

# review

04|2020 fr

## Automatisation industrielle



- 
- 06–51 Automatisation industrielle
  - 52–79 Connaissances pratiques





**Analyseur EQmatic**



**Automatisation  
pétrogazière**

**Assistant  
intelligent IKA**





L'analytique au service  
du laminage

63

---

05 **Éditorial**

---

## Automatisation industrielle

- 08 À l'heure du numérique
- 16 La durabilité selon ABB
- 25 Une mine zéro carbone
- 32 Automatisation pétrogazière
- 38 Cap sur la navigation durable
- 43 Cybersécurité intégrée selon ABB
- 46 Surfer sur la vague numérique

---

## Connaissances pratiques

- 54 Analyseur EQmatic
- 63 L'analytique au service du laminage
- 68 Assistant intelligent IKA
- 74 Détection d'anomalies

---

## Le mot du moment

- 80 Informatique quantique

---

81 Recevoir *ABB Review*

81 Publication ABB

---

82 Index 2020

68

—

**L'automatisation industrielle ne peut se contenter de répéter à l'infini la même séquence logique programmée ; elle doit tenir compte de la variabilité de la production. Cette exigence suppose une expertise historique, une vision en temps réel ainsi que des capacités d'anticipation, de synthèse et d'apprentissage pour répondre au prévisible comme à l'imprévu. Découvrez dans ce numéro les outils qui aident à concrétiser cette ambition.**

---

ÉDITORIAL

# Automatisation industrielle



Chers lecteurs,

C'est en ma qualité de nouveau directeur général d'ABB depuis mars 2020 que j'ai le plaisir de vous présenter ce numéro d'*ABB Review*.

Les industriels d'aujourd'hui doivent composer avec de multiples injonctions, qu'il s'agisse d'améliorer leur productivité ou de préserver les ressources naturelles de notre planète. Dans ces deux cas, la réponse passe par la technologie. Nous devons améliorer nos méthodes de production au bénéfice de nos clients, de nos salariés et de nos actionnaires tout en préservant l'environnement.

L'innovation se manifeste aujourd'hui par la connectivité et le partage de données qui, en contribuant à décloisonner les processus, en améliorent la surveillance, le pilotage et l'exécution. Vous trouverez dans ces pages plusieurs exemples de cas où ABB met sa longue expérience en matière d'automatisation industrielle au service de ses clients, pour repousser toujours plus loin les limites de la technologie et de la performance.

Bonne lecture,

A handwritten signature in red ink, consisting of stylized initials 'BR' followed by a horizontal line.

Björn Rosengren  
Directeur général du Groupe ABB

# Automatisation industrielle





Si naguère la réussite d'une entreprise se mesurait à l'aune de ses résultats financiers, aujourd'hui c'est la quête de sens, et surtout l'impact environnemental, qui président à sa destinée. ABB aide ses clients à adopter des pratiques plus responsables pour doper leur performance et leur productivité. Des progrès qui passent souvent par l'automatisation.

- 08 Le numérique pour une automatisation plus sûre et écologique
- 16 Vers une économie plus durable et productive
- 25 Une mine autonome et zéro carbone
- 32 L'automatisation, gage de sûreté et de durabilité pour l'industrie pétrogazière
- 38 Les solutions ABB, à la proue du navire écologique et durable
- 43 Cybersécurité intégrée selon ABB
- 46 Surfer sur la vague du numérique





**Bernhard Eschermann**  
Directeur des technologies  
ABB Industrial Automation  
Zurich (Suisse)  
[bernhard.eschermann@ch.abb.com](mailto:bernhard.eschermann@ch.abb.com)



**Rajesh Ramachandran**  
Directeur du numérique  
ABB Industrial Automation  
Bangalore (Inde)  
[rajesh.ramachandran@ch.abb.com](mailto:rajesh.ramachandran@ch.abb.com)

---

## AUTOMATISATION INDUSTRIELLE

# Le numérique pour une automatisation plus sûre et écologique

On dit souvent qu'une tête bien faite vaut mieux qu'un corps tout en muscles. La formule est transposable à l'industrie : il est capital de lui insuffler de l'intelligence pour maximiser la productivité, alléger les coûts de production et diminuer l'impact des activités sur l'environnement. L'intelligence artificielle et l'Internet des objets sont pour cela deux alliés de poids.

Dans les secteurs industriels de la transformation, de l'hybride, de la production énergétique et des transports, l'énergie ainsi que les contraintes de la réglementation antipollution constituent l'un des premiers postes de dépenses, parfois même supérieur à celui des matières premières. L'automatisation a déjà beaucoup fait pour la performance industrielle et la conformité environnementale. Grâce aux technologies de l'ère numérique comme l'intelligence artificielle (IA) et l'Internet des objets (IoT), les données peuvent être analysées et exploitées comme jamais auparavant : des innovations qui préfigurent de fabuleux gains de productivité et une industrie durable.

Sur la lancée de l'Accord de Paris pour le climat en 2015, de nombreux États se sont engagés à réduire les émissions de gaz à effet de serre [1]. En 2019, l'ONU a fixé d'ambitieux objectifs de développement durable (ODD) à l'horizon 2030 pour une « énergie propre et d'un coût abordable, tout en stimulant l'économie » [2-3]. Sa feuille de route inclut notamment l'augmentation de la part des renouvelables (EnR) dans le bouquet énergétique mondial et la multiplication par deux des rendements énergétiques par le biais d'investissements dans les infrastructures et les technologies →01. L'industrie est en première ligne pour relever ces défis.

D'ores et déjà, ABB tire 60 % de son chiffre d'affaires de technologies axées sur la performance énergétique, l'intégration des EnR et la préserva-

« Les industriels du process, de l'hybride, de l'énergie et du transport cherchent sans cesse à accroître la sécurité, la productivité et la durabilité de leurs activités. ABB est à leur côté pour atteindre ces objectifs de progrès et de prospérité au bénéfice de la société. »

#### PETER TERWIESCH

Président d'ABB Industrial Automation

tion des matières premières. La technologie ABB est à l'œuvre dans de multiples projets à travers le globe pour faire tourner les usines, optimiser les chaînes logistiques, protéger l'environnement et sécuriser les populations. Dans les villes du monde entier, les capteurs et systèmes de contrôle-commande ABB fournissent aux régies de transport et de service public des informations temps réel, qui sont directement exploitables pour rationaliser la consommation d'énergie et d'eau, mieux gérer et améliorer la prise de décisions.

Aujourd'hui, le numérique fait évoluer les automatismes : de « réactifs » aux ordres de l'opérateur ou aux commandes de l'instrumentation, ils deviennent « prédictifs » et « prescriptifs » pour anticiper, corriger au plus tôt et éviter les incidents risquant d'entraver la production, d'alourdir les coûts ou encore de mettre en danger l'activité ou l'environnement.

#### Le numérique à la conquête de l'automatisation

D'après un rapport Fortune Business Insights [4], le marché mondial de l'IoT pesait 27,76 milliards de dollars en 2018 et devrait atteindre 136,83 milliards en 2026 →02. On comprend que les industriels y voient une manne !

Très engagé dans cette voie depuis les premiers automates programmables des années 1970, ABB a su capitaliser sur sa longue expérience d'industriel et de constructeur d'automatismes pour mettre au point ou acquérir les techniques et compétences visant à améliorer la disponibilité, la performance,



01 L'intégration des technologies d'automatisation industrielle, de numérisation et d'électrification devrait contribuer à la croissance économique mondiale.

## LE POIDS DES MOTS

L'Internet et ses avancées industrielles comme les objets connectés véhiculent une grande quantité de termes qui prêtent souvent à confusion. Pour lever toute ambiguïté, quelques définitions s'imposent. L'Internet des objets est la mise en réseau de toutes sortes d'appareils, y compris grand public comme l'électroménager ou les montres connectées, pour communiquer avec des serveurs ou des applications logicielles. Son équivalent dans l'industrie, ou « Internet des objets industriels » (IIoT), entend quant à lui interconnecter les machines de la production manufacturière, de l'énergie ou des transports, à savoir les moteurs, les pompes ou encore les robots.

Souvent assimilée à la quatrième révolution industrielle (expression elle-même forgée par le fondateur du Forum économique mondial, Klaus Schwab), l'« Industrie 4.0 » puise son origine dans un plan stratégique du gouvernement allemand pour doper la compétitivité de l'outil productif. Si l'IIoT s'inscrit d'abord dans la sphère technique, l'Industrie 4.0, ou « Industrie du Futur » en France, s'ancre davantage dans une vision managériale de l'usine. Elle inclut à cette fin des éléments IIoT, comme la communication entre machines et l'analytique, mais englobe également des stratégies plus évoluées visant à déployer l'automatisation à tous les maillons de la chaîne de valeur industrielle : matières premières, machines et, in fine, produits. À ce titre, l'usine 4.0 embrasse une pléthore d'outils numériques, dont les capteurs, l'intelligence artificielle, le Cloud, la réalité augmentée, la robotique avancée et la fabrication additive. Sans oublier de prendre en compte l'humain dans la gestion du changement, la culture d'entreprise, l'évolution des modèles économiques et les politiques publiques.

02

la sécurité, la qualité, l'efficacité énergétique et la durabilité de la production.

Le terme de « numérisation » englobe aujourd'hui tout un arsenal de technologies capables de communiquer plus vite, de stocker et de traiter les données de terrain dans le cloud, d'assurer des téléservices, d'effectuer des transactions sur-le-champ, de faciliter la mobilité, etc. Néanmoins, si certains secteurs comme les médias et la finance mènent la course, d'autres en sont encore au début. Il en va ainsi d'un grand nombre de filières desservies par ABB.

Le meilleur moyen d'accompagner ces secteurs sur la voie de l'industrie 4.0 est de s'appuyer sur l'existant, c'est-à-dire sur le contrôle-commande numérique en place. En enrichissant son catalogue (automatisation répartie, instrumentation, analytique, développements spécifiques et services associés) de nouveaux produits, systèmes et solutions numériques, ABB aide ses clients à tirer le meilleur parti de la numérisation pour construire un avenir rentable et pérenne →03. Voyons quelques exemples<sup>1</sup>.

### Énergie

Quand il est question de développement durable, on songe d'emblée au secteur de l'énergie et en particulier, cette année, aux marchés tumultueux du pétrole et du gaz<sup>2</sup>. ABB leur consacre une plate-forme d'analyse prédictive, ABB Ability™

—

ABB tire 60 % de son chiffre d'affaires de technologies axées sur la préservation de l'environnement.

Wellhead Manager, qui permet aux producteurs amont, petits ou moyens, de connaître à distance le détail de leurs actifs par le biais d'un superviseur (SCADA) hébergé dans le cloud. Par cet accès immédiat aux données, alertes et alarmes de la production, ils peuvent réduire les temps d'arrêt, les coûts et les risques tout en améliorant la sécurité du personnel et l'empreinte écologique du site [5].

IACX Energy, un producteur du secteur intermédiaire aux États-Unis, a déployé l'outil ABB sur 1500 puits pour collecter et compiler les informations du process, exporter les fichiers, surveiller les transmissions et paramétrer les alarmes. Résultat : un système toujours opérationnel, une production en continu et des risques minimisés pour l'environnement. IACX a vu ses coûts de projets fondre de 57 %, et ses dépenses en matériels, services et énergie de 34 % [6].

Passons à l'étape du traitement : ABB propose un simulateur à base de jumeau numérique, Process Power Simulator (PPSim), pour former les opérateurs, tester les commandes électriques, vérifier et valider les stratégies de régulation [7]. Grâce à ce double du système de conduite électrique de l'usine, les opérateurs sont amenés à réagir à des situations exceptionnelles dans un environnement sécurisé ; l'exploitation gagne en performance, en productivité et en efficacité. Les exploitants vérifient et valident différentes stratégies de contrôle-commande et procédures de conformité,

— 02 Internet des objets, Industrie 4.0, etc. : de quoi parle-t-on ?

— 03 L'écosystème industriel se compose de trois principales couches technologiques qui n'interagissent pas toujours. Les investissements d'ABB en analytique et en intelligence artificielle s'appuient sur ce socle numérique pour doper la performance industrielle et générer de la valeur ajoutée.

réduisant par là même les coûts de mise en service, d'arrêt et d'énergie. Inauguré sur le site de traitement d'azote liquide de BP à Tangguh (Indonésie), PPSim a simulé en temps réel 3 génératrices, 25 transformateurs et 80 charges. En fournissant des scénarios pour déterminer les conséquences de chaque manœuvre, PPSim réduit les temps de mise en service et les dépenses énergétiques tout en améliorant la sécurité du personnel et en atténuant le risque environnemental [8].

