

# review

01|2019 fr

## Idées neuves

19



- 
- 06–20 **Innovations ABB**
  - 22–33 **Partenariats stratégiques**
  - 34–61 **Productivité connectée**
  - 62–69 **Entraînements et convertisseurs**



61

Nouveaux disjoncteurs Tmax XT



46

Mesure de température non intrusive



06

À la une de l'innovation 2019



28

Coup de pouce pour les jeunes pousses

Sécurité renforcée pour les paliers



36

Cap sur le navire autonome



64



Raccordement direct

Transformateur de puissance ABB Ability™




---

05 **Éditorial**

---

## Innovations

06 À la une de l'innovation 2019  
21 ABB Customer World

---

## Partenariats stratégiques

24 Entretien avec SynerLeap  
28 Coup de pouce pour les jeunes pousses

---

## Productivité connectée

36 Cap sur le navire autonome  
39 Transformateur de puissance ABB Ability™  
46 Mesure de température non intrusive  
54 Bus en boucle avec ASI statiques  
61 Nouveaux disjoncteurs Tmax XT

---

## Entraînements et convertisseurs

64 Sécurité renforcée pour les paliers  
68 Raccordement direct

---

## Le mot du moment

70 Apprentissage profond

---

71 Publication ABB

---

**En matière d'innovation, il est facile de parler, mais ô combien plus compliqué de faire et encore davantage de réussir ! Ce qui commence par un audacieux « et si... » doit se confronter à la réalité du terrain avec son lot d'exigences, de spécifications, de tolérances, sans négliger les contraintes de sécurité, de fiabilité et d'évolutivité. Et tout cela pour un résultat qui doit concilier performance et viabilité économique. Ce numéro d'*ABB Review* se veut une vitrine des dernières innovations couronnées de succès.**

**Des remarques, des suggestions ?  
[abb.com/abbreview](http://abb.com/abbreview)**

ÉDITORIAL

# Idées neuves



Chers lecteurs,

Inventions révolutionnaires et innovations de rupture sont aujourd'hui monnaie courante dans nombre de secteurs. Garder une longueur d'avance implique de se remettre sans arrêt en question et de savoir s'adapter à la dynamique d'un marché souvent imprévisible. Soucieux de pérenniser leurs investissements, les industriels recherchent des solutions reconfigurables rapidement et facilement, capables de collaborer et de partager les informations, ainsi que d'apprendre et de s'adapter en toute autonomie. Ce qui relevait de la science-fiction il y a quelques années est aujourd'hui réalité.

ABB, héritier d'une longue et riche expérience de l'industrie, combine la tradition et la nouveauté pour innover et élargir sans cesse le champ des possibles. Aussi les clients du Groupe n'achètent-ils pas un simple produit, mais une solution complète.

Fidèle à son habitude, *ABB Review* étrenne l'année avec un florilège de nos dernières innovations, qui incarnent pour la plupart cette nouvelle logique de progrès.

Bonne lecture,

A handwritten signature in red ink, appearing to read 'Bazmi Husain', with a stylized flourish at the end.

Bazmi Husain  
Directeur des technologies

---

# À la une de l'innovation 2019





Les industriels disposent aujourd'hui d'une masse de données inédites, qui les aident à optimiser la conception, l'exploitation et la maintenance de leurs systèmes et dispositifs. L'*ABB Customer World* sera l'occasion, en mars 2019, de voir ces innovations à l'œuvre.



# Cap sur le navire autonome



## Note

1) Pour en savoir plus, lire « Tracer sa route à l'heure de la navigation autonome », p. 36.

Traverser l'océan par temps calme nécessite très peu d'intervention de l'équipage de pont. D'où le risque d'érousser sa réactivité, sa capacité de concentration et, ce faisant, d'accroître les accidents.

C'est dans cette optique de sécurité et d'efficacité qu'ABB a enrichi sa plate-forme d'automatisation évoluée ABB Ability™ du système de réalité augmentée Marine Pilot Vision et de pilotage automatique Marine Pilot Control. Ces deux technologies fournissent aux chefs de quart des images temps réel de l'environnement marin et des informations dynamiques de position du navire. L'ensemble constitue une puissante solution de navigation autonome.

Centré utilisateur, ABB Ability™ Marine Pilot Control réduit la charge du commandant et permet aux officiers de pont de se consacrer entièrement aux tâches de conduite et de positionnement. Il utilise pour cela des algorithmes qui optimisent le pilotage du navire en toute situation.

Pour faciliter la manœuvre, ABB Ability™ Marine Pilot Vision superpose à l'environnement réel un modèle virtuel du bâtiment. L'équipage peut instantanément basculer d'une vue à l'autre pour anticiper la trajectoire et être alerté à temps des obstacles ou risques de collision. Cette connaissance approfondie de la situation améliore énormément la sécurité et la performance du transport maritime<sup>1</sup>. ●

# Une nouvelle ère dans la mesure de température

Pour surveiller et réguler des paramètres critiques du procédé comme la température, il faut habituellement percer les conduites et y insérer des capteurs doublés de puits thermométriques, ou « doigts de gant », en contact direct avec le fluide, pour éviter que ce dernier ne fausse la mesure. Outre les risques d'entraver le flux, d'endommager la conduite et de dégrader la mesure, ce montage délicat et coûteux oblige à arrêter la production et n'est pas sans danger pour le personnel et le matériel.

Le capteur de température non intrusif NiTemp d'ABB est le premier à rivaliser de performance avec les dispositifs intrusifs, sans perdre en précision ni réactivité.

Son architecture innovante à double sonde et sa conception basée sur modèle en font l'instrument le plus précis du marché de la thermométrie de surface. Sa dérive ne dépasse pas 2 % et ses temps de réponse sont comparables ou inférieurs à ceux de la mesure intrusive. Inutile d'arrêter l'équipement : le capteur s'installe et se déploie sur site en un temps record, réduisant les coûts d'installation jusqu'à 75 %. NiTemp intègre des composants de dernière génération qui facilitent l'acquisition et la maintenance du parc.

Développé et testé par le centre de recherche ABB en Allemagne, et validé par les partenaires du Groupe dans l'agroalimentaire, la chimie, le pétrole et le gaz, il est commercialisé depuis novembre 2018 ; une version sans fil est annoncée pour 2019. NiTemp est un premier tremplin vers une instrumentation ABB non intrusive qui vise à simplifier et à sécuriser le mesurage dans l'industrie de transformation<sup>1</sup>. ●



—  
**Note**

1) Pour en savoir plus, lire « La mesure de température non intrusive ABB s'invite dans l'usine numérique », p. 46.

# Inspection des rouleaux de convoyeurs avec ABB Ability™



La fiabilité est un paramètre clé des systèmes de convoyage minier. Les solutions de suivi d'état surveillent généralement bien les moteurs, entraînements, courroies et transformateurs des convoyeurs, mais pas les milliers de rouleaux porteurs de la bande et de la charge. Or un rouleau défaillant consomme de l'énergie en pure perte, use la bande ou entraîne son décentrage, quand ce n'est pas sa rupture ou un incendie.

Le nouveau système mis au point par ABB, baptisé *Conveyor Rollers Inspection System (CRIS)*, automatise entièrement l'opération. La détection est plus régulière, plus fine, mais aussi moins coûteuse que l'inspection humaine. Les capteurs sont montés sur un chariot guidé sur rail qui assure un positionnement automatique, précis et fiable.

Partie intégrante de la plate-forme numérique ABB Ability™, CRIS est équipé d'une caméra thermique, d'une caméra vidéo à éclairage LED et d'un microphone à ultrasons.

Le dispositif mobile est un train suspendu (pour plus de stabilité) composé d'au moins une motrice et d'un chariot instrumenté, lequel commande le

mouvement de la motrice ainsi que la rotation et l'inclinaison de la tête de détection. L'ensemble est protégé des chutes de pierres ou des déversements par une coque en caoutchouc coiffée d'un capot incliné.

Programmées à l'avance suivant un plan d'inspection, les tournées évitent toute liaison radio continue avec le dispositif.

À la fin de chaque tournée, CRIS retourne à la base afin de recharger sa batterie et de transmettre les données recueillies. Une interface graphique permet aux techniciens de planifier les inspections et d'analyser les données historiques de chaque rouleau pour dresser un état des lieux de l'ensemble de la bande, ainsi que les tendances pour déceler une défaillance imminente et prévoir le remplacement du matériel<sup>1</sup>. ●

#### Note

1) Pour en savoir plus, lire « CRIS et ABB Ability™ automatisent l'inspection des rouleaux de convoyeurs », *ABB Review* 4/2018, p. 44.

# Un transformateur de puissance connecté

L'intégration de la production décentralisée d'énergie ou des infrastructures de recharge de véhicules électriques fait peser des contraintes inédites sur les réseaux électriques (variations de charge, etc.) et, partant, sur les composants critiques que sont les transformateurs de puissance. Les gestionnaires de ces réseaux ont besoin d'informations claires et exploitables s'ils veulent gérer au mieux leur parc tout en garantissant un niveau de fiabilité et de disponibilité élevé.

Conscient de cette problématique, ABB a développé un concept de plate-forme modulaire et évolutive qui établit de nouveaux standards dans le domaine des transformateurs de puissance : la solution numérique intégrée *ABB Ability Power Transformer (AAPT)* propose de série une surveillance électronique de la température ainsi qu'une analyse embarquée du profil de charge et du vieillissement. L'ajout d'options fonctionnelles permet de bâtir une offre de surveillance complète avec connectivité *plug and play* de l'ensemble des dispositifs de mesure et de sécurité *eDevices* ou des analyseurs des gaz dissous *CoreSense™* et

*CoreSense M10* d'ABB. Il est également possible de raccorder des capteurs et autres instruments de fournisseurs tiers.

La taille et le type de transformateur n'ont pas d'importance pour la plate-forme AAPT, dont la conformité aux normes industrielles en vigueur garantit la stabilité du système en conditions hostiles. Des essais ont par exemple vérifié sa résistance à des impulsions haute tension répliquant les chocs de foudre.

La connexion entre le transformateur et le centre de conduite peut être câblée (interfaces Ethernet et fibre optique intégrées) ou sans fil. Différentes architectures de données sont possibles, selon les besoins du client, et toutes les solutions de communication sont cybersécurisées.

Le transformateur de puissance ABB Ability établit une nouvelle référence industrielle : en facilitant l'accès des clients du Groupe aux avantages offerts par le numérique, il leur redonne la main sur leurs orientations futures. ●



# Le robot TXplore d'ABB plonge au cœur des transformateurs

Jusqu'à présent, le suivi d'état, la localisation ou l'identification des défauts à l'intérieur d'un transformateur exigeaient un contrôle visuel aussi coûteux que dangereux. ABB, toujours à l'écoute des besoins des clients, a demandé à des spécialistes de diverses disciplines de mettre en commun leur expertise pour repenser l'inspection des transformateurs immergés dans l'huile. Ainsi est né le robot submersible TXplore.

Cet engin téléguidé a été soumis à des essais poussés en laboratoire, sur site et en conditions quasi réelles avant d'être présenté au public à la Foire de Hanovre en avril 2018. TXplore est particulièrement adapté à des contrôles périodiques du transformateur pour suivre son évolution au fil du temps ; il ausculte l'intérieur de l'appareil et fournit des résultats en temps réel, sans risquer de contaminer l'huile, d'abîmer le matériel ni de mettre en danger le personnel, qui n'a plus besoin de pénétrer dans la cuve. L'intervention ne dure qu'un jour ou deux, et se contente de deux personnes : un technicien sur site qui paramètre et manipule le robot, et un

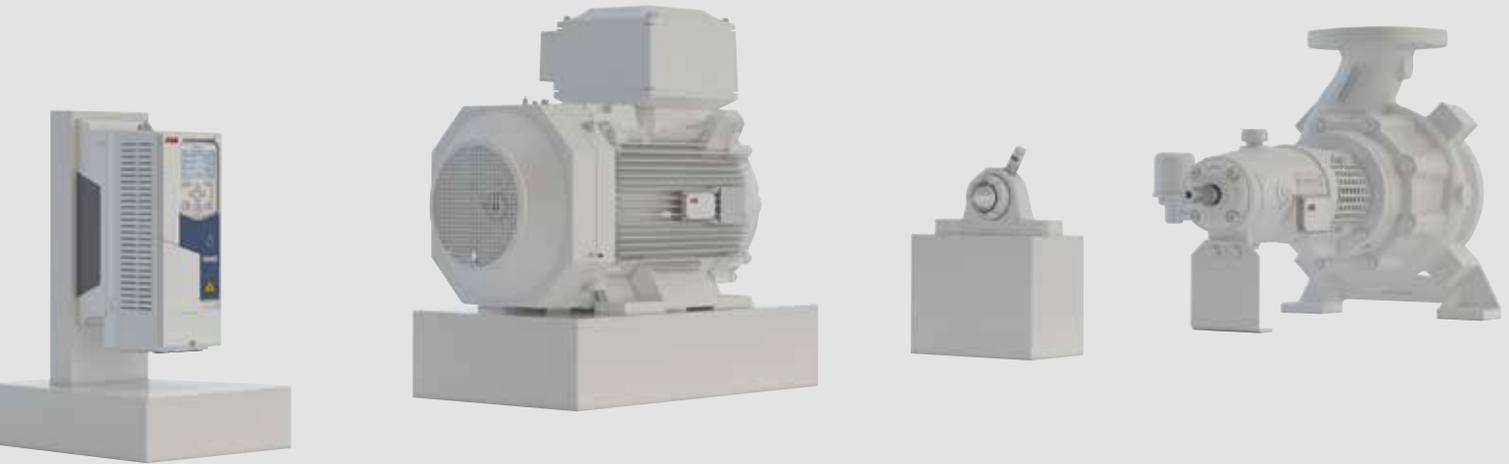
téléopérateur en charge du pilotage, de la collecte des données et de la communication avec le client ou les spécialistes. Les inspections régulières du transformateur s'en trouvent optimisées et les temps d'immobilisation réduits, de même que les coûts de matériel et de main-d'œuvre.

Les premiers contrôles en production ont débuté en avril 2018. Avec cette innovation, ABB intègre l'inspection robotisée à son offre de contrats de maintenance et de gestion optimales de parcs de transformateurs<sup>1</sup>. ●



#### Note

1) Pour en savoir plus, lire « Le robot TXplore d'ABB plonge au cœur des transformateurs », *ABB Review* 3/2018, p. 28.



---

# ABB Ability™ Digital Powertrain numérise la surveillance des entraînements de puissance

Les organes de propulsion et de transmission électriques (moteurs, génératrices, convertisseurs, paliers et réducteurs) qui pilotent les pompes, machines ou tout autre outil de production sont des composants critiques qui ne tolèrent aucune interruption. La nouvelle offre de services de surveillance ABB Ability Digital Powertrain optimise l'efficacité, la sécurité, la disponibilité et la productivité de ces actifs, tout en diminuant les risques et coûts liés à leur exploitation. La solution ne se contente pas d'assurer au quotidien le bon fonctionnement de l'outil productif ; elle en anticipe les défaillances.

Cette suite numérique est constituée de produits, de logiciels et de services destinés aux différents maillons de la chaîne cinématique : moteurs/ génératrices, variateurs/convertisseurs et organes de transmission mécaniques (paliers, par exemple), dont plus de 80 % échappent encore aujourd'hui à tout suivi d'état. Une solution simple et peu coûteuse comme Digital Powertrain devrait donc changer la donne.

Les données d'état de chaque composant sont envoyées vers le Cloud, où elles alimentent le tableau de bord de l'opérateur. Les fonctions

d'analyse des données et la possibilité de contacter les experts ABB sont autant de garanties d'efficacité, de prédictibilité et de sécurité pour l'exploitant.

Les produits, logiciels et services Digital Powertrain s'appuient sur la puissance de l'Internet des objets, à l'image du suivi d'état ABB Ability Condition Monitoring qui permet de visualiser, via une interface unique, les données de chaque composant d'un groupe propulseur et, en s'appuyant sur l'expertise ABB, de tout savoir des besoins de maintenance, de réparation ou de remplacement. Sont également proposées l'analyse du cycle de vie, la mise en service virtuelle et la téléassistance, le tout complété de dispositifs physiques comme les capteurs intelligents *ABB Ability Smart Sensor* pour pompes, moteurs ou paliers prémontés, et de passerelles Internet sans fil.

Le groupe propulseur ainsi connecté est la porte d'entrée vers un monde d'analyses et de données exploitables qui éclairent la prise de décision. Il aide les industriels à améliorer la fiabilité, la disponibilité et l'efficacité de leurs actifs, tout en réduisant les coûts. ●



## Onduleur solaire PVS 175 de 1500 V

La croissance accélérée du marché de l'électricité photovoltaïque (PV) fait flamber les prix des composants. Face à ce constat, ABB a développé le premier onduleur de chaîne PV capable de supporter une tension de 1500 VCC. Le PVS 175, qui convertit le courant continu (fluctuant) fourni par les panneaux solaires en courant alternatif injecté dans le réseau, délivre en sortie une tension de 800 VCA. Cela permet de diviser par deux la section des câbles CA par rapport aux onduleurs classiques fournissant 400 VCA, et donc de réduire les coûts. Autre atout du PVS 175 en vue d'une fiabilité accrue : ses 12 entrées CC indépendantes autorisent le raccordement direct de chaque chaîne PV à l'onduleur sans fusible de protection, là encore à moindre frais.

Chaque entrée exécute un algorithme de suivi du point de fonctionnement à puissance maximale qui optimise le rendement du parc PV. Cette fonctionnalité, ainsi que le grand nombre d'entrées CC, laissent toute latitude à l'installateur pour configurer son système.

Avec sa puissance assignée de 175 kW pour un fonctionnement à 40 °C (185 kW à 30 °C), le PVS 175 supporte très bien les climats chauds. Doté de connexions wifi et Ethernet, il peut embarquer un serveur web pour faciliter sa mise en service.

La conversion CC-CA s'effectue en deux temps : un premier étage élève et stabilise la tension continue fournie par les panneaux solaires ; un second la transforme en tension alternative injectable dans le réseau. Le convertisseur est bâti sur des diodes et des transistors MOSFET en carbure de silicium, qui permettent de gagner en encombrement, en rendement et en fiabilité, mais aussi de fonctionner à des températures plus élevées que les composants classiques en silicium. ●

# Micro-console pour maxi-données

ABB, numéro un des variateurs standard et haut de gamme, a reçu le prix de l'innovation 2018 du magazine *Modern Manufacturing* pour sa nouvelle micro-console *plug & play*, dont les multiples fonctionnalités facilitent l'accès à toutes sortes d'informations ainsi que leur visualisation. L'utilisateur peut ainsi connaître, entre autres, les réglages moteur, les macroprogrammes disponibles, le rendement et les économies d'énergie, ou encore diagnostiquer les défauts.

La micro-console utilise les dernières technologies de communication mobile de l'Internet des objets, dont les protocoles *Narrowband Internet of Things* (NB-IoT) et Bluetooth, pour interagir avec les variateurs dans n'importe quel environnement industriel ou envoyer des données en continu vers la plate-forme de cloud ABB Ability™. Toutes les communications sont chiffrées pour garantir un haut niveau de cybersécurité. Les clients peuvent ainsi surveiller à distance l'état de fonctionnement de leurs variateurs ABB, les indicateurs clés de

performance (KPI), les événements ou encore télécharger les données temps réel et les tendances historiques. Les fonctions de téléassistance offrent un accès direct aux experts ABB pour identifier et résoudre les problèmes à distance.

Pour l'utilisateur, la valeur ajoutée est indéniable : gestion des actifs, télédiagnostic, maintenance prédictive, connaissance approfondie du parc, analyse du taux d'engagement des équipements, optimisation et personnalisation de l'installation, etc. Grâce aux données mises à sa disposition, il peut tirer le meilleur parti de ses variateurs pour mettre en place de nouveaux modèles économiques et des services sur mesure. ●





## Diagnostic sans fil pour tout type de palier

Les arrêts machines dus à la défaillance de paliers peuvent s'avérer très coûteux, l'examen de ces organes mécaniques souvent difficiles d'accès étant généralement compliqué et long. Pour y remédier, ABB a développé un capteur intelligent qui surveille les paliers prémontés, quel que soit leur emplacement, et anticipe les pannes. L'instrument fait partie de l'offre de services de surveillance ABB Ability Digital Powertrain pour groupes propulseurs industriels.

Une enquête menée auprès des clients a révélé qu'un nombre croissant de mécaniciens de maintenance chevronnés, souvent en mesure de diagnostiquer des anomalies sur les paliers à partir de faibles variations de niveau sonore ou de température, approchaient de la retraite : une perte de compétences difficile à combler pour l'entreprise !

C'est dans ce contexte qu'est né un projet de R&D impliquant ABB et des fournisseurs externes pour mettre à profit les dernières avancées de l'électronique, de la connectivité industrielle, de la détection et de l'informatique dans le Cloud. Fruit

de cette collaboration, le capteur sans fil permet de surveiller et d'évaluer rapidement l'état de fonctionnement des paliers. Outre que les capacités de diagnostic intégrées réduisent le besoin en intervention humaine dans le suivi d'état, cette surveillance de la santé des équipements fournit une aide à la décision aux clients d'ABB.

Le capteur embarque à cette fin un microprocesseur qui exécute des algorithmes pointus de détection des défauts. Ces fonctions ainsi que la performance du capteur ont été amplement testées et validées dans des laboratoires ABB, sur des paliers dans lesquels on avait injecté des défauts. Les résultats ont été très concluants. Le capteur ayant une capacité de stockage de 30 jours, il peut directement fournir des tendances au client. Sa transmission sans fil intégrée sert également à la mise à jour du micrologiciel. Lancement prévu : fin 2018<sup>1</sup>. ●

### Note

1) Pour en savoir plus, lire « Nouveau capteur sans fil pour le suivi d'état des paliers », p. 64.

# Terra HP : la recharge nouvelle génération



Depuis le lancement de la première génération de véhicules électriques (VE) autour de 2010, ABB est devenu le chef de file mondial des systèmes de charge rapide à courant continu.

Aujourd'hui, le marché s'apprête à accueillir une nouvelle génération de VE bénéficiant de batteries de plus grande capacité, d'une cinématique alimentée par une tension supérieure et d'une recharge plus rapide. Pour répondre à ces nouvelles exigences, ABB a créé Terra HP, système de recharge de forte puissance, modulaire et compatible avec CCS et CHAdeMO, deux grands standards du marché.

Terra HP déploie ainsi jusqu'à 350 kW, 500 A et 920 VCC, soit sept fois plus de puissance, quatre fois plus d'intensité et deux fois plus de tension qu'une recharge classique de 50 kW : un saut technologique dans ce domaine. Le système de recharge forte puissance Terra HP étant modulaire et évolutif : la capacité des stations peut suivre la croissance du parc électrique.

