. L'avenir nous le dira...

Promesses industrielles ?

La médiatisation de la blockchain a fait naître des attentes démesurées. Bon nombre des cas d'utilisation envisagés fondent leur réussite sur la confiance, alors que cette technologie n'est pas toujours à la hauteur des exigences. Ce n'est donc pas la panacée. Chaque cas de figure exige une mise en œuvre réfléchie pour pouvoir tirer profit des principes du bitcoin ou des chaînes de blocs. Balbutiante, la technologie suscite un engouement qui ne doit pas masquer ses indéniables défauts. ABB observe de près les développements en cours ; à force d'innovations, la blockchain atteindra probablement un niveau de maturité qui libérera tout son potentiel au service de l'automatisation et de la simplification des process industriels. ●



Transitio énergético





54

Injection de la puissance éolienne, interconnexion des réseaux, intégration et gestion de l'intelligence électrique sont autant de nouveaux défis posés à la production et à la distribution d'énergie renouvelable. L'innovation est ici reine, avec son cortège d'exigences au service de la fiabilité et de la sécurité. ABB travaille au contact de ses clients pour « maintenir le courant » sur le chemin de la transition.

- 54 WindSTAR, premier transformateur 33/66 kV pour aérogénérateurs de grandes puissances
- 60 Les progrès du transport HVDC Light®



60

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

WindSTAR, premier transformateur 33/66 kV pour aérogénérateurs de grandes puissances

Le transformateur de 66 kV WindSTAR d'ABB contribue pleinement aux progrès du grand éolien : nouveau palier de tension (de 33 à 66 kV), forte réduction des pertes, haut rendement, durabilité et rentabilité accrues. Sans compter un atout de taille : l'appareil se loge dans le mât ou la nacelle de l'éolienne.



Marie-Azeline Faedy
ABB Sécheron SA
Genève (Suisse)

marie-azeline.faedy@ch.abb.com

Les énergies renouvelables (EnR) poursuivent leur progression dans le monde entier, dépassant les attentes du marché. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), la part des EnR dans la production d'électricité mondiale devrait dépasser 25 % en 2025 [1], dont un quart d'éolien. Les récentes baisses de coûts enregistrées par la filière, avec encore une importante marge de réduction, présagent une hausse de la production supérieure aux projections.



Ilario Scian
ABB Transformers
Vaasa (Finlande)

ilario.scian@fi.abb.com

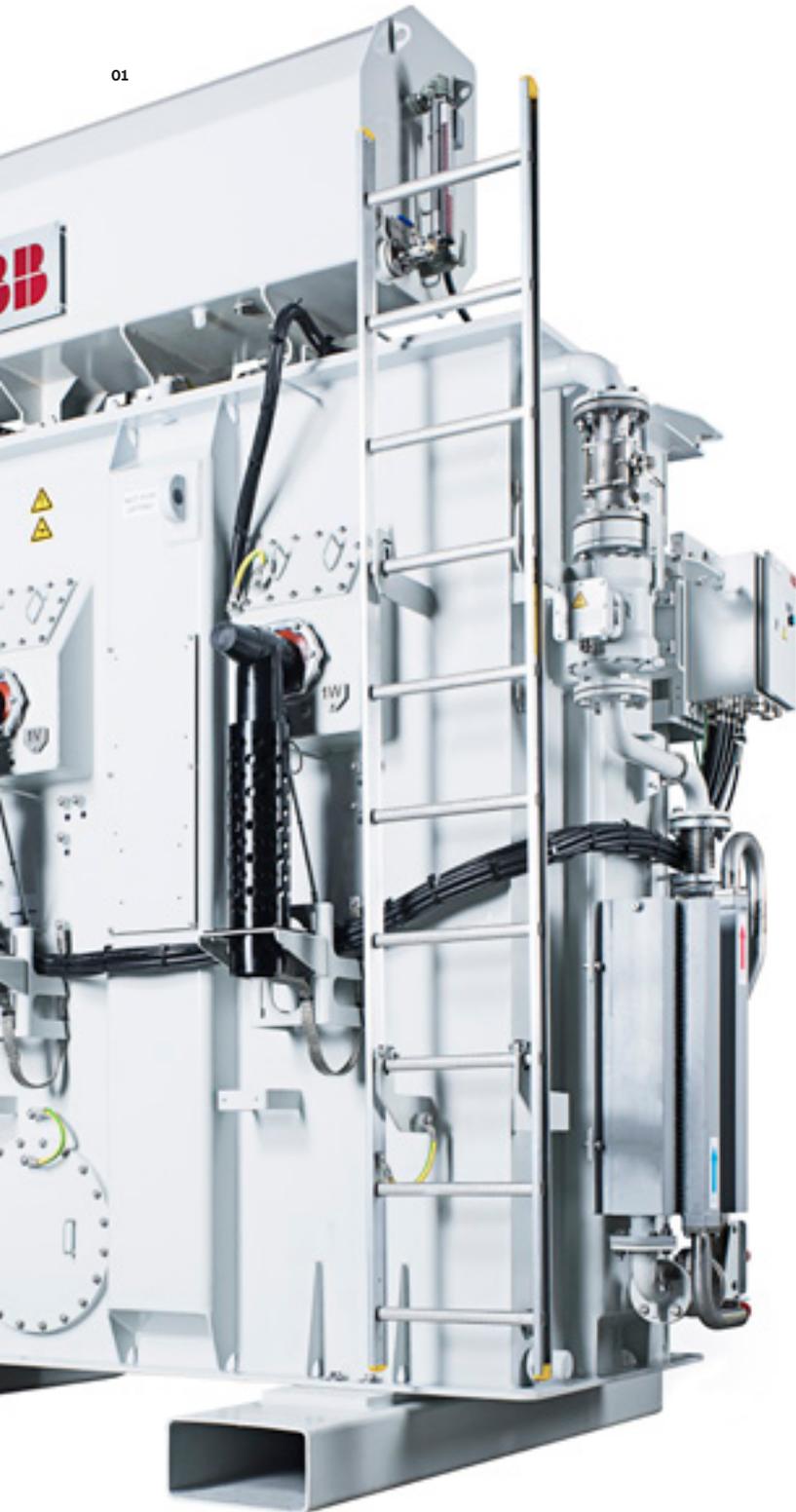
WindSTAR propulse une nouvelle génération de puissantes éoliennes offshore à la tension record de 66 kV.

Cette dynamique s'accompagne d'une course à la puissance : si cette dernière culmine aujourd'hui à 8-9 mégawatts (MW), les gros aérogénérateurs briguent plus de 12-14 MW à l'horizon 2020. Pour atteindre pareilles densités en pleine mer et réduire le coût complet de production, les parcs éoliens passent de 33 kV à 66 kV, palier de tension auquel fonctionneront en 2020 quelque 65 % des nouveaux aménagements en Europe du Nord.



—
01 Transformateur
WindSTAR de
11 MVA, 66/0,69 kV

01



Cette montée en charge a de multiples vertus : nette réduction des pertes, meilleurs rendements, durée de vie et rentabilité accrues.

Mi-2017, ABB a lancé son nouveau transformateur éolien WindSTAR 66 kV →1,2. L'innovation tient dans la capacité de l'appareil à passer par la porte du mât ou de la nacelle pour se glisser dans

—
Les concepteurs ont apporté le plus grand soin à la robustesse et à la sécurité de l'appareil.

l'espace exigu d'une éolienne en mer →3. Plus rien ne s'oppose donc à ce que les aérogénérateurs offshore de dernière génération atteignent le niveau de tension record de 66 kV.

Concept

Un parc éolien marin est par nature une installation difficile d'accès, dont la maintenance et la réparation coûtent cher. D'où l'importance accordée à la robustesse, à la fiabilité et à la sécurité de l'équipement. C'est pourquoi, par exemple, WindSTAR utilise un papier isolant aramide à haute température pour réduire le risque d'incendie. Le diélectrique est une huile ester éco-compatible, à point éclair élevé, qui diminue considérablement le risque de départ et de propagation de feu tout en affichant d'excellentes propriétés auto-extinguibles. Ces atouts font des appareils remplis d'ester les transformateurs immergés parmi les plus sûrs du marché. À cela s'ajoute la très bonne biodégradabilité de l'ester, qui n'a pas besoin d'être traité comme un déchet dangereux, évitant les coûts d'élimination et les éventuelles amendes réglementaires.



02

WindSTAR peut encore gagner en robustesse et en étanchéité avec une cuve scellée par un couvercle soudé.

Pour résister aux aléas climatiques et à la rudesse du milieu marin, l'appareil a subi une batterie de tests en usine et d'essais de type qui ont validé sa tenue aux vibrations et aux courts-circuits.

—
Les dimensions de WindSTAR facilitent son transport sur site et son passage par la porte du mât ou de la nacelle.

Les essais de court-circuit sont fondamentaux pour garantir la fiabilité opérationnelle du transformateur, même en conditions extrêmes, et minimiser les risques de panne, d'autant plus graves

en pleine mer. Ces essais obéissent également au cahier des charges du client, qui peut vouloir tester par exemple le changeur de prises hors charge sur table vibrante (selon les axes XYZ) pour mieux positionner les raccords.

L'espace étant compté dans un aérogénérateur, les concepteurs de WindSTAR ont eu soin de privilégier sa compacité mais aussi sa légèreté pour abaisser les coûts de construction et de transport de la structure. Par exemple, la chaleur est évacuée à l'aide d'un circuit de refroidissement par circulation forcée d'huile et d'eau (KFWF), plus efficace que la convection ou le refroidissement par air forcé seul, et moins encombrant.

Les dimensions de WindSTAR facilitent son transport sur site et son passage dans l'ouverture du mât ou de la nacelle ; l'accès peut être plus

—
02 Le transformateur WindSTAR 66 kV, dont le technicien à côté donne une idée de la taille, peut se loger dans le mât ou la nacelle d'une éolienne.

—
03 WindSTAR est conforme aux normes et réglementations internationales sur les aérogénérateurs.

petit que la normale, augmentant la résistance et diminuant les coûts structuraux de l'aérogénérateur. La conception sécuritaire de WindSTAR minimise le dégagement autour de l'appareil pour gagner encore de la place, sans sacrifier au confort du personnel.

—
Le transformateur utilise un isolant papier aramide à haute température ainsi qu'une huile ester écocompatible, à point éclair élevé.

Proposé en deux versions conformes à la normalisation et à la réglementation internationales sur les transformateurs pour éoliennes (10,8 MVA 33/0,69 kV et 11 MVA 66/0,69 kV), WindSTAR n'a pas d'égal pour résister aux variations soudaines

de la charge sous 36 et 72,5 kV →4. Ses faibles pertes totales et son coût complet de production réduit se répercutent avantageusement sur le coût global de possession.

Qui plus est, sa modularité simplifie l'adéquation de la solution aux exigences spécifiques du client ; des traversées embrochables côté haute tension (HT), par exemple, facilitent l'installation et la mise en service →5. Nombreuses sont les options répondant à certaines particularités de mise en œuvre :



Niveau de tension	33 kV	66 kV
Classe de tension	36 kV	72,5 kV
Puissance assignée	> 10 MVA	> 10 MVA
Refroidissement	KFWF	KFWF
Fluide diélectrique	Ester	Ester
Isolant	Haute température	Haute température
Plage de réglage	$\pm 2 \times 2,5 \%$	$\pm 2 \times 2,5 \%$
Basse tension	> 400 V	> 400 V
Fréquence	50/60 Hz	50/60 Hz

04

exécution à deux ou trois enroulements, télésurveillance, changeur de prises en charge ou hors charge, transformateur auxiliaire interne ou externe (de type sec ou immergé), etc.