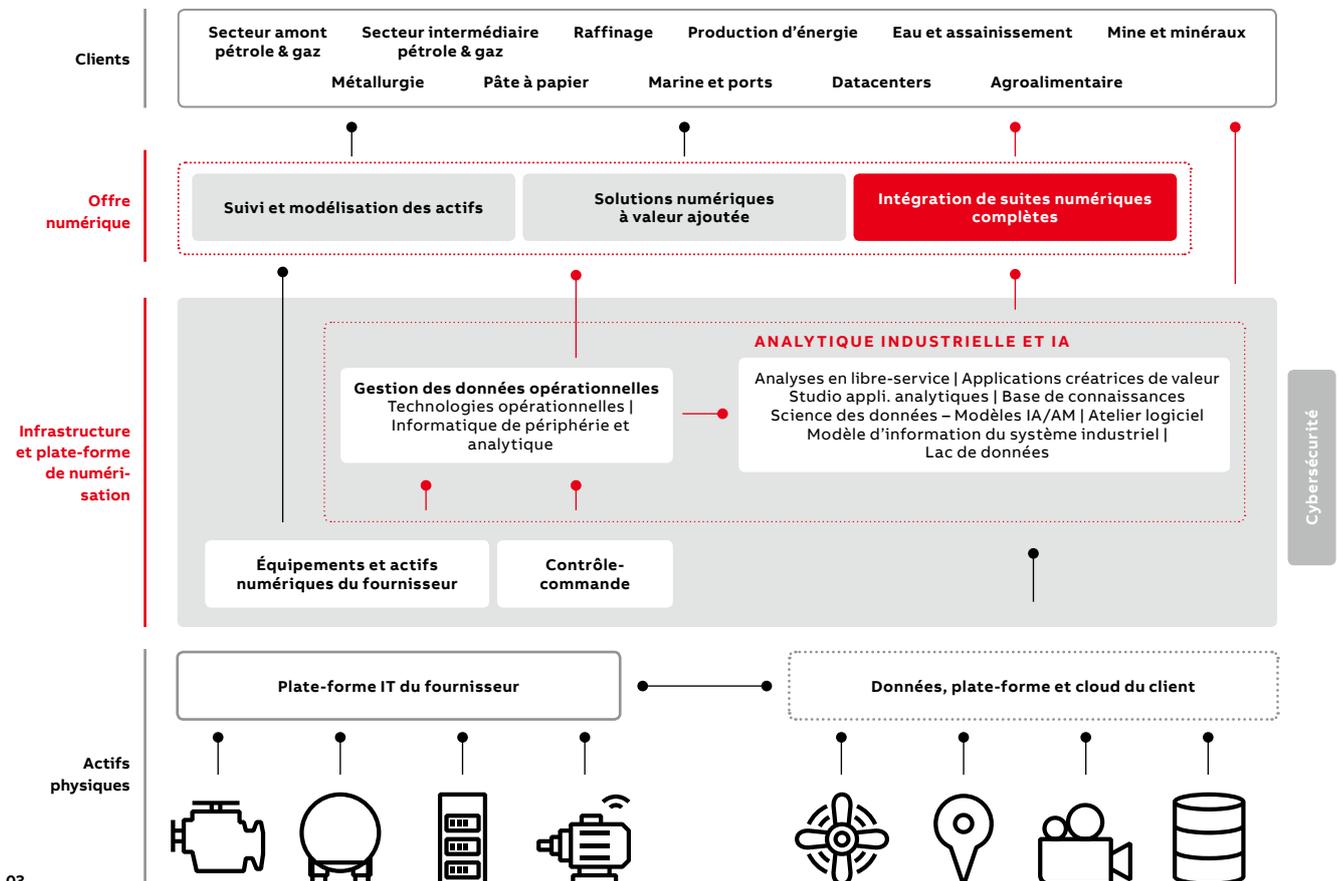
Intéressons-nous maintenant à la production électrique. Le bouquet énergétique actuel (charbon, hydraulique, éolien et solaire) transforme le traditionnel système électrique centralisé en un réseau maillé dans lequel flux d'information et d'énergie circulent dans les deux sens. Cette mutation, qui s'accompagne d'une forte variabilité des niveaux de production et de prix, voit émerger une nouvelle dynamique exigeant une solution *ad hoc* aux besoins des consommateurs et des producteurs. Le système de gestion de l'énergie ABB OPTIMAX® [9] cartographie et supervise les transits de puissance. Il s'intègre sans peine aux infrastructures existantes pour améliorer la performance énergétique des bâtiments industriels, tertiaires et agricoles, des plates-formes logistiques, voire de villes entières. Concrètement,

il réduit les émissions en favorisant la pénétration des EnR sans compromettre la fiabilité ou la stabilité du réseau ; il abaisse les coûts énergétiques sans perturber l'activité. Face à une demande en électricité appelée à croître d'ici à 2050 sept fois plus vite que les autres sources énergétiques, décarboner le mix électrique est un enjeu majeur de développement durable. Pour cela, OPTIMAX agrège et optimise les ressources

— **OPTIMAX favorise la pénétration des EnR sans compromettre la fiabilité ou la stabilité du réseau.**

décentralisées en une centrale électrique virtuelle →04–05 qui permet aux producteurs de vendre ou d'acheter en fonction de la disponibilité et des tarifs de l'énergie, et de maximiser les sources durables sans rupture d'approvisionnement [10].

Ce numéro d'ABB Review présente un florilège de technologies ABB déployées dans le secteur de



l'énergie, comme les systèmes d'électrification sous-marine et de conversion de puissance pour pompes immergées et compresseurs de gaz. Il expose également les développements numériques de l'offre ABB Ability™, tels que ses systèmes de gestion du stockage, d'optimisation de la ventilation et de cybersécurité des données, qui participent à la transition zéro carbone du secteur minier. Au chapitre du transport, nous nous intéressons aux apports de la technologie ABB dans le domaine maritime, là encore sous la bannière Ability™ : Marine Advisory System-OCTOPUS pour optimiser les itinéraires, la sécurité et les performances des navires, Marine Pilot Vision pour aider au pilotage, Tekomar XPERT pour diagnostiquer l'état des moteurs.

**La donnée, nouvel « or noir » de l'entreprise industrielle**

Jusqu'à présent, les offres numériques d'ABB s'appuyaient sur les données extraites des actifs et des systèmes produits par l'entreprise elle-même pour fournir des analyses ou générer des actions propres aux procédés industriels concernés. Il s'agissait en fait de solutions ponctuelles, ultra-ciblées, et non d'un vaste portefeuille évolutif, capable de s'élargir ou de se resserrer en fonction de la ligne de production, de l'usine, des processus de gestion et des pratiques métier.

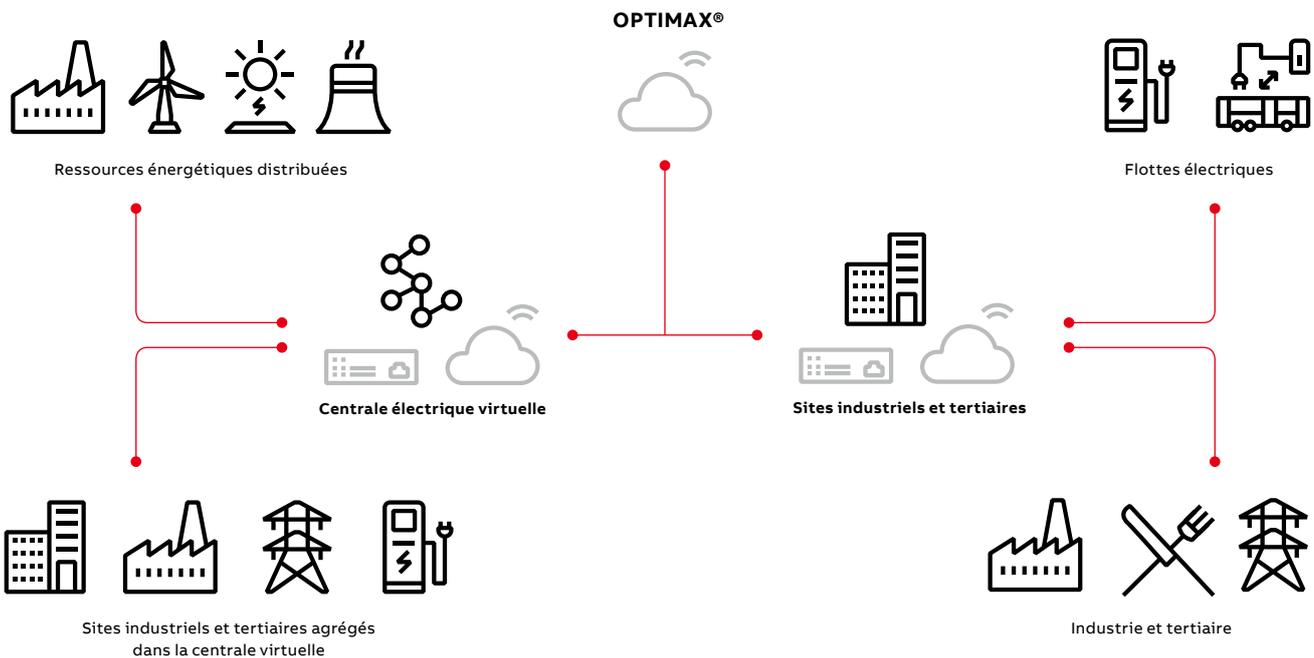
Ce n'est plus le cas aujourd'hui avec la suite ABB Ability™ Genix Industrial Analytics and AI, lancée en juillet dernier. Cette plate-forme complète intégrant logiciels, applications et services permet

aux industriels d'exploiter pleinement quantité de données multisources en combinant savoir-faire métier, automatisation et intelligence artificielle.

—  
**L'humanité se doit de bâtir pour les générations futures un monde aussi sain et florissant que celui hérité de nos pairs.**

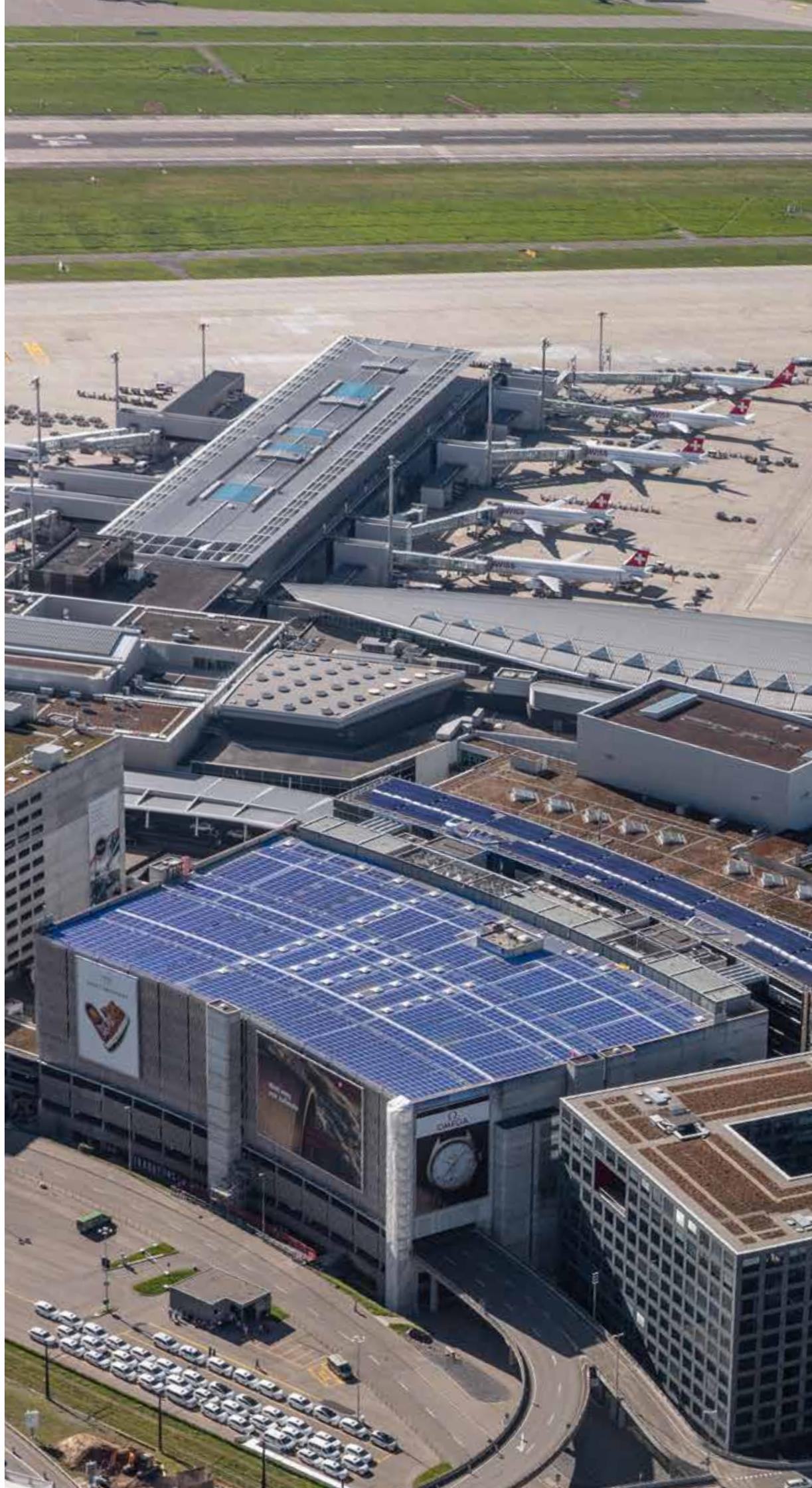
Grâce à une analytique poussée, ABB Ability™ Genix aide l'industrie lourde à optimiser les opérations, la gestion et le décisionnel d'un site comme de toute l'entreprise.