Un de ses atouts est le refroidissement liquide des câbles de recharge. Pour transporter un courant de 500 A, le câble cuivre classique serait trop rigide et trop lourd. C'est pourquoi ABB et ses fournisseurs ont mis au point un câble relativement léger, fin et souple, doté d'un système de surveillance de la température et de refroidissement actif.

Terra HP est passé de l'idée à la mise en service en moins de 18 mois et a donné lieu au dépôt de plus de dix brevets qui confortent la suprématie technologique d'ABB dans la recharge forte puissance.

Terra HP est le premier système de 350 kW opérationnel au monde. Il a été retenu par les principaux opérateurs de réseaux de stations de recharge, dont Electrify America, EVgo, Fastned et IONITY. ●

# Fiabilité sur toute la ligne

L'architecture ABB de bus en boucle avec alimentations statiques sans interruption (ASI) est conçue pour fiabiliser à moindre coût des sites sensibles comme les centres de données. Cette configuration présente bien des avantages sur le bus en boucle à ASI rotatives et sur les autres topologies à ASI statiques : elle garantit la détection et l'isolation des défauts sans risque de dysfonctionnement ou d'arrêt du système, ainsi que la continuité de service grâce à la répartition équitable de la charge entre ASI.

Elle intègre pour cela des disjoncteurs et leurs circuits logiques, ainsi que des relais. Dans le cas le plus défavorable d'un court-circuit phase-phase sur le bus, le courant de sortie de l'ASI reste à la frontière du régime de limitation de courant de l'onduleur, ce qui permet de minimiser l'inductance de la self. En cas de défaut sur la sortie d'une ASI, les autres ASI sont découplées par l'intermédiaire de deux selfs, pour une isolation parfaite. Inutile d'avoir recours à des entrées synchronisées ou de mettre en parallèle les appareils de coupure. Cette protection rime quasiment avec autocatrisation.

Des systèmes sont aujourd'hui développés à l'aide de modèles d'estimation de la fiabilité et de logiciels de simulation des transitoires pour analyser les performances et la capacité de transfert de bus en boucle de toutes tailles. Des essais rigoureux ont confirmé la remarquable fiabilité de l'architecture ABB, du fait de l'absence d'interaction entre ASI, même dans les pires conditions : une configuration de 4 ASI avec une enveloppe de tension de 86,5 % après 10 ms affiche un taux d'utilisation de 60 %, soit un excellent résultat.

En choisissant le bus en boucle à ASI statiques ABB, les clients optent pour une solution économique, évolutive et pérenne. Une alimentation en continu, aujourd'hui comme demain<sup>1</sup>. ●



## Note

1) Pour en savoir plus, lire « Bus en boucle et ASI statiques : l'architecture ABB des applications stratégiques », p. 54.

# Rendez-vous client dans la Matrice

Les ingénieurs de l'unité Intégration réseaux de la division Power Grids d'ABB disposent désormais d'une plate-forme de réalité virtuelle (RV) pour modéliser et retoucher les projets d'installations électriques en collaboration avec leurs clients.

Bâtie sur la plate-forme de développement Unity, très utilisée pour l'animation en temps réel, dans le jeu vidéo par exemple, cette solution permet de positionner par glisser-déplacer des modèles 3D dans des rendus virtuels de tout type d'installations, existantes ou potentielles. En prenant le contrepied de la méthode classique, qui utilise des modèles 3D pour créer des dessins 2D, la plate-forme ABB accélère l'étude et la retouche des développements. Des rendus plus robustes et complets permettent des décisions plus précoces dans le processus et donc une optimisation des coûts, et ce, sans aucun logiciel particulier.

Plus disruptif encore, un casque de RV permet aux clients de se mouvoir sous forme d'« avatars » dans l'univers virtuel de leurs projets pour constater *de visu* les agencements dans l'espace et déterminer leur impact sur le procédé, la sécurité et d'autres critères de conception. Exploitant un autre élément essentiel du jeu vidéo, la possibilité de jouer en réseau, ABB a créé des salles de collaboration virtuelle à Turgi (Suisse), Chennai (Inde), Pékin, Ludvika et Västerås (Suède), où les avatars de collaborateurs et clients des quatre coins du monde peuvent explorer ensemble une centrale électrique virtuelle.

Un nouveau palier est ainsi franchi dans l'efficacité du développement et la collaboration clients, même si l'immersion n'est peut-être pas aussi spectaculaire que dans certains films comme *Matrix...* ou du moins pas encore ! ●



# De l'idée au produit avec SynerLeap

La frénésie du progrès technologique n'échappe à personne, pas même à l'observateur le plus distrait. Dans ce contexte, difficile de transformer rapidement une innovation balbutiante en produit commercialisable.

Pour accélérer l'innovation et les partenariats industriels, ABB a lancé SynerLeap ; cette plateforme collaborative intégrée au centre de recherche institutionnel du Groupe à Västerås (Suède), aide de jeunes entreprises à grandir et à gagner des clients partout dans le monde, grâce aux ressources, au réseau interne et aux compétences d'un géant comme ABB. Pour chaque partie prenante, les objectifs sont clairs : raccourcir les cycles d'innovation et délais de mise sur le marché, gagner en compétitivité.

Le bénéfice mutuel est en effet un critère décisif de la participation à la plate-forme SynerLeap : pour « adhérer au club », il faut renforcer ou compléter les solutions ABB existantes ou à venir. ABB démontre ainsi l'intérêt de coopérer étroitement avec des startups pour concrétiser des projets, partager les savoirs et doper l'innovation.

SynerLeap héberge aujourd'hui une trentaine de jeunes pousses et en accueille une dizaine de plus par an. Pour chacune, l'équipe SynerLeap et la division ABB concernée échafaudent un projet précis afin que chacun tire le maximum de cette synergie.

Au rythme accéléré du développement technologique, ABB se doit de nouer des partenariats étroits avec les startups pour saisir toutes les opportunités de l'innovation ouverte.

Rendez-vous en p. 24 de ce numéro pour un entretien avec deux dirigeants de SynerLeap et en p. 28 pour deux exemples de partenariat. ●





---

4-7 MARS 2019 | GEORGE R. BROWN CONVENTION CENTER | HOUSTON (ÉTATS-UNIS)

# ABB Customer World

## Connecter. Apprendre. Piloter.

**L'ABB Customer World (ACW) est une occasion exceptionnelle de rencontrer des experts du Groupe et d'autres industriels pour débattre de l'usine du futur, de la mobilité, de l'énergie, des villes, du monde du travail... et répondre aux questions brûlantes qui impactent votre activité, comme augmenter la productivité ou contenter des clients toujours plus exigeants.**

Des centaines d'ateliers, de formations pratiques, de conférences et de tables rondes vous feront découvrir tout l'éventail des solutions ABB et rencontrer les promoteurs et artisans de ces technologies. Vous pourrez même vivre la révolution de l'électromobilité au volant de notre Formule E. Frissons garantis !  
L'inscription est GRATUITE pour les professionnels et les clients ABB.

Rendez-vous dès aujourd'hui sur [events.abb/acw](https://events.abb/acw)



# Partenari stratégique

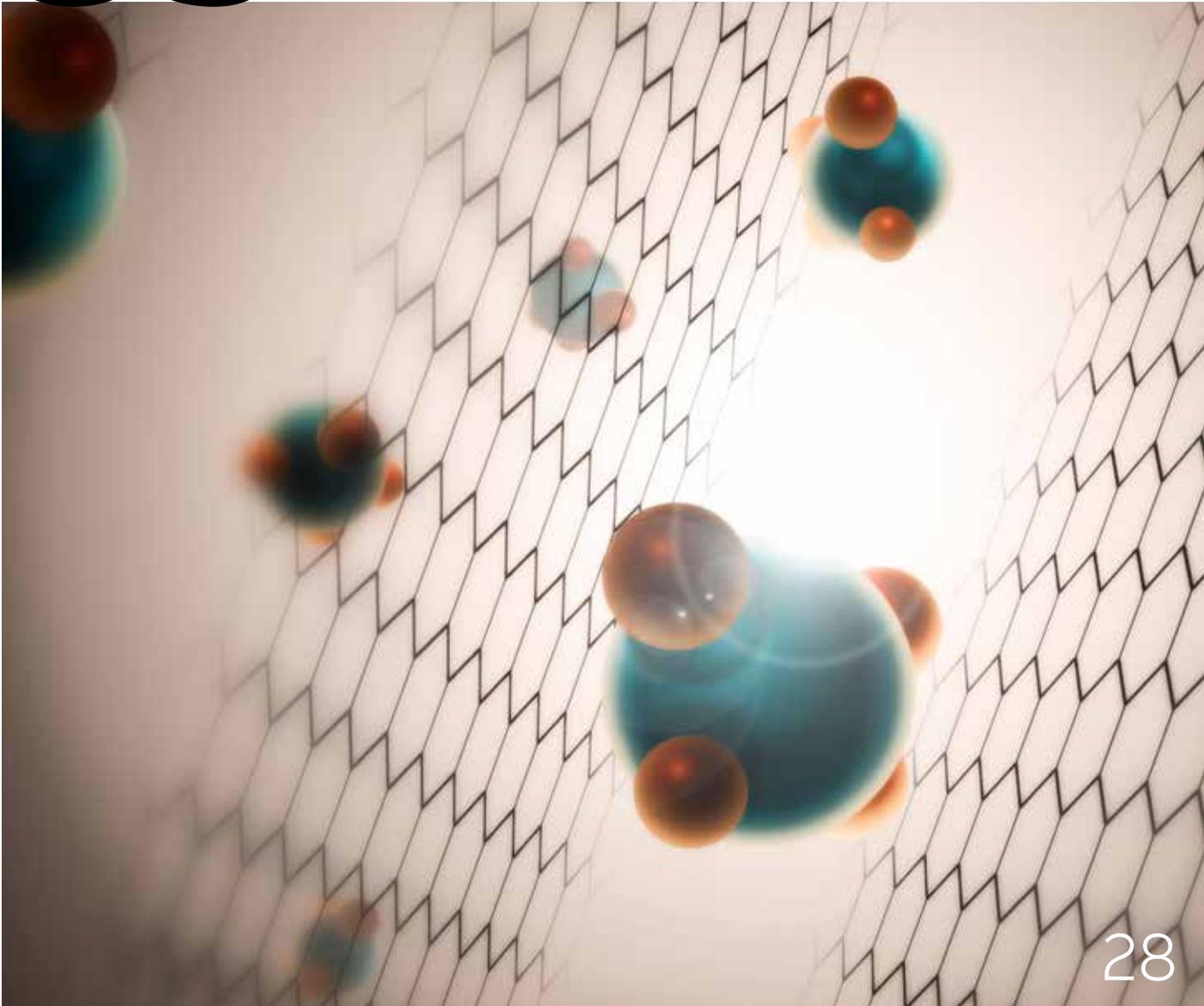


# ats

Le secret d'une réussite durable ? Réinventer la manière d'innover en permanence. C'est pour cela qu'ABB s'associe à des startups pour créer un écosystème d'innovation ouverte, où les idées nouvelles se transforment en solutions industrielles.

24 Entretien avec SynerLeap  
28 Coup de pouce pour les jeunes pousses

# ues



## ENTRETIEN

# Entretien avec SynerLeap



**Malin Carlström**



**Peter Löfgren**

Pour ABB, l'innovation ouverte passe par des partenariats avec des startups. Le centre d'innovation SynerLeap est au cœur de cette démarche. Pour mieux comprendre ce travail collaboratif et l'intérêt pour ABB, nous avons rencontré Peter Löfgren, PDG de SynerLeap et Malin Carlström, responsable des investissements chez SynerLeap et vice-présidente d'ABB Technology Ventures pour l'Europe du Nord.

**ABB Review (AR) :** Avant d'évoquer SynerLeap, pouvez-vous nous dire quelques mots sur vous et votre parcours, notamment chez ABB puis au sein de SynerLeap ?

**Peter Löfgren (PL) :** Je suis entré chez ABB il y a bien longtemps, dans le cadre du programme de développement des jeunes talents du Groupe, et j'y ai fait toute ma carrière, m'attachant principalement à rapprocher la R&D des autres services et écosystèmes du Groupe. En tant que chef de projet et d'équipe, j'ai notamment fondé et dirigé l'unité Réseau de simulation d'ABB, et piloté la collaboration stratégique et le développement d'activités dans notre centre de recherche institutionnelle en Suède. Créer de la valeur et conduire le changement en combinant rapidité ET durabilité, quoi de plus passionnant !

**Malin Carlström (MC) :** Je travaille depuis toujours dans le capital risque en Scandinavie, notamment en Suède, pour des secteurs aussi variés que le B2B, la pêche, les studios de musique en ligne : Tail-f, Fishbrain et Soundtrap, pour ne citer que quelques noms. Je conseille des startups en m'appuyant sur ma propre expérience d'entrepreneur. Chez mon précédent employeur, j'ai eu l'occasion de découvrir l'impressionnant travail de SynerLeap. Parallèlement, ABB cherchait à renforcer ses investissements en Europe du Nord ; c'est ainsi que j'ai rejoint fin 2017 le Groupe, avec l'accord des parties prenantes (SynerLeap, ABB Suède et ABB Technology Ventures).

**AR** Décrivez-nous l'écosystème d'innovation chez ABB et ses évolutions récentes.

**PL** Rester à la pointe de l'innovation oblige à faire partie d'un écosystème. Car isolé, on a tendance à s'assoupir et à passer à côté des innovations de rupture. L'heure est aux écosystèmes toujours plus grands : au-delà des traditionnels partenariats avec les universités et les entreprises, une étroite coopération avec les innovateurs, startups, incubateurs, technoparcs et autres accélérateurs de progrès est aujourd'hui indispensable. La présence mondiale, l'expérience industrielle et la force de frappe d'ABB complètent parfaitement l'agilité et les technologies pointues de ces nouveaux acteurs.

**AR** Quelles sont les grandes tendances en matière de R&D et d'innovation ouverte ?

**PL** Chez SynerLeap, nous recevons régulièrement des représentants de grandes entreprises ou de groupes d'innovation externes. Je les trouve souvent inquiets : ils ont conscience de la nécessité d'améliorer leur démarche, mais comment ? Ils n'en sont qu'à la première étape de la transition vers une tendance lourde, à savoir une innovation plus ouverte. Nombre d'entre eux reviennent un an plus tard en ayant compris que la recette miracle n'existe pas. Il faut simplement aller toujours de l'avant, sans se perdre en palabres inutiles. Il importe ensuite de faire évoluer la culture d'entreprise pour mieux semer les ferments de l'innovation et en récolter les fruits.

**AR** Quel est le rôle de SynerLeap dans ce contexte ?

**MC** SynerLeap est vraiment à l'avant-garde de la collaboration entre grandes entreprises et startups en Scandinavie. Ces partenariats étroits ont permis de concrétiser des projets, d'échanger des savoirs et d'accélérer l'innovation : en deux mots, de créer de la valeur. Pour autant, la jeune

—  
Ces partenariats étroits ont permis de concrétiser des projets, d'échanger des savoirs et d'accélérer l'innovation : en deux mots, de créer de la valeur.

pousse comme le grand groupe doivent aussi comprendre qu'ils ne fonctionnent pas à la même cadence. Si les difficultés sont partagées, c'est surtout au grand groupe qu'il revient d'abandonner rapports trimestriels et budgets annuels au profit d'une prise de décision et d'actions rapides, efficaces et maîtrisées. Comme le souligne Peter, chacun doit apporter sa pierre à l'édifice par son esprit d'ouverture et sa volonté de partage. Les grandes entreprises y gagnent un autre regard sur les initiatives *open source* et les interfaces collaboratives.

01

—  
01 Les startups, fournisseurs de solutions d'entreprise et partenaires de l'écosystème SynerLeap viennent en appui de l'innovation interne et des activités d'ABB. Mobilaris, ancien membre de SynerLeap et désormais leader des systèmes d'informatique décisionnelle pour la géolocalisation à destination de nombreux secteurs, collabore avec ABB dans le domaine de l'extraction minière automatisée.



**AR** Comment est né le concept SynerLeap ?

**PL** Il y a quelques années, lorsque j'étais responsable de la collaboration stratégique et du développement au sein du centre de recherche suédois d'ABB, j'ai constaté que la coopération transnationale entre grandes entreprises était somme toute assez facile (nonobstant quelque retard au démarrage), mais qu'il n'en allait pas

### Les partenariats entre ABB et startups sont dix fois plus simples et efficaces que les coopérations classiques.

de même avec les startups. La défiance était plutôt de mise, alors que les startups sont souvent à l'origine des meilleures technologies de rupture. Sans compter que leur taille et leur agilité permettent d'atteindre très vite le stade du prototype, en levant les obstacles organisationnels qui ralentissent parfois la marche des grandes entreprises. J'ai eu le déclic SynerLeap en visitant le centre d'innovation du groupe biopharmaceutique AstraZeneca, où cohabitent les chercheurs et développeurs de l'entreprise et des jeunes pousses pour optimiser les interactions et assoir la confiance mutuelle. Huit mois plus tard, quatre startups intégraient SynerLeap que nous venions de créer ; trois mois après, elles étaient déjà dix.

**AR** Comment une jeune pousse peut-elle rejoindre SynerLeap ? Qu'y gagne-t-elle ?

**PL** Il suffit de contacter l'équipe ou de postuler sur notre site. Toutes les informations sont sur [www.synerleap.com](http://www.synerleap.com). Nous intégrons une ou deux startups par mois. Ces nouvelles venues bénéficient de l'exceptionnelle infrastructure d'ABB, avec ses laboratoires spécialisés dans l'énergie, l'automatisation (haute tension, robotique, communications, etc.) mais aussi son réseau de professionnels de l'innovation industrielle (dont 60 % sont titulaires d'un doctorat), dans plus de 50 pays : un indéniable accélérateur de développement ! Nous les aidons aussi à adapter leurs technologies aux besoins des industriels. Ce mode de partenariat s'avère dix fois plus simple et efficace que les coopérations classiques avec des startups. Il arrive d'ailleurs qu'ATV, la branche capital risque d'ABB, investisse dans des startups SynerLeap. Les deux équipes travaillent généralement en étroite collaboration pour optimiser le partenariat et la création de valeur.

**AR** À quoi ressemble la coopération entre ABB et un membre de SynerLeap ?

**PL** Elle prend des formes variées, dans la R&D, la vente, la relation client-fournisseur, parfois panachées. À titre d'illustration, citons un système d'exploitation minière automatisé en Russie →1 né de la collaboration entre ABB et Mobilaris, qui a couplé son moteur de positionnement souterrain dernier cri à la plate-forme d'automatismes 800xA d'ABB. Un bel exemple de synergie ! Côté R&D, les réalisations sont nombreuses et passionnantes, comme ces algorithmes temps réel pensés pour les marchés boursiers, qui nous offrent de nouvelles

02

— 02 MTEK décuple le potentiel de création de valeur offert par le robot collaboratif YuMi.

— 03 Yazzoom combine traitement du signal, intelligence artificielle, modélisation informatique, génie logiciel, *data mining* et commande avancée des procédés pour optimiser les activités des entreprises.

— 04 Conçu par Imagimob, spécialiste de l'intelligence artificielle appliquée à l'analyse des mouvements, SensorBeat traduit en temps réel les données de capteurs ou autres signaux en informations exploitables. Fonctionnant de manière autonome sur de petits appareils, cette solution intelligente se distingue par son implantation en périphérie de réseau, sans migration ni exploitation des données dans le Cloud.





03

possibilités de programmer et d'interagir avec les robots. L'innovation de rupture naît souvent de la rencontre entre deux mondes. Nous avons donc tout intérêt à faciliter ces interactions.

**AR** Malin, quel est votre rôle au sein de l'équipe SynerLeap ?

**MC** J'aide nos membres à obtenir des conseils et des contacts auprès d'ABB, en Suède comme au niveau mondial. Pour chaque entrepreneur ou startup, j'essaie d'identifier les divisions ou collaborateurs ABB les plus pertinents. La collaboration se traduit parfois par un apport financier, comme pour Graphmatech. Les divisions et centres de recherche ABB me demandent souvent d'expliquer le concept SynerLeap et les moyens de multiplier les liens entre le Groupe et nos jeunes pousses.

—

**Nous souhaitons étendre la portée géographique et le champ d'action technologique de SynerLeap.**

**AR** Parlez-nous des nouveaux venus chez SynerLeap.

**MC** Nous avons accueilli MTEK Industry, qui est également un fournisseur agréé du Groupe. MTEK s'intéresse aux applications de YuMi dans l'industrie 4.0 →2 et élabore des solutions clés en main de fabrication temps réel collaborative et 100 % numérisée. Nous ont aussi rejoints récemment Univrses, Ekkono et Yazzoom →3 [1-3].

**AR** Quelles sont les prochaines étapes ?

**MC** Nous souhaitons étendre notre périmètre géographique, comme avec Yazzoom, premier membre non suédois. Nous explorons les partenariats possibles pour renforcer les liens entre ABB, SynerLeap, ATV et l'univers des startups et du capital risque, à l'échelle mondiale.

**PL** Tout à fait d'accord ! Nous devons également être plus réactifs, par exemple dans l'intégration des nouveaux venus, le démarrage de la collaboration, etc. Nous continuerons aussi à soutenir des projets collaboratifs et à simplifier les procédures internes afin de maximiser la création de valeur pour ABB et nos startups.

**AR** Donnez-nous des exemples concrets de technologies potentiellement disruptives pour ABB.

**PL** Tant de technologies et d'opportunités passionnantes nous attendent. L'intelligence artificielle (IA), la visionique, l'apprentissage automatique ou encore la *blockchain* ont aujourd'hui ma préférence, avec des jeunes pousses comme Imagimob →4, Ekkono Solutions, Univrses et BIP On.

**MC** Le niveau de maturité atteint par les technologies liées au graphène ouvre la voie à un large éventail d'applications, notamment dans la fabrication d'additifs. Les technologies de l'énergie (photovoltaïque, batteries et gestion des réseaux) impacteront fortement un grand nombre de métiers ABB. Nous accélérerons la migration du modèle économique ABB vers des applications et services en ligne SaaS (*Software-as-a-Service*), pilotés par les données.

**AR** Merci pour cet entretien.

#### Bibliographie

[1] <http://univrses.com/site/>

[2] <http://ekkono.ai/>

[3] <https://www.yazzoom.com/>



---

 PARTENARIATS STRATÉGIQUES

# Coup de pouce pour les jeunes pousses

Nouveaux produits, partage de connaissances, accélération de l'innovation... Les grands groupes industriels ont tout à gagner d'une étroite synergie avec des startups. Les collaborations avec Graphmatec et Algoryx, deux membres de SynerLeap, le centre d'innovation ABB en Suède, en sont un exemple parfait.