Exemples de réalisation

En exploitation depuis 2014, l'éolienne Vestas V164 est à ce jour la plus puissante au monde : en 2017, sa version offshore de 9 MW a établi le record mondial de la production éolienne, soit 216 MWh en une journée.

C'est pour ces niveaux de puissance que le transformateur WindSTAR a été conçu : 128 appareils de 10,8 MVA 33/0,69 kV équipent aujourd'hui les Vestas

V164 de parcs offshore implantés au Royaume-Uni et en Allemagne, dont 32 à Burbo Bank, dans la baie de Liverpool, 40 à Walney Extension, en mer d'Irlande, et 56 à Borkum Riffgrund, en mer du Nord.

—
WindSTAR est sans égal lorsqu'il s'agit de résister aux variations soudaines de la charge.

De même, cinq WindSTAR 11 MVA 66/0,69 kV occupent les aérogénérateurs V164 du démonstrateur offshore de Blyth, au large du Northumberland, premier parc éolien britannique de 66 kV capable

05



—
04 Caractéristiques des deux classes de tension WindSTAR

—
05 WindSTAR est facile à installer et à mettre en service.

—
06 Réception sur site client d'un WindSTAR 66 kV

Bibliographie

[1] Agence internationale de l'énergie, « IEA raises its five-year renewable growth forecast as 2015 marks record year », disponible (en anglais) sur : <https://www.iea.org/newsroom/news/2016/october/iea-raises-its-five-year-renewable-growth-forecast-as-2015-marks-record-year.html>, 25 octobre 2016.

[2] Shankleman, J., et al., « Gigantic Wind Turbines Signal Era of Subsidy-Free Green Power », disponible (en anglais) sur : <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-04-20/gigantic-wind-turbines-signal-era-of-subsidy-free-green-power>, 20 avril 2017.

[3] Hill, J. S., « Mammoth 50 MW Wind Turbine Blades Could Revolutionize Offshore Wind In US », disponible (en anglais) sur : <https://cleantechnica.com/2016/01/29/mammoth-50-mw-wind-turbine-blades-revolutionise-offshore-wind-us/>, 29 janvier 2016.

d'acheminer à terre 41,5 MW d'électricité verte pour alimenter 34 000 foyers. Onze autres équipent l'European Offshore Wind Deployment

—
Modulaire, l'appareil s'adapte aux exigences et spécificités du client ; des traversées embrochables côté haute tension, entre autres, facilitent l'installation et la mise en service.

Centre (EOWDC), à 2,4 km des côtes d'Aberdeen (Écosse) →6, dont les 92,4 MW de capacité totale desservent près de 80 000 ménages par an.

Autant en emporte le vent

L'avenir appartient aux méga-éoliennes de plus en plus puissantes : on annonce des capacités unitaires de 15 MW [2], et des géantes de 50 MW sont à l'étude [3]. Riche d'une longue expérience des puissants transformateurs HT pour entraînements à vitesse variable et des appareils compacts à faible maintenance et durcis au monde marin, ABB est paré pour relever les défis de l'éolien en mer et insuffler un réseau électrique plus robuste, plus intelligent, plus écologique. ●

06



 TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Les progrès du transport HVDC Light®

Depuis la première installation HVDC Light® il y a plus d'un demi-siècle, ABB est à l'avant-garde des convertisseurs à source de tension pour les applications de courant continu haute tension (CCHT). Forte de plus d'une vingtaine de réalisations, la technologie doit aujourd'hui franchir un nouveau cap et progresser en capacité de transit, en compacité et en souplesse de commande.

Magnus Callavik
ABB Power Grids,
Grid Integration
Västerås (Suède)
actuellement en poste
à Beijing (Chine)

magnus.callavik@
se.abb.com
(magnus.callavik@
cn.abb.com)

Peter Lundberg
Jürgen Häfner
Hans Björklund
ABB Power Grids,
Grid Integration
Ludvika (Suède)

peter.lundberg@
se.abb.com
jorgen.hafner@
se.abb.com
hans.bjorklund@
se.abb.com

Munaf Rahimo
Franc Dugal
ABB Power Grids,
Grid Integration
Lenzbourg (Suisse)

munaf.rahimo@ch.abb.com
franc.dugal@ch.abb.com

C'est en 1929 que l'un des précurseurs du groupe ABB, le Suédois ASEA, pose les bases du transport CCHT avec le convertisseur commuté par le réseau (LCC). L'année 1954 voit la construction de la première liaison CCHT « classique » au monde, entre l'île baltique de Gotland et la côte suédoise. ABB franchit un nouveau jalon avec le convertisseur à source de tension (VSC), que concrétise en 1997 un premier démonstrateur à Hällsjön, toujours

HVDC Light se pliant facilement aux « codes réseaux », il est possible d'écourter les délais de livraison et de compléter l'offre de services système avec le redémarrage sur panne générale et le soutien de tension CA.

en Suède, précurseur du CCHT « léger » ou HVDC Light. Une percée technologique qui s'appuie sur des transistors de puissance pour réguler la tension et la fréquence du réseau. Le palmarès HVDC Light compte aujourd'hui plus d'une vingtaine de réalisations ou chantiers en cours →1.



01

Grâce à l'augmentation parallèle des niveaux de tension et de puissance des convertisseurs, à l'avènement des transistors bipolaires à grille isolée IGBT et au progrès des câbles extrudés à isolation polymère, la technologie investit un nombre croissant d'applications. L'intégration des fonctionnalités HVDC Light à un réseau en courant alternatif (CA) améliore la tenue en tension, la compensation de puissance réactive, le redémarrage sur panne générale et les performances des matériels et ouvrages en place.





—
01 Station de conversion de la liaison HVDC Light hybride bipolaire Skagerrak 4 (500 kV), entre la Norvège et le Danemark

—
02 Valves de convertisseur HVDC Light pour application de courant quai

La voie royale

La technologie HVDC Light, née au milieu des années 1990, ambitionne de transposer au transport électrique les excellentes performances dynamiques des convertisseurs à source de tension, dont font usage la traction ferroviaire et la vitesse variable. C'est également à cette époque que les briques technologiques, comme les semi-conducteurs à haute tension (HT) et les systèmes de contrôle-commande numérique, évoluent rapidement. Au terme de trois ans de

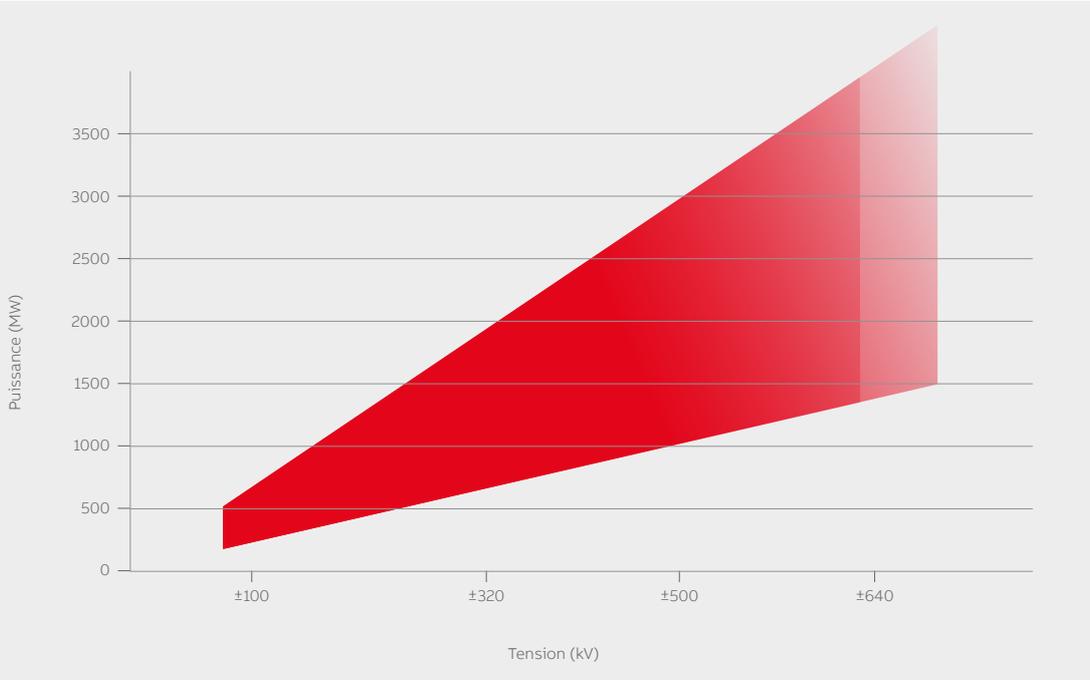
recherche-développement intensive pour résoudre, entre autres, le problème de commande des IGBT raccordés en série, un pilote HVDC Light est lancé en 1997 à Hällsjön, ouvrant la voie à une configuration IGBT haute tension capable de fonctionner

—
HVDC Light autorise le raccordement des parcs éoliens marins à plus de 100 km des côtes, un challenge pour les solutions CA traditionnelles.

dans la gamme des kilohertz (kHz). La conception du système, des valves, de la commande, des protections et de l'installation HVDC Light hérite directement de l'expertise et du savoir-faire ABB acquis dans le domaine du CCHT classique.

02





03

La première liaison commerciale HVDC Light exploitée à Gotland a vocation à intégrer la production éolienne de l'île à son fragile réseau électrique. En garantissant la résilience du réseau par la maîtrise des puissances active et réactive, assortie d'excellentes caractéristiques dynamiques, le projet

La montée en puissance de la technologie HVDC Light (1400 MW/525 kV) permet des interconnexions câblées longues de 300 à 700 km pour atteindre la limite autorisée dans certains réseaux de transport européens.

s'érige en porte-flambeau de la technologie HVDC Light. Pour autant, le niveau de puissance plafonne à 55 MW sous 80 kV.

L'étape suivante vise à interconnecter des réseaux asynchrones. La liaison HVDC Light se pliant facilement aux exigences des règles de raccordement ou « codes réseaux » sans nuire à l'infrastructure existante, il est possible d'écourter les délais de livraison tout en complétant l'offre de services système (redémarrage sur panne générale, soutien de tension CA, etc.). Les projets d'interconnexion essaient en Australie, en Amérique du Nord et en Europe.

HVDC Light a toujours relevé les enjeux environnementaux, comme l'attestent le développement d'applications de courant quai →2 pour l'industrie gazière et pétrolière, ainsi que le raccordement des parcs éoliens en mer, notamment ceux implantés à plus de 100 kilomètres au large, qui défiaient alors les solutions CA traditionnelles.

De fait, le CCHT équipé de convertisseurs à source de tension a joué un rôle moteur dans le déploiement de l'éolien marin. D'autres projets réalisés en Norvège ont illustré la compacité et la légèreté de la solution HVDC Light, ainsi que sa supériorité sur la technologie des turbines à gaz au plan des performances et de la disponibilité.

À l'origine, HVDC Light allait toujours de pair avec des câbles CC extrudés en polyéthylène réticulé (XLPE) à haute tension, gages d'une grande densité de puissance pour une faible emprise au sol. Ont aussi été déployées des solutions panachant lignes aériennes et câbles souterrains, ou reposant uniquement sur l'aérien. L'interconnexion longue distance Caprivi, qui relie les deux réseaux faibles de la Namibie et de la Zambie, en est un exemple. De structure unipolaire asymétrique, la liaison peut passer en bipolaire grâce à la souplesse et à la précision de la commande HVDC Light qui permet d'ajuster facilement les paramètres de conduite aux diverses conditions du réseau.