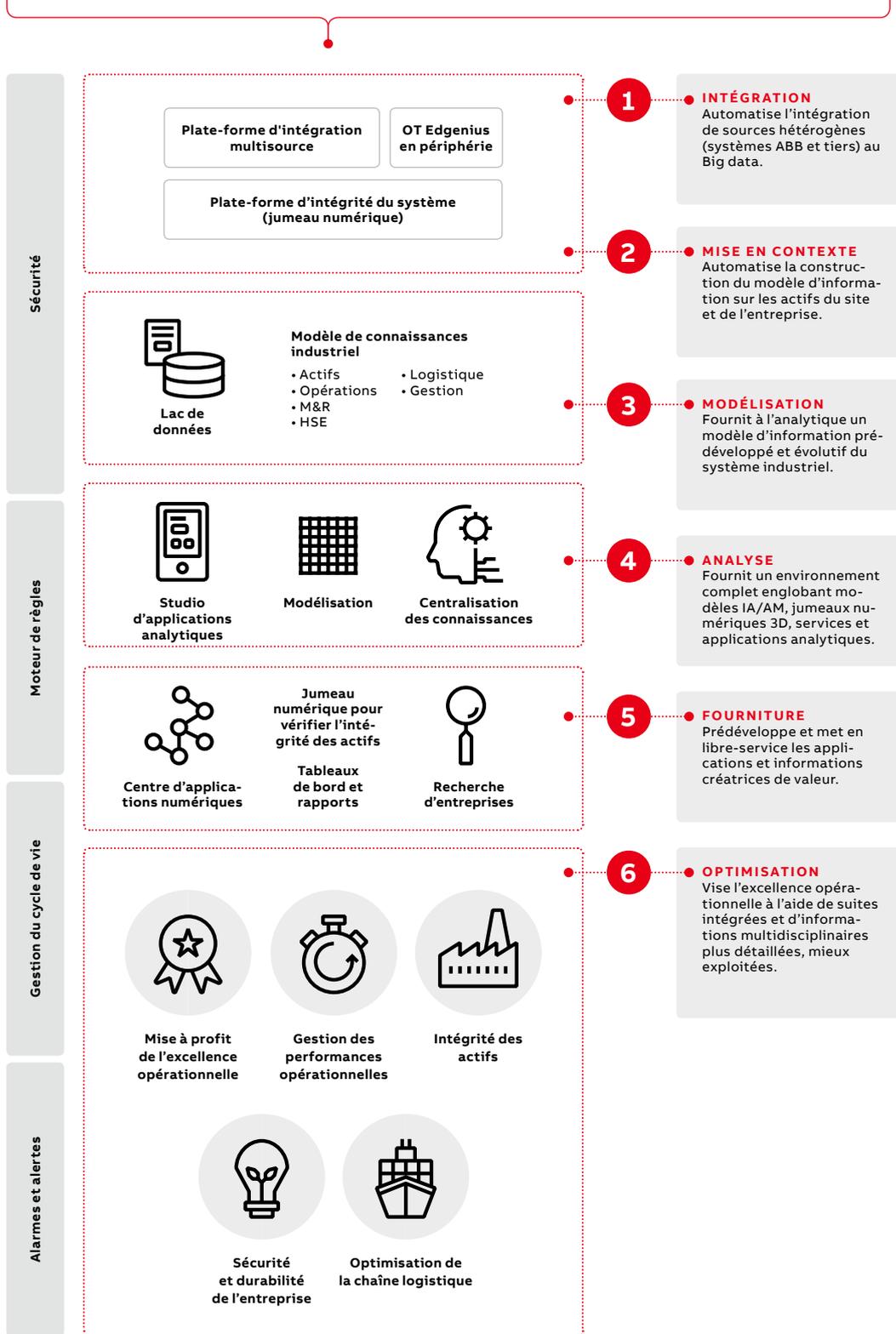
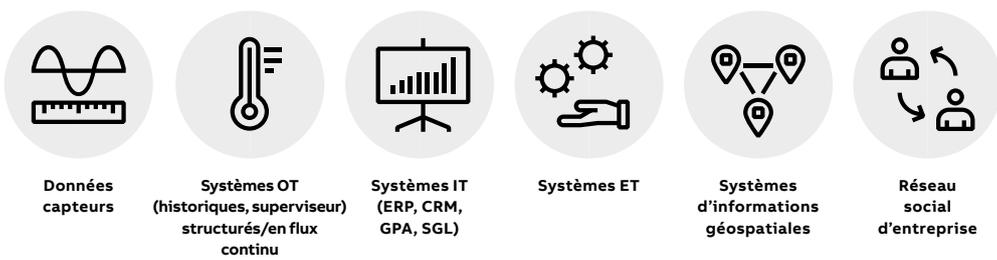
L'originalité de la solution tient dans la collecte, le croisement et la contextualisation des données multisources de l'opérationnel (indicateurs d'émission fournis par les analyseurs, par exemple), de l'informatique (gestion logistique des pièces de rechange) et de l'ingénierie (mise en conformité réglementaire du site). En cas de dysfonctionnement, l'analyse tient compte des paramètres de conception, des niveaux de stock, des informations sur la pertinence de l'actif dans le procédé global ainsi que des retombées financières, ce qui garantit de meilleures actions. Ajoutez à cela des modèles d'IA, et le correctif a posteriori cède le pas au prédictif et au prescriptif. Outre la conformité environnementale, ABB Ability™ Genix aide à la



—  
04 Le principe de la centrale électrique virtuelle : rassembler de nombreuses sources d'énergie, systèmes de stockage, micro-producteurs et acteurs de la gestion de la demande électrique au sein d'une seule et même entité décentralisée.

—  
05 Une centrale électrique virtuelle agrège une myriade de sources d'énergie, telles que biogaz, biomasse, cogénération et micro-génération, éolien, solaire, hydroélectricité, valorisation de l'électricité sous forme de chaleur, groupes diesel et combustibles fossiles, comme ici à l'aéroport de Zurich.





06 La suite ABB Ability™ Genix Industrial Analytics and AI collecte les données de sources hétérogènes à l'aide de logiciels sur mesure, comme ABB Ability Edgenius Operations Data Manager.

planification des investissements, à la conception des installations, à la logistique, la production, la maintenance, la gestion des stocks, et bien plus. Cette nouvelle suite permet à ABB de mieux accompagner ses clients dans leur démarche d'exploitation des données, de numérisation de l'activité et de maîtrise durable de l'environnement.

L'investissement numérique de départ, à savoir le système de contrôle-commande distribué et ses équipements connectés, sert de tremplin naturel pour améliorer la gestion des données. Parmi les grandes composantes de Genix, citons ABB Ability™ Edgenius Operations Data Manager qui connecte, collecte et analyse les données opérationnelles au point de production. Le logiciel y puise ce dont il a besoin, en quasi-temps réel, pour produire des analyses permettant de parer immédiatement aux difficultés (risques écologiques, par exemple). ABB Ability™ Edgenius peut être déployé en autonome ou intégré à la suite ABB Ability™ Genix pour combiner données OT, IT et ET en vue de produire des analyses commerciales stratégiques [11] → 06.

### L'usine numérique

Le développement durable est dans l'ADN du modèle économique et opérationnel d'ABB. Cet engagement fort se retrouve aussi bien dans les activités industrielles du Groupe que dans sa sélection et sa gestion des fournisseurs, tout comme dans son offre de produits, services et solutions aux clients pour plus de sécurité, de performance et de durabilité.

Dans le sillage des ODD de l'ONU pour 2030, ABB s'est lui-même engagé à devenir un acteur exemplaire du développement durable, à peser sur son premier levier d'action, à savoir sa base installée, et à poursuivre sa conduite du changement dans toutes les dimensions favorisant la pérennité et la prospérité de la planète.

L'humanité se doit de bâtir pour les générations futures un monde aussi sain et florissant que celui hérité de nos pairs. Pour ABB, cette ambition est un

—  
Grâce à l'intelligence artificielle, le correctif a posteriori cède le pas au prédictif et au prescriptif.

devoir mais aussi une chance : en accompagnant ses clients sur la voie du développement durable, le Groupe ouvrira de nouveaux débouchés, stimulera la prospérité et construira un futur pérenne [12]. •

### Pour en savoir plus

1) Cf. « Vers une économie plus durable et productive », p. 16.

2) Cf. « L'automatisation, gage de sûreté et de durabilité pour l'industrie pétrogazière », p. 32.

### Bibliographie

[1] Commission européenne, « Accord de Paris », disponible sur : [https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris\\_fr](https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_fr) (consulté le 8 juin 2020).

[2] Programme des Nations Unies pour le développement durable, « Objectif 9 : industrie, innovation et infrastructures », disponible sur : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/infrastructure/> (consulté le 18 juin 2020).

[3] Programme des Nations Unies pour le développement durable, « Objectif 7 : énergie propre et d'un coût abordable », disponible sur : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/energy/> (consulté le 8 juin 2020).

[4] Fortune Business Insight, *Internet of Things in Manufacturing Market*, n° 101677, disponible sur : <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/internet-of-things-iiot-in-manufacturing-market-101677> (consulté le 8 août 2020).

[5] ABB, *ABB Ability™ Wellhead Manager, Insight to optimize your operation – now in the cloud*, disponible sur : <https://wellheadmanager.abb.com/> (consulté le 10 juin 2020).

[6] Schultz, D., « Smaller operators benefit from cost-effective digital solution », *World Oil Magazine*, p. 57, mars 2020.

[7] ABB, *ABB Process Power Simulator, Reduce unplanned downtime through simulation*, disponible sur : <https://new.abb.com/oil-and-gas/products/automation/process-power-simulator> (consulté le 10 juin 2020).

[8] ABB, « Process Power Simulator », *ABB Internal report*, p. 3, 2020.

[9] ABB, *Optimax® for industrials and commercials*, disponible sur : <https://new.abb.com/power-generation/service/advanced-services/energy-management/industrials-and-commercials> (consulté le 10 juin 2020).

[10] ABB, *Optimax® for virtual power plants*, disponible sur : <https://new.abb.com/power-generation/service/advanced-services/energy-management/virtual-power-plants>, (consulté le 10 juin 2020).

[11] ABB, *ABB's new analytics and AI software helps producers optimize operations in demanding market conditions*, disponible sur : <https://new.abb.com/news/detail/65836/abbs-new-analytics-and-ai-software-helps-producers-optimize-operations-in-demanding-market-conditions>, 29 juillet 2020.

[12] ABB, *Climate Action: Committed to reducing emissions*, disponible sur : <https://sustainabilityreport2019.abb.com/responsible-operations/climate-action.html> (consulté le 8 juin 2020).

AUTOMATISATION INDUSTRIELLE

# Vers une économie plus durable et productive

Le développement durable profite à la planète, mais aussi aux entreprises. ABB, toujours à l'écoute de ses clients, veut les aider à réduire leur impact environnemental avec des produits « intelligents » qui s'appuient sur les données en quasi-temps réel sur l'état du procédé, le comportement du contrôle-commande et les décisions prises.

— Les industriels du pétrole, du gaz et de la chimie misent sur les produits ABB pour réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub> et autres gaz à effet de serre, et les accompagner vers un fonctionnement durable et écoproformant, qui préserve la qualité et la disponibilité des ressources hydriques tout en assurant la sécurité des sites et du personnel.

— **Purvang Upadhyay**  
ABB Measurement & Analytics  
Abu Dhabi  
(Émirats Arabes Unis)

purvang.upadhyay@ae.abb.com

— **Stephen Gibbons**  
ABB Measurement & Analytics  
Francfort (Allemagne)

stephen.gibbons@de.abb.com

— **Mark Bitto**  
ABB Process Control Platform  
Wickliffe (Ohio, États-Unis)  
mark.bitto@us.abb.com

Les ressources naturelles n'étant pas inépuisables, une gestion plus pérenne devient un impératif pour les États et la société civile. De leur côté, les entreprises ont conscience que la prospérité passe par une économie durable, capable d'accompagner la croissance sans sacrifier la productivité ni l'efficacité. Pour les épauler, ABB développe des solutions d'automatisation industrielle novatrices qui améliorent à la fois la gouvernance environnementale et la productivité, et donc la rentabilité des entreprises.

Cet enjeu de taille mobilise les États comme les autorités réglementaires. L'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) a récemment mis en place des initiatives visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) de 40 % par rapport à leur niveau de 2008 [1]. En juin 2019, le Royaume-Uni est devenu la première grande économie mondiale à inscrire dans la loi une réduction à zéro de ses émissions carbonées à l'horizon 2050 [2], rejoint en cela par la Nouvelle-Zélande en novembre 2019 [3].

Des organismes internationaux comme la Banque mondiale s'engagent dans des programmes tournés vers le développement durable, comme le projet d'infrastructure partagée pour les parcs solaires et le Fonds pour l'environnement mondial







01



02

(FEM). Les objectifs de développement durable définis par l'ONU en 2015 accroissent la pression sur les États, dont l'action et les résultats en matière de lutte contre la pollution et de gestion des ressources naturelles sont de plus en plus scrutés. Des métriques de développement durable comme l'indice de planète heureuse (HPI), de qualité de vie (QLI) ou de performance environnementale

---

Les nouveaux produits ABB mettent l'accent sur des fonctions poussées d'analyse et de diagnostic.

(EPI) permettent de mesurer les progrès. Reste que le chemin vers un monde durable est semé d'embûches pour les secteurs des procédés continus, de l'énergie, ou des transports : comment réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et d'autres GES, préserver la disponibilité et la qualité de l'eau, garantir la sécurité des personnes, des installations et des sites concernés, améliorer l'efficacité énergétique et respecter une réglementation environnementale toujours plus stricte, sans faire l'impasse sur la rentabilité ?

—  
01 L'apport de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique en automatisation industrielle allège la tâche des intervenants dans la collecte des données, l'analyse et la prise de décisions. En découle une collaboration harmonieuse entre l'humain, le procédé et la technologie.

—  
02 Les détecteurs à infrarouge non dispersif (URAS) et à ultraviolet (LIMAS) d'ABB aident les industriels à surveiller les rejets de polluants gazeux.

**L'innovation à l'appui du développement durable**  
ABB estime que la réponse des industriels à de tels défis doit aller au-delà de la durabilité. C'est pourquoi les nouveaux développements du Groupe mettent l'accent sur les fonctions d'analyse et de diagnostic poussées, mais aussi sur la « intelligence », la connectivité et la disponibilité des produits. Des caractéristiques qui permettent à ces derniers de communiquer avec le contrôle-commande, moteur de l'automatisation industrielle, donc d'optimiser les consommations d'énergie et d'eau, de réduire les émissions polluantes et les déchets, bref d'atteindre les objectifs de durabilité. Les progrès de l'intelligence artificielle, et en particulier de l'apprentissage automatique, ont permis de rationaliser les tâches intellectuelles et d'atteindre les objectifs de performance énergétique, environnementale et sécuritaire sans sacrifier la productivité ou le rendement →01 [4].

Aujourd'hui, la collecte et le traitement des données fournies par les capteurs, dispositifs et machines connectés s'allient au contrôle-commande à intelligence répartie (SNCC et automates programmables industriels, par exemple) pour améliorer la régulation des procédés et même faciliter la prise de décision à distance, avec le minimum d'intervention humaine. La surveillance prédictive des procédés et l'optimisation de la maintenance allongent la durée de vie de l'outil productif, avec à la clé une diminution du volume de déchets, d'émissions polluantes, ainsi qu'une optimisation de la consommation d'eau et d'énergie. La gestion intelligente des alarmes et la réduction du temps passé en environnement dangereux contribuent aussi notablement à la sécurité du personnel. Les appareils de mesure et d'analyse intègrent les dernières avancées en matière de télédiagnostic, de maintenance prédictive et de maîtrise des coûts.

#### **Réduire les émissions grâce à la surveillance et à la détection**

Alors que l'industrie était responsable de 24 % des émissions de CO<sub>2</sub> en 2013 et que ce chiffre devrait atteindre 45 % en 2050 [5], divers textes réglementaires, à l'image de la directive 2001/80/CE relative à la limitation des polluants provenant des grandes installations de combustion ou de la directive 2000/76/CE sur l'incinération des déchets, imposent au secteur de réduire ses émissions de CO<sub>2</sub>. La division Mesure et Analyse d'ABB est notamment à l'origine du système de surveillance en continu des émissions ACF5000 [6]. Capable de mesurer simultanément la pré-

sence de 15 composants chimiques, dont les polluants les plus importants, il aide les industriels à respecter les limites réglementaires en matière d'émissions. Le CO<sub>2</sub> n'étant pas le seul polluant atmosphérique de l'industrie, l'ACF5000 cible également d'autres gaz à effet de serre ou rejets nocifs issus de la combustion de charbon, de gaz, de pétrole ou de biomasse.