**Anthony Byatt**  
Rédacteur indépendant

**Contact ABB :**  
Victoria Lietha

victoria.lietha@ch.abb.com

Exploiter les dernières innovations technologiques, avant leur obsolescence ou leur maîtrise par un concurrent, dans un environnement en perpétuel mouvement, requiert une grande agilité.

---

**SynerLeap accompagne les  
jeunes entreprises  
dans leurs premiers pas  
et leur développement.**

C'est pour répondre à cette nécessité qu'ABB a fondé son centre d'innovation SynerLeap, qui a vocation à aider le développement des jeunes entreprises sur un marché mondialisé. SynerLeap est ouvert aux startups mais aussi aux innovateurs, incubateurs et autres partenaires à fort potentiel de croissance dans la robotique, l'énergie et la numérisation industrielle. Certains bénéficient parfois, en sus, d'un investissement en capital risque d'ABB.

SynerLeap encourage et stimule l'innovation à tous les niveaux. Son fonctionnement évoque celui d'un incubateur ou d'un accélérateur, qui s'appuie sur l'environnement favorable d'une grande entreprise pour concrétiser des idées potentiellement rentables.

---

01 L'Aros Graphene® est un matériau hybride ionique à base de graphène, écologique et facile à fabriquer. Il sert d'additif dans une matrice ou un revêtement, ou même de matériau pour impression 3D.

---

02 Les solutions et nanocomposites de Graphmatec, à base de graphène, ont attiré l'attention de SynerLeap.



01 En témoignent, dans ce même numéro d'*ABB Review* [1], les dirigeants de SynerLeap. Voyons ici comment la collaboration entre ABB et deux startups de SynerLeap, Graphmatech et Algoryx, favorise l'innovation dans un environnement collaboratif, propice à l'ouverture et au partage des idées.

---

SynerLeap encourage l'innovation dans un environnement placé sous le signe de l'ouverture et du partage des idées.

**Le graphène, matériau « miracle »**

Jamais matériau n'a été aussi prometteur. Ce dérivé du graphite se présente sous la forme d'un feuillet composé d'une seule épaisseur d'atomes de carbone. Les chercheurs qui l'ont isolé pour la première fois en 2004 ont reçu le prix Nobel six ans plus tard. Malgré sa structure bidimensionnelle en nid d'abeilles, le graphène est très flexible et cent fois plus résistant que l'acier. Il est transparent, conducteur et imperméable à de nombreux gaz et liquides, à l'exception notable de l'eau, d'où son intérêt pour la filtration et le dessalement. Son champ d'application est immense.

02





03

La société suédoise Graphmatech →2 imagine, développe et commercialise des matériaux nanocomposites à base de graphène et des services dans ce domaine. Citons par exemple le nanocomposite Aros Graphene® →1 ou encore des procédés d'utilisation industrielle du graphène.

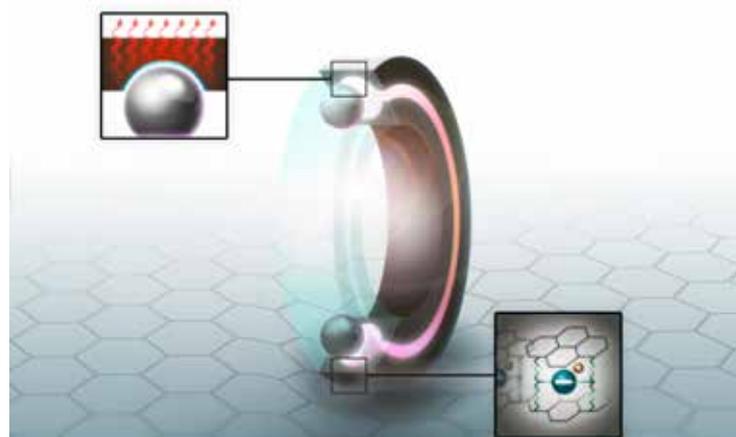
—  
L'Aros Graphene® lève les obstacles traditionnels à l'industrialisation du graphène.

C'est en cela une pionnière de l'ère du graphène. L'Aros Graphene se distingue par une conductivité thermique et électrique exceptionnelle, ainsi qu'une excellente résistance au frottement sec →3,4. Auto-lubrifiant, auto-refroidissant et léger, il lève les obstacles à l'industrialisation du graphène.

Ce composite peut ainsi servir de revêtement ou d'additif dans une matrice, voire de matériau d'impression 3D. Preuve de sa polyvalence : Graphmatech ne cesse d'en proposer de nouveaux usages tous les mois.

#### Graphmatech et SynerLeap

Le fondateur de Graphmatech, Mamoun Taher, chercheur à l'université d'Uppsala (Suède), mettait la dernière main à un projet commun avec ABB sur les matériaux hybrides à base de graphène lorsque SynerLeap a démarré. Une occasion parfaite, à point nommé, de rebondir et de concrétiser ses connaissances et acquis universitaires en innovations économiquement viables.



04

—  
03 L'Aros Graphene est appelé à révolutionner l'électronique, le stockage d'énergie et les systèmes mécaniques.

—  
04 La conductivité thermique et électrique de l'Aros Graphene est exceptionnelle.

—  
05 Algoryx est un spécialiste de la simulation physique de systèmes multicorps complexes.

Sachant les grands groupes souvent très bureaucratiques, la direction de SynerLeap met au contraire l'accent sur la fluidité et l'efficacité des processus, et facilite ainsi l'accès des entrepreneurs et des jeunes pousses à ABB. Les petites entreprises ne disposent pas, par exemple, de ressources importantes en matière juridique ou de propriété intellectuelle, d'où un effort de simplification dans ce sens, tout en préservant au mieux les intérêts des deux parties. Une démarche que Graphmatec a fortement appréciée.

## ABB utilise des matériaux Graphmatec dans ses produits, au bénéfice mutuel des deux partenaires.

ABB Technology Ventures (ATV), la branche capital risque d'ABB, a investi dans Graphmatec, qui a ainsi pu compter sur le soutien du Groupe pour établir sa feuille de route technologique, adapter le produit au marché, etc.

« *Mon interlocuteur ABB à l'université m'ayant parlé de SynerLeap, j'ai décidé de rencontrer son équipe, qui m'a accompagné de bout en bout et présenté aux décideurs ABB ainsi qu'à ATV pour l'indispensable financement. SynerLeap m'a ouvert les portes du Groupe, donné accès à ses laboratoires et apporté un soutien précieux pour développer et tester nos technologies à base de graphène* », se félicite Mamoun Taher.

Cette collaboration a ainsi raccourci les délais d'industrialisation et de commercialisation. Fort de sa longue expérience, ABB a aidé Graphmatec dans ses analyses minutieuses de rentabilité et de marché, et appuyé la coopération avec différents partenaires de la chaîne de valeur, pour favoriser notamment une implication précoce des fournisseurs et des utilisateurs finaux, ainsi qu'un lancement commercial ciblé et opportun.

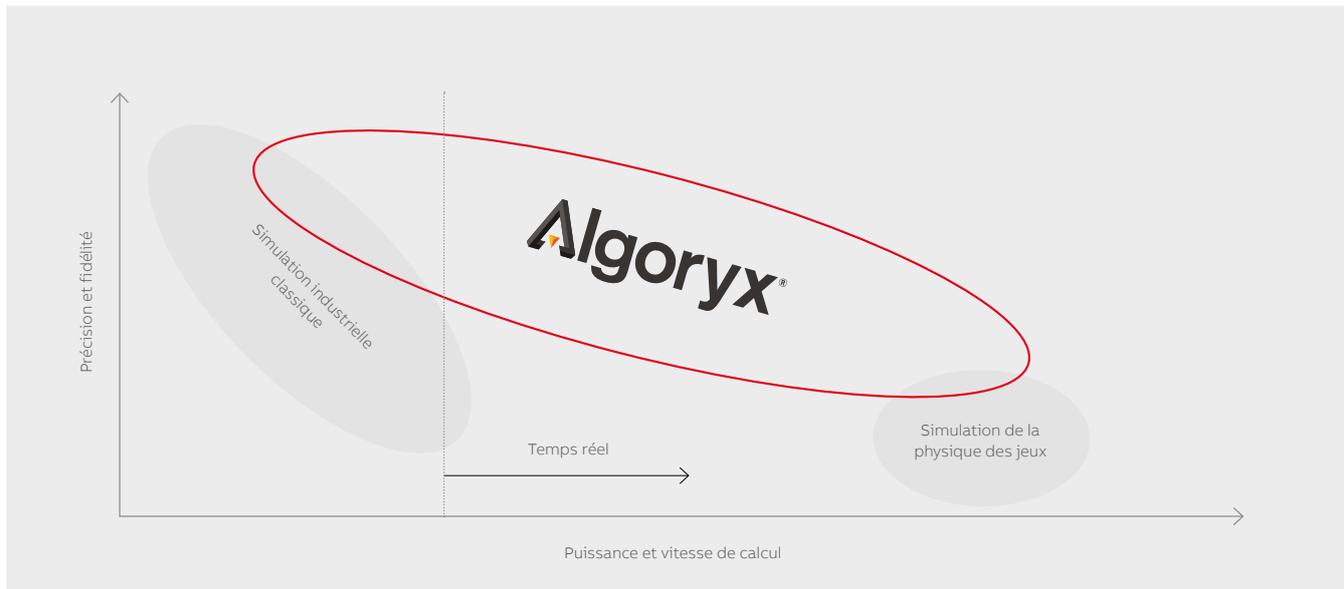
En retour, le Groupe peut utiliser les innovations de Graphmatec dans ses produits. De cette collaboration sont nés de nouveaux matériaux pour contacts électriques glissants, deux fois plus durables que l'argent. ABB a pu alors réduire nettement la teneur en argent de ses produits, avec à la clé une qualité et une sécurité supérieures et une maintenance moins fréquente.

Mamoun Taher n'est pas non plus à court d'idées sur les matériaux du futur. « *Tout va très vite. Des matériaux nouveaux, plus intelligents, sont à l'étude. Arrivés à maturité, ils vont révolutionner l'industrie*, confie-t-il. Et de conclure : *dans la prochaine décennie, ce sont autant d'applications qui, à mon sens, vont favoriser et accélérer la mutation de l'industrie : composants électroniques ultralégers, souples et toujours plus puissants, moteurs et transmissions sans lubrifiant, matériaux capables d'autodiagnostic et d'autocicatrisation, composites programmables et production chez le client grâce à une fabrication additive haute performance.* »

### Algoryx

Spécialiste de la simulation basée sur les lois physiques du mouvement de systèmes multicorps complexes, la jeune pousse →5 se démarque par la précision et la complexité de sa modélisation, et par de très grandes capacités de calcul. Autre champ d'action : l'utilisation de graphiques 3D pour améliorer la disponibilité et l'interactivité des simulations.

Cet aspect est particulièrement apprécié par les concepteurs de machines et de systèmes de contrôle-commande en phases de prototypage rapide et d'optimisation. La simulation physique est également incontournable pour entraîner les systèmes d'apprentissage automatique.



06

Algorix avait déjà travaillé plusieurs années avec ABB et entendu parler du centre d'innovation SynerLeap. Mais c'est ce dernier qui a pris les devants, contacté directement la startup et l'a intégrée de manière simple et rapide. La collaboration SynerLeap-Algorix prend la forme d'une relation client-fournisseur privilégiée, sans mise de fonds ABB.

« Vu le gigantisme d'ABB, trouver les bons décideurs et spécialistes n'est pas chose facile, explique Kenneth Brodin, PDG d'Algorix. SynerLeap ouvre les bonnes portes et apporte un appui efficace. Notre relation est basée sur une solide confiance mutuelle. »

07



—  
06 Avec AGX Dynamics, Algoryx est capable de simuler fidèlement et en temps réel de vastes systèmes multicorps complexes, dotés de mécanismes à contacts.

—  
07 Entièrement intégré au logiciel RobotStudio d'ABB, AGX Dynamics fait aussi partie de l'interface de réalité virtuelle pour la programmation robotique.

—  
08 L'apprentissage automatique et la simulation de procédés très complexes sont autant de pistes d'application prometteuses pour les technologies d'Algoryx.

—  
**Bibliographie**  
[1] « Entretien avec SynerLeap », p. 24–27.

Comme pour Graphmatech, cette collaboration profite aussi à ABB : son logiciel RobotStudio embarque l'outil de simulation AGX Dynamics, pour la programmation hors ligne des robots industriels →6,7. Les technologies d'Algoryx contribuent également à l'amélioration et à la conception de nouveaux robots. Ses simulations optimisent le prototypage virtuel, souvent considéré comme indispensable pour accélérer la mise sur le marché.

## Le logiciel ABB RobotStudio embarque AGX Dynamics, l'outil de simulation d'Algoryx pour la programmation robotique hors ligne.

Les avantages économiques sont évidents pour les deux acteurs, mais la R&D d'Algoryx peut également s'inspirer de l'expertise, des exigences et des attentes d'ABB.

Cette collaboration offre de nombreuses pistes de croissance future : « *Au premier rang figure bien sûr l'apprentissage automatique. Nous réfléchissons également à la simulation système de processus complexes, comme la mise en service virtuelle d'usines ou de mines complètes, pour exploiter avec ABB des solutions logicielles dont nous disposons déjà* » →8, se satisfait Kenneth Brodin. « *Le concept SynerLeap est brillant. Les grands groupes coopèrent difficilement avec les PME, qui jouent pourtant un rôle majeur dans l'innovation. SynerLeap apporte une solution qui fera certainement des émules.* »



08

Quant à l'avenir, « *la numérisation et l'autonomisation des systèmes vont transformer notre quotidien ; nous devons nous assurer que cette mutation garde tout son sens et, pour cela, il faut continuer à innover ! Vu l'évolution de nos sociétés et l'impact du numérique sur les réseaux sociaux, nous devons nous battre pour défendre l'humanisme et la démocratie, promouvoir toujours plus l'éducation et la science. L'industrie doit apporter sa pierre à l'édifice* ».

Cette vision tournée vers l'avenir souligne l'importance pour ABB d'une collaboration favorisant l'innovation ouverte. Reste à voir comment ces tendances évolueront. En attendant, ABB, via SynerLeap, encourage les coopérations fructueuses et les technologies de rupture, comme les algorithmes d'Algoryx ou les matériaux révolutionnaires de Graphmatech. ●



36

# Productivité connectée



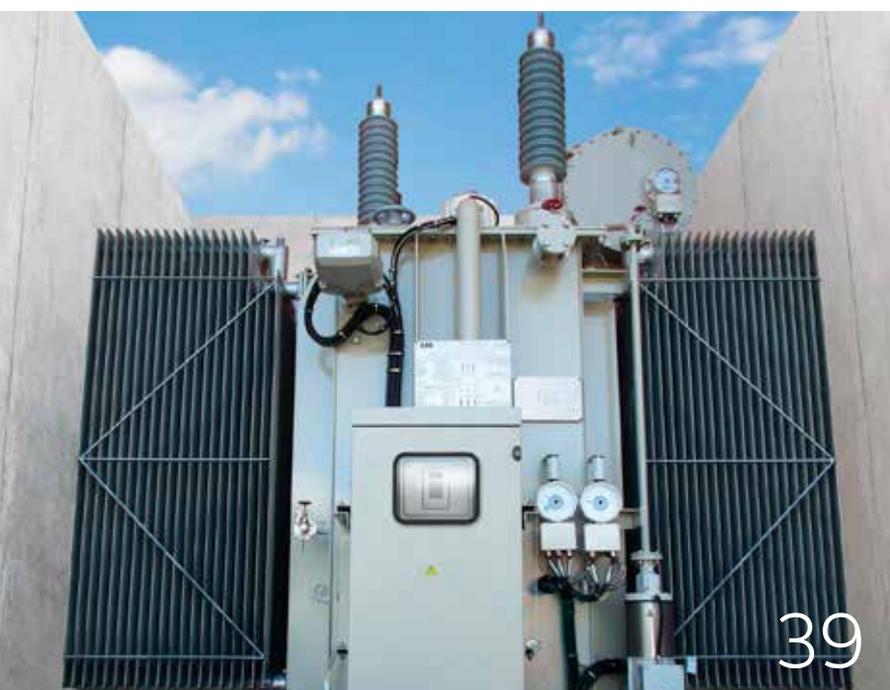
46

# abilité

# e

Un navire qui garde le cap et signale lui-même tout dysfonctionnement à bord ; un capteur de température non intrusif ; une topologie exclusive de bus en boucle et ASI statiques qui fiabilise l'alimentation électrique... Les solutions connectées ABB n'ont pas fini de nous surprendre !

- 36 Tracer sa route à l'heure de la navigation autonome
- 39 Un transformateur de puissance connecté avec ABB Ability™
- 46 La mesure de température non intrusive ABB s'invite dans l'usine numérique
- 54 Bus en boucle et ASI statiques pour applications stratégiques
- 61 Nouveaux disjoncteurs Tmax XT



PRODUCTIVITÉ CONNECTÉE

# Tracer sa route à l'heure de la navigation autonome

Dans le sillage des technologies numériques, ABB a créé une puissante solution de pilotage automatisé qui combine un système de positionnement dynamique pour simplifier la manœuvre et un affichage temps réel de l'environnement marin pour évaluer en permanence les conditions de navigation.



**Kalevi Tervo**  
Intelligent Shipping  
ABB Marine & Ports  
Helsinki (Finlande)

kalevi.tervo@fi.abb.com

Bien que les effectifs des équipages aient beaucoup diminué ces dernières décennies, en particulier sur les cargos transocéaniques, la réglementation impose en toutes circonstances la présence d'au moins un marin sur le pont. Si une telle précaution se justifie lorsque l'on croise d'autres navires ou emprunte les grandes routes maritimes, la navigation par temps clair et mer calme peut amener le chef de quart à ne toucher aucun équipement pendant son service, voire à ne rien faire si ce n'est scruter l'horizon ou les écrans radar pour parer au danger. D'où un risque de fatigue mentale qui émousse la réactivité, la capacité de concentration et, ce faisant, augmente la probabilité d'accidents.



**Paalmeia Field**  
Digital ABB Marine & Ports  
Helsinki (Finlande)

paalmeia.field@fi.abb.com

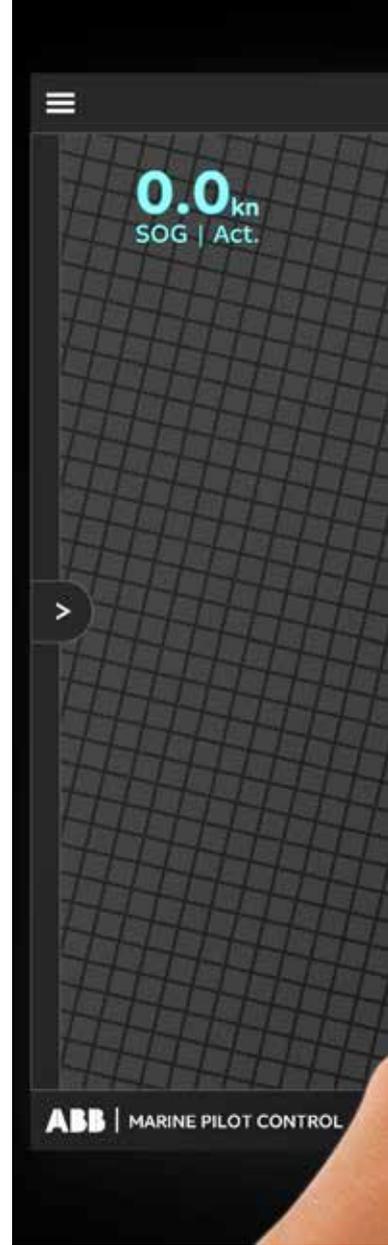
Lorsque les conditions de navigation sont bonnes et ne nécessitent pas de grandes manœuvres, améliorer la qualité du repos diminue d'autant le temps de réaction et la charge de l'équipage à l'approche des eaux côtières ou très fréquentées.

C'est dans cette optique de sécurité et d'efficacité qu'ABB a enrichi sa plate-forme d'automatisation ABB Ability™ des systèmes de réalité augmentée Marine Pilot Vision et de pilotage automatique Marine Pilot Control. Ces innovations permettent à l'équipage de mieux jauger et appréhender l'environnement marin à l'aide d'informations

complètes et intuitives en 3D. « La technologie ABB marque un tournant dans le progrès de la conduite autonome, affirme Mikko Lepistö, vice-président Solutions numériques d'ABB Marine & Ports.

Grâce à cette innovation ABB, les hommes de pont disposent d'informations dynamiques en 3D sur la situation du navire.

Elle s'appuie sur un système de positionnement dynamique qui se substitue aux solutions traditionnelles dépourvues de connectivité et d'intelligence numérique. » Et de préciser : « ABB Ability™ Marine Pilot Control fait progresser de manière tangible le dialogue homme-machine au profit de la sécurité et de l'efficacité ».





01

—  
01 La nouvelle interface opérateur tactile Marine Pilot Control permet d'accéder à des algorithmes de calcul évolués pour optimiser les commandes de l'officier de pont, dans n'importe quelle condition de navigation.

### Écran total pour maîtrise globale

Centrée utilisateur, la solution ABB Ability™ Marine Pilot Control réduit la charge du commandant et permet aux officiers de pont de se consacrer entièrement aux tâches de conduite et de positionnement →1. Intégrée en toute transparence à l'équipement de bord, elle se distingue par une grande facilité d'installation et de maintenance, qui se traduit par une importante valeur ajoutée « du pont à l'hélice » pour l'armateur.

Son atout maître ? L'humain peut à tout moment reprendre la barre pour manœuvrer le navire à n'importe quelle vitesse et l'amener à quai. Marine Pilot Control utilise pour cela des algorithmes qui optimisent la conduite en toute situation. La sécurité globale de la navigation s'en trouve renforcée puisque l'équipage reste totalement concentré sur sa tâche, sans se soucier des changements de cap et de vitesse.

Dévoilé au Salon international de la construction navale et des technologies maritimes SMM à Hambourg (Allemagne), en septembre dernier, ABB Ability™ Marine Pilot Control a reçu l'agrément de principe de l'organisme de certification Lloyd's Register (LR), chargé d'attester la conformité des navires marchands aux réglementations mondiales. « *Lloyd's Register tient à soutenir les innovations améliorant la sécurité, l'efficacité et la durabilité du transport maritime, assure son directeur commercial des services maritimes et offshore, David Barrow.*

—  
Des algorithmes déterminent le pilotage optimal du navire dans n'importe quelle condition de navigation.