—
03 Gamme de puissance HVDC Light

—
04 Nouvelle structure monopuce BIGT

La montée en puissance de HVDC Light (1400 MW sous 525 kV CC) permet des interconnexions câblées longues de 300 à 700 km pour atteindre la limite autorisée dans certains réseaux de transport européens. Le palier suivant de 3000 MW/500 kV →3 annonce une profusion de nouvelles liaisons point à point ou à extrémités multiples, relevant ainsi les nombreux défis du transport électrique, en particulier ceux de la production décentralisée. La conjonction de trois leviers de progrès ABB – semi-conducteurs de puissance de dernière

Des convertisseurs compacts, donc logés dans un bâtiment plus petit, une commande efficace, des pertes réduites et une fiabilité accrue : autant de critères déterminants dans le développement des valves.

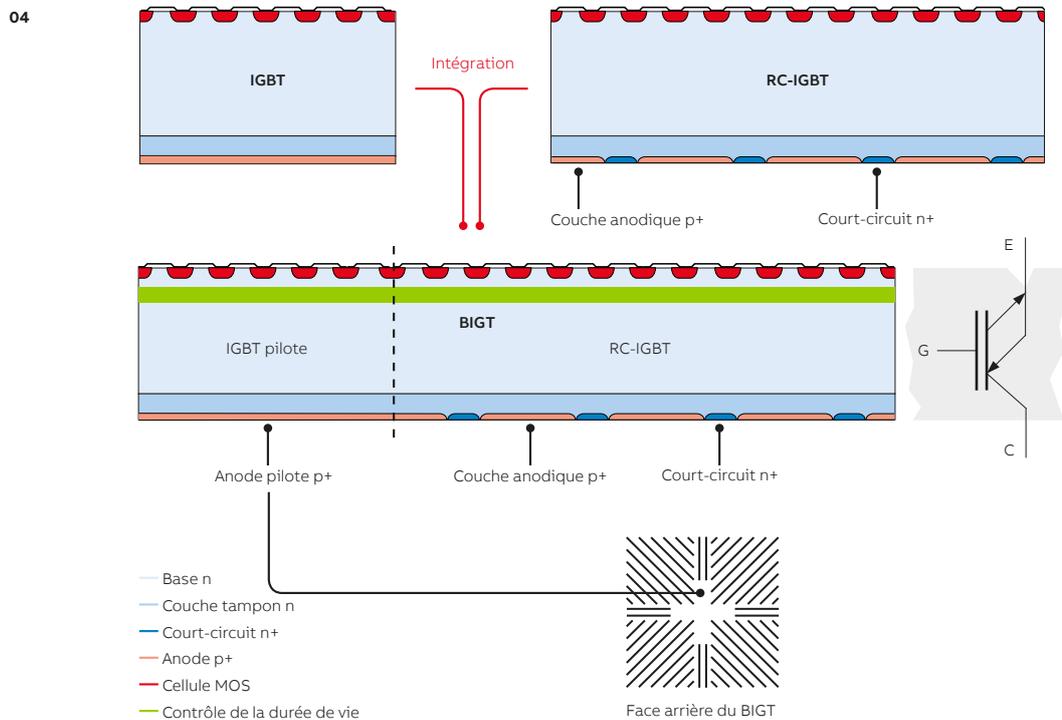
génération, système de commande et de protection MACH, expertise de la technologie HVDC Light – est un bon tremplin pour franchir cette nouvelle étape.

Valves, systèmes et installations

Partant de connexions unipolaires et câbles CC de courte distance, les systèmes VSC à base de convertisseurs modulaires multiniveaux (MMC) font aujourd'hui évoluer le CCHT vers toute la panoplie d'applications et de configurations possibles de fortes puissances, comme le transport bipolaire multiterminal de hautes puissances sur lignes aériennes, le raccordement du grand éolien marin, les installations de synchronisation et de stabilisation du réseau.

La technologie intègre des fonctions de conduite avancée comme le redémarrage sur panne générale, l'îlotage, la stabilisation du système électrique et la suppression des harmoniques. Des développements dans les domaines de la commande et de la protection, à l'image des disjoncteurs hybrides CC, assurent la compatibilité des applications HVDC Light avec les réseaux CCHT du futur.

HDVC « Light » oblige, les concepteurs des installations tant terrestres que marines privilégient la légèreté et la compacité – l'encombrement au sol étant divisé par deux tous les cinq ans – mais aussi la compatibilité électromagnétique (CEM) et la réduction des niveaux sonores.



Implantation et conception simplifiées

Des convertisseurs compacts, logés dans un bâtiment plus petit, une commande performante, des pertes réduites et une fiabilité accrue : tels sont les critères qui ont présidé au développement des valves.

Les convertisseurs HVDC Light affichent une gamme étendue de caractéristiques assignées : tension de 80 à 800 kV, puissance de 100 à 4600 MW, courant CC jusqu'à 3000 A. L'emploi de transistors bimode à grille isolée BIGT (Bimode Insulated-Gate Transistors) et d'algorithmes de commutation évolués permet d'augmenter la densité de courant et de réduire les pertes.

Ramenées à moins de 1 % dans chaque station de conversion, ces pertes se situent aujourd'hui dans la plage du CCHT classique à convertisseurs LCC pour les très hautes puissances.

Le meilleur du test

À puissance accrue, exigences de test poussées : des essais en fonctionnement, par exemple, vérifient la performance des valves de convertisseur HVDC Light soumises aux pires sollicitations à répétition (tension, intensité, température) et les interactions entre l'électronique des valves et les circuits de puissance.

Un nouveau laboratoire de 2900 m² permet de tester ces valves à des courants assignés de 3000 A et plus. En configuration d'essai, le flux électrique circule entre deux systèmes monophasés représentant des stations de conversion indépendantes. Seules les pertes de conversion sont injectées dans

le circuit de test. Chaque bras de valve comporte six cellules et la puissance équivalente triphasée du montage s'élève à 31 MW.

Modules BIGT StakPak™ de 5200 V/3000 A

Les dispositifs à semi-conducteurs HT ont fabuleusement progressé ces dernières décennies pour augmenter le transit de puissance et réduire

—
Les convertisseurs HVDC Light affichent aujourd'hui une gamme étendue de caractéristiques assignées : tension de 80 à 800 kV, puissance de 100 à 4600 MW, courant CC jusqu'à 3000 A.

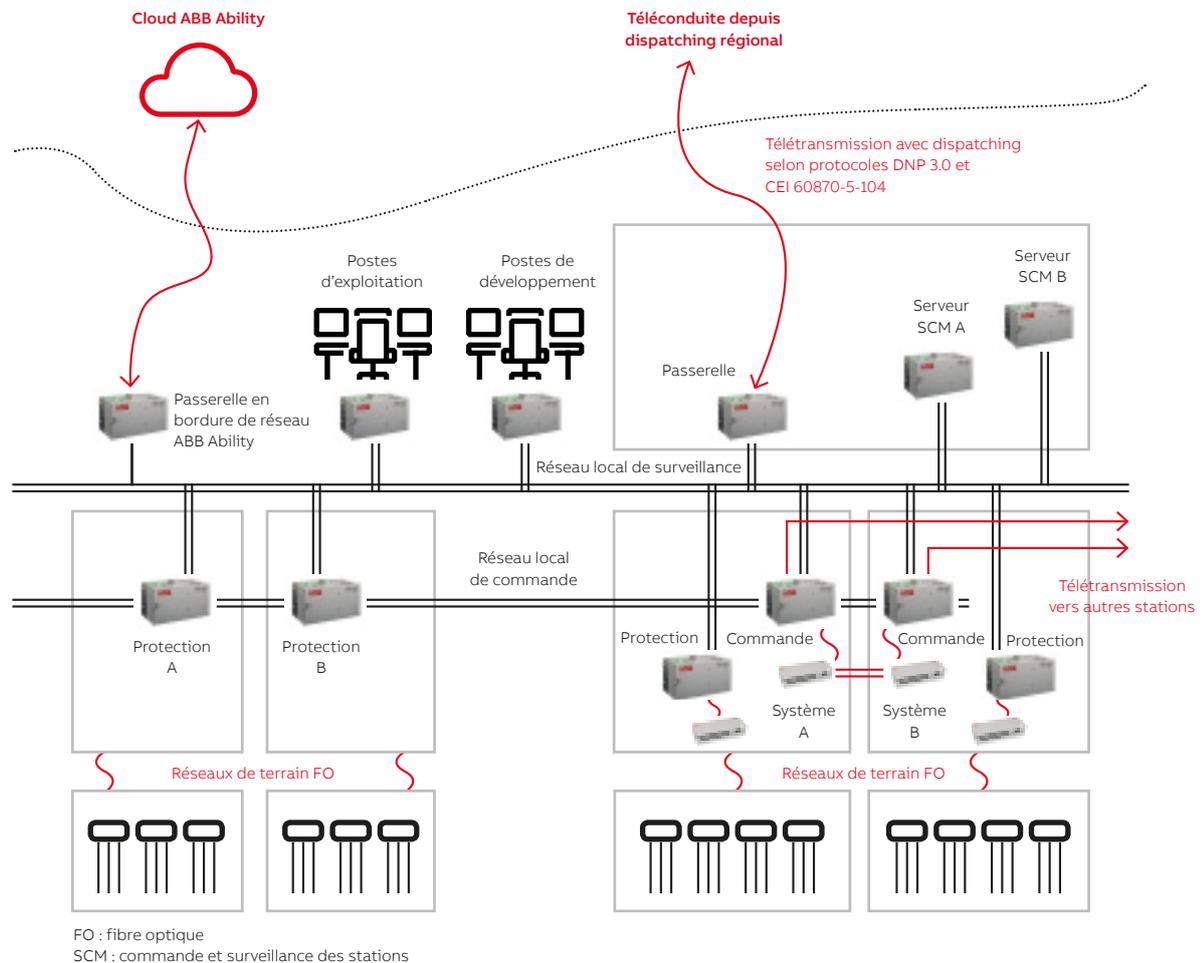
les pertes. Pour les topologies VSC, ces développements ont ciblé l'intégration monolithique de l'interrupteur de puissance et de la diode de roue libre connectée en antiparallèle. D'où la solution de conduction inverse « RC-IGBT » couplant sur un même substrat IGBT et diode en vue d'accroître les densités de puissance dans un moindre volume, tout en améliorant les performances de la diode par rapport aux solutions IGBT+diode modernes.

Au départ, ce concept se limitait à des tensions inférieures à 1200 V qui suffisaient aux applications de commutation douce, moins exigeantes en mode diode. Mais pour un RC-IGBT à commutation dure, force était d'arbitrer entre contraintes de



—
05 Module BIGT StakPak
de 3000 A

—
06 Architecture du
contrôle-commande
MACH 3 en configuration
CCHT unipolaire



06

conception et objectifs de performance. ABB fut le premier à mettre au point un RC-IGBT haute tension jusqu'à 6500 V pour les applications VSC d'envergure comme HVDC Light.

—
Un nouveau laboratoire d'essais de 2900 m² permet de tester les valves de convertisseur à des courants assignés de 3000 A et plus.

Ce concept se matérialise par un transistor regroupant sur une seule puce le dernier cri des composants IGBT et une diode antiparallèle optimisée : le BIGT [1,2] →4.

Un BIGT de 5,2 kV fut implanté dans une nouvelle génération de module en boîtier pressé bâtie sur la plate-forme ABB StakPak™, réputée pour ses performances de commutation, sa fiabilité et sa robustesse exceptionnelles, éprouvées de longue date dans les applications HVDC Light d'ABB.