Les analyseurs de gaz ABB répondent précisément aux besoins de conformité réglementaire et de durabilité de nombreuses filières comme la production d'énergie, l'industrie papetière, le ciment ou encore la métallurgie →02. Fruit de plus de 50 ans d'expérience dans la détection par infrarouge non dispersif, le produit phare d'ABB, URAS [7], est capable de mesurer simultanément quatre polluants (CO, NO, SO<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>, par exemple). Autre succès d'ABB, le photomètre

—  
**Les analyseurs de gaz ABB répondent précisément aux besoins de conformité et de durabilité de nombreux secteurs.**

LIMAS utilise le rayonnement ultraviolet pour mesurer la présence simultanée de NO et de NO<sub>2</sub>, ou de SO<sub>2</sub>, même en présence d'eau ou de CO<sub>2</sub> dans l'échantillon [7]. Parmi les autres outils ABB contribuant à un meilleur contrôle des émissions figurent le système de surveillance prédictive des émissions, qui réalise une estimation fiable et précise en temps réel des émissions, et la plate-forme de modélisation inférentielle dédiée à la création de modèles et au déploiement en ligne : celle-ci se connecte au système de contrôle-commande industriel via un protocole standardisé et génère une estimation des émissions à partir des données temps réel récupérées du procédé.

Une détection fiable et opportune des fuites peut aussi diminuer les émissions de GES. Le détecteur de fuites de gaz, qui s'appuie sur la spectroscopie d'absorption brevetée d'ABB, est embarqué sur un drone et se connecte à la plate-forme numérique ABB Ability™ via une application mobile. C'est le seul détecteur du marché capable de mesurer le méthane et l'éthane [8], ce qui lui permet de différencier et de cartographier les fuites

provenant de pipeline et le méthane naturellement présent dans l'air. Sa sensibilité, mille fois supérieure à celle des appareils classiques, garantit une localisation rapide des fuites, tandis que sa plus grande autonomie est synonyme de d'interventions en tout temps et en tous lieux. Le système génère lui-même des rapports détaillés, rendant toute vérification, modification ou filtrage humains superflus. Le client sait directement où se trouve la fuite et quel est son degré de gravité : autrement dit, il réduit ses émissions polluantes tout en améliorant la sécurité, la productivité et l'efficacité des installations.



03



04

### Accéder à une eau propre

Dans le monde, la demande en eau progresse trois fois plus vite que la croissance démographique et fait peser d'immenses contraintes sur les réserves mondiales. L'industrie représente à elle seule 22 % de la consommation mondiale d'eau douce, un chiffre appelé à augmenter [9]. Sans compter que les procédés industriels dégradent la qualité de l'eau, même si celle-ci peut être réutilisée après avoir subi un traitement adéquat.

Alors que les capacités de traitement stagnent et que les installations et systèmes vieillissent, il devient urgent d'améliorer la qualité et de réduire la faramineuse consommation d'eau de l'industrie. ABB a conscience que des produits et des procédés plus durables, moins polluants et moins gourmands en eau (et en énergie), profitent à l'environnement comme aux entreprises. Même une réduction minime peut avoir des répercussions positives sur le bilan financier et améliorer la relation avec les clients et partenaires.

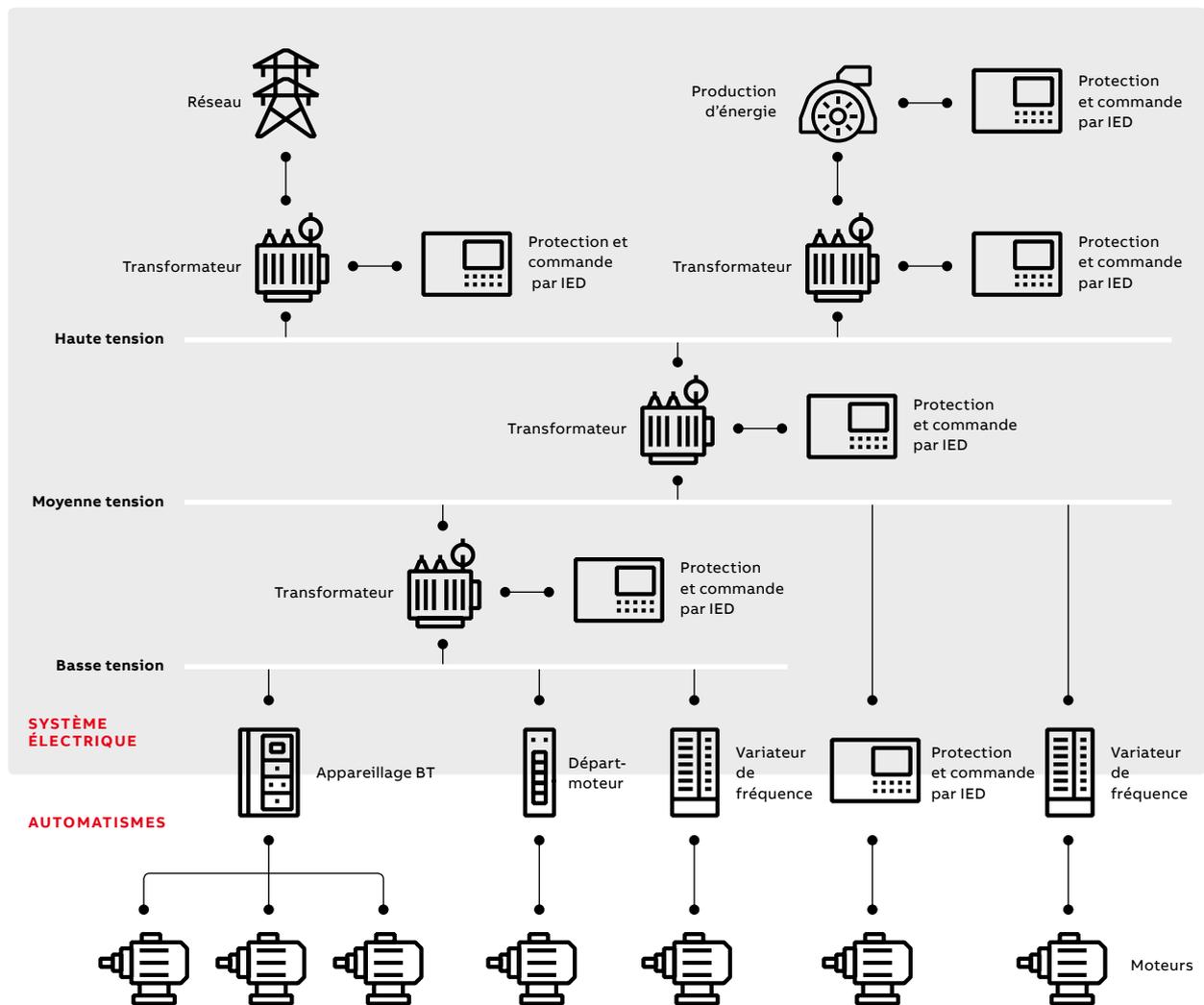
Les solutions d'automatisation ABB, à l'image de Symphony™ Plus, ainsi que les débitmètres et analyseurs d'eau du Groupe, se distinguent par leur flexibilité, leur efficacité et leur fiabilité, gages d'une moindre consommation et d'une meilleure qualité de l'eau, donc d'une réduction des charges d'exploitation.

Le système de contrôle-commande distribué Symphony Plus fait partie de l'offre Symphony d'ABB destinée aux secteurs de l'eau et de l'énergie. Cette plate-forme d'automatisation numérique

—  
Le détecteur de fuites de gaz ABB Ability™ est le seul du marché à pouvoir mesurer le méthane et l'éthane.

complète et éprouvée, forte d'un parc mondial de plus de 6800 systèmes, dont plus de 4800 pour le seul Symphony Plus, dope la performance des stations d'épuration, des usines de dessalement et des réseaux de distribution [10].

L'architecture en boucle fermée (capteurs, analyseurs et actionneurs), parfaitement adaptée à la multiplication des petites installations modulaires, permet d'offrir aux exploitants des réseaux et ouvrages de traitement de l'eau une croissance durable et rentable.



05

— 03 Le débitmètre électromagnétique AquaMaster d'ABB réunit le meilleur de l'intelligence artificielle et de l'automatisation industrielle. Capable de s'auto-tester, il contrôle la quantité d'eau entrante et évite le gaspillage.

— 04 Le capteur de température non intrusif d'ABB fournit une mesure précise de la température et limite les risques pour la sécurité du personnel et l'environnement.

— 05 La solution de commande électrique ABB Ability™ 800xA fournit un aperçu des transferts d'énergie et de charge. L'industriel peut ainsi facilement piloter les équipements de distribution (générateurs, transformateurs, disjoncteurs, etc.) et les charges (moteurs).

Nombreux sont les process exigeant une alimentation en eau de qualité ainsi que sa mesure précise en continu. Les données d'état fournies en temps réel par les solutions d'analyse ABB contribuent à améliorer la performance et le rendement des

### La plate-forme d'automatisation numérique Symphony™ Plus s'adresse au secteur de l'eau.

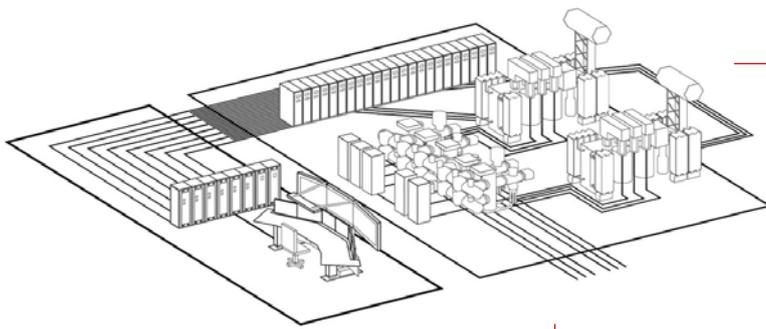
installations tout en préservant la qualité de l'eau, un point crucial quand il s'agit de fournir de l'eau potable évidemment, mais aussi de produire de l'électricité. La solution ABB n'a besoin de connaître qu'un seul paramètre pour analyser la qualité de la vapeur d'eau et garantir une pureté suffisante en vue de la production d'électricité [11]. Alors que la demande en eau potable augmente dans le monde, les analyseurs en continu du Groupe participent aussi au respect des normes sanitaires.

Fort de plus de 70 ans d'expérience dans le domaine, ABB propose toute une gamme de capteurs numériques évolués pH/Redox capables de diagnostiquer la qualité de l'eau [12].

L'AquaMaster →03, un débitmètre électromagnétique intelligent alimenté par piles ou par énergie solaire, contribue à limiter les fuites dans les canalisations, abaisse les coûts de maintenance et améliore le rendement des actifs [13]. Il surveille en temps réel l'arrivée d'eau et détecte donc les fuites dès leur apparition. L'AquaMaster 4 est le premier débitmètre au monde à s'auto-tester toutes les 30 minutes par empreinte numérique ABB pour vérifier l'intégrité des données.

#### Sécurité : allier rentabilité et écologie

Les catastrophes industrielles ont accru l'importance accordée à la sécurité. Si la réglementation de plus en plus stricte des secteurs à risque est bien acceptée, elle ne doit pas obérer leur croissance économique. Les entreprises qui mettent la sécurité, la santé et le bien-être de leurs employés au centre de leur stratégie de développement prennent le chemin d'une croissance résolument



Câblage :  
**- 250 km**  
 soit un trajet Paris-Bruelles



Économies totales :  
**1 000 000 \$**



Hommes-heures :  
**- 42 %**

deux systèmes distincts : du dialogue opérateur à la maintenance du système en passant par la gestion d'alarmes, toutes les opérations se déroulent sans heurts.

Grâce au capteur de température non intrusif NiTemp d'ABB [14], les modernisations de sites existants n'ont plus à arbitrer entre sécurité et rentabilité →04. Lancé en 2018, l'appareil comporte deux sondes et s'appuie sur un algorithme pour mesurer la température en surface en temps réel.

Les automates de sécurité contribuent à protéger le personnel, l'environnement et les actifs industriels.

durable. Les automates programmables dédiés à la sécurité (APIDS) sont une classe spécifique d'automatismes prévus pour protéger le personnel, l'environnement et les installations en cas de dysfonctionnement des boucles de contrôle-commande.

Depuis son lancement en 2005, le système High Integrity Safety de la plate-forme d'automatisation 800xA d'ABB procure aux industriels une architecture flexible et intégrée, adaptée à diverses applications de sécurité. Il se combine à l'offre de services ABB tout au long du cycle de vie pour donner naissance à la solution de sécurité certifiée dont a besoin le client. La redondance des réseaux, interfaces opérateurs et licences d'exploitation devenant superflue, tout comme la maintenance et la formation à la configuration de deux systèmes différents, les dépenses d'investissement s'en trouvent d'autant réduites. La solution allie commandes de procédé et automatismes de sécurité, ce qui élimine les problèmes liés à l'utilisation de

En évitant le puits thermométrique, il réduit le risque humain, environnemental et matériel, facilitant la mise en conformité réglementaire. Les économies se font autant à l'installation qu'à l'exploitation, avec la fin des arrêts pour maintenance. Le budget d'investissement peut alors fondre de 75 % !

#### Contrôle-commande intégré et efficacité énergétique accrue

L'efficacité énergétique, qui promet de réduire la consommation mondiale et de limiter les dégâts causés par les émissions carbonées, figure parmi les grandes priorités politiques et économiques du moment [15]. La solution de commande électrique 800xA, intégrée à la plate-forme ABB Ability™, fournit aux exploitants une vue d'ensemble des usages électriques, qui leur permet d'identifier les gisements d'économies d'énergie et d'affiner les programmes de réduction des émissions [16]. Elle surveille et pilote le fonctionnement des postes

— Le recours à des dispositifs intelligents IED permet de s'affranchir des liaisons câblées et des passerelles logicielles complexes d'un réseau Ethernet, et donc de réaliser de substantielles économies financières, humaines, matérielles et énergétiques.

électriques qui alimentent de nombreuses usines de transformation tandis que les applications temps réel garantissent une disponibilité sans

—  
**Le système 800xA, intégré à la plate-forme ABB Ability™, fournit aux exploitants une vue d'ensemble des usages électriques.**

faillie →05. Un seul système suffit à piloter le procédé, à gérer les équipes d'intervention et à optimiser le rendement productif.