*La numérisation de l'industrie navale aidant, une collaboration renforcée entre constructeurs, sociétés de classification et armateurs sera primordiale. Cette éthique de partenariat entre LR et ABB est un jalon important dans la réalisation du projet. »*

—  
02 ABB Ability™ Marine Pilot Vision informe l'équipage en temps réel avec des images virtuelles 3D des abords du navire. La réalité augmentée offre des points de vue inédits sur le navire et son environnement.



02

### Vue panoramique

Le système de réalité augmentée Marine Pilot Vision, qui a bénéficié des dernières avancées de l'instrumentation et de la visionique, révolutionne la perception de la situation d'un navire. Un modèle virtuel du bâtiment est superposé à l'environnement réel, ce qui permet de voir sa position et de suivre son déplacement à 360° →2. L'équipage peut instantanément basculer d'une vue à l'autre pour anticiper la trajectoire et être alerté à temps des obstacles ou risques de collision. Cette connaissance approfondie de la situation améliore énormément la sécurité et la performance du transport maritime.

« Les systèmes de visionique ont beaucoup progressé ces dernières années. ABB rebondit sur ces avancées pour présenter les navires dans leur environnement avec des outils temps réel intuitifs qui dépassent le cadre de la simple perception sensorielle, sans jamais distraire les marins de leur mission. En ce sens, Ability™ Marine Pilot Vision est le prolongement de l'œil et de la main, précise Mikko Lepistö.

—  
Superposé à l'environnement réel, un modèle virtuel du bâtiment permet de visionner à 360° sa position et sa trajectoire.

#### CAP SUR L'ERGONOMIE DE CONDUITE

- Conception centrée sur l'utilisateur permettant à l'équipage de connaître parfaitement les conditions de navigation sans se soucier du mode de commande, pour une plus grande sécurité d'exploitation ;
- Possibilité de reprendre la barre pour manœuvrer le navire, à n'importe quelle vitesse, jusqu'à l'arrivée à quai. ABB Ability™ Marine Pilot Control utilise à cette fin des algorithmes de calcul qui optimisent la commande en fonction des circonstances ;
- Intégration transparente à l'équipement de bord, facilité d'installation et de maintenance ;
- Visualisation intuitive de l'environnement avec ABB Ability™ Marine Pilot Vision pour gagner en sécurité et efficacité d'exploitation ;
- Possibilité de relier Marine Pilot Control au centre opérationnel ABB Ability™ Collaborative Operations Center pour surveiller les performances de la technologie embarquée et consulter à distance des experts ABB.

*Cette solution peut facilement équiper des navires classiques pour améliorer la connaissance de la situation. Qui plus est, elle autorise un pilotage à distance par un centre de commande à terre et revisite la conception des nouveaux navires en procurant une vision illimitée de l'environnement marin, depuis le pont et même la terre ferme. » ●*

PRODUCTIVITÉ CONNECTÉE

# Un transformateur de puissance connecté avec ABB Ability™

Un transformateur de puissance à l'épreuve du réseau de demain doit proposer des fonctionnalités de communication numérique pour fournir à l'utilisateur données d'état et informations exploitables. C'est pourquoi ABB a développé un transformateur intégré à l'écosystème ABB Ability™ qui maximise la fiabilité, la disponibilité et la productivité des actifs.

**Helmut Bockshammer**  
ABB Transformers  
Ratingen (Allemagne)

helmut.bockshammer@  
de.abb.com

**Andrew Collier**  
ABB Transformers  
Bad Honnef (Allemagne)

andrew.collier@  
de.abb.com

**Miguel Cuesto**  
ABB Transformers  
Cordoue (Espagne)

miguel.cuesto@  
es.abb.com

Le secteur de l'énergie devrait connaître plus de bouleversements dans les dix prochaines années qu'au cours du siècle écoulé [1]. Principale raison : l'évolution du bouquet énergétique, avec un recours croissant aux énergies renouvelables et à la production décentralisée, plus intermittentes par nature, au détriment des sources d'énergies traditionnelles à forte inertie, comme le charbon. À l'avenir, le développement de la mobilité électrique accentuera la volatilité de la demande. Parallèlement, de nombreux industriels et

énergéticiens font face à une forte pression concurrentielle qui les pousse à améliorer leur efficacité et leur productivité.

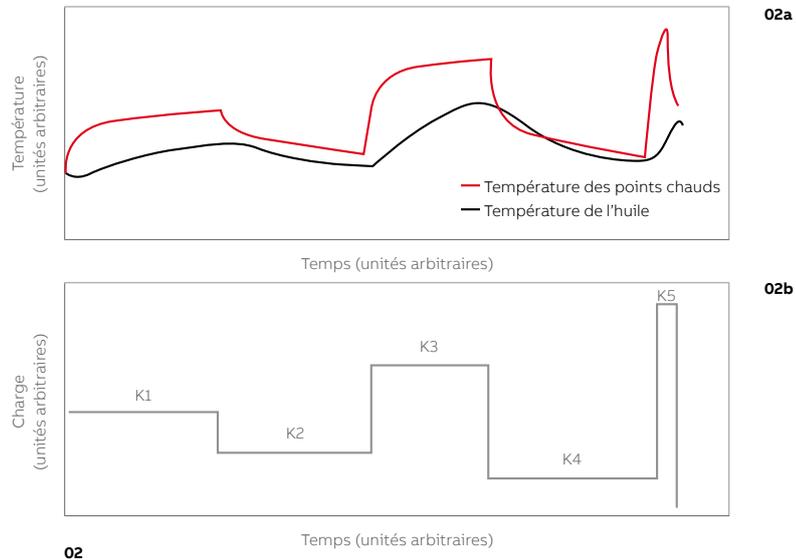
Le transformateur de puissance →1, élément incontournable du réseau électrique, n'échappe pas à ces mutations. S'il est impossible de prévoir exactement leur impact sur les 30 à 50 années de vie d'un appareil type, l'évolution des profils de consommation accroîtra inévitablement sa charge dynamique au détriment de sa durée de vie résiduelle →2.

01

Cet article est un tiré-à-part du dossier spécial ABB « Transformers 2018 », p. 13-17.

01 Le transformateur de puissance connecté ABB Ability fournit au gestionnaire de réseau des données d'état qui alimentent l'informatique décisionnelle, améliorant la fiabilité, la disponibilité et la productivité des actifs.





Face à cette problématique, les propriétaires d'actifs ont besoin d'informations détaillées, directement exploitables et fournies par un outil pérenne, qui améliorent la prise de décision et la gestion du parc.

Pour assurer la pérennité de la solution, AAPT est bâtie sur une plate-forme modulaire.

Autrement dit, l'heure du passage au numérique a sonné pour les transformateurs. Dans cette optique, ABB a développé la solution intégrée *ABB Ability Power Transformer* (AAPT), appelée à devenir la nouvelle référence du marché.

AAPT embarque des fonctions de surveillance électronique de la température et d'analyse fine du profil de charge et du vieillissement →3, ainsi qu'une panoplie d'options permettant à l'utilisateur de tirer profit de l'offre complète de matériels, logiciels et services ABB.

### Développement agile pour plate-forme évolutive

Pour assurer la pérennité de la solution, AAPT est bâtie sur une plate-forme modulaire qui englobe l'intégralité des fonctionnalités, depuis l'offre de base avec indicateurs et surveillance électronique de la température jusqu'à la solution complète connectant en *plug and play* l'ensemble des appareils de mesure et de protection *eDevices*, et les analyseurs des gaz dissous *CoreSense™* et *CoreSense M10* d'ABB.

La méthode de développement agile permet d'intégrer rapidement tout nouveau capteur ou instrument (surveillance des traversées ou des décharges partielles par exemple) au sein d'une plate-forme ouverte et multiconstructeurs →4,5.

Celle-ci peut communiquer en amont avec des terminaux locaux de type ordinateur portable ou tablette, des systèmes de conduite ou des superviseurs (SCADA), ou encore avec le logiciel *ABB Ability Ellipse®* de gestion des performances des actifs.

La configuration de base suffit pour élaborer des tendances à partir de nombreux points de données et les conserver pour référence ultérieure ou comparaison des performances de plusieurs appareils parallèles, et amélioration de la planification. À cela s'ajoute une fonction chien de garde.

La plate-forme AAPT est indépendante du type

—  
02 Comportement type de la charge d'un transformateur, qui augmente avec la température en créant des points chauds.

02a Température de l'huile et des points chauds

02b Niveau de charge du transformateur

—  
03 Offre de base AAPT

et de la taille du transformateur : en effet, les accessoires constituant l'offre de base se trouvent dans n'importe quel transformateur immergé.

Dernier atout, et non des moindres, la solution est conforme à la normalisation internationale sur les transformateurs de puissance et le contrôle-commande basse tension.

### Connectivité

Bon nombre de clients veulent aujourd'hui disposer d'informations facilement exploitables pour éclairer la prise de décision et optimiser les ressources, mais aussi de données temps réel pour parer aux mauvaises surprises. Les possibilités de mise en réseau de la solution AAPT les intéressent donc au plus haut point. La connexion entre le transformateur et le centre de conduite peut être câblée (interfaces Ethernet et fibre optique intégrées) ou sans fil. Toutes ces communications sont cybersécurisées, conformément aux normes IEEE 1686, CEI 62443, etc. Le client dispose également d'un accès à l'offre de services ABB Ability dans le Cloud.

Pour autant, tout le monde ne souhaite pas

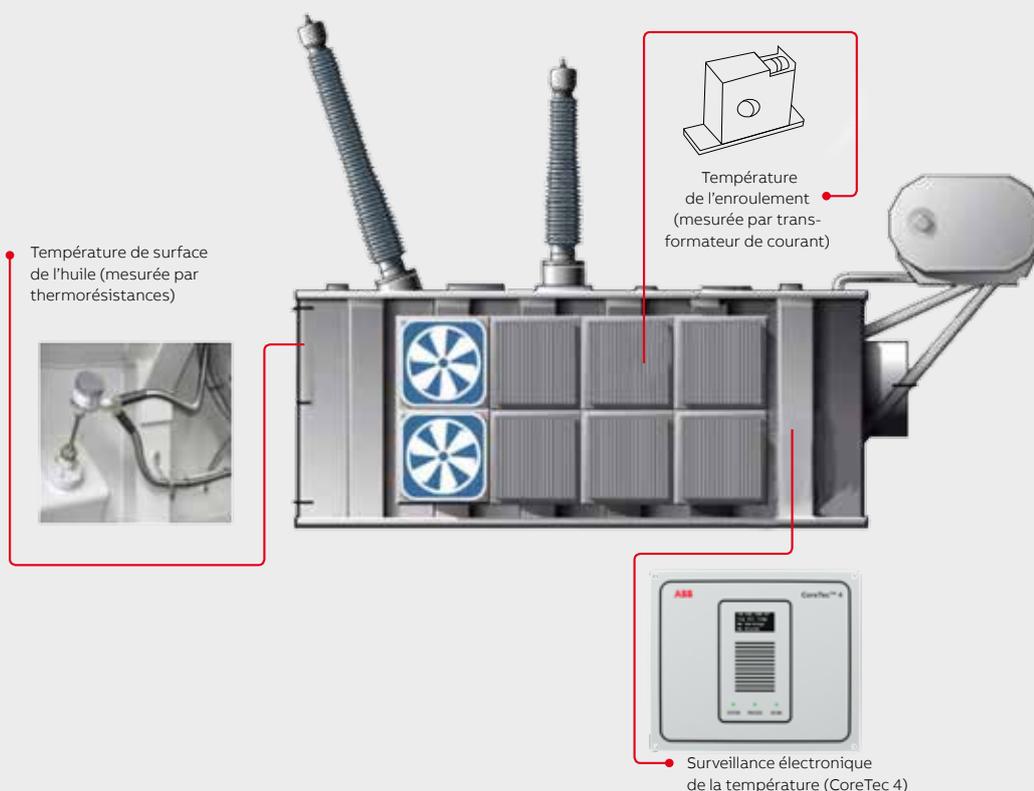
forcément connecter ses actifs critiques au cyberspace ! C'est pourquoi, indépendamment de sa protection intégrée, le transformateur peut être surveillé en local, voire en totale autonomie. Toutes les données restent la propriété du client [2], qui est libre de les transmettre à ABB pour interprétation et traduction en informations exploitables. Autre possibilité : faire appel à un spécialiste ABB sur site.

—  
**La surveillance électronique de la température APPT est capable de localiser avec précision les points chauds du transformateur.**

### Température des enroulements

Si les enroulements sont le cœur d'un transformateur de puissance, les méthodes classiques de contrôle du refroidissement s'appuient généralement sur la surveillance de la température de l'huile, et non des points chauds. La durée de vie de l'appareil dépend du vieillissement de l'isolant au niveau du point le plus chaud d'un enroulement ; un échauffement de 8 °C au-dessus de la température nominale peut diviser par deux la durée de vie de l'isolant [3] →6.

03



**Gamme eDevices**

Dispositif	Description
eSDB	Dessicateur d'air autonome
eOTI	Mesure de température d'huile
eWTI	Mesure de température des enroulements
eOLI	Mesure de niveau d'huile
eVIEWER	Afficheur distant de niveau d'huile
eBR	Relais Buchholz
ePRD	Limiteur de pression

**Analyseurs des gaz dissous**

Dispositif	Description
CoreSense™	Surveillance de l'hydrogène et de l'hygrométrie
CoreSense M10	Surveillance de neuf gaz différents et de l'hygrométrie

04

La solution AAPT de surveillance électronique de la température est capable de localiser les points chauds avec précision à partir des données de conception et des résultats des essais de type en usine, combinés à certaines variables dynamiques comme le niveau de charge et la température de l'huile.

**CoreTec™ 4**

Le module CoreTec 4, « cerveau » de la solution numérique AAPT, collecte et analyse les relevés des différents capteurs pour les traiter et évaluer le fonctionnement du transformateur (et, au besoin, de la commande de climatisation), ainsi que son espérance de vie.

Pour développer CoreTec 4, ABB s'est appuyé sur son expertise et son expérience passée en matière de surveillance des transformateurs : les premières réalisations du Groupe remontent aux années 1980 avec le premier système de supervision thermique par fibre optique, avant la mise au point de l'outil de surveillance *Transformer Electronic Control* (TEC) et les premières générations de CoreTec dans les années 2000.

Au-delà des améliorations fonctionnelles, ces évolutions ont permis de répondre à d'autres exigences, comme la compacité, la capacité d'extension (par ajout de modules complémentaires), la facilité d'installation et la longévité.

—  
**ABB s'est appuyé sur son expertise et son expérience passée en matière de surveillance des transformateurs pour développer CoreTec 4.**

Des milliers d'heures de fonctionnement en conditions réelles, sur différents sites et dans diverses applications du monde entier, tant nouvelles que modernisées, ont validé la solution intégrée AAPT. Les données collectées à ce stade ont prouvé la fiabilité du système, tous les paramètres fonctionnels se situant dans les plages attendues, et confirmé les avantages de la mesure analytique.

—  
04 Gammes eDevices et CoreSense™ d'ABB

—  
05 Transformateur équipé

### À chaque application sa solution

Toujours dans l'optique d'offrir une réponse sur mesure à chaque besoin, ABB propose des packs optionnels en plus de l'offre AAPT de base.

L'option Fiabilité intègre l'analyse des gaz dissous (via CoreSense par défaut), le suivi d'état du dessiccateur d'air (autonome) et la surveillance du niveau d'huile (mesure électronique).

L'option Productivité fournit des informations détaillées sur la qualité de l'huile. Elle s'appuie sur l'analyseur CoreSense M10, capable de mesurer n'importe quel gaz et l'hygrométrie.

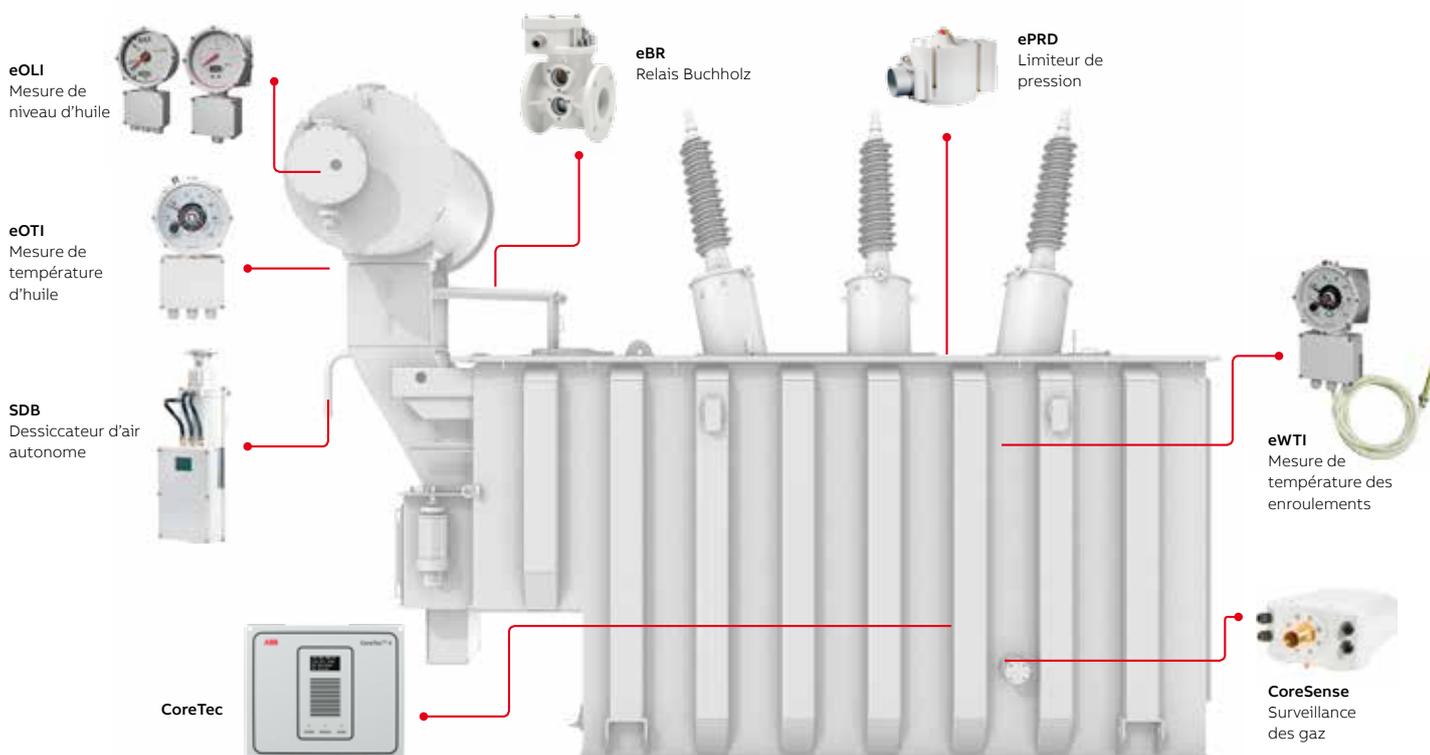
Ces deux offres sont avantageusement complétées par le contrat de maintenance Power Care d'ABB, qui permet au client de composer un bouquet de services adaptés à ses besoins, allant du simple contact avec un interlocuteur ABB au développement de produit complet.

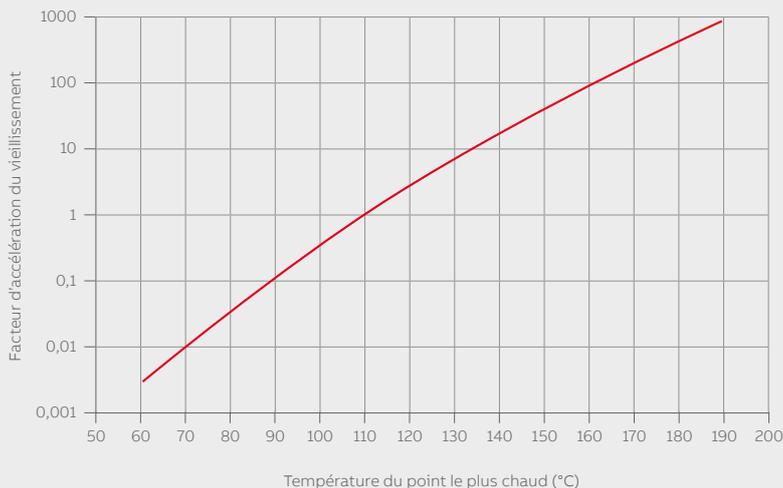
### Applications pratiques

Plusieurs cas d'usage ont été identifiés et validés sur le terrain. Exemple : un gestionnaire de réseau de transport (GRT) a pu, à partir des relevés de température et de charge, optimiser la commande de refroidissement de façon à ramener l'amplitude thermique de l'huile de plus de 15 °C à moins de 5 °C. Cela a permis de stabiliser l'isolant, malgré les variations de conditions ambiantes et de charge, et de prolonger la durée de vie de l'appareil.

—  
La solution AAPT bénéficie du contrat de maintenance Power Care d'ABB et de ses différents services, de la simple désignation d'un interlocuteur à un développement complet sur mesure.

Sur un autre site, un industriel a constaté une augmentation de la température et des gaz dissous à charge constante. Il s'est avéré que l'accumulation de dépôts minéraux bloquait la rotation d'un ventilateur au niveau d'un échangeur de chaleur, ce qui aurait pu à la longue coûter cher.





06

Dernier exemple : le propriétaire d'une fonderie souhaitait accroître ses capacités de production de 15 %. L'exploitation des données numériques a permis d'évaluer le rapport coût/bénéfice de la démarche pour la durée de vie résiduelle du transformateur et de garantir l'intégrité de l'appareil, même en surcharge.

—  
 Une interprétation pertinente des données AAPT permet d'optimiser en dynamique la charge du transformateur et de limiter les tournées d'inspection sur site.

À l'avenir, la croissance du parc et les progrès des méthodes d'analyse iront de pair avec l'augmentation des données disponibles qui, à leur tour, alimenteront de nouveaux cas d'emploi, pour le plus grand bénéfice des utilisateurs de l'écosystème numérique ABB Ability.

**Le transformateur de demain sera numérique**

Un transformateur est normalement prévu pour fonctionner à charge stable, sur un réseau centralisé. Dans ces conditions, ne pas connaître l'état exact de l'isolant ni le vieillissement de l'appareil ne posait jusqu'ici pas de problème ; un grand nombre de transformateurs avaient d'ailleurs une longue durée de vie. Aujourd'hui, le réseau et ses équipements sont de plus en plus sollicités, du fait de l'insertion des renouvelables et de la volatilité de la production décentralisée, ainsi que de la multiplication des infrastructures de recharge des véhicules électriques.