Premier du genre à être commercialisé en haute tension [3], ce nouveau module intègre la technologie monopuce BIGT dans le même boîtier qui a fait le succès des précédentes générations de dispositifs.

Cette innovation ABB reprend le principe StakPak de contacts individuels empilés par forte pression mécanique, qui améliore le refroidissement du composant et allège les contraintes de planéité sur le radiateur. Tout module StakPak se compose de plusieurs sous-modules rectangulaires standards, dont le nombre conditionne la puissance de commutation du composant. Le BIGT étant une structure intégrée, il n'y a plus à se soucier des différents rapports IGBT/diode et l'on peut atteindre des valeurs d'intensité bien plus élevées sur une même surface. La version à 6 sous-modules est calibrée à 3000 A maxi ; c'est à ce jour le plus puissant dispositif de type IGBT capable de fonctionner en mode IGBT et diode →5.



07

MACH™ 3, cerveau de la liaison

Principale différence entre le transport CCHT et son équivalent CA : en alternatif, le flux de puissance sur une ligne est seulement déterminé par la différence de tension et d'angle de phase entre deux extrémités du réseau, alors qu'en CCHT le transit d'énergie est totalement modulable, et l'écoulement de puissance piloté par le système de contrôle-commande. Des propriétés qui font certes l'excellence d'un système CCHT mais ne vont pas sans un contrôle-commande ultrarapide et très fiable.

—

Depuis la première installation commerciale HVDC Light, la puissance transitée a été multipliée par plus de 60, dans un volume toujours plus réduit, et les pertes des convertisseurs divisées par 4.

Grâce à la technologie VSC qui offre la possibilité de réguler pleinement la puissance active mais aussi réactive, les performances de commande des convertisseurs CCHT ont fait un immense bond en avant depuis un quart de siècle. L'essor de HVDC Light est allé de pair avec l'introduction du système de commande et protection avancé MACH 2 d'ABB, qui a maximisé les performances des premiers convertisseurs VSC.

C'est donc à point nommé que son successeur MACH 3, partie intégrante de la plate-forme ABB Ability™ →6, accompagne aujourd'hui l'évolution du transport HVDC Light vers plus de capacité, de fiabilité et de souplesse de commande.

MACH 3 s'articule autour de puissants processeurs multicœurs 64 bits génériques →7, de circuits de traitement numérique du signal (DSP) à 8 cœurs capables d'effectuer 160 milliards d'opérations en virgule flottante par seconde →8 et de la toute dernière génération de gros composants programmables FPGA.

MACH 3 assure également les transmissions haut débit entre appareils de commande et de protection, et avec les E/S déportées. La fibre optique se substitue à la quasi-totalité du câblage cuivre, améliorant nettement la fiabilité et la sécurité de la station.

Ses remarquables capacités de communication en font la plate-forme idéale pour réaliser une station CCHT entièrement numérisée. Tous les événements et alarmes horodatés de même que l'ensemble des mesures d'importance sont immédiatement rapatriés aux calculateurs de commande et de protection pour être ensuite transmis à la gamme de services ABB Ability.

—
07 Calculateur de dernière génération PS700 pour MACH

—
08 Processeur numérique de signaux PS935

Bibliographie

[1] Rahimo, M., et al., « The Bi-mode Insulated-Gate Transistor (BIGT): A Potential Technology for Higher Power Applications », ISPSD 2009, p. 283-286, Barcelone, juin 2009.

[2] Rahimo, M., et al., « Une puce deux-en-un : ABB présente son nouveau transistor BIGT », ABB Review, 2/2013, p. 19-23.

[3] Dugal, F., et al., « The Next Generation 4,500V/3,000 A BIGT Stakpak Modules », PCIM Europe 2017, Nuremberg, mai 2017.

[4] « HVDC Light (VSC) », disponible (en anglais) sur : <http://new.abb.com/systems/hvdc/hvdc-light>.

À la vitesse MACH 3

Depuis la première liaison commerciale HVDC Light, la capacité de transfert a été multipliée par plus de 60, dans un volume toujours plus réduit, et les pertes des convertisseurs divisées par 4. Ces progrès fulgurants, associés à une régulation sans précédent de la commande, sous-tendent le déploiement mondial du CCHT à base de convertisseurs VSC. La prochaine décennie promet de nouveaux records de performance et de compacité.

Parallèlement au développement de la technologie HVDC Light, ABB enclenche la vitesse supérieure en matière de connectivité avec son offre ABB Ability. Cette plate-forme réunit un portefeuille de

—
ABB fut le premier à mettre au point un RC-IGBT haute tension jusqu'à 6500 V pour les applications VSC d'envergure.

produits, services et solutions numériques pour améliorer la connaissance du système, étoffer ses capacités et accroître les performances délivrées

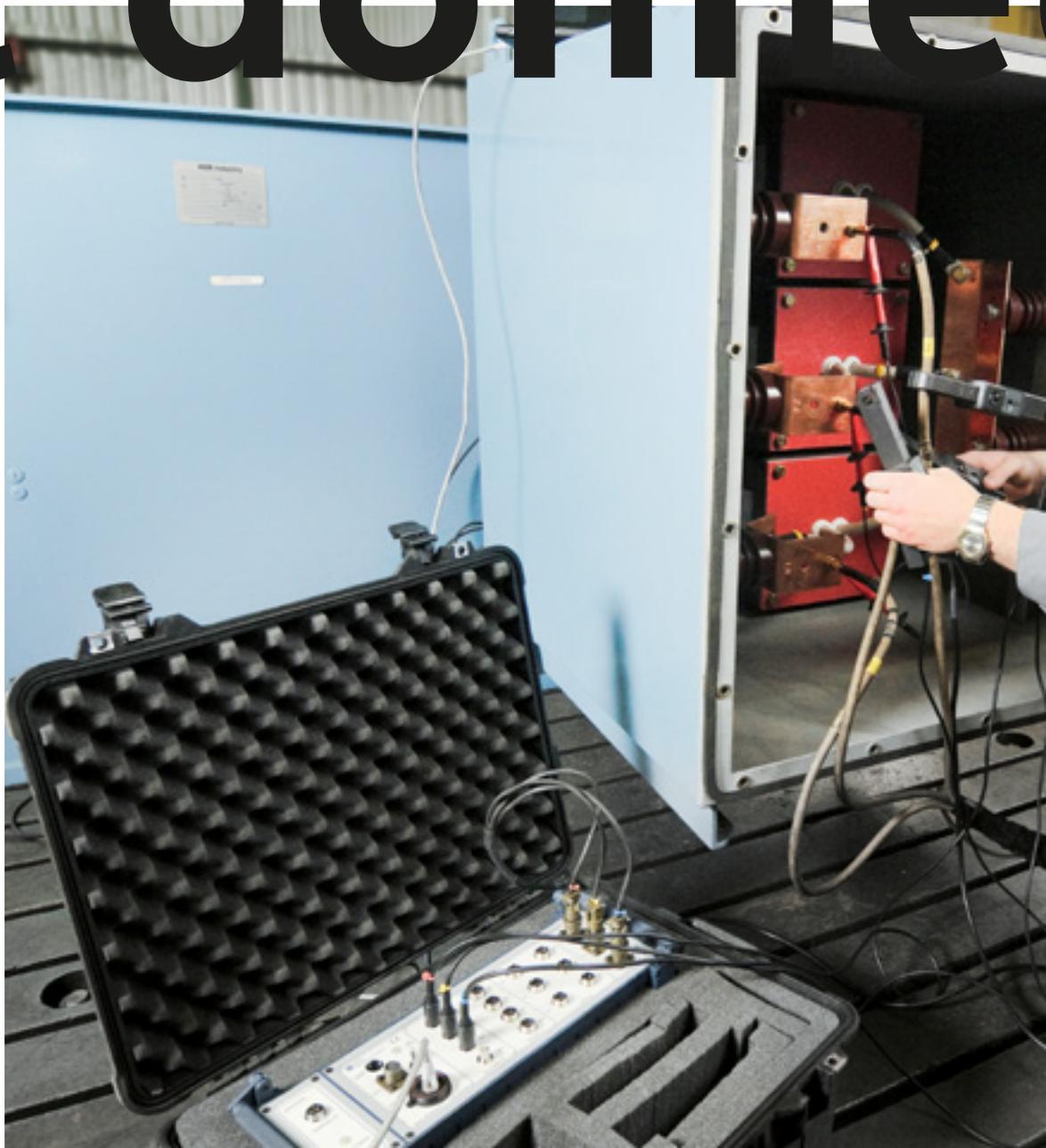
par la connectivité de tous les dispositifs, du simple composant à l'équipement en bordure de réseau, et jusqu'au Cloud.

Dans le domaine du CCHT, cette innovation s'illustre par des téléservices améliorés, une cybersécurité renforcée, des fonctions et installations de soutien dédiées ainsi que des systèmes de suivi d'état. Les développements et l'expérience ABB de la collaboration dans d'autres grands systèmes automatisés industriels laissent augurer un essor rapide dans ces domaines. Converties au numérique depuis des décennies, les stations de conversion et installations CCHT figurent au rang des actifs stratégiques du réseau. La numérisation sera donc tout naturellement la prochaine étape du déploiement CCHT au sein du réseau électrique du futur [4]. ●

08



Diagnostic et données



ics

es



Grâce à une expertise métier et à des diagnostics réalisés en pied de machine, ABB Ability™ met toute la puissance de l'Internet industriel des objets au service des clients pour « boucler la boucle » entre traitement des données et atelier. Soit la garantie d'améliorations fonctionnelles qui font progresser l'existant et créent de la valeur ajoutée.

- 70 Un turbo qui envoie !
- 72 Diagnostic des machines tournantes par analyse des courants moteur

DIAGNOSTICS ET DONNÉES

Un turbo qui envoie !

Le système de contrôle-commande des turbocompresseurs à géométrie variable d'ABB s'enrichit d'une passerelle de communication avec les réseaux de terrain CAN et de téléphonie mobile 3G/4G pour transmettre ses données au serveur ABB Ability™. Les clients du Groupe peuvent alors ausculter et suivre les courbes de charge et de performances réelles de chaque machine sur toute sa durée de vie. Il en résulte une maintenance optimisée et des intervalles de remplacement allongés, qui abaissent d'autant les coûts globaux du parc.

Marcel Baumgartner
Christof Schneider
ABB Turbo Systems
Baden (Suisse)

marcel.baumgartner@
ch.abb.com
christof.schneider@
ch.abb.com

Andrea Cortinovis
ABB Corporate Research
Baden-Dättwil (Suisse)

andrea.cortinovis@
ch.abb.com

La réussite des turbocompresseurs à géométrie variable (TGV) d'ABB ne se dément pas dans les applications de traction ferroviaire diesel-électrique déployées en Inde, en Russie et en Chine, cette dernière totalisant à elle seule plus de 200 locomotives équipées de cette technologie. À l'heure actuelle, la maintenance et le remplacement des différents éléments d'un turbocompresseur se fondent sur l'expérience des ingénieurs et sur le profil de charge théorique prédit pour une catégorie d'applications donnée. Mais c'est oublier que l'usure, la fatigue et la contamination de ces composants sont fonction de l'exploitation et de la sollicitation réelles de chaque machine. Cet écart entre théorie et réalité engendre des remplacements de pièces inutiles, des arrêts machine intempestifs et des surcoûts.