La solution prend en charge les principaux protocoles de communication pour assurer l'interopérabilité des appareils. Le couplage à des dispositifs intelligents de commande et de protection (IED) permet en outre de réduire le coûteux câblage cuivre dans les appareils de coupure →06. Les stratégies de gestion d'actifs industriels appliquées au matériel électrique réduisent les temps d'arrêt et dopent la production.

La solution ABB est un atout précieux pour les filières industrielles très énergivores qui cherchent à réduire leur facture et leur empreinte écologique : non seulement les entreprises améliorent leur productivité mais elles atteignent leurs objectifs de durabilité. Preuve est faite que responsabilité environnementale et rentabilité ne sont pas antinomiques ! •

#### Bibliographie

[1] Agence américaine de protection de l'environnement (EPA), *Executive Order 13693, Planning for Federal Sustainability in the Next Decade*, disponible sur : <https://www.epa.gov/greeningepa/executive-order-13693-planning-federal-sustainability-next-decade> (consulté le 20 juin 2020).

[2] Gouvernement du Royaume-Uni, *The UK becomes the first major economy to pass net zero emissions law*, disponible sur : <https://www.gov.uk/government/news/uk-becomes-first-major-economy-to-pass-net-zero-emissions-law>, 27 juin 2019.

[3] Menon, P., « New Zealand passes law aiming for net zero emissions by 2050 », *Reuters News*, disponible sur : <https://www.reuters.com/article/us-newzealand-climate-idUSKBN1X-HORQ>, 7 novembre 2019.

[4] Shani, O., « The Fourth Industrial Revolution Moves from Automated to Autonomous », *Forbes*, disponible sur : <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/06/04/the-fourth-industrial-revolution-moves-from-automated-to-autonomous/>, 4 juin 2018.

[5] Chestney, N., « Unprecedented world carbon emissions cuts needed by 2050: PwC », *Reuters News*, disponible sur : <https://www.reuters.com/article/us-carbon-pwc-idUSBRE8A400420121105>, 5 novembre 2012.

[6] Système d'extraction humide à chaud ACF5000, disponible sur : <https://new.abb.com/products/measurement-products/analytical/continuous-gas-analyzers/cga-system-solution/acf5000> (consulté le 22 juin 2020).

[7] Gammes d'analyseurs de gaz Advance Optima et EasyLine, disponible sur : <https://new.abb.com/products/measurement-products/analytical/continuous-gas-analyzers/advance-optima-and-easy-line-series> (consulté le 22 juin 2020).

[8] Système de détection des fuites de gaz ABB Ability™, disponible sur : <https://new.abb.com/products/measurement-products/analytical/laser-gas-analyzers/abb-ability-mobile-gas-leak-detection-system> (consulté le 22 juin 2020).

[9] Programme mondial de l'UNESCO pour l'évaluation des ressources en eau, *Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2018*, disponible sur : <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261466>.

[10] ABB, *Introducing ABB Symphony™ Plus*, disponible sur : <https://new.abb.com/power-generation/systems/power-plant-automation/abb-ability-symphony-plus/what-is-abb-ability-symphony-plus> (consulté le 23 juin 2020).

[11] Offre ABB pour l'analyse d'eau en continu, disponible sur : <https://new.abb.com/products/measurement-products/analytical/continuous-water-analysis> (consulté le 22 juin 2020).

[12] Offre de capteurs pH/Redox ABB, disponible sur : <https://new.abb.com/products/measurement-products/analytical/continuous-water-analysis/ph-orp-measurement/ph-orp-sensors> (consulté le 22 juin 2020).

[13] Débitmètre électromagnétique AquaMaster FEW400, disponible sur : <https://>

[new.abb.com/products/measurement-products/flow/electromagnetic-flowmeters/water-waste-water/aquamaster-few400-electromagnetic-flowmeter](https://new.abb.com/products/measurement-products/flow/electromagnetic-flowmeters/water-waste-water/aquamaster-few400-electromagnetic-flowmeter) (consulté le 22 juin 2020).

[14] Gebhardt, J., et al., « La mesure de température non intrusive ABB s'invite dans l'usine numérique », *ABB Review*, 1/2019, p. 46–53.

[15] Agence internationale de l'énergie (AIE), *Shaping a secure and sustainable energy future for all*, disponible sur : <https://www.iea.org/>, 2013.

[16] Système de contrôle-commande distribué ABB Ability™ 800xA, disponible sur : <https://new.abb.com/control-systems/system-800xa/electrical-control-system> (consulté le 22 juin 2020).





## AUTOMATISATION INDUSTRIELLE

# Une mine autonome et zéro carbone

Le secteur minier, confronté à la nécessité d'améliorer son efficacité énergétique et de réduire ses émissions de CO<sub>2</sub>, doit sans tarder optimiser ses procédés et passer à la maintenance prédictive. Les solutions d'automatisation, d'électrification et de numérisation ABB, à la pointe de la technologie, l'aident à relever ces défis.

**Max Luedtke**  
**Mehrzad Ashnagaran**  
ABB Industrial  
Automation, Process  
Industries  
Zurich (Suisse)

max.luedtke@  
ch.abb.com  
mehrzad.ashnagaran@  
ch.abb.com

**Marcos Hillal**  
ABB Industrial  
Automation, Process  
Industries  
São Paulo (Brésil)

marcos.hillal@  
br.abb.com

Les entreprises minières traversent une période difficile : les réserves connues s'épuisent et les gisements faciles d'accès ont presque tous disparus, si bien que les mines se trouvent dans des lieux de plus en plus reculés, tandis que les coûts de la main-d'œuvre et de l'énergie restent lourds pour l'exploitant. S'ajoute à cela la pression en vue d'améliorer l'efficacité énergétique et de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.

C'est pourquoi la mine de demain devra être la plus autonome et la plus décarbonée possible : place à une exploitation numérique sécurisée, où à chaque aspect de l'activité est associée une solution écoproformante. L'offre ABB comprend déjà des solutions complètes et intégrées (électrification, automatisation, entraînements, moteurs et infrastructures) qui dopent la performance globale du secteur, de la mine au port. Les technologies numériques du Groupe facilitent les interactions



01



1

**Automatisation partielle**



2

**Automatisation locale**



3

**Connexion et optimisation**



4

**Collaboration et mobilité**



5

**Autonomie et optimisation économique**



<b>Mines souterraines et à ciel ouvert</b>	Automatisation limitée Réseau électrique indépendant Services miniers indépendants	Systèmes de levage Pompage et dénoyage Services sur site	Gestion de flotte Ventilation à la demande Postes numériques souterrains modulaires Télédiagnostic Gestion des opérations	Analytique et intégration IT & OT Intégration transparente des données et des procédés Centres d'exploitation collaboratifs et à distance Ordonnancement et planification de la production en temps réel Transmission sur demande à l'opérateur nomade Localisation des actifs et des équipes Suivi des performances de la production et des actifs dans le cloud Capteurs communicants	Engins sans conducteur Solutions d'extraction minière robotisées Solutions de maintenance robotisées Solutions pour équipes nomades Apprentissage automatique pour la maintenance prédictive et la commande avancée des procédés Jumeau numérique Optimisation des flux procédés en fonction des prix Régulation économique du procédé
	Automatisation élémentaire Réseau électrique indépendant	Empilage et récupération semi-automatisés Entraînements Services sur site	Empilage et récupération automatisés Gestion de parc Gestion des équipements de convoyage Téléservices		
	Îlots d'automatisation Réseau électrique indépendant	Automatisation intégrée des procédés Supervision (SCADA) indépendante du système électrique Broyeurs Services sur site	Régulation de puissance et de procédé intégrée Centre de conduite Commande avancée des procédés Gestion des actifs Gestion de l'information Télédiagnostics		

02



—  
01 L'automatisation a beaucoup d'avantages pour le secteur minier.

—  
02 Évolution de l'automatisation et de l'autonomisation des mine

entre personnel, matériel et services, avec à la clé des gains de puissance, de productivité et de disponibilité, ainsi qu'une baisse des coûts globaux. ABB accompagne également ses clients vers le tout-électrique et l'efficacité énergétique par l'optimisation des procédés.

### Vers l'autonomie

Aucune mine n'est totalement autonome actuellement, ni ne le sera dans un avenir proche. Par contre, nombreuses sont celles à posséder des îlots d'autonomie →02.

L'automatisation des mines a de nombreux avantages : on peut par exemple envoyer un engin autonome dans des zones dangereuses polluées ou poussiéreuses plutôt qu'un technicien. Les employés travailleront de moins en moins dans la mine et de plus en plus dans des centres de commande implantés en milieu urbain, plus confortables et plus accessibles →01. Le recrutement s'en trouvera facilité.

L'exploitation autonome va aussi de pair avec la maintenance prédictive, et donc avec une diminution des arrêts imprévus et des coûts de réparation, ainsi qu'avec une optimisation des procédés. Cela réduira automatiquement la consommation de ressources (eau, par exemple) et les émissions

de CO<sub>2</sub>. Les dispositifs (semi-)autonomes sont déjà à l'œuvre quand il s'agit de percer ou de dynamiter des galeries, et de stocker le minerai. Par exemple, MIBRAG, qui exploite la mine allemande de lignite Schleenhain (à côté de Leipzig), a choisi de piloter les convoyeurs et silos de stockage

—  
L'accès à des données d'exploitation précises en temps réel est indispensable à l'automatisation de la mine.

du site à l'aide de contrôleurs ABB Advant, implantés dans le centre de conduite. Une récente migration vers la plate-forme d'automatisation ABB Ability™ 800xA a fait bénéficier toutes les installations de commande et d'entraînement des dernières avancées technologiques. Les deux gratteurs portiques et le convoyeur empileur de la mine fonctionnent ainsi en autonomie ; le projet englobe également les entraînements, l'instrumentation, les auxiliaires, la vidéosurveillance et l'infrastructure de communication, ainsi qu'une version pilote du système de gestion des parcs ABB Ability™ Stockyard Management System.

Le passage à un fonctionnement autonome exige une étroite collaboration entre le client et les spécialistes ABB des produits et technologies minières. Les équipementiers ont aussi un rôle à jouer en permettant l'indispensable standardisation et interopérabilité des produits.

### Technologies

Les progrès de l'intelligence artificielle, de l'apprentissage automatique et de l'Internet industriel des objets, qui permettent d'exploiter la puissance des données et de l'analytique temps réel, accélèrent l'automatisation des machines, facilitent la maintenance prédictive, améliorent la traçabilité ainsi que la visibilité sur la totalité de la chaîne de valeur. Pour l'industrie minière, cela se chiffrerait à quelque 373 milliards de dollars d'économies d'ici à 2025 [1].

L'accès à des données d'exploitation précises en temps réel est indispensable à l'automatisation de la mine. Si ces données ont toujours compté, aujourd'hui la prise de décisions économiques



03

est désormais indissociable d'un flux régulier de données rapatriées des équipements et des installations, mais aussi de complexes multisites et multisectoriels ayant chacun sa réglementation. Cette évolution est passée par l'intégration verticale de deux mondes traditionnellement cloisonnés : l'informatique (IT) avec son approche descendante (pilotage centralisé de la production) et l'opérationnel (OT) avec sa démarche ascendante (remontée des données de production vers la gestion).

Les données, unifiées et omniprésentes à tous les maillons de la chaîne industrielle, depuis la gestion logistique jusqu'au SAV en passant par la production, comptent désormais parmi les plus précieux actifs de l'usine moderne. Les procédés et machines communicants, optimisés pour les données, peuvent être alimentés par de multiples sources et rendre la production plus agile et plus mobile, améliorer sa sécurité et son efficacité, faciliter la téléconduite ou encore donner une vision plus détaillée de la performance opérationnelle. L'intégration des données provenant des équipements, des procédés, des sites de production et des systèmes de gestion offre une visibilité globale de l'entreprise et en facilite la conduite. Les

—  
**ABB Ability™ Ventilation Optimizer géolocalise les personnes et les véhicules, et module le flux d'air en conséquence.**

systèmes connectés détectent les déséquilibres de charge et les corrigent automatiquement pour éviter les pannes. Cette intégration IT-OT est au fondement de l'usine connectée.

Dans une autre mine, ABB a déployé un système de contrôle-commande distribué qui centralise les données de toutes les fonctions essentielles (gestion de l'eau, concassage, convoyage, chargement des skips, pompage et concentration). Ce site relativement ancien a ainsi pu gagner en efficacité grâce au numérique. La télésurveillance, opérationnelle 24 heures sur 24, aide les techniciens à prédire en temps réel les besoins en maintenance des équipements stratégiques avant toute défaillance. Le système de ventilation à la demande ABB Ability™ Ventilation Optimizer →03 est capable de géolocaliser les personnes et véhicules se dépla-

— 03 Le système de ventilation ABB Ability™ Ventilation Optimizer réduit la consommation énergétique, comme ici dans la mine de cuivre souterraine de Chuquicamata (Chili), exploitée par Codelco.

— 04 Système ABB d'alimentation électrique des camions par caténaire

çant dans la mine, et de moduler le flux d'air en conséquence ; de quoi diviser par deux la facture énergétique du poste ventilation (-40 % pour le cas évoqué). Autre avantage au plan sécuritaire : en cas

—  
Le poste énergie représente souvent le plus gros gisement d'économies et de gains d'efficacité d'une exploitation minière.

d'incendie, le système évacue la fumée plus vite, évitant sa propagation dans les galeries. Le logiciel tient aussi compte des ajouts ou déplacements de ventilateurs au gré des besoins. Au cours de sa première année d'utilisation dans une autre mine, Ventilation Optimizer a permis de réduire de 54 % la consommation énergétique de la ventilation et de 21 % celle du chauffage.