07



**Plate-forme numérique de surveillance du transformateur**

**Surveille** les données critiques remontées des capteurs.  
**Modélise** et enregistre les données fournies par les algorithmes temps réel.  
**Commande** le refroidissement par ventilateurs pour maintenir la température des enroulements.



**Raccordements plug and play**  
 Capteurs communicants  
 Analyseurs des gaz dissous  
 Protections numériques

—  
06 Un échauffement, même modéré, réduit significativement la durée de vie du transformateur.

—  
07 Synthèse et points forts de la solution AAPT

#### Bibliographie

[1] Forum économique mondial (sur la base d'analyses McKinsey & Company), *Fostering Effective Energy Transition – A Fact-Based Framework to Support Decision-Making*, disponible (en anglais) sur : [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Fostering\\_Effective\\_Energy\\_Transition\\_report\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_report_2018.pdf)

[2] Manifeste ABB sur les données, disponible (en anglais) sur : <https://www.forbes.com/sites/abb/2017/04/13/a-call-to-action-for-the-internet-of-things-industry-lets-write-a-data-bill-of-rights-for-cloud-customers/#7d4731829a21>

[3] Norme CEI 60076-7, *Transformateurs de puissance – Partie 7 : guide de charge pour transformateurs immergés dans l'huile*, (en anglais seulement), janvier 2018.

En outre, la pression concurrentielle incite les propriétaires d'actifs à optimiser leurs investissements et charges d'exploitation, ce qui impose une meilleure connaissance des transformateurs et de leurs besoins de maintenance, de réparation ou de remplacement.

Mieux, une interprétation pertinente de ces données permet d'optimiser en dynamique la charge du transformateur et de limiter les tournées d'inspection sur site. Quitte à décider, en connaissance de cause, de surcharger le transformateur pour gagner plus dans l'immédiat, au risque de raccourcir la durée de vie de l'appareil.

—  
L'offre AAPT constitue un investissement pérenne qui dote les transformateurs de fonctionnalités de communication numérique.

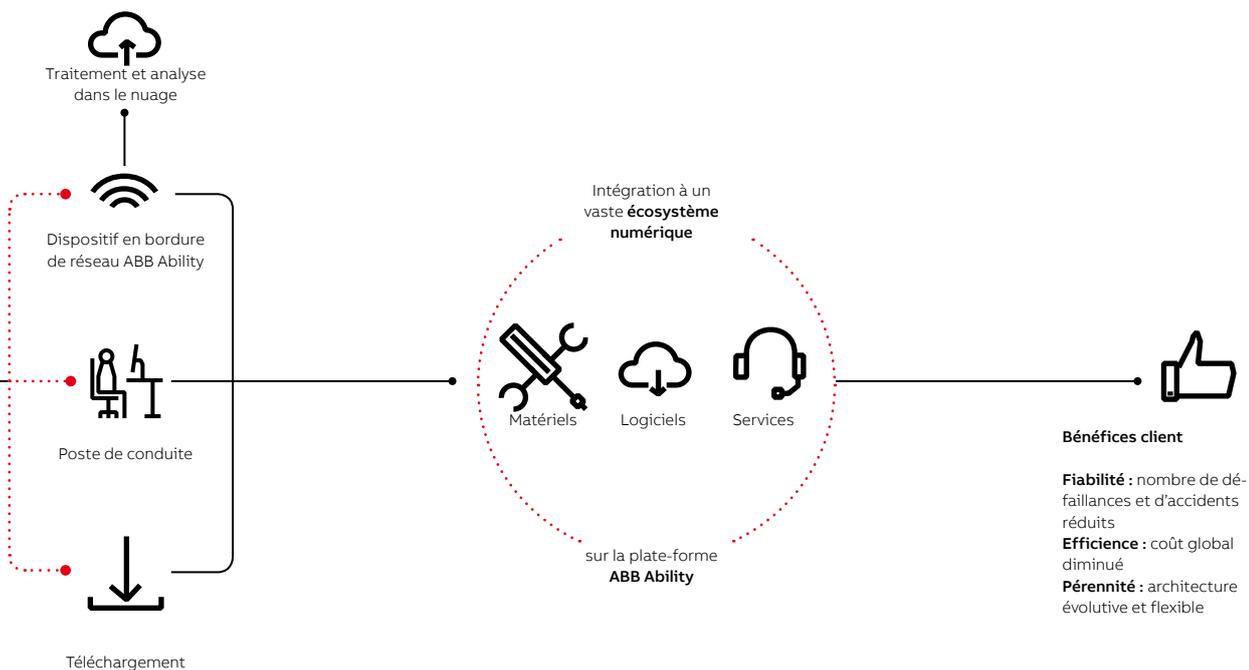
Le nouveau transformateur de puissance ABB Ability, avec ses capacités numériques intégrées dès la conception, donne corps au réseau électrique de demain en fournissant données d'état et informations d'aide à la décision. Pour les GRT, les gains sont multiples : fiabilité accrue du réseau, répartition plus efficace de la charge, amélioration du service et de la maintenance, notamment conditionnelle.

L'architecture modulaire et évolutive de la solution permet d'envisager des mises à niveau sur toute la durée de vie du transformateur.

—  
AAPT a reçu un accueil très chaleureux lors de sa présentation au public à la Foire de Hanovre 2018.

La solution AAPT constitue ainsi un investissement pérenne qui, en dotant les transformateurs de communications numériques, offre aux exploitants un avantage concurrentiel décisif dans un environnement en pleine mutation →7.

Des atouts qui lui ont valu un accueil très favorable du public lors de sa présentation à la Foire de Hanovre 2018. Le lancement de cette nouvelle offre souligne l'attention portée par ABB, tout au long de son histoire, aux problèmes rencontrés par ses clients, pour leur proposer des solutions aussi utiles qu'innovantes. ●



PRODUCTIVITÉ CONNECTÉE

# La mesure de température non intrusive ABB s'invite dans l'usine numérique

Le capteur de température NiTemp s'appuie sur des calculs à base de modèles pour accroître la précision de la mesure et beaucoup gagner en réactivité, rivalisant ainsi avec les méthodes intrusives. Constitué de deux sondes, cet instrument prêt à l'emploi garantit la flexibilité et la performance de toute la chaîne thermométrique.



**Jörg Gebhardt**  
**Guruprasad Sosale**  
 ABB Corporate Research  
 Ladenbourg (Allemagne)

joerg.gebhardt@  
 de.abb.com  
 guruprasad.sosale@  
 de.abb.com

**Wilhelm Daake**  
**Peter Ude**  
**Karsten Schröder**  
**Horst Schwanzer**  
 ABB Industrial  
 Automation  
 Minden (Allemagne)

wilhelm.daake@  
 de.abb.com  
 peter.ude@de.abb.com  
 karsten.schroeder@  
 de.abb.com  
 horst.schwanzner@  
 de.abb.com

—  
**Photo :**

L'industrie de transfor-  
 mation (pétrole, gaz,  
 chimie) bénéficie des  
 techniques de mesure  
 qui ne nécessitent pas  
 de percer les conduites.

En reliant toutes ses forces vives (opérateurs, machines, services et objets connectés), l'usine 4.0 s'annonce comme la 4<sup>e</sup> révolution industrielle. Mais cette innovation de rupture constitue une menace pour certaines entreprises. Ses fabuleuses promesses s'appuient sur de nouveaux concepts et modèles d'automatisation, qui peinent cependant à se concrétiser. C'est là que le numérique peut faire valoir tout son potentiel : des risques minimisés pour l'existant et des solutions « agiles » pour répondre aux nouveaux enjeux des montées en cadence sur fond d'effectifs réduits.

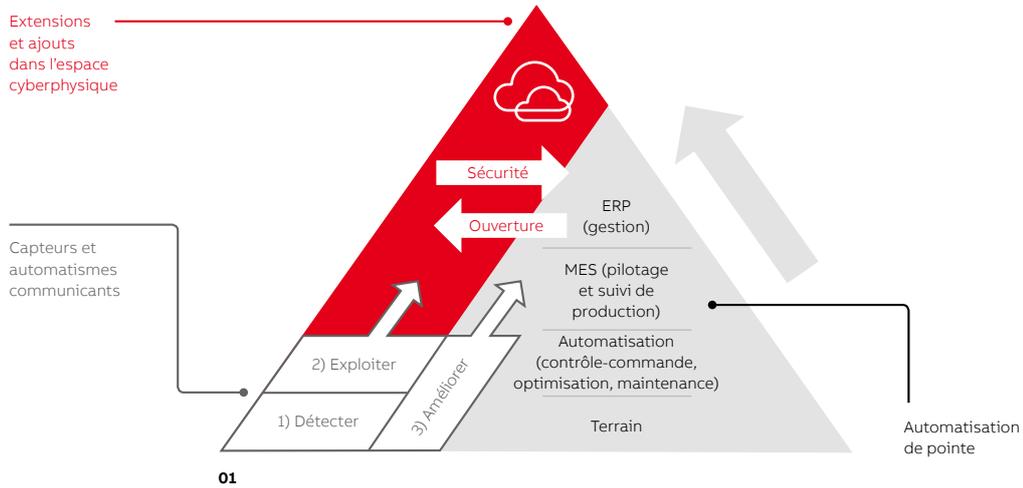
Que les décideurs industriels se rassurent : en conciliant les solides fondements de l'automatisation traditionnelle et la dynamique des technologies de l'information [1], la nouvelle architecture industrielle bâtie par la *NAMUR Open Architecture* (NAO) →1 procure aux instruments de *process* la capacité d'extraire et de remonter toutes les données utiles du terrain pour accroître la productivité, la performance, la sécurité (en anticipant arrêts et défaillances) et l'agilité de l'appareil productif.

Attentifs au souci de différenciation concurrentielle des clients, les experts d'ABB mettent au point des capteurs d'une grande précision tout en posant les fondements théoriques d'une usine 4.0 mariant algorithmique et intelligence artificielle.

—  
 Les capteurs sont gages de productivité, de performance et de sécurité accrues dans l'usine du futur.

Certaines méthodes qui ont jusqu'ici évolué en marge de l'automatisation classique, comme le suivi d'état, peuvent désormais bénéficier à l'atelier et au contrôle-commande de procédé, pour peu que l'on conforte l'expérience et la confiance dans l'innovation technologique.





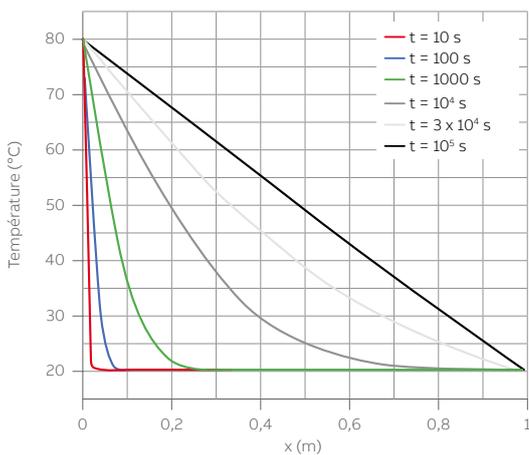
En clair, la numérisation des process dans le pétrole, le gaz, la chimie et l'agroalimentaire, repose sur des masses de données qui permettent d'identifier les tendances, de prédire les dysfonctionnements et, par-dessus-tout, de prendre les décisions stratégiques qui s'imposent [2]. Encore faut-il disposer de capteurs précis et rapides, aussi économiques à fabriquer qu'à utiliser, et capables de se fondre dans l'existant et de communiquer en bonne intelligence avec tous les métiers de la mesure et de l'analyse.

**Instrumentation de process classique**

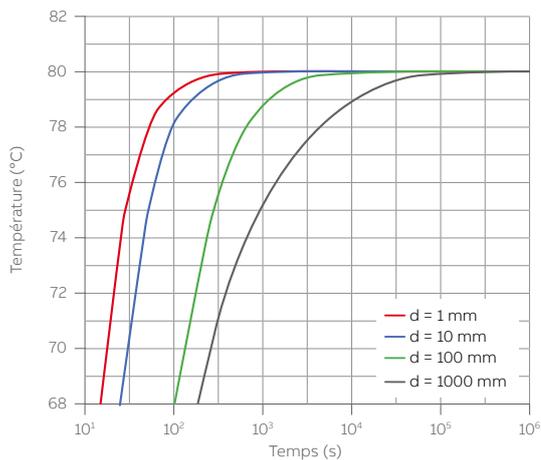
D'ordinaire, qui dit mesure de température, dit méthodes intrusives. L'immersion dans le milieu à mesurer d'une sonde glissée dans un puits thermométrique ou « doigt de gant », par une ouverture dans une conduite ou une cuve, donne certes des mesures précises et rapides, mais au prix d'énormes risques humains et matériels : la chaleur, l'abrasion ou les effets corrosifs du milieu peuvent en effet détériorer le puits, obligeant à le remplacer ou à le réparer, voire à interrompre ou à dérouter le procédé. Sans compter que la vitesse d'écoulement de la matière crée des tourbillons qui font vibrer le puits, allant jusqu'à entraîner sa casse.

Grâce au capteur de température non intrusif NiTemp d'ABB, les industriels du process peuvent exploiter le plein potentiel de l'usine 4.0.

Aux avant-postes de cette évolution, le nouveau capteur de température non intrusif NiTemp d'ABB permettra aux industriels de tirer pleinement profit de l'usine numérique.



02



03

—  
01 L'industrie de transformation (pétrole, gaz, chimie) mise sur les capteurs pour collecter et fournir toutes les données utiles à la pyramide 4.0.

—  
02 Profils de température en plusieurs points dans le temps

—  
03 Signal proche de l'équilibre ; les courbes de gauche à droite correspondent au déport croissant de la sonde de référence.

—  
04 La conception du dispositif garantit une fixation parfaite à la conduite.

—  
05 Essai de robustesse des deux sondes aux variations de température ambiante

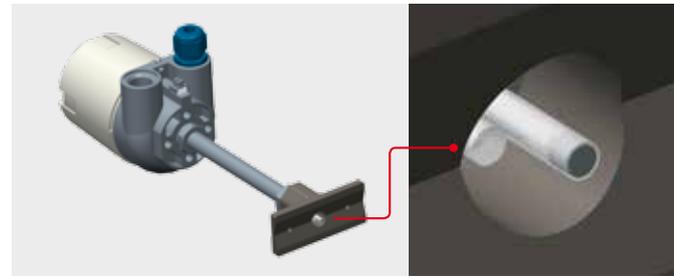
05a Enceinte climatique ABB pour essais *in situ*

05b Stabilité de la mesure de surface : le dispositif non intrusif reste proche de la référence de surface idéale, même dans une plage  $T_{\text{ambiante}}$  de  $-40\text{ °C}$  à  $+80\text{ °C}$ .

De son côté, la mesure de température non intrusive est utilisée depuis des décennies dans l'industrie, mais il s'agit généralement d'une solution de repli lorsque l'insertion d'un puits thermométrique perturbe fortement le procédé ou présente un danger inacceptable pour le personnel. Le secteur agroalimentaire rechigne d'ailleurs à employer des puits thermométriques en raison du risque de contamination.

—  
**La mesure intrusive avec puits thermométriques coûte cher, dégrade la mesure et accroît les temps d'arrêt.**

Autre désagrément : dans les installations existantes, leur mise en place oblige à arrêter la production et à vidanger à grands frais les tuyauteries. Qui plus est, les techniques intrusives dégradent la précision de la mesure en induisant une chute de température entre le milieu et la sonde [3], ce qui est loin d'être optimal. Enfin, les puits thermométriques sont délicats et onéreux à concevoir et à installer [3,4].

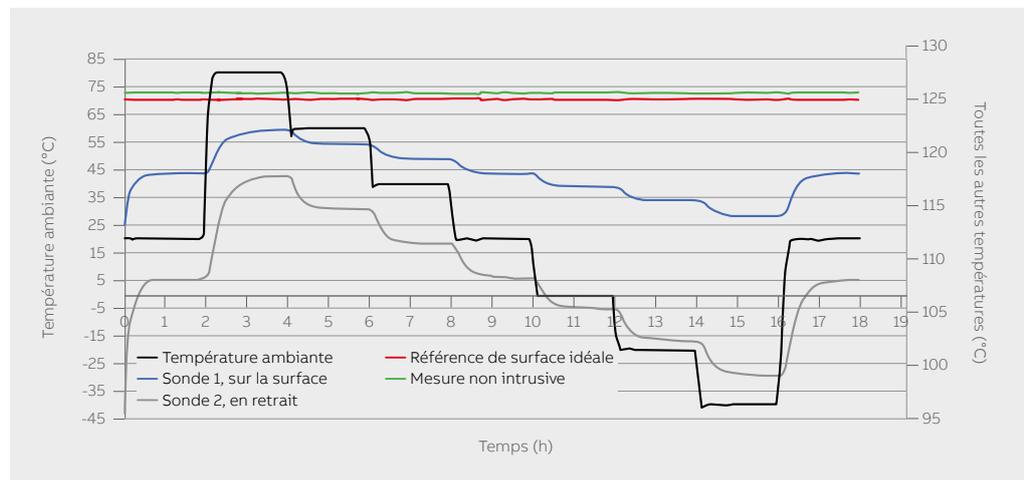


04

La définition des points de mesure est ici l'affaire d'instrumentistes qualifiés. Tout chantier de modernisation impose d'interrompre le procédé et de vidanger les conduites, allongeant de plusieurs mois les délais. Et même en place et opérationnel, le capteur risque encore de perturber le procédé et de dégrader l'équipement. Ces inconvénients, auxquels s'ajoutent des coûts élevés, font que les industriels se contentent d'une instrumentation minimaliste et rognent sur le nombre de points de mesure, alors même qu'il faudrait les multiplier pour optimiser le process et en analyser les causes de défaillance, par exemple. Les premiers concernés sont les secteurs industriels qui s'efforcent justement d'exploiter la manne de données numériques de l'usine 4.0. Conclusion : pour être utile au contrôle-commande de procédé, la thermométrie se doit d'être non intrusive et compatible avec les techniques de numérisation.



05a



05b

**Avantages de la mesure non intrusive**

L'innovation ABB, avec des capteurs à même de fournir des données pertinentes et de qualité, sans perturber la production, permettra à l'industrie de transformation de maximiser les atouts du numérique. En évitant de percer la conduite, l'instrumentation non intrusive réduit notablement les coûts et délais d'installation, a fortiori s'il s'agit de capteurs sans fil et auto-alimentés (par batterie ou récupération d'énergie) [5]. Ces avantages ont pour contrepartie la nécessité de très bien connaître le comportement thermique de l'instrument, le milieu à mesurer et les raccords de procédé.

**Deux approches**

Principal obstacle à la réalisation d'une mesure non intrusive : l'influence du milieu ambiant sur la précision et le temps de réponse. Le passage d'un fluide dans une conduite, à une température moyenne  $T_m$ , peut engendrer un champ thermique non négligeable sur tout le parcours du flux, la paroi de la conduite, l'isolation et l'air ambiant.

**Deux cas se présentent :**

1) La température  $T_p$  de la surface externe de la conduite coïncide exactement avec  $T_m$  (situation qui vaut pour les écoulements aqueux dans pratiquement tous les cas d'usage rencontrés) : on peut donc installer le point de mesure sans rien savoir des paramètres du procédé ou de la conduite. Un premier algorithme de compensation calcule  $T_p$ , uniquement à partir des caractéristiques internes du dispositif ;

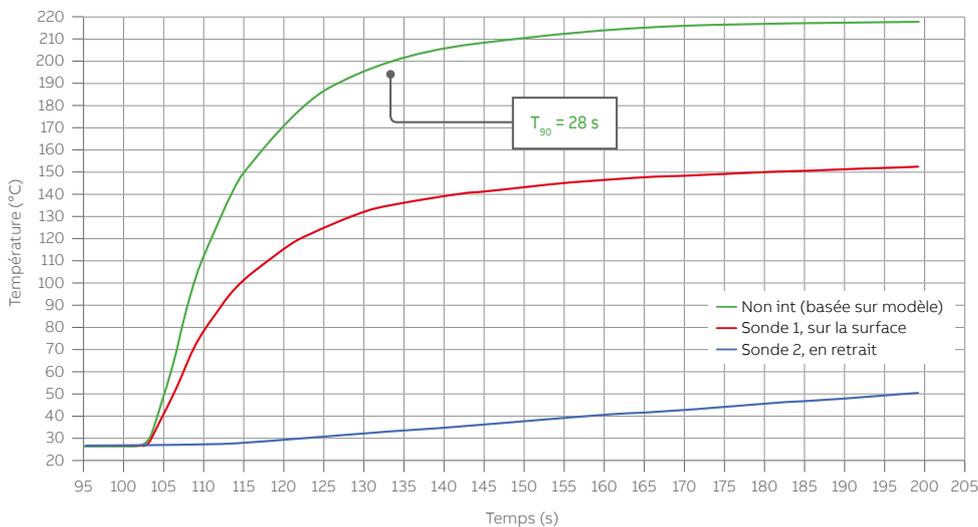
2) Pour les liquides présentant une plus grande viscosité ou une moindre conductivité thermique (certaines huiles, par exemple), et pour les gaz,  $T_m$  peut être déduite de  $T_p$  en ligne, à l'aide d'un second algorithme auquel on aura fourni certains paramètres de la conduite ou du procédé.

**Avec ce capteur non intrusif ABB, inutile de percer la conduite ; on gagne ainsi sur les coûts et temps de montage.**

Dans les deux cas, il est primordial de calculer précisément  $T_p$ , donc d'exécuter le premier algorithme. Dans un montage simple, celui-ci se base sur les signaux délivrés par :

- une première sonde, placée au plus près de la surface de la conduite ;
- une deuxième sonde « de référence », éloignée d'une distance  $d$  de la surface de la conduite.

Nous verrons ci-après comment la conception du dispositif et le positionnement des deux sondes influent sur la qualité de la mesure.



—  
06 Réponse du capteur ABB et de son système de mesure basé sur modèle à une hausse échelonnée de la température de 25 °C à 220 °C

—  
07 Plate-forme d'essai au centre de recherche ABB de Ladenbourg (Allemagne)



07

### Logique de conception

Selon un principe éprouvé, la température d'une surface peut être déduite de la mesure de deux points situés à proximité, en connaissant la résistance thermique de leur connexion. En pratique, cette méthode peut s'avérer très lente à cause de la vitesse finie des ondes de chaleur sur le trajet thermique.

—  
NiTemp est constitué de deux thermosondes à tige de 3 mm de diamètre, couplées de façon à garantir la précision thermodynamique.