Bienvenue sur la passerelle CAN/réseau mobile qu'ABB ouvre aujourd'hui à ses turbocompresseurs à géométrie variable. Cette liaison et le prototype de transmission avec le serveur de données ABB sont le fruit d'une étroite collaboration avec l'équipe ABB Ability : une innovation rendue possible par l'intégration au TGV du contrôle-commande et de l'instrumentation nécessaires à la mesure de la charge, permettant ainsi d'implanter facilement les algorithmes de surveillance et de suivi directement dans l'appareil.

Reste que ce type de système n'est pleinement efficace que si les données enregistrées sont envoyées périodiquement, sans mobiliser les agents de maintenance et d'astreinte ABB. Conscient de cet impératif, ABB a prévu deux modes de transmission : des histogrammes d'exploitation prétraités, transmis suivant une faible

—
Enregistrer la courbe de charge et la sollicitation réelles du turbocompresseur tout au long de son cycle de vie permet de fixer le calendrier de maintenance et de remplacement de chaque constituant.

périodicité (journalière ou hebdomadaire, par exemple), et l'état réel des signaux et composants, transmis à une fréquence d'échantillonnage plus élevée. L'enregistrement des charges et sollicitations effectives du turbocompresseur durant tout son cycle de vie permet d'établir le calendrier de maintenance et de remplacement de l'équipement.

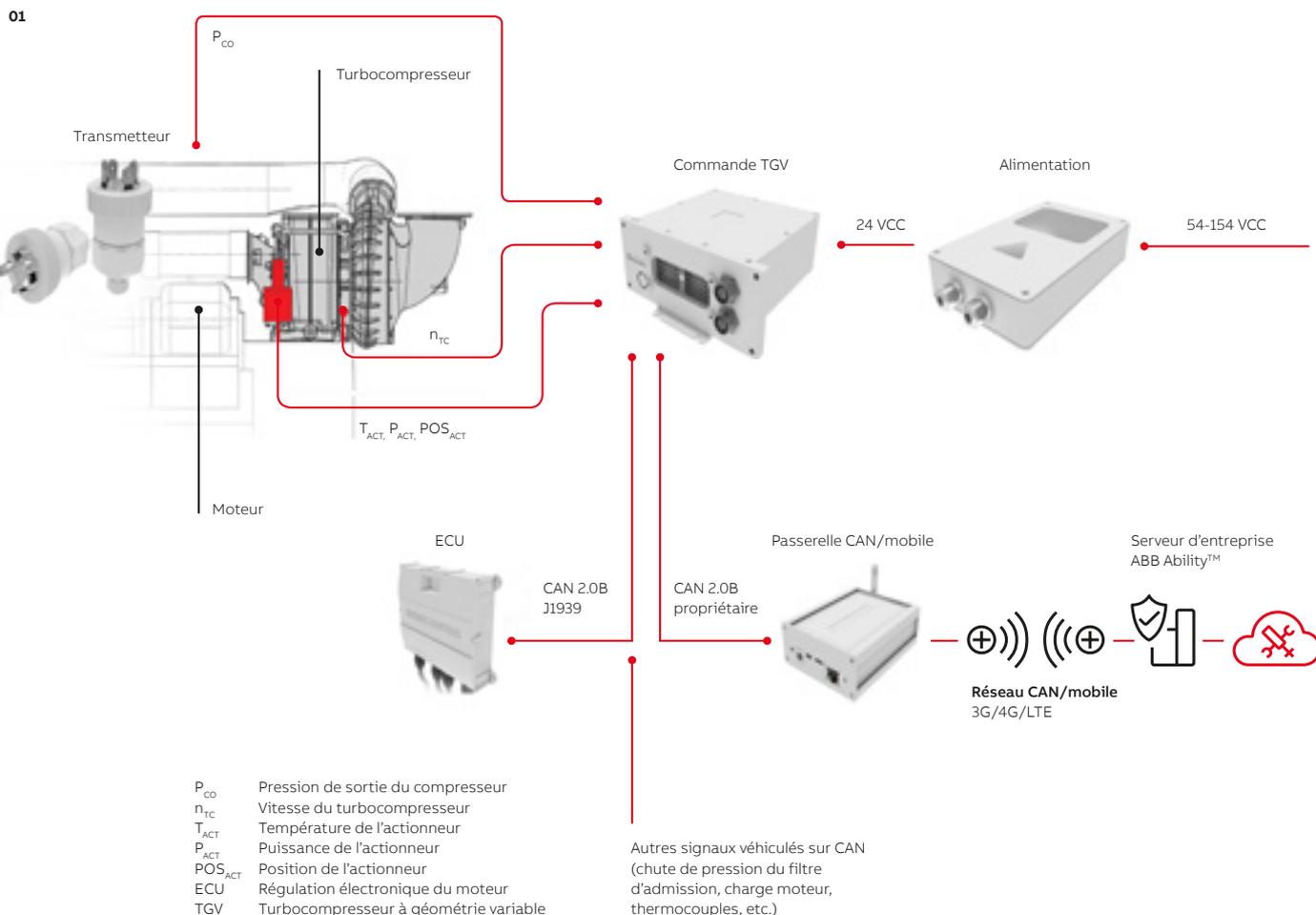
— 01 Vue générale du turbocompresseur avec commande de géométrie variable (TGV) et transmetteur de données

ABB aide ainsi ses clients à réduire les intervalles de remplacement des composants, ainsi que les arrêts machines inopinés ou inutiles.

Les clients sont en mesure de repérer les installations qui s'écartent du profil d'exploitation attendu et de bénéficier pour chacune des préconisations de service ABB.

De plus, la plate-forme ABB Ability autorise un accès très personnalisé aux données de mesure et la surveillance d'autres équipements de traction, tels que convertisseurs, moteurs et transformateurs.

Le client dispose ainsi d'une vue complète de l'ensemble de sa flotte comme de chaque locomotive et chaque constituant, mais aussi de tableaux de bord et d'indicateurs clés de performance (KPI) personnalisés selon ses exigences. On peut alors repérer les installations qui s'écartent du profil d'exploitation attendu et bénéficier pour chacune des préconisations de service ABB afin d'abaisser les coûts globaux du parc machines et de minimiser le coût total de possession. ●



DIAGNOSTICS ET DONNÉES

Diagnostic des machines tournantes par analyse des courants moteur

Une source de données précieuse pour surveiller l'état fonctionnel d'une chaîne cinématique



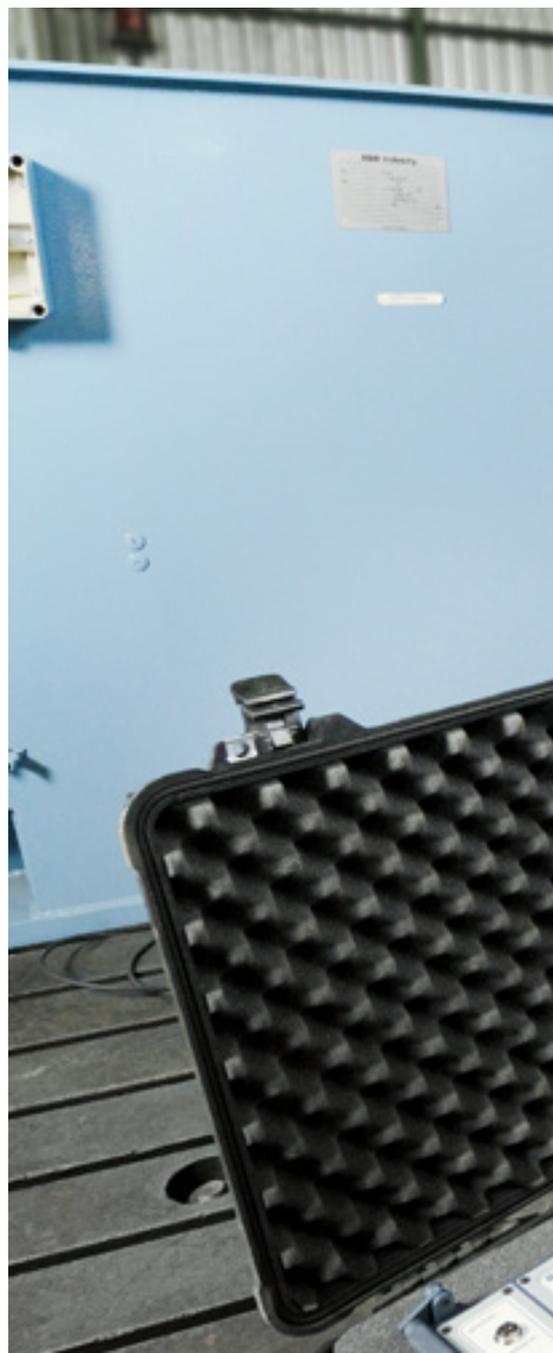
James Ottewill
ABB Corporate Research
Cracovie (Pologne)

james.ottewill@pl.abb.com

Les progrès accomplis dans les domaines de la détection, de la connectivité et de l'informatique dans le « nuage » ou « Cloud » accélèrent la transformation numérique de l'usine. À ce bouquet de technologies évoluées viennent s'ajouter des algorithmes analytiques qui aident les clients à dégager une importante valeur ajoutée de leurs dispositifs, systèmes et sites de production. Qui dit numérisation, dit capacité de diagnostic prédictif de l'état de fonctionnement des actifs industriels, avec plus de fiabilité et de précision : de quoi optimiser les stratégies de maintenance.

Le suivi d'état ou, plus précisément, la maintenance prédictive figure parmi les applications d'analyse pointue des données ou « analytique avancée » en milieu industriel les plus souvent citées. En soi, le principe est simple : il s'agit de mesurer et d'observer les paramètres permettant de dresser le bilan de santé d'un organe mécanique et, en cas de modification d'un ou de plusieurs de ces paramètres, d'en déduire les conséquences sur l'évolution du comportement et de l'état fonctionnel de la machine.

01



—
01 Technicien connectant des sondes de courant et de tension pour diagnostiquer une machine par analyse des courants moteurs

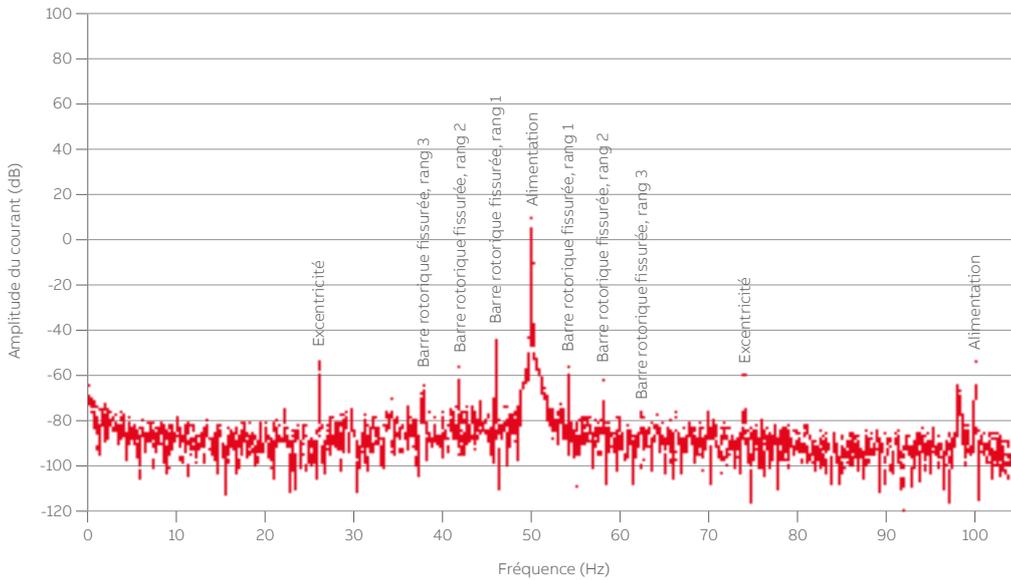
Développer et mettre en œuvre cette application imposent au préalable une connaissance approfondie des principes physiques sous-jacents du système pour s'assurer que les bonnes données

—
Les développeurs d'une application de suivi d'état doivent maîtriser les fondamentaux physiques du système.

sont enregistrées au bon moment. Le domaine des machines tournantes est un grand classique du suivi d'état. Surveillance vibratoire (à l'aide d'accéléromètres, par exemple), thermographie infrarouge et analyse d'huile sont les techniques habituelles pour déceler une augmentation des

vibrations, de la température et du nombre de particules dans un équipement, chacune étant un indicateur de défaut potentiel. Si leur efficacité est incontestable, nombreux sont les cas où les contraintes de sécurité, de place et de coût compliquent voire empêchent l'accès à l'instrumentation ou son montage sur l'équipement. Heureusement, le suivi d'état peut puiser dans d'autres sources de données pertinentes, déjà souvent collectées, mais encore inexploitées.