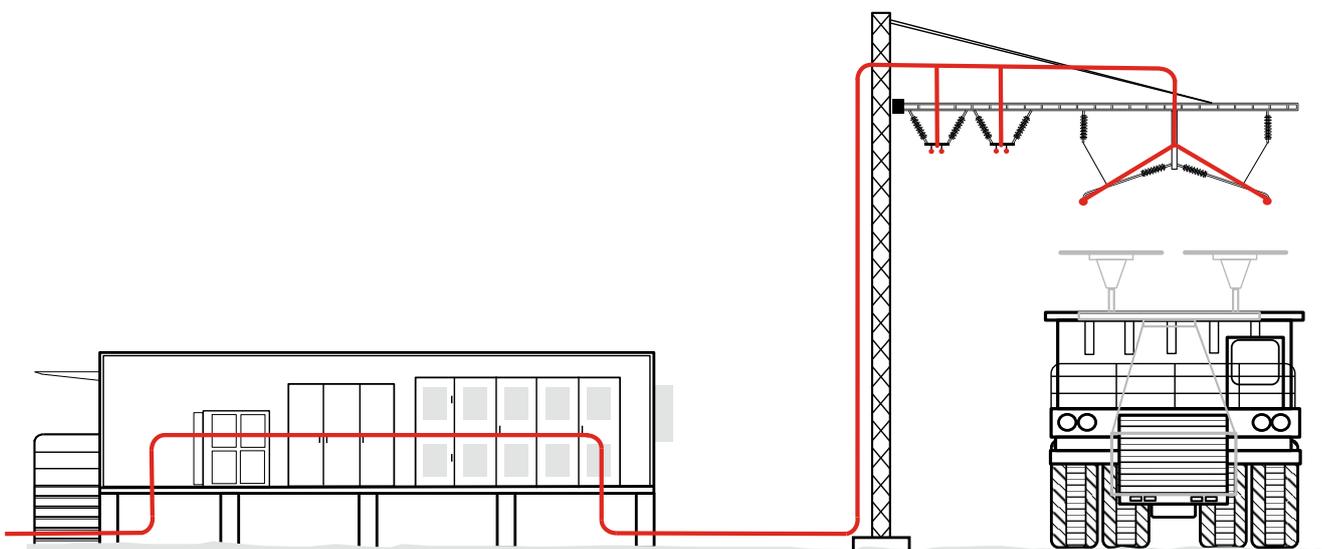
De même, la progression de l'automatisation et du numérique a rendu l'intégrité des données vitale pour les entreprises minières, qui peuvent pour cela s'appuyer sur la solution ABB Ability™ Cyber Security Fingerprint. Ce service non intrusif s'intègre à n'importe quel système de contrôle-commande pour traquer les failles

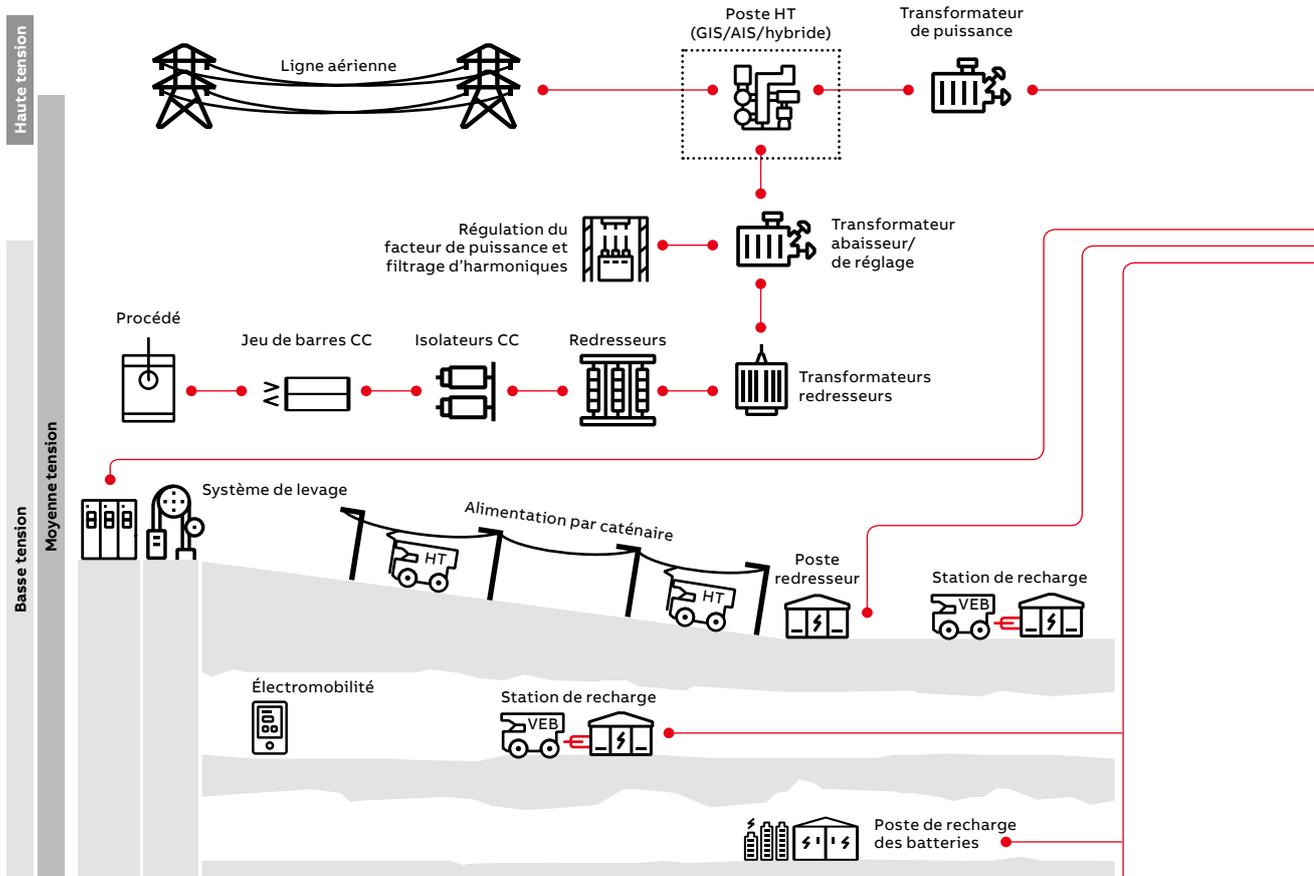
informatiques et réaliser un audit de sécurité complet du site. À partir d'une analyse des risques effectuée par ABB Ability™ Cyber Security Benchmark et des informations fournies par le personnel, la solution génère un rapport détaillé sur le système de contrôle-commande ainsi que sur l'état et l'efficacité des mesures de cybersécurité en place. Les spécialistes ABB analysent ensuite ce rapport pour suggérer des améliorations.

#### Vers le tout-électrique

Dans la quête de rationalisation des coûts et de gains d'efficacité, le poste énergie est le plus gros défi des exploitations minières et de leur flotte de véhicules diesel, qu'il faut non seulement approvisionner en carburant mais aussi réparer et renouveler. L'extraction minière est par essence très énergivore, et l'appauvrissement des minerais augmente mécaniquement la quantité d'énergie consommée pour obtenir une tonne de produit final. La pression à la baisse sur les cours ampute encore la marge bénéficiaire. Enfin, les seuils de pollution atmosphérique aux particules fines, au carbone élémentaire et carbone total, ainsi qu'au dioxyde d'azote sont très réglementés dans les mines et le respect des limites d'émission assez coûteux.

Une contrainte dont l'électrification aide à s'affranchir : un véhicule électrique ne pollue pas et chauffe moins, ce qui réduit les dépenses de refroidissement.





05

À l'horizon 2028, le secteur minier devrait employer plus de 30 000 véhicules électriques ou hybrides, soit un marché de 9 milliards de dollars [2].

Connecté aux systèmes d'automatisation et de commande numérique, cet équipement électrique

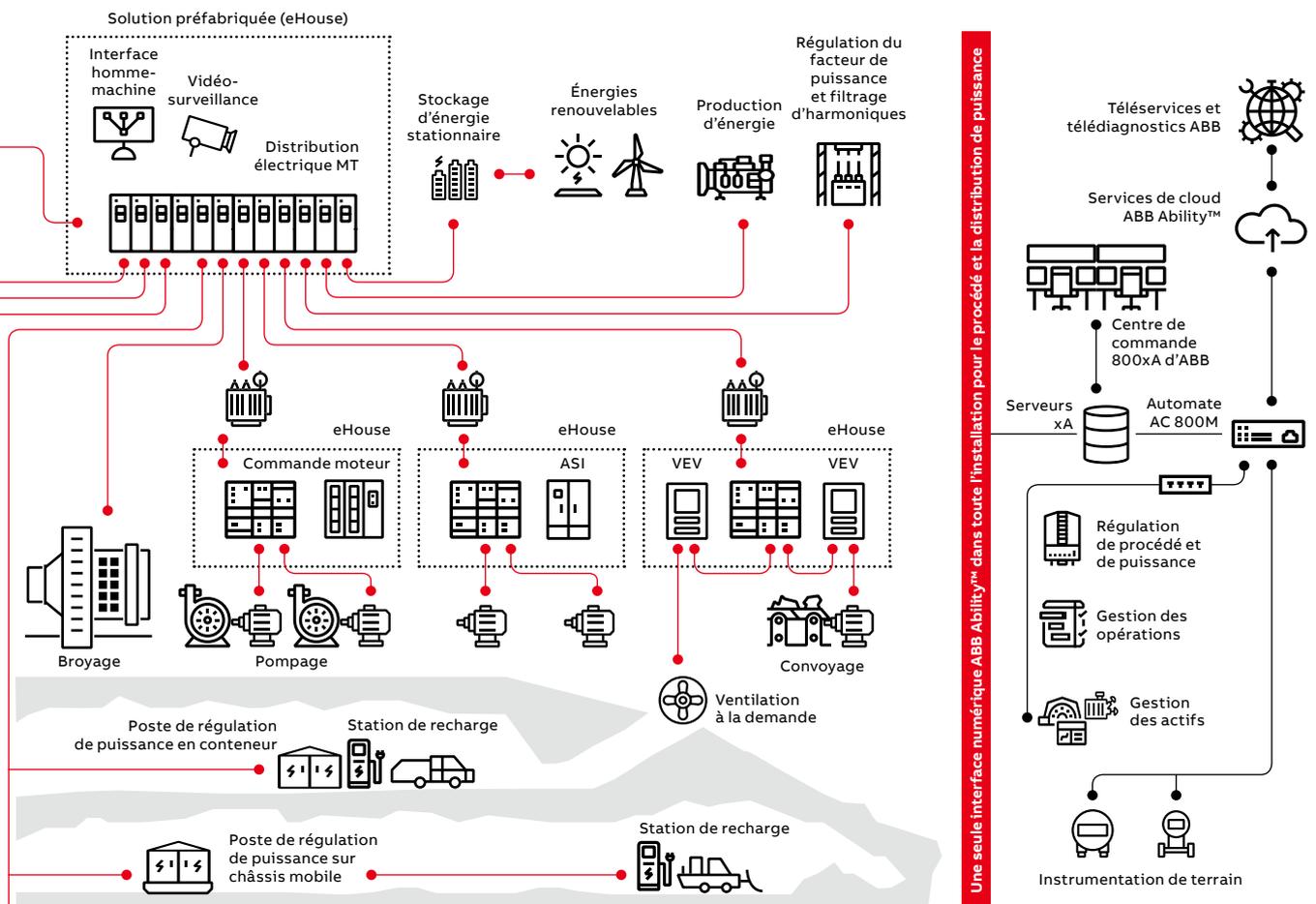
—  
**La numérisation, l'électrification et l'automatisation ouvrent la voie à une extraction minière plus durable.**

peut participer à la surveillance et à la conduite du procédé de façon à optimiser l'exploitation et les usages énergétiques, œuvrant pour une mine plus durable.

ABB a ainsi équipé une mine de cuivre d'un système d'alimentation électrique des camions par caténaire →04 : la voie de test de 700 m de long, associée à un poste redresseur de 10 MW/2700 VCC, a permis d'économiser 830 m<sup>3</sup> de diesel par an et de réduire de 80 % les émissions de gaz à effet de serre. Quatre camions d'une puissance unitaire de 4,5 MW (les quatre ne roulant pas en même temps) ont été équipés de pantographes. Les gains sont multiples : amélioration de la qualité de l'air ; vitesse de circulation quasiment doublée par rapport aux véhicules diesel ; réduction des coûts de production, des besoins en maintenance des moteurs, du nombre de camions nécessaires ainsi que du bruit, des vibrations et des temps de cycle.

**Une offre globale pour l'industrie minière**

L'industrie minière doit exploiter des gisements toujours plus rares et plus reculés, dans un contexte de hausse du coût de l'énergie et de la main-d'œuvre. La numérisation, l'électrification



AIS : poste à isolation dans l'air  
 ASI : alimentation sans interruption  
 GIS : poste à isolation gazeuse  
 VEB : véhicule électrique à batterie  
 VEV : variation électronique de vitesse

05 L'offre de solutions intégrées ABB Ability™ MineOptimize couvre toute la chaîne de valeur, de la mine au port.

et l'automatisation contribuent à une meilleure efficacité énergétique et à une réduction des émissions carbonées, ouvrant la voie à un fonctionnement plus durable. L'offre complète ABB Ability™ MineOptimize couvre à cet effet tous les besoins des entreprises, de l'électrification aux solutions numériques, pour une exploitation minière plus efficace et durable sur toute sa chaîne de valeur →05. •

#### Bibliographie

[1] Durrant-Whyte, H., *et al.*, « How digital innovation can improve mining productivity », McKinsey & Company, disponible sur : <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/how-digital-innovation-can-improve-mining-productivity>, 1<sup>er</sup> novembre 2015.

[2] Atak, A., « Electric vehicles for mining will be a \$9 billion market in 2028 », disponible sur : <https://www.idtechex.com/en/research-article/electric-vehicles-for-mining-will-be-a-9-billion-market-in-2028/14214>, 3 mai 2018.

## AUTOMATISATION INDUSTRIELLE

# L'automatisation, gage de sûreté et de durabilité pour l'industrie pétrogazière

L'offre ABB de solutions d'automatisation, d'électrification et de numérisation aide les énergéticiens à réduire leur consommation et leurs émissions de CO<sub>2</sub>, à adopter un fonctionnement plus efficient et à intégrer massivement les énergies renouvelables dans leur mix de production : autant de pas vers un monde plus sûr et plus durable.



01



**Stein Guldbrandsøy**  
ABB Energy Industries  
Bergen (Norvège)

stein.guldbrandsøy@  
no.abb.com

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) ont augmenté de 31,2 % entre 1990 et 2016 ; depuis 2010, la hausse avoisine 0,9 % par an. La production d'énergie et l'industrie sont les deux plus gros émetteurs de GES, avec une contribution respective de 35 et 21 % →01 [1]. La communauté

—  
**Les majors pétrogazières investissent dans les technologies bas carbone et les énergies non polluantes.**

internationale s'accorde sur le fait qu'une forte amélioration de l'efficacité énergétique est indispensable pour arrêter, voire inverser, cette hausse. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), ce levier pourrait à lui seul représenter plus de 40 % de la réduction des émissions nécessaire à l'horizon 2040 pour respecter l'Accord de Paris [2].