Ce qui s'illustre mathématiquement par l'équation de la chaleur à une dimension, dans un matériau homogène :

$$\partial_t T = \alpha \partial_x^2 T$$

Les exemples numériques ci-dessous s'appuient sur une barre en acier inoxydable de section quadratique  $A = 1 \text{ cm}^2$ , et de longueur et constante de diffusion :

$$L = 1 \text{ m}, \alpha \approx 4,08 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Il importe ici de chauffer par échelon une extrémité de la barre, par exemple à  $x = 0$ , jusqu'à  $T_0 = 80 \text{ °C}$ , la barre étant initialement en équilibre à  $T_L = 20 \text{ °C}$ , ce qui correspond également à une condition aux limites de Dirichlet à  $x = L$ .

À l'évidence, la barre épousera au fil du temps un profil de température linéaire. L'évolution du champ thermique est donnée par :

$$T(t, x) = T_0 - T_L \cdot x/L + f(t, x)$$

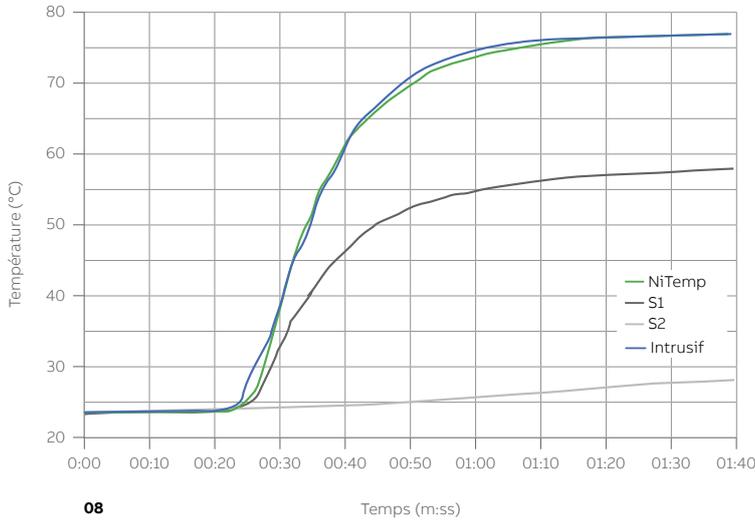
$f$  étant la partie décroissante, et  $f(0, x)$  pouvant être décomposée en série de Fourier pour déterminer son comportement dans le temps. Sachant que  $f(0, 0) = f(0, L) = 0$ , du fait des conditions aux limites, seules les composantes sinusoïdales de longueur d'onde  $\lambda = m \frac{L}{2}$  sont prises en compte, avec les décroissances correspondantes :

$$f(t, x) = \sum_{m=1}^n 2 \frac{A}{\pi m} \sin\left(\frac{\pi m x}{L}\right) e^{-\frac{\alpha \pi^2 m^2 t}{L^2}}$$

Ce résultat analytique est tracé en →2.

Les temps de relaxation pour les points situés à environ 1 m de l'extrémité gauche sont de l'ordre d'un jour, tandis que les points proches de la surface atteignent bien plus vite leur équilibre.

Ces calculs numériques sont fondamentaux pour concevoir un système de mesure non intrusive.



### Performance de l'algorithme suivant l'emplacement des capteurs

Supposons la sonde primaire placée à 0,01 m de l'extrémité chauffée de la barre et la sonde de référence décalée à 0,001 m, 0,01 m, 0,1 m et 1 m. Le signal modélisé est calculé à partir de ces signaux primaire et de référence [5].

—  
La mesure non intrusive promet de remplacer un grand nombre de dispositifs intrusifs dans les installations nouvelles ou modernisées.

Classiquement, les dérivés de temps du signal de mesure servent à inverser le retard du transfert du signal de conduction thermique et à diminuer les temps de réponse. Toutefois, l'amplification du bruit peut être problématique. En comptant sur l'analyse et la simulation du comportement dispersif ou dissipatif de l'équation de la chaleur, un traitement du signal sans dérivées suffit dans la pratique si la sonde de référence est correctement placée.

La convergence de mesure s'accélère fortement en rapprochant la sonde de référence de la surface →3. D'où l'importance de l'installer au plus près de la sonde primaire.

### Construction

Le capteur NiTemp est constitué de deux thermosondes à tige de 3 mm de diamètre →4, couplées de façon reproductible pour garantir la précision thermodynamique de la mesure. Seule la sonde primaire est plaquée sur la surface de la conduite.

### Validation

La précision et la stabilité de la mesure ont été évaluées à différentes températures ambiantes →5a, à l'aide d'un bloc d'aluminium chauffé, l'ensemble du dispositif étant placé dans une enceinte climatique. Une sonde à résistance Pt100, collée sur la surface, en mesure la référence de température. L'exactitude de NiTemp avoisine  $\pm 1^\circ\text{C}$  en cas de fortes variations de température ambiante →5b.

Le temps de réponse indicielle de cette configuration est déduit du comportement observé lorsque le capteur est exposé à une fonction échelon de température, par exemple en le mettant en contact avec une surface chaude à un instant donné →6.

Le temps de réponse mesuré à  $T_{90}$  est d'environ 28 s, surclassant la réactivité de la mesure intrusive classique.

Voyons maintenant comment NiTemp rivalise avec un capteur intrusif installé en parallèle dans le même procédé. ABB a pour cela étudié le comportement des deux instruments quand se produit un changement d'échelon de température dans une conduite →7.

Un ballon d'eau est chauffé à près de  $80^\circ\text{C}$ , à une température ambiante d'environ  $23^\circ\text{C}$ . La conduite d'essai, de diamètre DN80, est fermée à chaque extrémité par un clapet à billes. On actionne une pompe pour forcer l'arrivée d'eau chaude ; le clapet d'admission s'ouvre rapidement à un instant précis, laissant l'eau s'écouler dans la conduite à la vitesse d'environ 1 m/s.

La conduite est équipée du dernier cri de la mesure de température intrusive avec puits thermométrique à paroi mince. Le capteur non intrusif, pour sa part, est décalé de 20 cm et clipsé sur la conduite.

Le temps de réponse des deux dispositifs à l'échelon de température du milieu dans la conduite →8 montre une concordance des courbes thermométriques. Et surtout, un écart tel que

$$T_{non\ int} - T_{int} < 1^\circ\text{C}.$$

En pratique, tous les écarts à décroissance lente sont insignifiants et ne pénalisent pas la mesure.

— 08 La réactivité de la mesure NiTemp équivaut à celle de l'instrumentation intrusive.

— 09 Dérivé de mesure relative  $(T_{\text{surface}} - T_{\text{milieu}}) / (T_{\text{ambiante}} - T_{\text{milieu}})$  pour l'eau (en haut, à gauche) et le pétrole brut (en bas, à gauche) ; la zone en contact direct avec NiTemp montre un faible écart (en haut, à droite pour l'eau ; en bas, à droite pour le pétrole).

#### Bibliographie

[1] De Caigny, J., « NOA – NAMUR Open Architecture », disponible en ligne sur : [https://www.namur.net/fileadmin/media\\_www/fokusthemen/NOA\\_Homepage\\_EN\\_2018-06-20.pdf](https://www.namur.net/fileadmin/media_www/fokusthemen/NOA_Homepage_EN_2018-06-20.pdf), novembre 2017.

[2] Groupe de projet « Technologie-Roadmap, Prozesssensoren 4.0 », *Thesen und Handlungsfelder*, VDI/VDE-GMA/NAMUR, novembre 2015.

[3] Merlin, T., Decker, A., Gebhardt, J., Johansson, C., « Précision absolue : mesure non intrusive de la température dans une distillerie de vodka », *ABB Review*, 4/2015, p. 62–67.

[4] Norme ASME PTC 19.3 TW-2016, *Thermowells* (calcul de puits thermométriques).

[5] Wildermuth, S., Decker, A., Gebhardt, J., Merlin, T., Schwanzler, H., « Non-invasive, energy-autonomous, and wireless temperature sensor for the process industry », *IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, 2016.

Sans oublier que la réglementation industrielle impose aujourd'hui de recourir à des puits thermométriques massifs. Dans ce cas, les capteurs intrusifs afficheront un temps de réponse plus long que celui observé dans l'expérience ABB [3].

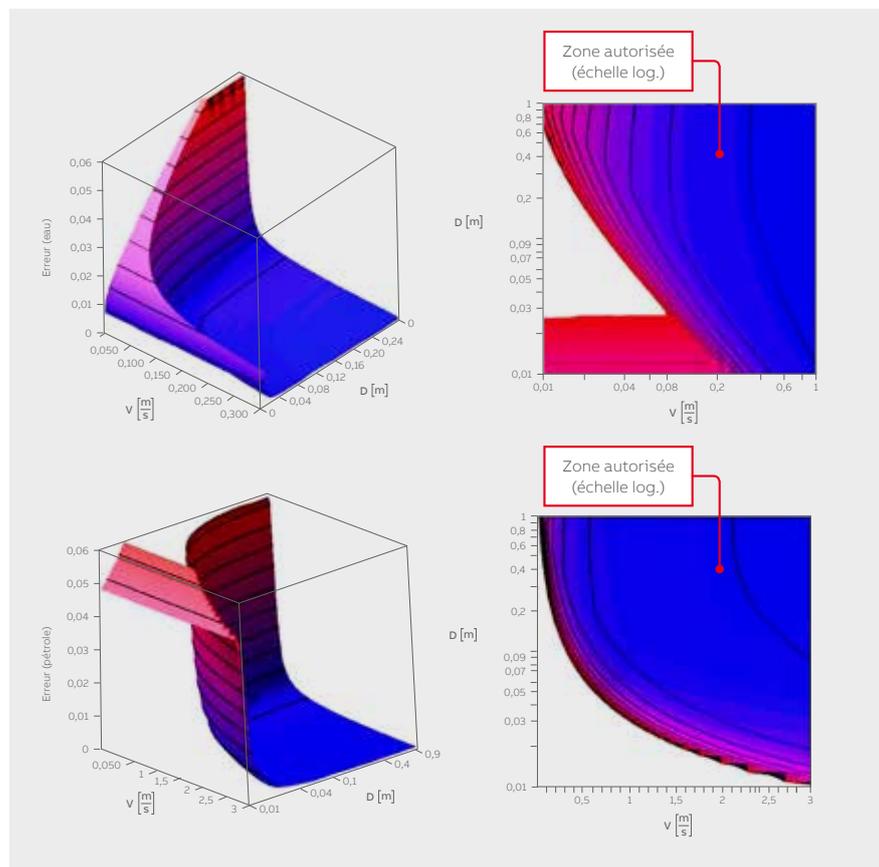
## La mesure de température non intrusive d'ABB permettra aux industriels de l'agroalimentaire et de la pétrochimie d'être à l'avant-garde de l'automatisation 4.0.

### Réalisations et perspectives

Les résultats expérimentaux et les prédictions physiques d'ABB prouvent que la thermométrie non intrusive peut parfaitement concurrencer les techniques intrusives dans les applications où  $T_m \approx T_p$  et si la surface de la conduite est correctement mesurée : le capteur NiTemp fait alors merveille.

Ce dispositif ABB à base de modèle trouve une multitude d'applications, en particulier dans les procédés mettant en œuvre des solutions aqueuses, même à de faibles vitesses d'écoulement, mais aussi des fluides huileux ou gazeux. On peut calculer les écarts attendus et les comparer aux résultats de cas d'usage acceptables, pour l'eau et le pétrole brut par exemple →9.

La mesure non intrusive promet de remplacer un grand nombre de dispositifs intrusifs dans les installations nouvelles ou modernisées. Son exactitude et sa réactivité, doublées d'une sécurité renforcée, de coûts réduits et d'une logistique délestée du puits thermométrique, faciliteront et optimiseront l'acquisition de grandes quantités de données de production. ABB pousse encore plus loin l'innovation avec le lancement en 2019 d'un capteur sans fil, dans le cadre de son offre de services connectés. Les données process pourront ainsi gravir tous les échelons de la pyramide de l'automatisation (mesure et analyse, production et gestion), permettant aux industriels de l'agroalimentaire et de la pétrochimie, entre autres, de tirer pleinement profit de l'usine 4.0. ●



PRODUCTIVITÉ CONNECTÉE

# Bus en boucle et ASI statiques : l'architecture ABB des applications stratégiques

Avec sa nouvelle architecture de bus en boucle et ASI statiques, ABB entend fiabiliser à moindre coût l'alimentation électrique des charges sensibles. Cette innovation peut se déployer à loisir, en multipliant le nombre d'unités déportées, sans limite de distance.



**Silvio Colombi**  
ABB Electrification  
Products  
Quartino (Suisse)

[silvio.colombi@ch.abb.com](mailto:silvio.colombi@ch.abb.com)

Les installations stratégiques (datacenters, sites industriels sensibles) exigent une alimentation électrique stable, continue et pérenne. Les progrès accomplis dans ce domaine visent à maintenir ou à améliorer la qualité, la disponibilité et la fiabilité de la fourniture tout en réduisant les coûts d'exploitation (équipements, maintenance, énergie).

L'efficacité énergétique constitue souvent un axe majeur d'innovation sur le marché des ASI, au même titre que la fiabilité et la maintenance préventive. Un meilleur rendement de conversion peut faire fondre la facture d'énergie : un gain de 1 % par mégawatt de puissance installée (à 0,15 dollar/kilowattheure, par exemple) se traduit par 13 000 dollars d'économies à l'année et un allègement du poste refroidissement !

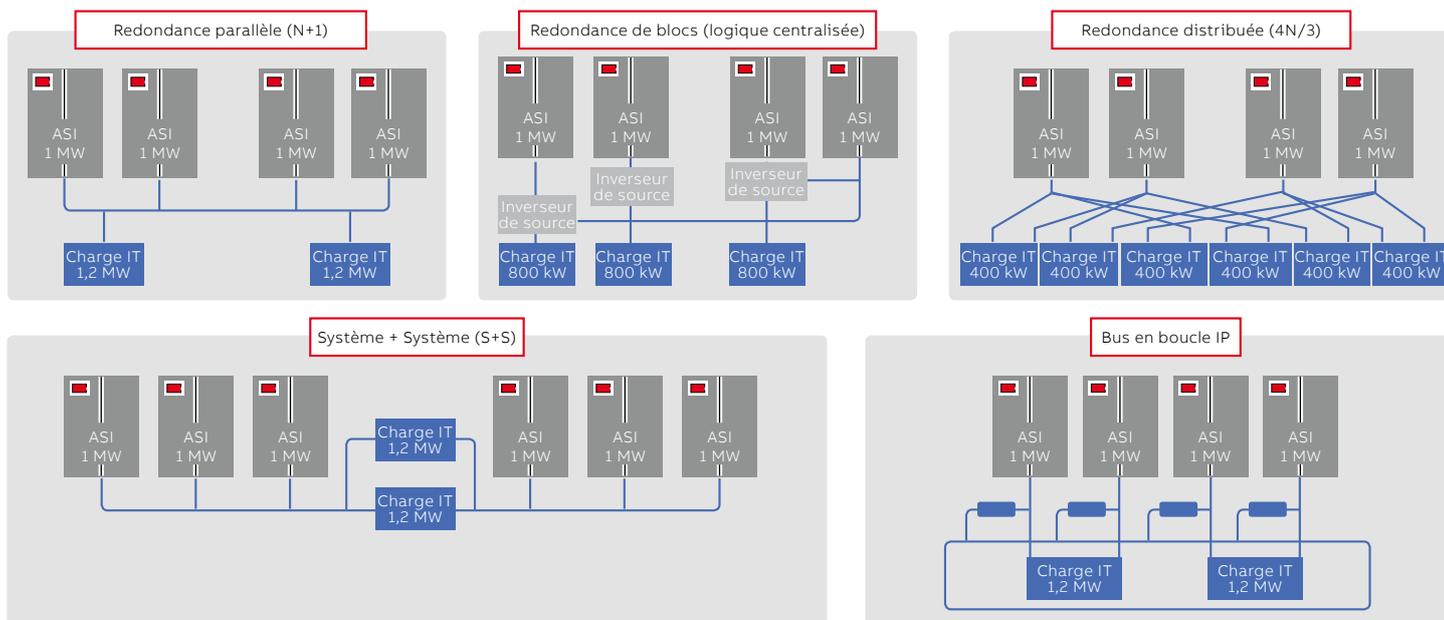
Parfaitement conscient des besoins de ses clients, ABB explore toutes les pistes de progrès pour maximiser l'efficacité de son offre produits, et ce dès la conception. De la sélection des composants au choix de l'architecture du système, en passant par la topologie et les modes de fonctionnement des convertisseurs, la nouvelle configuration ABB de bus en boucle avec ASI statiques répond à ces enjeux.

## Typologie et évolution

Pour accroître la fiabilité et la disponibilité de l'alimentation des charges sensibles, les ingénieurs ont mis au point une grande variété de configurations d'ASI : architecture parallèle redondante (N+1), redondance de blocs (avec module ASI « directeur » et logique centralisée), redondance distribuée (4N/3), système plus système (S+S). Chacune a ses avantages et ses limites. L'architecture de bus en boucle isolé ou « iso-parallèle » (IP) s'est jusqu'ici cantonnée aux

—  
**ABB est le seul fournisseur d'architecture de bus en boucle avec ASI statiques.**

systèmes d'ASI dynamiques rotatives, du fait principalement des difficultés techniques que posent leurs concurrentes statiques, à savoir une tenue limitée au courant de défaut et, en sortie d'ASI, le renvoi potentiel d'énergie sur le circuit continu intermédiaire. Des obstacles néanmoins levés avec une première version de bus en boucle avec ASI statiques, commercialisée en 2014, suivie d'autres variantes en 2015. ABB reste à ce jour le seul offreur de cette topologie.



Gestion de la complexité	Nombre d'ASI	Évolutivité	Maintenance parallèle	Performance	
Aucun point unique de défaillance	Tolérance aux pannes	Fiabilité	Mise en parallèle des protections		Disponibilité
Coût d'installation	Coût énergétique	Coût de maintenance	Taux d'utilisation		CapEX OpEX

01

— 01 L'analyse de critères comme la gestion de la complexité, le nombre d'ASI, etc. permet de trouver le bon compromis entre performance et fiabilité.

Si ces configurations d'ASI augmentent fortement la puissance disponible, elles font aussi grimper les coûts ! Les exploitants de datacenters, par exemple, sont alors obligés de soupeser une multitude de critères pour arbitrer entre performance, disponibilité et dépenses d'investissement (CapEX) et de fonctionnement (OpEX) →1.

**Partager la charge**

Dans une topologie de bus en boucle comportant quatre ASI statiques et deux systèmes informatiques (IT) à double alimentation →2, chaque ASI est en mesure de fournir sa charge locale et de transférer au bus l'énergie active et réactive par l'intermédiaire d'une self. L'objectif est de partager les charges de manière égale entre ASI, sans avoir besoin d'échanger des commandes de statisme (réglages fréquence/puissance active et tension/puissance réactive). Cette configuration permet de multiplier

les unités, sans limite de distance, et de répartir entre elles la totalité de la charge, même sur des boucles d'envergure. Dans les grands systèmes bâtis sur d'autres topologies, les blocs d'ASI se heurtent aux limitations de courant des disjoncteurs basse tension. Les selfs du bus sont indispensables au partage sans fil de la charge car elles rendent l'impédance inductive.

— La boucle faisant office de dérivation, inutile de synchroniser les entrées ou de mettre en parallèle les appareils de coupure.

Si la seconde charge informatique à double alimentation est plus faible, les deux premières ASI injectent de la puissance active dans la boucle, tandis que les troisième et quatrième prélèvent du réactif. Résultat : la charge est équitablement répartie sur les quatre unités. En régime permanent, la fréquence de toutes les ASI est égale et le déphasage entre les différentes valeurs de tension dépend du signe et de la quantité d'énergie active échangée avec le bus. Si les charges sont parfaitement équilibrées et toutes les ASI opérationnelles, rien ne transite par les selfs.

**Isoler les défauts**

Les selfs du bus en boucle sont tout aussi essentielles à l'isolation des défauts qui peuvent survenir en tout point du système, en sortie d'ASI comme sur le bus →3. Or aucun point unique de défaillance ne doit pouvoir causer de chute partielle ou totale de la charge. Le pire scénario est un court-circuit phase-phase sur le bus ; chaque ASI doit délivrer un courant de défaut par sa self tout en alimentant sa charge critique. Même pendant un défaut, il faut que la qualité de

—  
 L'architecture autocatrisante ABB est insensible à un premier défaut et assez robuste pour endurer les perturbations suivantes.

la fourniture reste dans l'enveloppe de tension prescrite ; cette dernière est indissociable des temps de détection et d'isolation du défaut. Quand on utilise des relais et des disjoncteurs classiques, les temps de détection et d'isolation sont respectivement d'un demi-cycle et de deux cycles. Dans pareil cas, et durant un court-circuit phase-phase sur le bus, le courant de sortie de l'ASI doit rester à la frontière du régime de limitation de courant de l'onduleur. Ce critère détermine l'inductance minimale de la self. En cas de défaut sur la sortie d'une unités (A), les autres unités sont alors découplées par l'intermédiaire de deux selfs : un bien meilleur scénario !

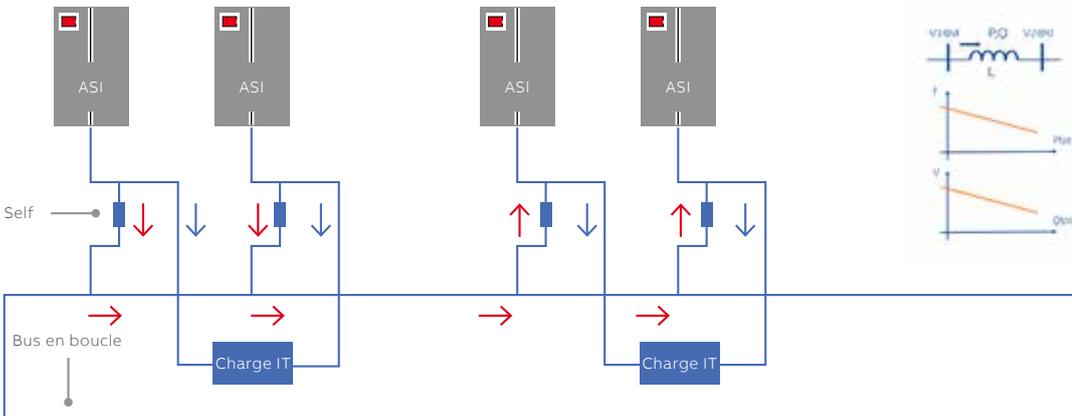
**Protéger la boucle**

Pour localiser et isoler les défauts (par déclenchement de dispositifs de coupure), chaque ASI comporte plusieurs disjoncteurs (notés *B<sub>IL</sub>*, *B<sub>B1</sub>*, *B<sub>CI</sub>*, *B<sub>LI</sub>*, *B<sub>RCL</sub>*, *B<sub>RLL</sub>*, *B<sub>RRI</sub>*), relais et logiques associées →4. Les temps de détection et d'isolation de défaut, d'un demi-cycle et de deux cycles pour des disjoncteurs et relais classiques, diffèrent selon les protections.