02

Machines asynchrones

La machine asynchrone (MAS) est très répandue dans l'industrie en raison de son faible coût, de sa robustesse et de ses performances de commande ; cela fait d'elle l'une des plus grosses consommatrices d'énergie au monde. Les MAS ont investi aussi bien de vastes complexes industriels sensibles, comme les très puissantes stations

—
Les machines asynchrones, omniprésentes dans l'industrie, sont des gouffres énergétiques.

de compression de gaz et de pétrole, que des installations plus génériques, dans lesquelles elles pilotent une myriade d'applications. Étant donné leur omniprésence, les progrès des fonctions de suivi d'état ont toutes les chances d'améliorer considérablement leur taux d'utilisation et leur fiabilité, tout en permettant de belles économies.

Le diagnostic des défauts sur les machines tournantes fait appel à un outil universel, l'analyse de la signature électrique. Cela consiste à mesurer les courants circulant dans les câbles de raccordement du moteur (à l'aide d'un transformateur d'intensité, par exemple), puis à en analyser le spectre →1. Les moteurs asynchrones fonctionnent sur le principe de l'induction électromagnétique : les interactions entre courants et champs magnétiques statoriques et rotoriques produisent le couple qui entraîne la charge. Les défauts affectant un moteur asynchrone (entrefer excentré, barre rotorique fissurée, etc.) modifient la nature des champs tournants et induisent une modulation des courants observable dans les câbles d'alimentation. L'analyse peut à la fois identifier les défauts et en quantifier la gravité. Contrairement aux capteurs de suivi d'état dédiés, évoqués plus haut, les câbles de puissance des moteurs sont habituellement faciles d'accès. Qui plus est, les mesures d'intensité et de tension moteur sont souvent déjà enregistrées aux fins de protection ou de commande, par exemple. Le suivi d'état peut alors s'appuyer sur les données existantes, sans instrumentation supplémentaire →2.

—
02 Spectre de fréquence du courant mesuré sur un moteur asynchrone expérimental dans lequel on a injecté plusieurs défauts : mise en évidence des composantes fréquentielles d'intérêt, notamment celles servant à diagnostiquer des modes de défaillance caractéristiques.

—
03 Les oscillations causées par des défauts sur la machine tournante peuvent se propager dans le moteur raccordé.

Au-delà du moteur

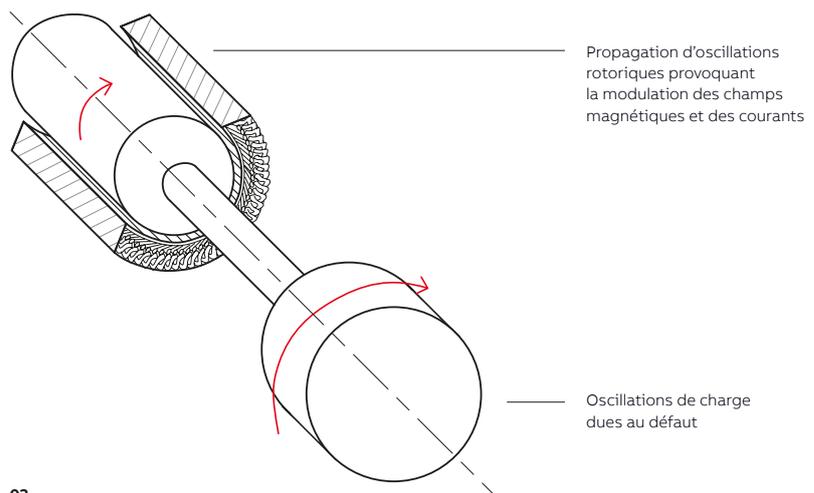
Si l'analyse de la signature électrique est une méthode de surveillance des moteurs bien connue, on sait moins que les défauts touchant les organes mécaniques raccordés (engrenages, compresseurs, pompes ou ventilateurs) laissent aussi leur empreinte sur les signaux rotoriques. La vitesse de rotation et le couple d'un moteur peuvent être déduits des mesures de tension et d'intensité aux bornes. Une multitude de stratégies de contrôle-commande permettant aux variateurs de fréquence de réguler avec précision la vitesse et le

Les défauts classiques d'un moteur asynchrone (excentricité d'entrefer, casse de barres rotoriques) modifient la nature des champs magnétiques tournants.

couple d'un entraînement « sans retour capteur » se fonde en fait sur ces paramètres. La connaissance de la vitesse et du couple peut aussi fournir des données sur les composants raccordés. Une oscillation de la charge mécanique du moteur (causée notamment par un engrenage défectueux) se répercute sur le rotor qui, à son tour, influe sur les champs magnétiques du moteur et les courants et tensions mesurés aux bornes →3.

Il faut néanmoins lever plusieurs difficultés techniques avant de pouvoir surveiller les composants de la charge raccordée par analyse de la signature électrique. Tout d'abord, il importe de comprendre l'influence de tous les éléments raccordés et de maîtriser le fonctionnement du moteur lui-même. Une connaissance transversale et pluridisciplinaire du domaine est impérative pour appréhender l'impact des sous-systèmes électriques alimentant le moteur, les organes mécaniques couplés à l'entraînement et, très souvent, le procédé global dans lequel évolue la machine tournante.

Illustrons ce point avec une suite d'algorithmes que l'on aura développée au préalable pour surveiller l'état fonctionnel d'engrenages, à partir des signaux électriques enregistrés sur le moteur asynchrone raccordé [1]. Un modèle mathématique d'accouplement souple engrenage-moteur est élaboré à cette fin. La modélisation d'une MAS en utilisant la notion de vecteur complexe ou « phaseur spatial », souvent à la base de la commande sans retour capteur, est couplée à un modèle global de paramètres d'un engrenage, à faible degré de liberté. Pour bien comprendre les signatures observables sur l'engrenage en fonctionnement normal, on incorpore au modèle plusieurs



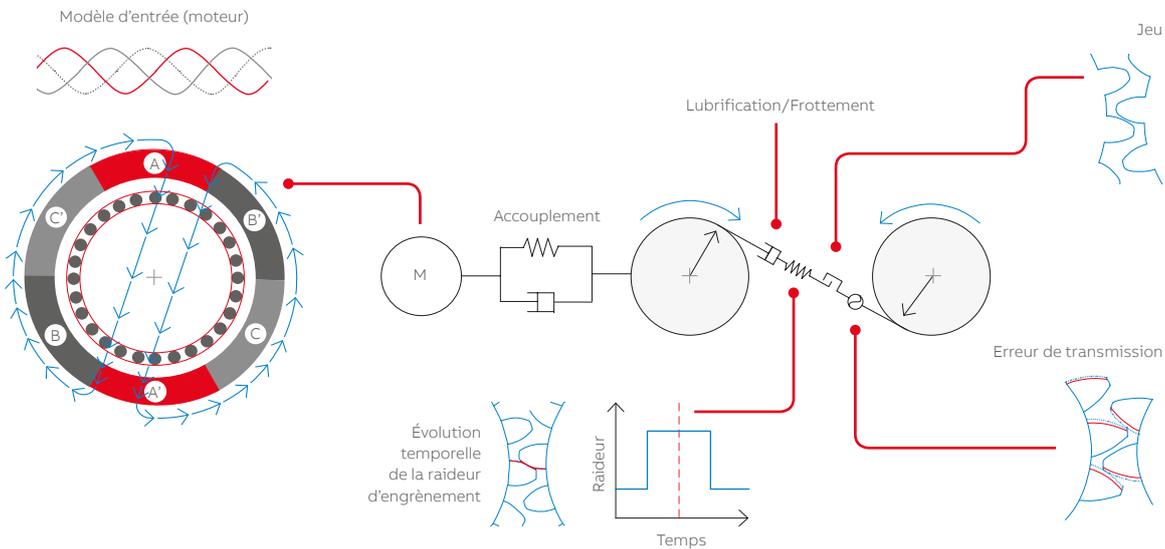
non-linéarités, dont le jeu et les fluctuations de la raideur d'engrènement. Les défauts de denture sont simulés par une fonction d'erreur statique de transmission sans charge. Cette méthode de modélisation à faible nombre de degrés de liberté

—
En combinant les trois phases par des méthodes de vecteur spatial, telle la transformation de Park étendue, les signaux peuvent être efficacement démodulés.

offre un compromis entre complexité et niveau de détail, qui permet de saisir l'influence de quelques paramètres clés sur la réponse du système dans un large éventail de conditions opératives et de configurations matérielles →4.

Les enseignements tirés de ce modèle numérique permettent d'approfondir la connaissance du domaine afin de développer des algorithmes de traitement du signal identifiant les signatures de défaut. Le moyennage synchronisé du signal est couramment utilisé en analyse vibratoire pour détecter les défauts d'engrènement : il consiste

à enregistrer les signaux vibratoires de façon synchronisée avec la position angulaire de l'arbre de transmission. En moyennant ces signaux d'une rotation à l'autre, on extrait les composantes acoustiques tout en accentuant les composantes mécaniques de l'engrenage ; les signatures de défaut sont ainsi plus subtiles. ABB a cherché à appliquer cette même méthode à la mesure des courants moteur. L'étude d'une phase isolée révèle que les courants moteur sont dominés par la fréquence d'alimentation. Pourtant, en combinant les trois phases à l'aide de méthodes par vecteur spatial, telles la transformation de Park étendue, on assure une démodulation efficace des signaux laissant place aux seules composantes engendrées par les imperfections et défauts du moteur et de la charge. Des essais spécialement conçus à cet



—
04 Modélisation à faible nombre de degrés de liberté d'un moteur asynchrone et d'un engrenage présentant des défauts de denture

effet ont validé ce développement, montrant que les défauts de denture pouvaient effectivement être diagnostiqués par l'analyse des courants d'alimentation d'un moteur asynchrone raccordé.

Un équipement ne fonctionne pas seul, mais au sein de systèmes faisant interagir des composants.

Il est possible d'exploiter cette information pour identifier des métriques quantifiant le niveau de défaut, mais aussi d'observer son évolution dans le temps pour repérer une dégradation →5.