Deux autres volets sont aussi appelés à jouer un rôle important dans ce sens : le captage et stockage

du CO<sub>2</sub> (CSC), et les énergies renouvelables (EnR), qui affichent un fort dynamisme. En 2017, les EnR ont absorbé 17 % de la croissance mondiale de la demande en énergie, un record absolu. Les investissements dans le secteur devraient cumuler 7400 milliards de dollars en 2040 [3]. La diversification du bouquet énergétique pourrait faire chuter de 900 millions de tonnes les émissions annuelles de CO<sub>2</sub> →02.

## Mue énergétique

Les groupes pétrogaziers, comme BP, Shell, Total, Chevron, ENI ou Equinor, multiplient les investissements dans les technologies bas carbone et les startups spécialisées dans le CSC ou la recharge électrique intelligente, par exemple. Chaque *major* a sa stratégie →03, mais toutes sont confrontées à une exigence croissante d'autonomie opérationnelle et de réduction des coûts.

## Offre ABB

Qu'il s'agisse d'efficacité énergétique, de captage du CO<sub>2</sub>, de technologies bas carbone ou d'EnR, les solutions intégrées d'ABB accompagnent l'industrie pétrogazière dans sa transition vers la neutralité carbone. Un chemin qui passe évidemment par la réduction des émissions mais aussi des déchets et des risques industriels.

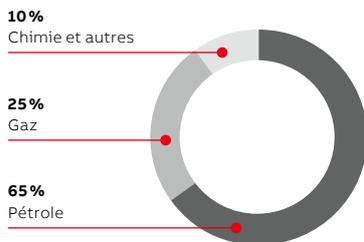


— 01 L'unité flottante de production, stockage et déchargement Goliat, automatisée et électrifiée en grande partie par ABB

— 02 Domaines d'activité des compagnies pétrolières en 2020 et 2035 (infographie inspirée des données du Financial Times et des rapports d'activité et communiqués de presse des compagnies pétrolières)

— 03 Chaque grand groupe pétrogazier mène sa propre stratégie de diversification dans des activités à faible teneur en carbone (source : IHS Markit).

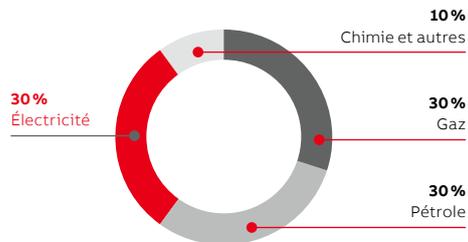
### Production des majors pétrolières en 2020 (10x)



02

### Sources d'énergie en 2035 (16x)

(hypothèse d'une croissance annuelle des dépenses d'investissement de 3 %)



### Mobilisation des grands groupes pétrogaziers en faveur des technologies à faible teneur en carbone

	BP	Chevron	ENI	Equinor	Exxon-Mobil	Rapsol	Shell	Total
Réduction des émissions directes	■	■	■	■	■	■	■	■
Promotion du gaz naturel et du GNL	■	■	■	■	■	■	■	■
Solaire	■	■	■	■	■	■	■	■
Éolien	■	■	■	■	■	■	■	■
Biocarburants	■	■	■	■	■	■	■	■
Géothermie	■	■	■	■	■	■	■	■
Hydroélectricité	■	■	■	■	■	■	■	■
Transport et distribution d'électricité	■	■	■	■	■	■	■	■
VE/Infrastructure de recharge	■	■	■	■	■	■	■	■
Batterie/stockage	■	■	■	■	■	■	■	■
Pile à combustible	■	■	■	■	■	■	■	■
Captage, stockage et utilisation du CO <sub>2</sub>	■	■	■	■	■	■	■	■
Solutions naturelles (puits de carbone)	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Axe de développement en cours ou élément de stratégie actuelle  
 ■ Axe de recherche et/ou d'investissement potentiel

03

### Automatisation et numérisation

Le numérique et l'automatisation sont peut-être les deux principales voies pour réduire les émissions et rendre l'exploitation plus durable, plus sûre, plus efficace. Les solutions ABB d'automatisation des procédés, de gestion des actifs et de

## ABB développe de nouvelles technologies dédiées au secteur du pétrole et du gaz.

numérisation aident les industriels du pétrole et du gaz à abaisser leur consommation énergétique et leurs émissions carbonées. Pour réduire son empreinte environnementale, le secteur a besoin de mieux connaître ses actifs, les ressources et leurs usages, d'identifier les niveaux de productivité optimaux et de réduire ses dépenses d'exploitation. Les outils numériques fournissent une aide précieuse à cet égard, comme l'illustre plus bas notre étude de cas sur Aasta Hansteen.

### Électrification

Le Forum économique mondial voit dans l'électrification un formidable levier de décarbonation [4]. D'ici à 2050, la demande en électricité devrait croître sept fois plus vite que celle des autres sources d'énergie, tirée principalement par l'électrification du BTP, des transports et de l'industrie.

L'industrie pétrogazière n'est pas en reste et ABB développe de nouvelles technologies et solutions de conversion de puissance et de distribution électrique pour répondre aux besoins du secteur.

### Nouveaux caps

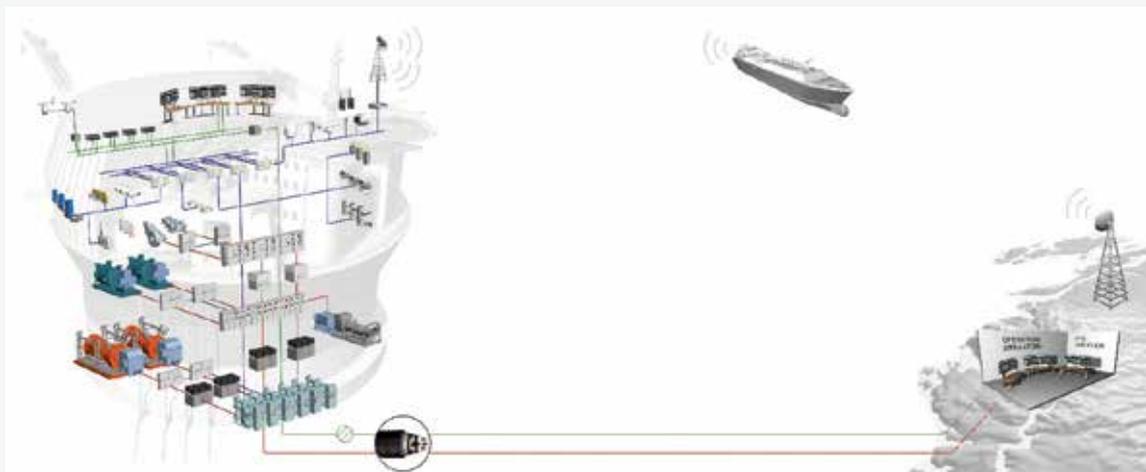
Les énergéticiens sont nombreux à vouloir diversifier leur offre. Les solutions ABB accompagnent l'automatisation et la numérisation des nouveaux marchés de l'énergie tels que l'éolien, le solaire, la géothermie ou encore l'hydrogène. Même si la fin des combustibles fossiles n'est pas encore pour demain, le Groupe aide ses clients à intégrer plus d'EnR dans leur mix énergétique.

### Stockage de l'énergie

ABB est très impliqué dans de nombreux projets visant à maîtriser et à stocker l'énergie afin de

### UNITÉ FLOTTANTE DE PRODUCTION, STOCKAGE ET DÉCHARGEMENT GOLIAT

Les transformateurs, variateurs et moteurs de la plate-forme pétrolière Goliat, au nord de la Norvège, ont été fournis par ABB, de même que l'instrumentation de terrain et la protection contre les incendies et les risques liés au gaz. Le Groupe s'est par ailleurs associé à l'équipementier spécialisé Solberg & Andersen pour concevoir et fabriquer les vannes de régulation et les soupapes de sécurité (pneumatiques, hydrauliques et électriques) ainsi qu'un système de surveillance baptisé ValveWatch.



—  
04 Vue éclatée de l'intérieur de l'unité Goliat

—  
05 Plate-forme Goodwyn A de Woodside (Australie)



05

## La solution ABB de distribution électrique et de conversion de puissance sous-marines a atteint la maturité commerciale.

garantir la continuité de fourniture. Ces technologies font appel à des compétences clés du Groupe : commande avancée, gestion planifiée des cycles de charge/décharge, îlotage de site ou de pan entier du réseau électrique. ABB utilise une réserve tournante efficace pour maintenir un niveau de charge capable de réagir très vite à la perte d'un ouvrage de production ou de transport, et ainsi d'assurer la résilience du réseau.

Le système de stockage sur batteries PowerStore™ fourni au numéro un australien du pétrole et du gaz, Woodside, exploite les possibilités de pilotage à distance de l'offre numérique ABB Ability™. Il équipera la plate-forme pétrolière Goodwyn A →05, située à 135 km au nord-ouest de Karratha (Australie-Occidentale) pour y remplacer l'un des six turbo-alternateurs à gaz. Le système de contrôle-commande ABB Ability™ Microgrid Plus, cerveau de la solution, permettra également de piloter le microréseau à distance, depuis la terre ferme.

### Captage et stockage du CO<sub>2</sub>

ABB est partie prenante du projet pilote de CSC mené par le département de génie chimique de l'Imperial College (ICL) en vue d'établir les

meilleures pratiques de la filière. La large palette de systèmes et produits ABB qui équipent cette installation pilote a déjà fait ses preuves dans de nombreuses applications industrielles à travers le monde : citons, par exemple, le champ gazier de Sleipner, exploité par Statoil (devenu Equinor), qui fut un pionnier de la séquestration de CO<sub>2</sub>, ou encore celui de Snøhvit →04, exploité par Equinor dans les eaux inhospitalières de la mer de Barents, ainsi que le centre européen de technologie du CO<sub>2</sub> de Mongstad (Norvège), qui associe Equinor, Shell, Total et Gassnova. Les étudiants de l'ICL peuvent ainsi se familiariser avec l'offre CSC d'ABB. Sur ces trois sites, des automatismes ABB surveillent et pilotent les procédés complexes du captage et du stockage du CO<sub>2</sub>, mais aussi la production. À Snøhvit, par exemple, ABB a fourni le système de contrôle-commande des champs sous-marins, de la conduite multiphasique d'acheminement du gaz à terre, de l'usine de traitement du gaz naturel liquéfié et des installations de chargement des navires. La fourniture ABB incluait également des systèmes d'automatisation de la sécurité, d'acquisition des données de commande et de procédé, ainsi que de commande et de supervision électrique. En temps normal, trois à quatre opérateurs de conduite suffisent à assurer le bon déroulement du process. L'usine modèle de l'ICL offre des conditions idéales pour former les étudiants aux multiples situations, difficultés et complexités techniques rencontrées dans ce type d'installation.

D'autres projets illustrent l'ampleur de l'engagement d'ABB au service de la sécurité, de l'efficacité et de la durabilité de l'industrie pétrogazière. Les



systèmes d'automatisation, de numérisation et d'électrification du Groupe contribuent à réduire l'intensité énergétique et à améliorer le rendement du secteur.

### Électrification sous-marine

En 2013, ABB a lancé un projet industriel commun avec Equinor, Total et Chevron en vue de concevoir et de fabriquer des systèmes de transport, de distribution et de conversion de puissance sous-marins. Destinés à l'exploitation présente ou future des gisements d'hydrocarbures offshore, ils permettraient de faire fonctionner compresseurs et pompes directement au fond de l'océan sur le plateau continental norvégien, dans le Golfe du Mexique ou ailleurs.

À l'issue de 3000 heures d'essais en eaux peu profondes fin 2019, les technologies ABB de distribution et de conversion de puissance sous-marines ont atteint la maturité commerciale, promesse d'une révolution « verte » de l'extraction pétrogazière.

Déporter les pompes et les compresseurs sur le fond marin améliore l'extraction de pétrole et de gaz des gisements en eaux profondes et se traduit par une réduction de 20 à 30 % des dépenses globales sur les 30 années d'exploitation. Le délai de construction et de mise en service de l'installation est également écourté de 25 %.

La solution ABB comprend un transformateur abaisseur, des appareillages et des variateurs de fréquence moyenne tension, un circuit de distribution basse tension, des composants d'électronique de puissance ainsi que des systèmes de contrôle-commande. Pour optimiser performance

—  
Déporter le traitement des hydrocarbures au fond de la mer allège considérablement le budget maintenance et les dépenses d'exploitation.

et productivité, l'ensemble est piloté par la plate-forme numérique d'automatisation étendue ABB Ability™ 800xA, qui collecte les données temps réel aux fins de suivi d'état et d'analyse prédictive. Les compagnies pétrogazières peuvent ainsi disposer d'une alimentation fiable et sûre

—  
06 La plate-forme gazière en eaux profondes Aasta Hansteen bénéficie de l'expertise d'ABB en automatisation.

atteignant 100 MW, capable d'endurer l'environnement hostile des abysses (-3000 m) et du grand large (jusqu'à 600 km des côtes).

Déporter le traitement des hydrocarbures au fond de la mer réduit les besoins de maintenance et les dépenses d'exploitation avec, par exemple, des économies évaluées à 500 millions de dollars pour une installation à huit consommateurs (pompes ou compresseurs) reliée par un seul câble à une infrastructure terrestre distante de plus de 200 km.

Cette première mondiale démontre qu'il est désormais envisageable de rendre toute la chaîne de traitement de plus en plus autonome, et de la téléexploiter et téléalimenter depuis la côte, ouvrant la voie à une production décarbonée.

#### Fiabilité et efficacité opérationnelles

À 1300 m sous le niveau de la mer, le champ gazier d'Aasta Hansteen, situé 300 km à l'ouest de la ville norvégienne de Sandnessjøen, est le plus profond des gisements exploités sur le plateau continental norvégien. L'installation se compose de deux modules sous-marins qui sont raccordés à la plate-forme de type Spar par des liaisons fond-surface en acier, une première en Norvège →06.

Aasta Hansteen est exploité par Equinor (partenaire majoritaire), Wintershall, OMV et ConocoPhillips. Les réserves récupérables sont

—  
Le nombre d'interventions manuelles a chuté de 98 % grâce à la plate-forme ABB Ability™.

estimées à 51 milliards de mètres cubes de gaz sec à faible teneur en CO<sub>2</sub>. Le pipeline Polarled acheminera le gaz extrait jusqu'au complexe gazier Nyhamna, propriété de Shell.