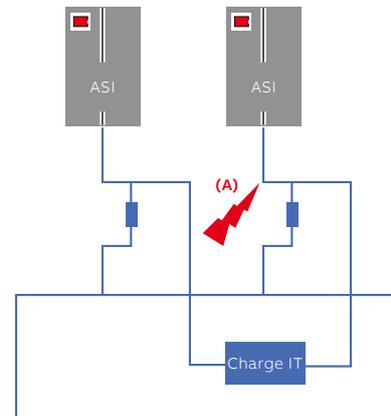
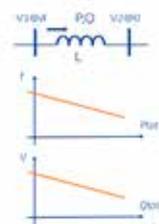
**Contourner par la boucle**

Même si l'erreur humaine reste la première cause de défaillance d'un datacenter, il est impossible d'éliminer tous les défauts. Seule parade : une excellente tolérance aux pannes.

Le disjoncteur de contournement de la self *B<sub>B1</sub>* sur une ASI en défaut ou en maintenance évite la chute de tension correspondante et améliore ainsi la qualité de l'onde électrique sur la charge locale. La boucle constituant le circuit de dérivation, inutile de synchroniser les entrées ou de mettre en parallèle les appareils de coupure ; les disjoncteurs et relais confèrent au système d'ASI une remarquable tolérance aux pannes. Cette architecture autocatrisante ABB est non seulement insensible à un premier défaut, mais aussi assez robuste pour endurer les perturbations suivantes.

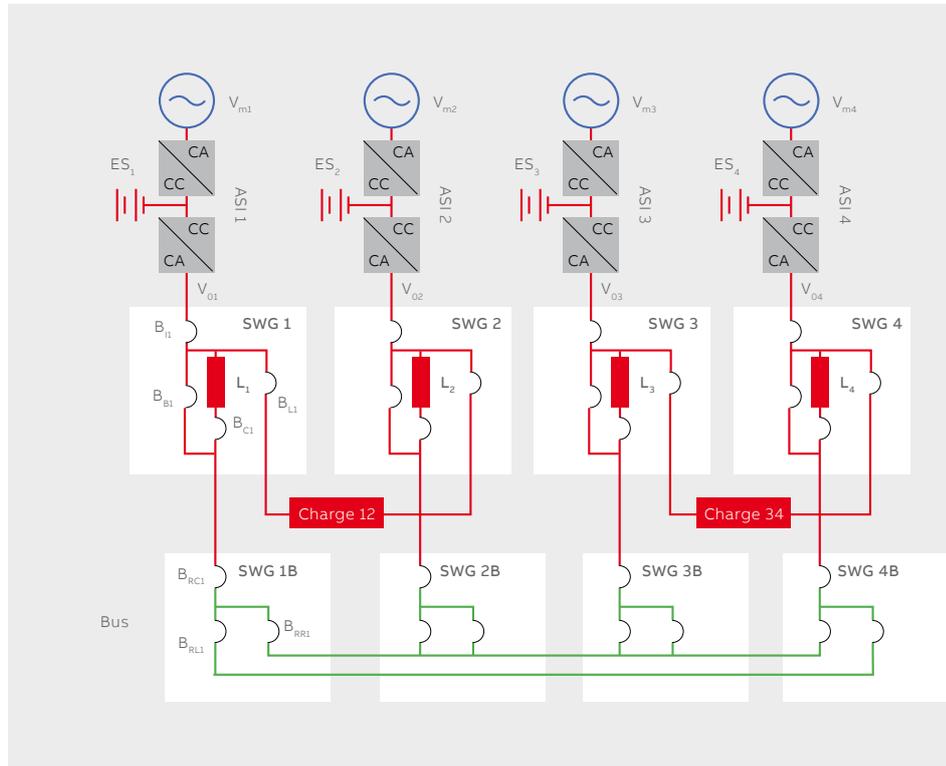


02



03

- 02 Architecture de bus en boucle avec partage égal de la charge
- 03 Exemple de découplage d'ASI sur défaut, en sortie d'ASI (A) et sur le bus (B)
- 04 Protection du bus et contournement



04

**Mesurer la performance**

La charge dicte les exigences de qualité de l'énergie ; dans un datacenter, il s'agit des serveurs ou, plus précisément, de leurs alimentations. Ces exigences définissent la zone de fonctionnement et empêchent l'arrêt des équipements ; elles peuvent varier selon les alimentations utilisées.

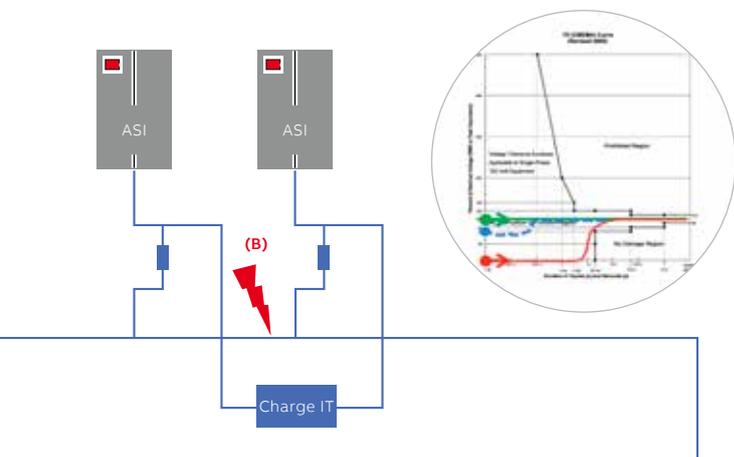
Sur apparition d'un défaut, on observe d'abord un temps  $\times$  de « tolérance » (en millisecondes) à partir du moment où l'onde commence à se déformer, puis on mesure la tension (en valeur efficace) du cycle suivant, laquelle doit être supérieure à  $\gamma$  % de la tension nominale. si l'on applique la courbe de performance ITIC/CBEMA à une tension nominale

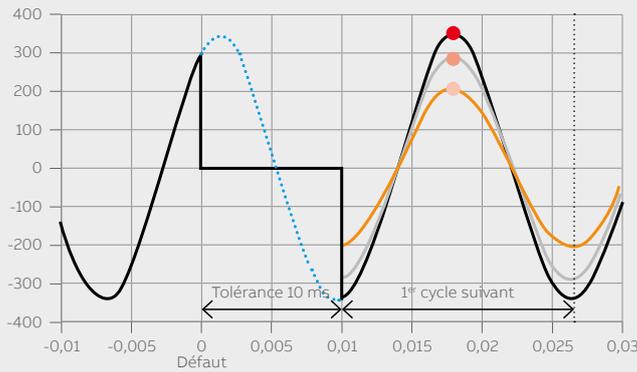
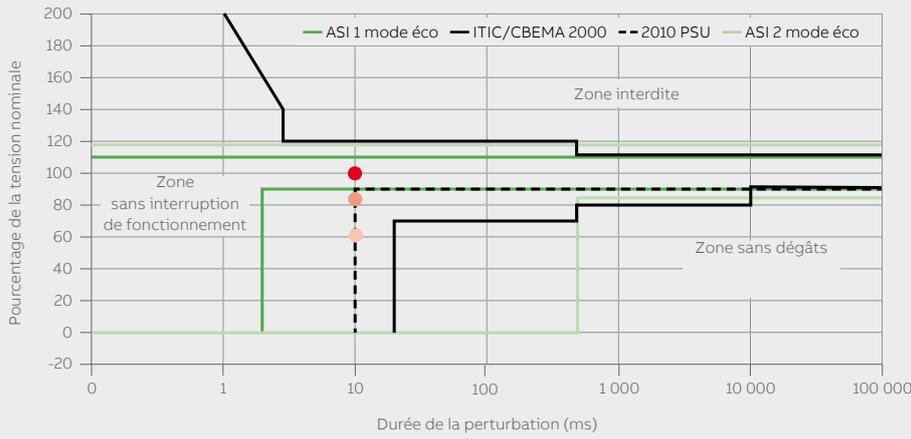
de 240 V, on obtient la tolérance minimale de 168  $V_{eff}/20$  ms, soit 70 % de  $V_{nom}$  sur le premier cycle, 20 ms après l'apparition du défaut  $\rightarrow$ 5.

La configuration de l'alimentation et son enveloppe de tension sont des critères de choix décisifs pour les exploitants de datacenter.

La configuration de l'alimentation, et surtout l'enveloppe de tolérance de tension applicable en toutes circonstances, même dans le pire cas, sont des critères de choix décisifs pour les exploitants de datacenter.

Le taux d'utilisation est lié à l'enveloppe de tension : il est d'autant plus faible que l'enveloppe est étroite. Un taux supérieur à 80 % sur une courbe CBEMA de 70 %-20 ms peut chuter à 60 % pour une enveloppe de 86,5 %-10 ms. En théorie, une alimentation qui permettrait, par sa conception, d'éliminer les défauts sur le bus ferait grimper le taux d'utilisation. Une ambition pourtant irréaliste.





● 100 % ● 85 % ● 60 %

CBEMA : 70 %-20 ms

2010 PSU : 90 %-10 ms

Client z : 86,5 %-10 ms

En général : y %-x ms

05

**Fonctionnement, validation et performance**

Quand une ASI est découplée du réseau pour cause de maintenance ou de défaut →6, l'ASI à double alimentation fournit les charges et les autres ASI équilibrent le flux de puissance. En régime permanent, le courant circule de la boucle à un côté de la charge via le disjoncteur de dérivation  $B_{Bz}$ , alors que sur apparition d'un défaut, il traverse la première self  $L_z$ , qui est ensuite contournée →4.

Si le système comporte une charge non équilibrée →7, la seconde charge à double alimentation est plus faible : les ASI 3 et 4 doivent injecter de la puissance dans la boucle, et les ASI 1 et 2 en prélever. La charge globale est alors avantageusement partagée par les quatre ASI.

**Développement**

Fort de cette innovation, ABB a lancé un programme de développement qui a donné lieu à quelques brevets et à la construction d'un petit banc d'essais pour vérifier les hypothèses

de partage de charge sans fil. Premier jalon : le Groupe a conçu un système grandeur nature de 4 ASI de 200 kW à Riazzino (Suisse) et un autre de 4 ASI de 1000 kW à Plano (Texas, États-Unis) →8.

En s'appuyant sur une interface complète, avec synoptiques d'état des disjoncteurs, ASI et grandeurs d'intérêt, le système ABB est très fonctionnel.

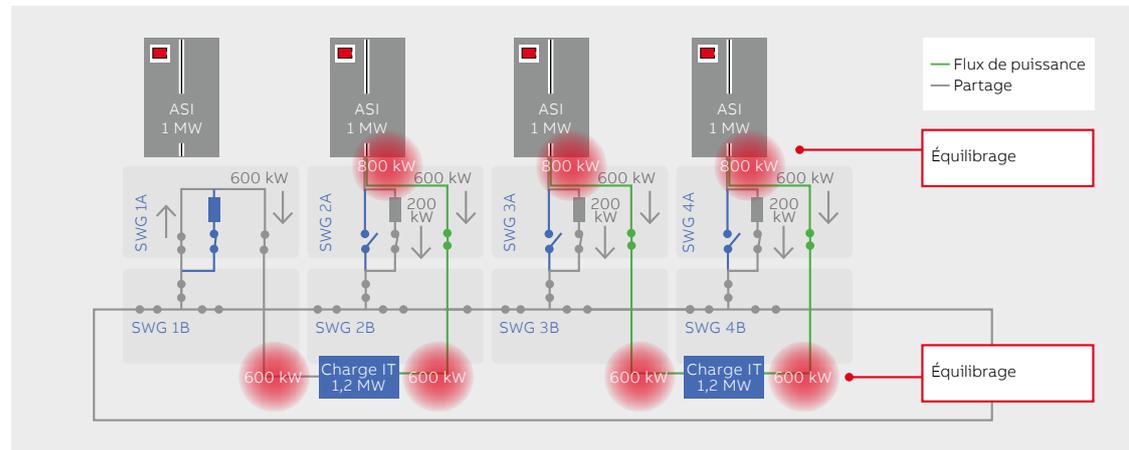
Entièrement équipées (modules ASI, selfs, disjoncteurs, relais, alimentations, etc.), ces plates-formes d'essai ont joué un rôle clé en phase de développement et servent encore aujourd'hui à promouvoir l'architecture de bus en boucle auprès des clients et des ingénieurs conseils. Elles s'appuient sur une interface complète, avec synoptiques d'état des disjoncteurs, ASI et grandeurs électriques d'intérêt, pour constituer un système ABB très fonctionnel.

— 05 Mesure de performance sur la base d'une enveloppe de tension et de critères bon/mauvais : en mode éco, l'ASI 1 remplit les exigences, mais pas l'ASI 2 ; les tolérances 2010 PSU sont plus serrées que celles de l'ITIC/CBEMA 2000.

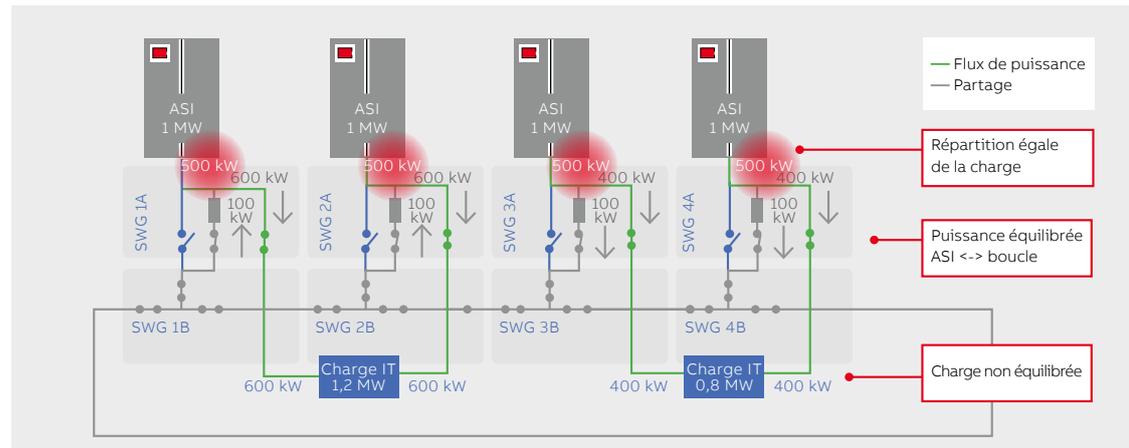
— 06 Fonctionnement du système avec une ASI mise hors ligne pour maintenance ou défaut

— 07 Fonctionnement du système avec charges non équilibrées

— 08 Aperçu du centre d'essais grandeur réelle d'ABB à Plano (Texas, États-Unis)



06



07

Autre avancée : la modélisation complète du système, à l'aide d'un logiciel de simulation des transitoires qui analyse les performances en régime de défaut, les déphasages de charge et le transfert de puissance sur des boucles de toutes tailles. ABB a développé d'autres modèles pour évaluer et comparer la fiabilité du bus en boucle et celle d'architectures connues, confirmant la supériorité de la configuration IP, grâce à l'absence quasi totale d'interactions entre ASI. En effet, les ASI ne communiquent pas entre elles ; les seuls échanges « électriques » se font par les selfs ultrafiabiles du bus.

Les résultats obtenus lors d'un essai de court-circuit phase-phase sur le bus de 4 ASI sont probants →9. Le critère bon/mauvais utilisé dans la pire situation est une enveloppe de tension de 86,5 %–10 ms, soit une tension efficace de 203,3 V pour une tension nominale de 235 V. Chaque ASI de 1 MW est chargée à 600 kW. Dans ce cas, les tensions V1, V2 et V3 sur la charge critique en aval (canaux 1, 3 et 5) affichent des valeurs efficaces de 218,2, 205,4 et 230,6 V, dans une fenêtre de mesure après défaut de 10 ms. Le taux d'utilisation atteint 60 % : un excellent score !



08

—  
09 Résultats expérimentaux sur un bus de 4 ASI en défaut de court-circuit phase-phase

—  
10 Comparatif ASI rotatives/ASI statiques



09

**Rotatives ou statiques ?**

Le bus en boucle ABB avec ASI statiques à double conversion a clairement l'avantage sur son équivalent à ASI rotatives →10 : l'investissement initial et le budget de maintenance sont minorés, alors même que la charge est mieux protégée.

—  
**ABB détient plusieurs brevets sur la technologie de bus en boucle et ses nouveaux concepts.**

**Comparaison avec les architectures connues**

Cette nouvelle architecture ABB est plus fiable que les autres solutions, mais aussi moins coûteuse en matériel (moins d'unités) et en installation. Son fonctionnement est écoproformant et son rendement optimal ; le coût global de possession s'en trouve réduit.

L'autocicatrisation du bus a aussi ses avantages :

- Excellente tolérance aux pannes ;
- Aucun point unique de défaillance ;
- Nombre réduit de modules ASI ;
- Taux d'utilisation supérieur pour une puissance câblée inférieure ;
- Extension simple et sûre ;
- Utilisation optimale des dispositifs de coupure ;
- Maintenance en parallèle pour les équipements à chemin critique ;
- Absence de communication entre ASI ;
- Nombre d'ASI et distance entre modules illimités ;
- Répartition de la charge totale sur l'ensemble des modules ;
- Pas de synchronisation des entrées ;
- Pas de mise en parallèle des appareils de coupure ;
- Possibilité de limitation du courant de défaut.

**ABB en tête**

Le Groupe détient à ce jour plusieurs brevets sur cette architecture de bus, qui couvrent aussi bien les réalisations actuelles que de nouveaux concepts visant à optimiser le coût, la faisabilité et la viabilité de la solution. Ces progrès en matière de fiabilité et d'efficacité énergétique confirment ABB dans son rôle de pionnier et d'innovateur pour doter ses clients du meilleur de la technologie. Son bus en boucle avec ASI statiques en est la parfaite illustration. ●

Bus en boucle classique avec ASI rotatives	Bus en boucle ABB avec ASI statiques
ASI fonctionnant en interaction avec le réseau.	ASI fonctionnant en double conversion.
Mode normal (réseau présent) : les charges sont alimentées par l'entrée CA, la tension étant éventuellement régulée par la machine synchrone.	Mode normal (réseau présent) : les charges sont déconnectées de l'entrée CA.
Une seule source commune nécessaire	Plusieurs sources utilisables (de différentes amplitudes, fréquences ou phases, p. ex.)
Mode normal (réseau présent) : pas de partage actif de la charge ni commandes de statisme	Modes normal (réseau présent) et autonome : partage équitable de la charge globale entre les différentes ASI avec commandes de statisme
La puissance de court-circuit élevée (15 In typ.) autorise de petites selfs (0,2-0,3 pu, p. ex.).	La puissance de court-circuit limitée (2,2 In typ.) impose de grosses selfs (0,6-0,9 pu, p. ex.) et une stratégie de limitation de courant spécifique.
Le renvoi de puissance active sur le bus ne pose pas de problème.	Le renvoi de puissance active sur le bus doit être évité par des commandes spéciales.
Pas besoin de puissance réactive	Partage de puissance réactive

PRODUCTIVITÉ CONNECTÉE

# Nouveaux disjoncteurs Tmax XT d'ABB

Un disjoncteur capable de dialoguer avec votre smartphone et des outils d'analyse situés dans le Cloud ? Aussi incroyable que cela puisse paraître, c'est précisément ce que permet le nouveau disjoncteur en boîtier moulé basse tension SACE Tmax XT.



**Eumir Rizzi**  
ABB Protection and  
Connection, Electrification  
Products  
Bergame (Italie)

eumir.rizzi@it.abb.com

Capable de couper des courants compris entre 160 et 1600 A, le disjoncteur SACE Tmax XT bat le double record de la précision de déclenchement électronique et de la compacité, surclassant la concurrence mondiale en matière de performance, de protection et d'exactitude de mesure. Il reprend la logique, les fonctionnalités et les interfaces de l'Emax 2, qui fut en son temps le premier disjoncteur à air basse tension « communicant » d'ABB. Cette architecture unifiée, que le Groupe est seul à proposer sur toute sa gamme de disjoncteurs, est gage de qualité et de rapidité d'installation, mais aussi de fiabilité accrue grâce à la connectivité intégrée Bluetooth et Ekip Com pour la communication avec des appareils nomades.

Tout utilisateur de smartphone, tablette ou ordinateur peut ainsi accéder en temps réel aux outils d'analyse hébergés dans le Cloud ABB Ability™. L'exceptionnelle précision de mesure

du Tmax XT facilite la surveillance des appareils et aide à identifier les gisements d'économies. Le disjoncteur embarque un régulateur de puissance évolué qui permet de réduire jusqu'à 20 % la consommation d'énergie.