Aborder la complexité

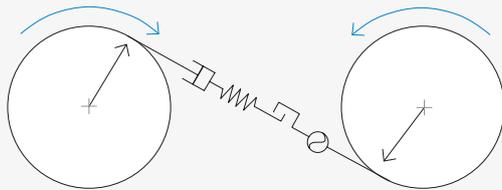
L'analyse des courants moteur peut aussi servir à mettre au point des méthodes de surveillance de défauts dans d'autres composants. Les engrenages planétaires (épicycloïdaux) sont couramment utilisés dans des machines critiques à forte densité de puissance, comme les aérogénérateurs, les turbines à gaz, les hélicoptères ou encore les équipements miniers. Bien que plus complexes que les transmissions parallèles classiques évoquées jusqu'ici, on a constaté qu'ils pouvaient bénéficier de ces méthodes de surveillance des défauts de denture [2] →6. Même verdict favorable pour les diagnostics de défauts moteur en conditions difficiles, comme dans la filière bois où les signaux mesurés sont fortement non stationnaires, mais aussi pour les applications de compression, pompage et ventilation.

Nous avons jusqu'ici mis en évidence le potentiel du diagnostic d'état par signature électrique pour surveiller des systèmes impossibles à instrumenter avec du matériel classique. D'autres raisons justifient le recours à la méthode :

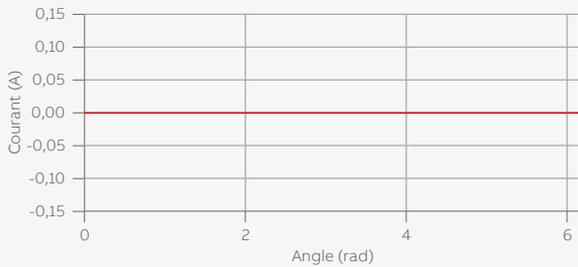
- Premier constat : l'équipement ne fonctionne pas seul, mais au sein de systèmes faisant interagir des composants. La prise en compte d'éléments isolés peut donner lieu à de fausses alarmes ou à des alarmes manquées puisque sont négligées les dépendances des conditions de fonctionnement et des propagations des dynamiques entre composants du système. D'où la préférence accordée aux méthodes de surveillance holistiques et exhaustives ;
- Les capteurs sont souvent complémentaires : une méthode de détection ou d'extraction des données réagira mieux à certaines anomalies que d'autres, et inversement. La fusion de données multisources peut donc améliorer la fiabilité et la robustesse du diagnostic ;
- En cas de défaillance ou d'arrêt de fonctionnement d'autres capteurs de surveillance, le courant moteur peut être une stratégie de repli ;
- Les courants moteur sont parfois enregistrés à d'autres fins que le suivi d'état : il a été démontré, par exemple, que les signaux d'un variateur de fréquence, outre leur fonction première de régulation, pouvaient être utiles au diagnostic [3-4].

Engrenage parallèle

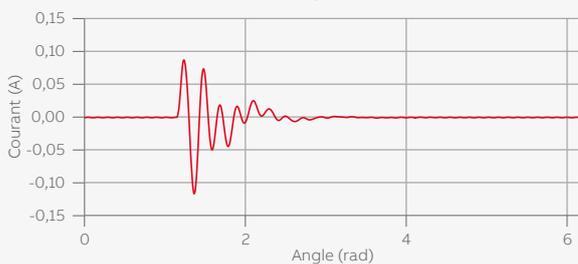
Monde numérique – Résultat de la simulation numérique d'un modèle mathématique utilisé pour développer un système analytique de suivi d'état.



En état



En défaut (engrènement)



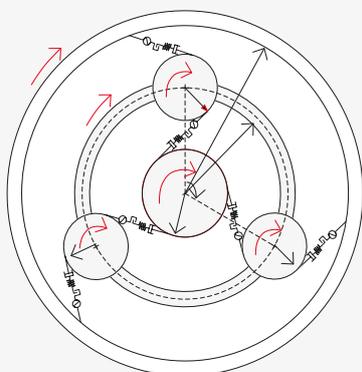
Monde physique – Résultat des essais expérimentaux servant à valider la méthode analytique de suivi d'état.



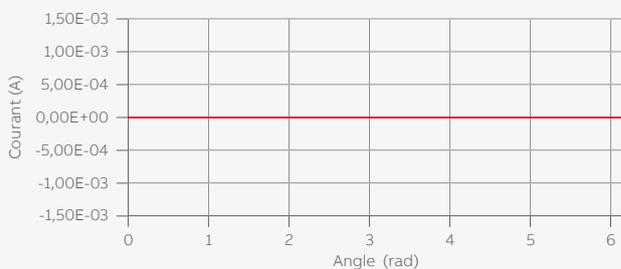
05

Engrenage planétaire

Monde numérique – Résultat de la simulation numérique d'un modèle mathématique utilisé pour développer un système analytique de suivi d'état.



En état



En défaut (engrènement)



Monde physique – Résultat des essais expérimentaux servant à valider la méthode analytique de suivi d'état.



06

—
05 Comparaison des simulations numériques et des résultats expérimentaux validant le diagnostic de défauts de denture par les courants moteur

—
06 Les défauts de denture sont observables dans les courants moteur, même dans le cas complexe d'un engrenage planétaire.

—
Bibliographie

[1] Ottewill, J. R., Orkisz, M., « Condition monitoring of gearboxes using synchronously averaged electric motor signals », *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 38, n° 2, p. 482-498, juillet 2013.

[2] Ottewill, J. R., Ruszczak, A., Broda, D., « Monitoring tooth profile faults in epicyclic gearboxes using synchronously averaged motor currents: Mathematical modeling and experimental validation », *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 84, partie A, p. 78-99, février 2017.

[3] Orkisz, M., Wnek, M., Joerg, P., « Agent double – Les variateurs se font l'écho de l'état fonctionnel des machines et procédés industriels », *Revue ABB 1/2010*, p. 70-75.

[4] Haugen, T., Jellum, E., Orkisz, M., « Produire plus avec moins – Des solutions logicielles au service de la productivité et de l'efficacité », *Revue ABB 1/2009*, p. 49-53.

La révolution numérique permet de développer des méthodes de surveillance et d'analyse pour optimiser la maintenance des installations clientes. Suivre avec précision l'état de santé d'un composant oblige à enregistrer les bonnes données, en quantité appropriée, au bon moment et au bon endroit. Il est souvent possible de tirer de la valeur de différentes sources qui a priori

—
Surveiller avec précision l'état de santé d'un composant oblige à enregistrer les bonnes données, au bon moment et au bon endroit.

n'ont rien d'évidentes. Nous avons notamment vu plus haut que les courants moteur étaient en mesure de se substituer ou de se combiner à d'autres capteurs pour surveiller des machines tournantes. Les connaissances acquises lors de ce développement peuvent guider les décisions prévalant à la conception d'un système d'analyse et de suivi d'état complet : sélection des capteurs

et des vitesses d'échantillonnage, choix de l'algorithme d'apprentissage automatique le plus approprié, calculs à effectuer en bordure de réseau et jusque dans le Cloud, etc. Franchir un nouveau cap dans le développement d'une analytique de suivi d'état requiert une expertise pluridisciplinaire du domaine afin de comprendre les systèmes et processus client dans leur intégralité. Grâce à sa maîtrise de la conduite de la production, fruit de décennies d'expérience en automatisation industrielle, ABB est bien placé pour mettre au point et déployer des solutions analytiques globales. ●

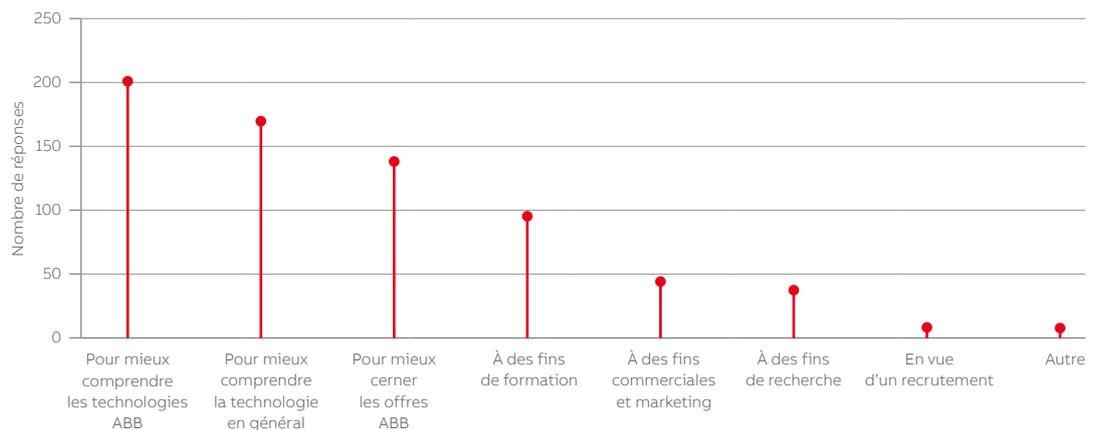
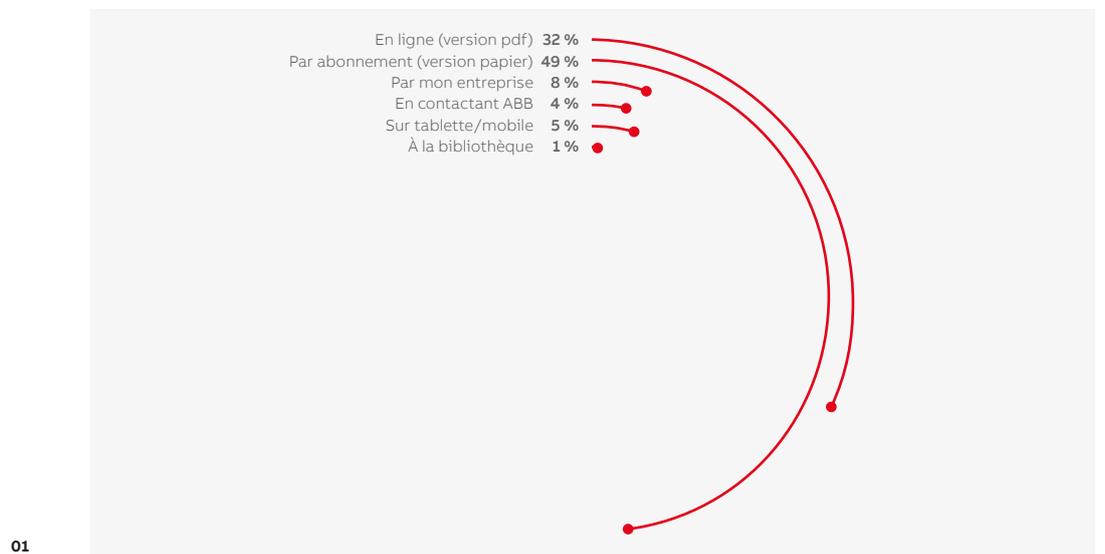
ENQUÊTE DE SATISFACTION 2017

La parole à nos lecteurs

Lorsqu'il s'agit de définir la future ligne éditoriale d'ABB Review, l'opinion et la satisfaction de nos lecteurs sont primordiales ; c'est pourquoi nous vous avons invités, dans le numéro 3/2017, à répondre à quelques questions. En voici les résultats →1-6. L'équipe d'ABB Review remercie toutes les personnes ayant répondu à l'enquête, en particulier celles qui ont pris le temps d'écrire des compliments et des commentaires constructifs dans le champ prévu à cet effet. Toutes nos félicitations aux cinq gagnants du tirage au sort, Daniel Buser et Bruno Schnellmann (Suisse), Mustafa Mahmoud (Jordanie), Patrick Rossier (Australie) et Carsten Sumborg (Danemark), qui recevront chacun une station d'accueil Bluetooth.

01 Comment obtenez-vous votre exemplaire d'ABB Review ?

02 Lisez-vous ABB Review : (plusieurs réponses possibles)

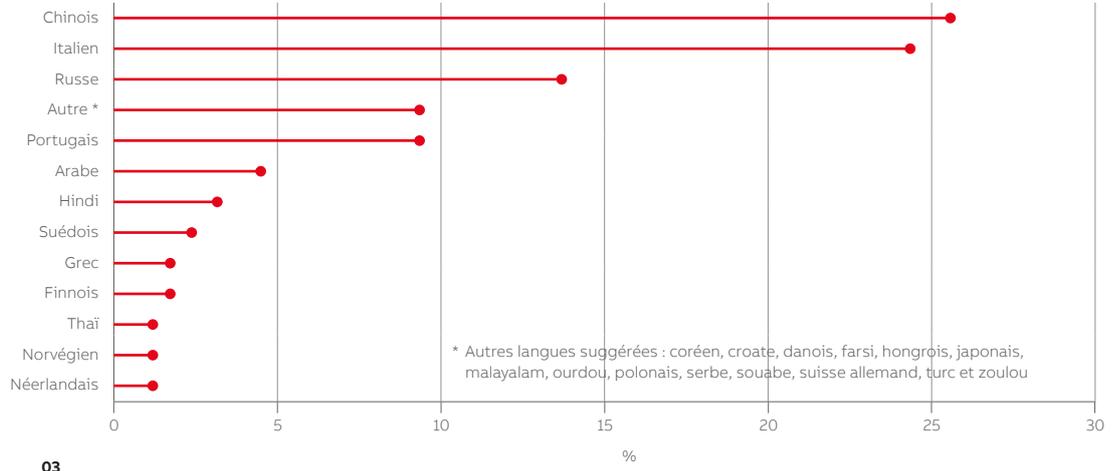


—
03 ABB Review est actuellement publiée en quatre langues. Dans quelle autre langue aimeriez-vous qu'elle soit traduite ?

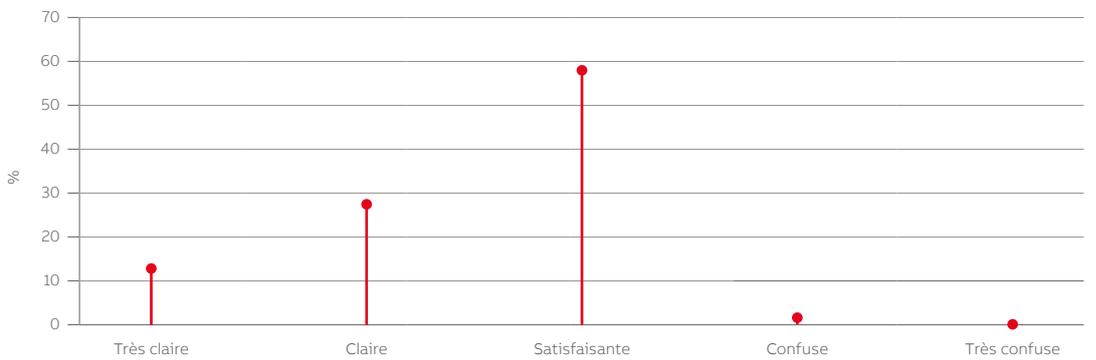
—
04 La nouvelle présentation vous semble :

—
05 Souhaiteriez-vous qu'ABB Review comporte :

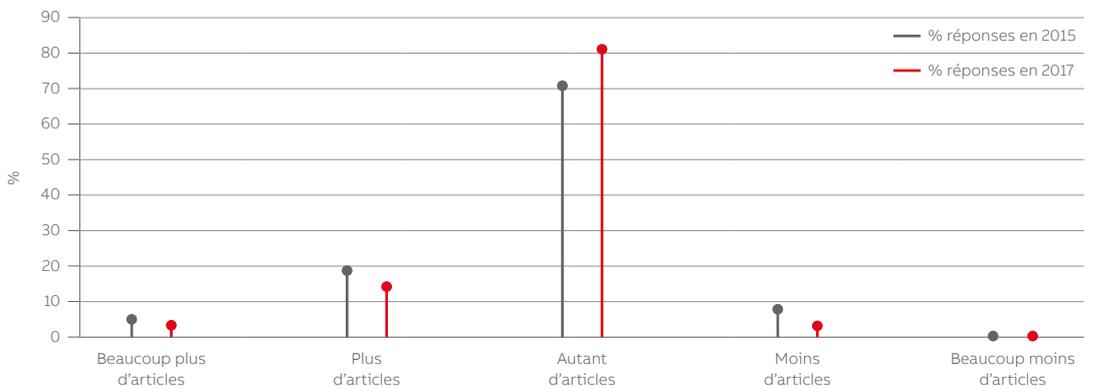
—
06 Jugez-vous le contenu d'ABB Review :



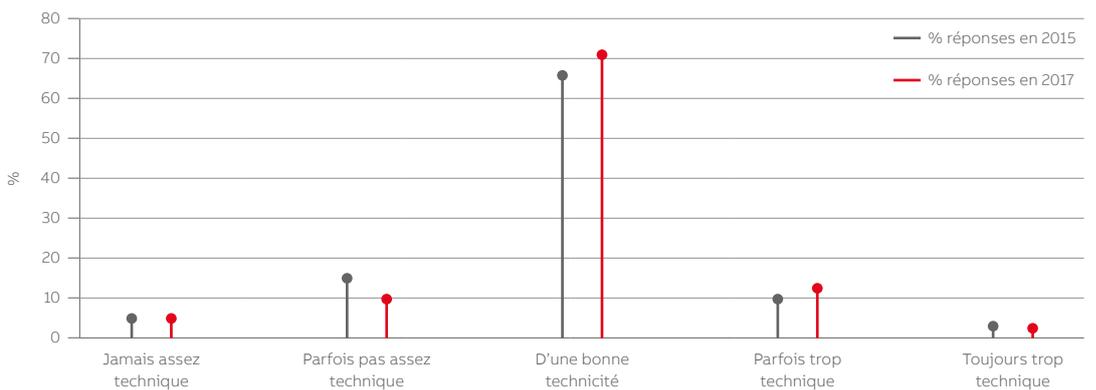
03



04



05



06

LE MOT DU MOMENT

L'usine du futur

Pour son troisième « Mot du moment », ABB Review s'intéresse à l'usine numérique du 3^e millénaire.



Kim Listmann
ABB Corporate Research
Ladenbourg (Allemagne)

kim.listmann@de.abb.com

Le consommateur lambda ne se doute probablement pas du niveau d'automatisation du commerce et de la grande distribution. Les sites de commerce sur Internet ont automatisé des pans entiers de la manutention et de la gestion des stocks. Certaines usines sont déjà passées à l'étape suivante et pilotent la production automatiquement, à partir des commandes effectuées en ligne. L'usine connectée et agile fabrique toutes sortes de produits différenciés et peut modifier rapidement ses lignes de production pour répondre à une demande en perpétuel changement, au fil du progrès technologique, des profils de consommation, de la mode, entre autres.

L'agencement et l'équipement du site, de même que l'organisation du travail, doivent être reconfigurables à l'envi, avec des robots et des machines universels, et non plus ultra-spécialisés. Les fournisseurs n'investissent plus dans un équipement asservi à une configuration « métier » figée, mais dans un matériel doté de fonctionnalités logicielles. Le site de production physique n'est plus cantonné à un atelier, mais évolue d'une commande à l'autre, au gré des capacités disponibles de la chaîne logistique et des coûts associés.

Six caractéristiques définissent l'usine du futur :

- **La virtualisation** donne accès aux données et paramètres numérisés de la fabrication. Une seule instance suffisant à décrire l'intégralité de l'usine et du process, il est facile de dupliquer la production sur un autre site. Simulation, dépannage et réparation s'en trouvent facilités.
- **La chaîne logistique** dépend des réceptions ou livraisons de produits sur Internet. La recherche de fournisseurs et les ventes, également automatisées, sont fonction de l'offre et de la demande, effectives ou prévues.





- Les réseaux de communication et la connectivité revêtent une importance stratégique, la connaissance globale des activités et de l'état des équipements présidant à leur déploiement optimal.
- L'humain s'affranchit des tâches pénibles et répétitives pour se concentrer sur celles exigeant dextérité et réflexion, aidé en cela par la réalité augmentée, un assistant virtuel ou tout autre outil intelligent.
- L'usine devient un actif indépendant du réseau électrique, doté de ses propres sources d'énergie et capable de fournir des services système au gestionnaire de réseau.
- La production gagne en flexibilité grâce à un contrôle-commande et une organisation autonomes. Les fonctions de pilotage et d'automatisation migrent dans le Cloud ou essaient dans des dispositifs déportés intelligents. Toute modification de l'environnement productif se répercute automatiquement sur les machines et systèmes. ●

Publication ABB

Rédaction

Bazmi Husain
Chief Technology Officer
Group R&D and Technology

Adrienne Williams
Senior Sustainability
Advisor

Christoph Sieder
Head of Corporate
Communications

Reiner Schoenrock
Technology and Innovation
Communications

Roland Weiss
R&D Strategy Manager
Group R&D and Technology

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

Édition

ABB Review est publiée
par ABB Group R&D
and Technology.

ABB Switzerland Ltd.
ABB Review
Segelhofstrasse 1K
CH-5405 Baden-Dättwil
Suisse
abb.review@ch.abb.com

ABB Review paraît
quatre fois par an
en anglais, français,
allemand et espagnol.
La revue est diffusée
gratuitement à tous ceux
et celles qui s'intéressent
à la technologie et à
la stratégie d'ABB.

Pour vous abonner,
contactez votre
correspondant ABB
ou souscrivez en ligne
sur [www.abb.com/
abbreview](http://www.abb.com/abbreview).

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

Édition et droits d'auteur
©2018
ABB Switzerland Ltd.
Baden (Suisse)

Impression

Vorarlberger
Verlagsanstalt GmbH
AT-6850 Dornbirn
(Autriche)

—
Maquette
DAVILLA AG
Zurich (Suisse)

PAO

Konica Minolta
Marketing Services
WC1V 7PB Londres
(Royaume-Uni)

Traduction française

Cléa Blanchard
clea.blanchard@gmail.com

Avertissement

Les avis exprimés dans
la présente publication
n'engagent que leurs
auteurs et sont donnés
uniquement pour informa-
tion. Le lecteur ne
devra en aucun cas agir
sur la base de ces écrits
sans consulter un profes-
sionnel. 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 engage-
ment, formel ou implicite,
concernant le contenu ou
l'exactitude des opinions
exprimées dans la
présente publication.

ISSN: 1013-3119

[http://www.abb.com/
abbreview](http://www.abb.com/abbreview)



À vos tablettes

Retrouvez l'appli
ABB Review
sur notre site
[www.abb.com/
abbreviewapp](http://www.abb.com/abbreviewapp).

Gardez le contact

Pour ne pas manquer un numéro, abonnez-vous
à la liste de diffusion sur www.abb.com/abbreview.

Dès votre demande enregistrée, vous recevrez un e-mail
vous invitant à confirmer votre abonnement.



—
Dans le numéro 02/2018
Conçu pour exceller

Ce sont les idées d'aujourd'hui qui forgeront les produits et services de demain. ABB, à la pointe de la technologie, développe des solutions qui dessinent le futur et lui feront honneur. Le prochain numéro d'ABB Review s'intéressera aux techniques et méthodes de conception du Groupe, de la simulation avancée aux essais matériels et logiciels en passant par la cybersécurité et les nouvelles formes de collaboration.