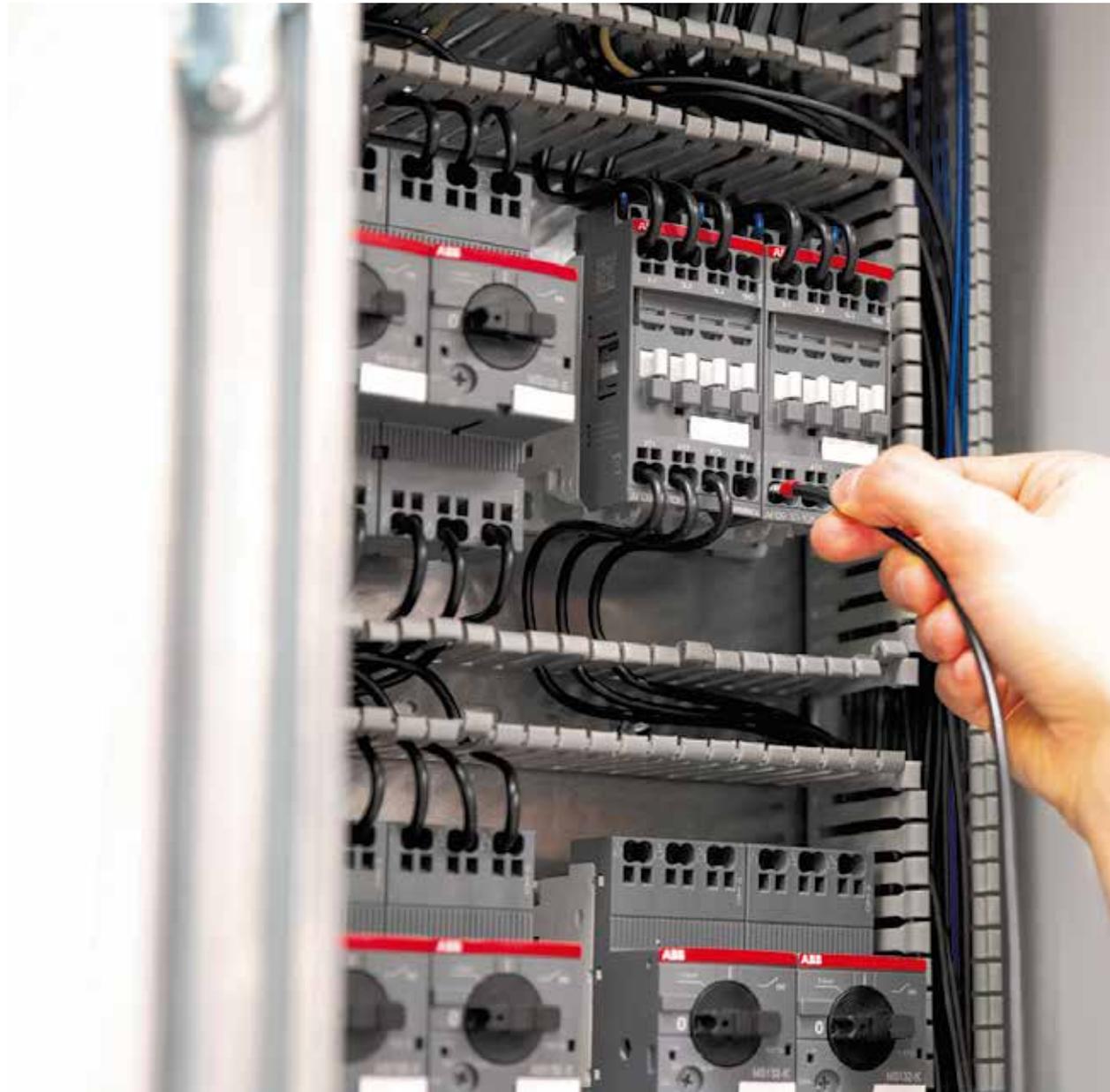
Les disjoncteurs SACE Tmax XT coupent des courants de 160 à 1600 A.

Cerise sur le gâteau, la mise à niveau de l'appareil est on ne peut plus simple : pour la première fois, il est possible de télécharger de nouvelles fonctionnalités directement depuis le portail ABB Ability Marketplace™, qui propose plus d'une cinquantaine de fonctionnalités de protection, de mesure et d'automatisation. ●





# Entraînement et conversion



# ents

# sseurs

Pour une innovation, le baptême du feu est généralement l'heure de vérité : la solution est-elle capable de construire ou de réparer un système ? L'engrenage ou le palier fonctionne-t-il correctement ? Les solutions ABB mettent les dernières avancées technologiques à la portée des clients.

- 64 Nouveau capteur sans fil pour le suivi d'état des paliers
- 68 Raccordement direct



---

ENTRAÎNEMENTS ET CONVERTISSEURS

# Nouveau capteur sans fil pour le suivi d'état des paliers

Une nouvelle solution ABB de suivi d'état sans fil des organes de roulement améliore la sécurité et éclaire la prise de décision. Les données remontées des capteurs permettent au client de connaître à distance l'état de fonctionnement du parc et de mieux planifier la maintenance. Le technicien d'intervention n'a plus à s'approcher des machines tournantes, ce qui diminue d'autant le risque d'accident.



**Michael Konruff**  
ABB Motors and Generators  
Greenville (Caroline du Sud,  
États-Unis)

michael.konruff@  
us.abb.com

Le palier prémonté est au cœur des transmissions mécaniques utilisées dans nombre d'applications comme la manutention et le stockage de produits céréaliers, la production agroalimentaire ou l'extraction minière. Or la défaillance de cet organe entraîne de coûteux temps improductifs à cause des pertes de production mais aussi des dégâts collatéraux. Les paliers se situant souvent dans des recoins difficiles d'accès, leur inspection régulière est compliquée et fastidieuse. Pour y remédier, ABB a développé un capteur intelligent. Baptisé *Ability Smart Sensor for Mounted Bearings*, il fait partie de l'offre de services de surveillance ABB Ability Digital Powertrain pour groupes propulseurs industriels.

---

Le capteur intègre des fonctions d'analyse des données pour une identification précoce des risques de défaillance de l'équipement.

L'instrument surveille tous les paliers, quel que soit leur emplacement, et en analyse les données pour repérer et anticiper les pannes.





—  
Photo : banc d'essai de paliers présentant des défauts connus, au laboratoire d'ABB à Greenville (Caroline du Sud, États-Unis). Ces tests ont validé la performance du capteur intelligent.

### À l'écoute des clients

Même si l'instrumentation des paliers prémontés n'est pas une nouveauté pour ABB, de nombreuses inconnues subsistaient au moment de lancer ce développement. Le Groupe décida donc de sonder un large éventail de clients pour connaître leurs besoins et exigences. Responsables de maintenance, directeurs de production, distributeurs, fiabilistes,

—  
Les capteurs intelligents doivent combler la perte de compétences occasionnée par le départ à la retraite de mécaniciens hautement qualifiés.

équipementiers... plus d'une centaine d'utilisateurs furent interrogés. ABB commença par catégoriser les données recueillies en fonction des besoins exprimés, avant de valider et de hiérarchiser les demandes au moyen d'entretiens supplémentaires.

Conclusion : les clients du Groupe ont besoin d'aide pour la maintenance et le dépannage des machines équipées de paliers. Et pour cause : toute une génération de mécaniciens de maintenance expérimentés, souvent à même de diagnostiquer des anomalies sur les paliers à partir de faibles variations de niveau sonore ou de température, approche aujourd'hui de la retraite : une perte de compétences difficile à combler pour l'entreprise ! Les nouvelles recrues sont souvent très douées en informatique mais moins à l'aise avec la mécanique.

Facteur aggravant, bien des clients ne comprennent pas la technologie du suivi d'état ni ne savent en analyser les données. Externaliser cette tâche coûte très cher, sans compter que le prestataire n'est pas toujours un spécialiste des paliers. Si le suivi d'état est déjà une pratique habituelle chez certains clients, ce n'est pas le cas de ceux qui n'ont pas les moyens de formaliser l'analyse ou en trouvent le prix trop élevé.

—  
La donne a changé avec les progrès de l'électronique, de la connectivité, de la mesure, et de l'informatique dans le Cloud.

En majorité, les clients interrogés sont cependant conscients des avantages du suivi d'état pour le fonctionnement et la disponibilité des actifs. Ils sont aussi nombreux à penser que l'avènement de l'Internet des objets fera tomber les barrières qui freinaient jusqu'à présent le déploiement de ces solutions.

À l'issue de cette enquête, ABB connaissait le cahier des charges auquel devait répondre son système : facilité d'utilisation et faible coût. Rien de bien original, mais quid de la faisabilité ? Nous l'avons dit, ABB disposait déjà d'un système de capteurs pour paliers, mais qui n'emportait pas l'adhésion du marché. En quoi cette nouvelle solution était-elle différente ? Tout simplement, elle tirait parti des progrès réalisés dans les domaines de l'électronique, de la connectivité, de la mesure, et surtout du Cloud.



01



02

—  
01 Le capteur intelligent *Ability Smart Sensor for Mounted Bearings*, monté ici sur un ventilateur, assure le suivi d'état des paliers difficiles d'accès pour anticiper les pannes.

—  
02 Le même capteur, installé cette fois sur un dispositif de manutention des agrégats dans une cimenterie

### Meilleure sécurité à moindre coût

En collaboration avec ses fournisseurs, ABB a développé un nouveau capteur sans fil →1, qui fournit instantanément aux clients un bilan de santé de leurs paliers. L'industriel est alors informé de toute dégradation de performance, ce qui lui permet d'anticiper la panne et de planifier le remplacement : autant de frais en moins et de sécurité en plus !

—

Les clients sauront quand commander des pièces détachées ou comment optimiser les calendriers de maintenance et de réparation.

Grâce à sa connexion sans fil, le capteur est moins cher à installer que les solutions filaires classiques. Fini les tournées d'inspection ou la prise de mesures à la main, machine en marche ; les fonctions de diagnostic embarquées limitent l'analyse a posteriori des données d'état. De même, le technicien n'a plus besoin de s'approcher de la machine ni de jauger la température « au doigt » : la sécurité et la fiabilité s'en trouvent renforcées. À cet environnement sécurisé s'ajoute une amélioration de la prise de décision. Les informations fournies par le capteur ABB Ability permettent aux clients de déterminer l'influence des différents régimes de fonctionnement sur la durée de vie de la machine et de savoir quand commander des pièces détachées ou comment optimiser les calendriers de maintenance et de réparation.

Le dispositif se monte très facilement sur le corps du palier à l'aide d'outils courants. Les paliers de dernière génération seront modifiés pour accueillir ce nouveau capteur, qui pourra aussi s'installer sur les paliers existants moyennant un adaptateur. Il est alimenté par une petite batterie lithium-ion non remplaçable, d'une durée de vie de trois ans, et embarque des accéléromètres pour la mesure des vibrations et des sondes thermiques pour celle de la température des paliers et de l'intérieur du capteur. Le corps étanche est certifié ATEX →2.

### Grand angle ou gros plan ?

Le capteur intelligent communique par Bluetooth avec des téléphones mobiles Android ou iOS équipés de l'application *Smart Sensor Platform*, déjà utilisée pour le suivi d'état des moteurs, ou, via une passerelle, avec la plate-forme d'automatisation ABB Ability ou le système de gestion de la fiabilité du client. Ce dernier n'a plus qu'à se connecter à l'interface ABB Ability pour vérifier l'état des paliers ou des moteurs. Différentes options d'affichage des relevés vibratoires et thermiques s'adaptent au niveau de compétences des techniciens fiabilistes du client. L'application mobile donne un aperçu de l'état du parc par code couleur et quelques informations succinctes sur les mesures de température et de vibration. À l'utilisateur chevronné qui souhaiterait en savoir plus, l'interface ABB Ability offre la possibilité de consulter les courbes de tendance et d'extraire les données pour les analyser soi-même.

Le microprocesseur embarqué exécute des algorithmes pointus de détection des défauts, développés par ABB. Des essais poussés, réalisés au laboratoire de développement avancé de Greenville sur des paliers dans lesquels on avait injecté des défauts, ont validé ces algorithmes ainsi que la performance du capteur. Des sites clients soigneusement choisis ont ensuite accueilli une version beta du système pour des essais en conditions réelles. Une épreuve du feu que le capteur et l'application ont réussi haut la main, avec des résultats très concluants. Le capteur

—

Le client n'a plus qu'à se connecter à l'interface ABB Ability pour vérifier l'état de ses paliers et moteurs.

ayant une capacité de stockage de 30 jours, il peut directement fournir des tendances au client. Sa transmission sans fil intégrée sert également à la mise à jour du micrologiciel.

Le capteur intelligent pour paliers prémontés vient s'ajouter à la palette de solutions de suivi d'état ABB. Complémentaire de l'offre de surveillance du fonctionnement des moteurs, il s'appuie comme elle sur la plate-forme ABB Ability pour aider les clients du Groupe à maximiser la disponibilité de leurs actifs. ●



---

ENTRAÎNEMENTS ET CONVERTISSEURS

# Raccordement direct

ABB innove avec une gamme industrielle de solutions de démarrage moteur dotées de borniers à ressort et à insertion directe, qui accélèrent le câblage, minimisent les problèmes d'installation et de mise en service, et fiabilisent l'exploitation.



**Stefan Roessler**  
ABB Protection and  
Connection, Electrification  
Products  
Heidelberg (Allemagne)

stefan.roessler@  
de.abb.com

Le câblage des moteurs est une tâche fastidieuse et souvent délicate, tant en phase d'installation qu'en exploitation, notamment lorsqu'il faut resserrer les connexions suite à des chocs ou des vibrations.

Pour minimiser ces contraintes, ABB a lancé la première gamme industrielle de départs-moteurs associant deux techniques de raccordement, à ressort et à insertion directe (sans outil), dans une seule borne.

---

En mode insertion directe,  
insérez, poussez, c'est connecté !  
Le temps de câblage peut être  
divisé par deux.

De quoi permettre aux équipementiers, tableautiers et constructeurs de machines de gagner en temps de montage et de mise en œuvre, au moyen d'une connectique rapide, robuste et fiable.

Le mode insertion directe, pour conducteurs rigides ou souples avec embout, divise par deux le temps de câblage par rapport au raccordement ressort. Les bornes auto-serrantes maintiennent en permanence le contact, même lorsqu'elles sont soumises à des vibrations, et suppriment les campagnes de resserrage systématiques, allégeant d'autant la maintenance.

---

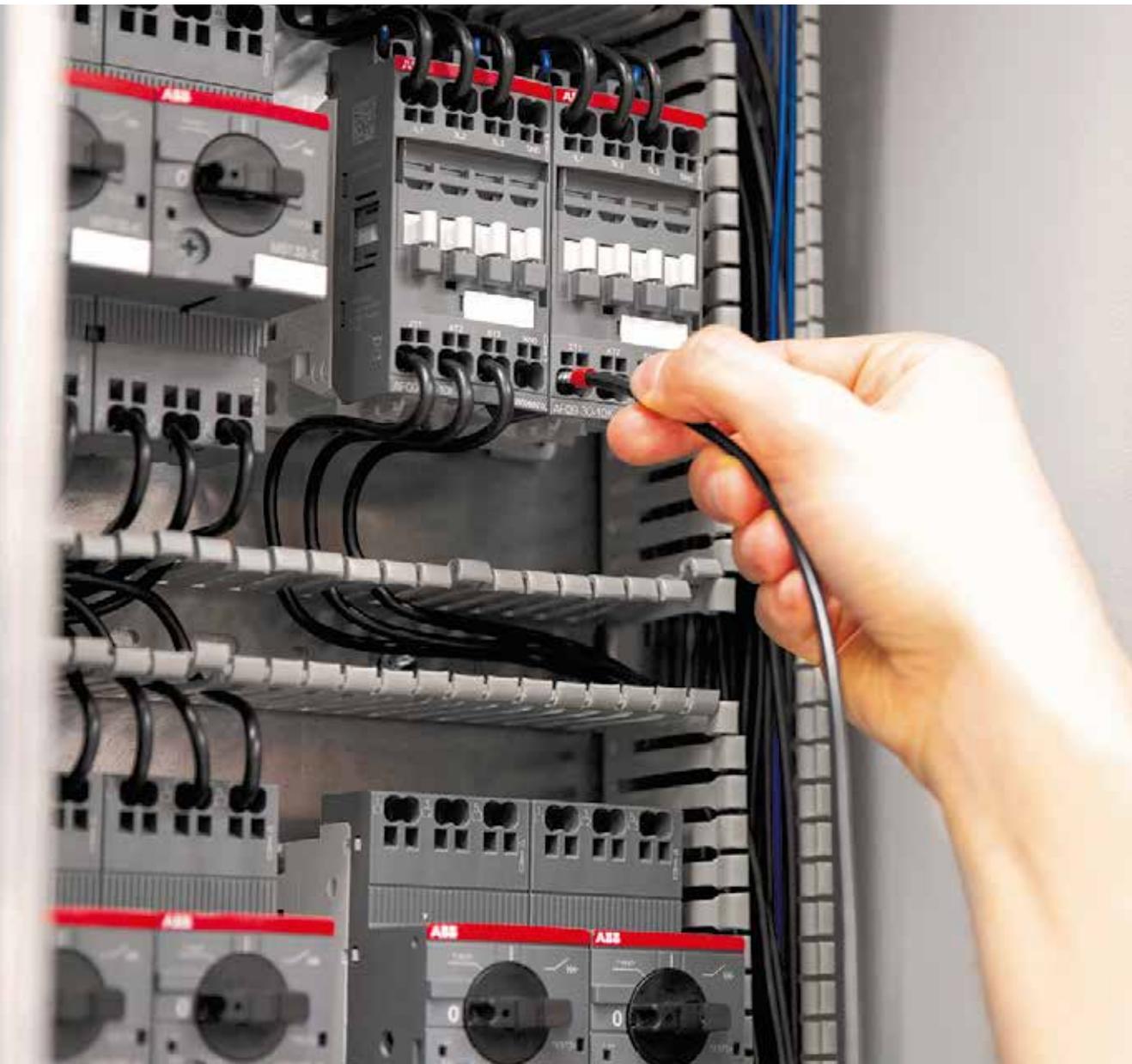
### Le mode ressort facilite l'enfichage de conducteurs de faible section ou sans embout.

Le mode ressort facilite l'enfichage de conducteurs de faible section ou sans embout ; il suffit d'insérer au préalable un tournevis dans l'alvéole clairement identifiée. Le mécanisme d'ouverture a été optimisé dans un souci d'ergonomie et de commodité du câblage (position du tournevis à 90°, par exemple).

Ce raccordement en un geste facilite la tâche et évite la détérioration des bornes associée aux connexions classiques à ressort.

Un marquage clair des bornes et un câblage intuitif, sans effort de serrage, rendent la formation de l'utilisateur caduque. L'accès frontal et l'insertion des fils comme du tournevis à 90° favorisent l'automatisation du montage et le raccordement d'accessoires.

La solution s'accompagne d'une panoplie d'auxiliaires, de kits de montage/démontage sans outil et d'accessoires compatibles, qui réduiront encore le temps d'installation. On peut ainsi raccorder tout type de départ moteur (direct sur le réseau, à couplage triangle et inverseur), sans manipuler le moindre fil. ●



## LE MOT DU MOMENT

# Apprentissage profond

Pour son septième « Mot du moment », *ABB Review* plonge dans « l'apprentissage profond ».



**Divya Sheel**  
ABB Corporate Research  
Center  
Bangalore (Inde)

divya.sheel@in.abb.com

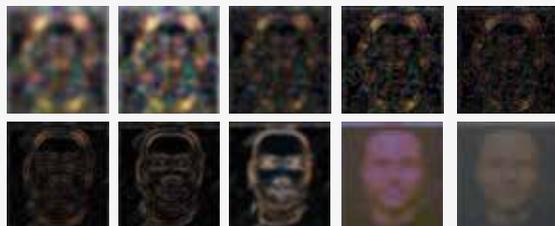
—  
01 Quelques-unes des nombreuses images obtenues dans un modèle d'apprentissage profond qui, par raffinements successifs, donnent forme à l'information recherchée.

—  
02 L'apprentissage profond au service de la reconnaissance d'images : les robots industriels (ici, le cobot YuMi d'ABB) s'acquittent de tâches de plus en plus complexes.

L'apprentissage profond est une méthode d'apprentissage automatique fondée sur une succession de couches hiérarchisées, ou « unités de calcul », qui apprennent chacune de la couche précédente pour interpréter de plus en plus finement les données d'entrée. Ces représentations servent ensuite à reconnaître un motif ou à classer les données. L'exemple →1 illustre quelques-unes des nombreuses images tirées de ces couches successives, qui permettent d'affiner de proche en proche la représentation des données ; dès la troisième couche, on peut discerner les traits d'un visage, par exemple. Il faut parfois des dizaines ou des centaines de couches pour développer de telles représentations.

Cet apprentissage fait appel à des réseaux de neurones artificiels qui, à l'origine, ne pouvaient modéliser que quelques couches, faute de données d'apprentissage ou de puissance de calcul suffisantes. La situation a radicalement

01



changé et il est aujourd'hui facile de multiplier le nombre de couches. C'est d'ailleurs ce cumul qui fait la « profondeur » du réseau, d'où l'expression « apprentissage profond ».

Dans la plupart des méthodes d'apprentissage automatique, la donnée brute n'est pas traitée par la machine : il faut beaucoup de savoir-faire humain pour modéliser certaines caractéristiques. Rien de tel avec l'apprentissage profond, qui part des données brutes pour trouver par lui-même les représentations nécessaires à la détection





02

ou à la classification. Cet auto-apprentissage confère à la méthode un très grand intérêt dans nombre de situations usuelles.

Reste à trouver la bonne architecture de réseaux de neurones et à identifier les variables déterminant la performance de l'apprentissage. Par ailleurs, décrire les caractéristiques « apprises » par ces modèles est une tâche délicate. En outre, comme avec n'importe quel modèle d'apprentissage artificiel, on peut très bien obtenir des résultats

aberrants à partir d'un jeu de données pourtant soigneusement choisi en entrée. Des questions auxquelles se consacrent aujourd'hui les chercheurs de la discipline

Ces derniers temps, l'apprentissage profond a donné de prodigieux résultats en matière de reconnaissance vocale et de traitement d'images →2. À la clé, un potentiel immense, appelé à bouleverser bien des secteurs industriels et des pans entiers de la société. ●

## Publication ABB

### Rédaction

**Bazmi Husain**  
Directeur des technologies  
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

### Éditeur

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

ABB Switzerland Ltd.  
ABB Review  
Segelhofstrasse 1K  
CH-5405 Baden-Daettwil  
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 corres-  
pondant ABB ou souscri-  
vez 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  
©2019  
ABB Switzerland Ltd.  
Baden (Suisse)

### Impression

Vorarlberger  
Verlagsanstalt GmbH  
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  
information. Le lecteur  
ne devra en aucun cas  
agir sur la base de ces  
écrits sans consulter  
un professionnel. Il  
est entendu que les  
auteurs ne fournissent  
aucun conseil ou point  
de vue technique ou  
professionnel sur aucun  
fait ni sujet spécifique,  
et déclinent toute  
responsabilité sur  
leur utilisation.

Les entreprises du  
Groupe ABB n'apportent  
aucune caution ou  
garantie, ni ne prennent  
aucun engagement,  
formel ou implicite,  
concernant le contenu ou  
l'exactitude des opinions  
exprimées dans la  
présente publication.

ISSN : 1013-3119

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



### Fin de la version mobile

La publication d'*ABB Review* sur tablette (iOS et Android) s'est  
arrêtée. Nos lecteurs sont invités à consulter les versions PDF  
ou en ligne disponibles sur [abb.com/abbreview](http://abb.com/abbreview).

### Gardez le contact

Pour ne pas manquer un numéro, abonnez-vous à la liste de  
diffusion sur [abb.com/abbreview](http://abb.com/abbreview).

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



—  
Dans le numéro 02/2019

## **Simulation et jumeau numérique**

**À l'instar d'un être humain, une machine est la somme de ses expériences : « née » d'une symbiose de matériaux, de procédés et de décisions, elle engendre à son tour de nouvelles données qui s'égrènent dans le temps et l'espace. Et s'il était possible de compiler toutes les données d'une machine pour mieux connaître ses performances, modéliser son comportement ou simuler des améliorations ? Telle est la promesse du jumeau numérique, vedette de notre prochaine édition d'*ABB Review*.**