ABB a fourni les systèmes intégrés de sécurité, d'automatisation et de télécommunication, ainsi que le matériel électrique. L'installation est fédérée par la plate-forme ABB Ability™ 800xA. Celle-ci intègre un système de suivi d'état de 4000 dispositifs (soit plus de 100 000 états de maintenance), des outils de gestion et de rationalisation d'alarmes, ainsi que plusieurs applications de sécurité critiques et une solution de stockage global des alarmes et événements.

Le nombre d'interventions manuelles a chuté de 98 %, diminuant la durée de mise en service de plus d'un mois. Les gains de disponibilité équivalent à une ou deux journées de fonctionnement (pour une production quotidienne estimée à 5 millions de dollars) du fait de la montée en charge plus rapide à chaque redémarrage.

Aasta Hansteen conforte Equinor et le plateau continental norvégien dans leur position de fournisseurs fiables et pérennes de l'Europe et du Royaume-Uni.

#### Vers un monde plus sûr et durable

Les deux études de cas présentées ci-dessus, si elles constituent chacune une première mondiale dans leur domaine, ne sont que des exemples des nombreux projets dans lesquels l'innovation ABB accompagne la transition du secteur pétrogazier vers le numérique, l'automatisation et l'électrification. Des installations plus efficaces et moins énergivores contribuent à un usage plus raisonné des ressources naturelles et réduisent les émissions de CO<sub>2</sub> ainsi que le volume des déchets. Beau temps pour la planète ! •

#### Bibliographie

[1] Agence américaine de protection de l'environnement, *Greenhouse Gas Emissions*, disponible sur : <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions> (consulté le 26 mai 2020).

[2] Agence internationale de l'énergie, *Energy Efficiency 2018: Analysis and outlooks to 2040*, Fuel report, disponible sur : <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2018>, octobre 2018.

[3] Offshore Energy, NEO 2017 : *Renewables*

*set for \$7.4 trillion in new investment by 2040*, disponible sur : <https://www.offshore-energy.biz/neo-2017-renewables-set-for-7-4-trillion-in-new-investment-by-2040> (consulté le 26 mai 2020).

[4] Puglielli, D., *How electrification can supercharge the energy transition*, Forum économique mondial, disponible sur : <https://www.weforum.org/agenda/2019/04/electrification-energy-transition-decarbonization-climate-change>, 25 avril 2019.



01

---

## AUTOMATISATION INDUSTRIELLE

# Les solutions ABB, à la proue du navire écologique et durable



**Margarita Sjursen**  
ABB Marine and Ports  
Oslo (Norvège)

margarita.sjursen@  
no.abb.com

Les solutions ABB d'électrification, de numérisation, d'intégration et de connectivité du transport maritime permettent aux armateurs et opérateurs portuaires d'améliorer le rendement énergétique des navires et de réduire les émissions polluantes pour un développement durable.



**Mei Juan Lee**  
ABB Turbocharging  
Baden, (Suisse)

mei-juan.lee@  
ch.abb.com

Le débat sur les gaz à effet de serre (GES) a parfois tendance à occulter la contribution du transport maritime à la pollution planétaire. Rien d'étonnant à cela puisque les ports font rarement partie des sites privilégiés des touristes et que les navires croisent le plus souvent au large, loin des regards... Mais c'est oublier que le secteur représente 2 à 3 % du total des émissions de GES dans le monde.

Sous la pression sociale, politique et réglementaire, les métiers de la mer sont de plus en plus sensibilisés à la question environnementale et poussés à l'action. L'organisation maritime internationale (OMI) par exemple, institution spécialisée des Nations unies, s'est donnée pour objectif de réduire à l'horizon 2050 les émissions mondiales de gaz à effet de serre d'au moins 50 % par rapport à leur niveau de 2008. De même, beaucoup

d'entreprises du secteur opèrent un changement de cap et se rallient à la cause écologique.

L'ambition de réduire les émissions et d'améliorer les rendements pour atteindre ces objectifs passe par un usage ciblé de la technologie, notamment dans les domaines de l'automatisation, de l'électrification et du numérique. Précisément là où ABB compte plusieurs décennies d'expérience et d'innovation →01.

### Électrification des navires

La propulsion électrique ABB est un bon exemple de convergence de l'automatisation, de l'électrification et du numérique pour doper, sécuriser et pérenniser le transport maritime.

Charpente de tout projet d'électrification marine, elle intègre une chaîne cinématique constituée de moteurs, de groupes électrogènes, d'armoires électriques et d'appareils propulsifs. Sa souplesse permet d'optimiser les opérations en démarrant ou en arrêtant les moteurs en fonction des besoins de puissance, ce que ne peut faire la propulsion diesel-mécanique traditionnelle. Les navires, en particulier ceux au profil d'exploitation variable, gagnent ainsi sur les deux tableaux : économie de combustible et baisse de la pollution.

### L'Azipod, pour une navigation sûre, performante et durable

Il y a trente ans, ABB révolutionnait le secteur marine avec son propulseur azimutal Azipod [1] →02. Son originalité ? Le moteur électrique qui entraîne l'hélice n'est plus intégré à la coque, mais immergé dans une nacelle, ou « pod », orientable à 360°.

Une innovation qui accroît la manœuvrabilité et le rendement des navires tout en réduisant massivement la consommation énergétique (jusqu'à 20 %) et, par voie de conséquence, les rejets polluants.

Les solutions électriques, numériques et connectées d'ABB améliorent le rendement, la sécurité et la durabilité du transport maritime.

D'après le cabinet d'architectes navals finlandais Deltamarin, l'Azipod représente une économie annuelle de près de 1,7 milliard de dollars par

bateau et une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 10 000 tonnes, soit l'équivalent des rejets de 2200 véhicules [2]. Sans compter la très nette diminution de l'empreinte écologique de la construction navale puisque 95 % de ses matériaux sont recyclables.

De nos jours, plus de 25 types de navires sont équipés du propulseur ABB : paquebots, méga-yachts, brise-glaces, navires de cargaison arctiques, transbordeurs, ravitailleurs en mer, navires de recherche et autres bâtiments techniques.

### Électrification des navires, un courant porteur

Pionnier du bateau électrique depuis plus de 110 ans, ABB équipe aujourd'hui plus de 1300 navires de ses systèmes de propulsion électrique. Les bâtiments de nouvelle génération s'appuient de plus en plus sur des architectures électriques qui élargissent la gamme des combustibles classiques pour intégrer des sources d'énergie comme les batteries et l'hydrogène.

Ces systèmes embarqués facilitent l'intégration des solutions d'automatisation et de contrôle-commande en permettant aux exploitants de collecter et d'analyser davantage de données, d'améliorer les processus décisionnels et, en définitive, la performance des bateaux. Cette nouvelle chaîne cinématique numérisée et connectée promet au transport maritime des gains considérables de rendement, de sécurité et de croissance écologique durable. C'est dans ce courant que s'inscrit l'offre ABB Ability™. Cette plate-forme numérique multisectorielle dote

01 Les solutions d'électromobilité numérique et connectée d'ABB diminuent la part du transport maritime dans la pollution atmosphérique.

02 L'Azipod, fleuron de la propulsion électrique ABB Marine (en photo, la version DO)



l'équipage d'une suite logicielle complète d'aide à la décision pour surveiller et optimiser les performances de navigation.

Les solutions ABB Ability permettent notamment aux armateurs et aux navigateurs d'optimiser l'itinéraire maritime, de respecter les normes environnementales, d'améliorer la sécurité de

—

### Le logiciel OCTOPUS cherche la meilleure route maritime en fonction de la météo et de la houle.

l'équipage et de l'embarcation. Les données de navigation peuvent être transmises à un centre de commande à terre, tel ABB Ability™ Collaborative

Operations Center, pour y être analysées par des spécialistes de la mer et de la maintenance préventive →03. Partout dans le monde, plus de 1000 navires connectés à la solution ABB sont suivis nuit et jour à distance par des ingénieurs d'astreinte toujours prêts à intervenir.

Autre innovation numérique ABB Ability : la solution de collecte et d'analyse de données OCTOPUS qui permet aux armateurs de quelque 500 bateaux de maximiser la sécurité et les performances opérationnelles. OCTOPUS aide à trouver le meilleur itinéraire en fonction de la météo et de la houle, ce qui en fait un outil vital pour la sécurité du navire et la planification des routes maritimes.

#### ABB Ability Tekomar XPERT

Le logiciel Tekomar XPERT for Fleet de la plateforme ABB Ability diagnostique les performances moteurs de toute une flotte de navires →04. Installé sur chaque bateau, il quantifie les écarts, signale les anomalies et guide l'équipage vers l'optimum de fonctionnement des moteurs. Il dispense conseils et préconisations afin d'économiser le gazole (à hauteur de 0,5 à 3 tonnes par jour et par navire) et réduire ainsi les émissions.

L'interface opérateur est un portail web offrant des fonctions d'accompagnement des différents échelons de la direction dans la prise de décisions. Le logiciel permet de réaliser des analyses consolidées des performances moteurs à l'échelle d'une flotte. Il facilite également l'étude comparative et le classement des moteurs, navires et flottes, grâce à des tableaux de bord personnalisables selon la fonction de chaque utilisateur.



04





05

—  
03 Centre de commande à terre ABB Ability Collaborative Operations

—  
04 Le logiciel analytique ABB Ability Tekomar XPERT permet de réduire la consommation de carburant et la pollution des moteurs marins.

—  
05 Les turbocompresseurs ABB (ici, le Power2) sont d'une installation et d'une maintenance aisées.

Un tout nouveau service dans le cloud assure le transfert des données issues des plates-formes informatiques en périphérie de réseau vers Tekomar XPERT, pour une évaluation en continu des performances moteurs. La collecte automatique des données à analyser offre le triple avantage d'une précision accrue, de relevés plus fréquents et d'une charge de travail allégée pour l'équipage.

#### **Turbocompresseurs**

Les moteurs diesel peuvent eux aussi bénéficier du vaste portefeuille « turbo » d'ABB avec ses systèmes de suralimentation mono-étagée ou bi-étagée de dernière génération Power2, garants d'un

—  
**L'automatisation complète, accompagne et libère l'humain pour d'autres tâches.**

rendement propulsif maximal →05. Concrètement, les turbocompresseurs ABB font gagner près de 2 % de rendement par rapport aux standards de l'industrie. Mieux, Power2 affiche un rendement plus de 75 % quand une suralimentation classique plafonne à 65 % ; c'est incontestablement le plus puissant turbo destiné aux gros moteurs. De telles performances se traduisent par des économies de combustible à six chiffres et une chute des émissions polluantes (jusqu'à -60 % pour les oxydes d'azote).

L'offre ABB dédiée aux turbocompresseurs évolue vers des services intelligents, qui s'adaptent aux besoins spécifiques de chaque client afin d'améliorer la maintenance et la performance du turbocompresseur et d'offrir la meilleure expérience possible.

#### **L'autonomie pour assister les marins**

ABB s'appuie sur les derniers progrès de l'instrumentation, de l'analytique et de l'informatique pour accroître le niveau d'automatisation de la navigation, du pilotage et de la commande des navires. Qui dit bateau « autonome » ne dit pas forcément personne sur le pont ! On peut toutefois se passer d'équipage quand les conditions s'y prêtent. En fait, le but de l'automatisation est de compléter et d'accompagner l'humain, qui peut ainsi se consacrer à d'autres tâches dans un environnement de travail sécurisé et optimal.

L'offre d'ABB en la matière se compose notamment de la solution d'aide à la navigation ABB Ability™ Marine Pilot Vision et du système de pilotage automatique ABB Ability™ Marine Pilot Control.

Si ces automatismes existent déjà pour le transport maritime à courte distance, leur implantation dans les navires transocéaniques devra encore attendre la réglementation internationale et apprendre de l'expérience des gens de mer pour fiabiliser leur fonctionnement.

#### **Alimentation à quai**

La technologie des raccordements quai-navire d'ABB [3] garantit d'ores et déjà des escales « zéro émission ». Dès l'an 2000, ABB équipait le port suédois de Göteborg d'une solution de branchement quai à bord. Une installation qui a fait depuis de nombreux émules. Encore faut-il que le réseau électrique local soit capable de fournir ce surplus de puissance, qui peut vite s'envoler quand il s'agit d'alimenter un grand paquebot par exemple. Les autorités portuaires étant de plus en plus regardantes sur la qualité de l'air mais aussi sur le niveau de bruit, la technologie ABB contribuera à réduire les vibrations à bord et la pollution sonore à quai.

—  
06 La technologie zéro émission d'ABB propulse la nouvelle génération de transbordeurs tout électriques, comme les deux *Maid of the Mist* qui naviguent au pied des chutes du Niagara.

#### Bibliographie

[1] Tuomaala, P., Turtiainen, M., « Compact Azipod® - Énergie et propulsion de qualité pour les plates-formes en mer et petits navires », *ABB Review*, 4/2001, p. 10-13.

[2] Communiqué de presse ABB, *ABB Azipod® electric propulsion can save \$1.7 million in fuel costs annually, study shows*, disponible sur : <https://new.abb.com/news/detail/24879/abb-azipodr-electric-propulsion-can-save-17-million-in-fuel-costs-annually-study-shows> (consulté le 28 mai 2020).

[3] Bernacchi, R., Guidi, E., « Raccords universels - Navires de croisière et porte-conteneurs au bout du fil », *ABB Review*, 3/2017, p. 76-81.

### Stockage d'énergie

Les solutions de stockage d'énergie pour une navigation hybride à zéro émission ont le vent en poupe. L'hybridation est en effet promise à un bel avenir, confortée par la technologie hydrogène.

Le transport maritime à courte distance, quant à lui, mise sur le tout-électrique. Témoins les deux bateaux touristiques *The Maid of the Mist* qui voguent en douceur et en silence au pied des chutes du Niagara, grâce à la propulsion électrique ABB →06. Ces deux catamarans sont les premiers navires de construction américaine à fonctionner uniquement sur batteries.

Autre exemple de fourniture ABB : le nouveau ferry *MF Herjólfur* de la Icelandic Road and Coastal Administration embarque des solutions de propulsion et de stockage d'énergie électrique

### Le transport maritime à courte distance profite déjà de la motorisation électrique.

ABB lui permettant d'accomplir chaque année plus de 3000 traversées entre le port islandais de Landeyjahöfn et l'île de Westman : ce sont 13 km parcourus en 45 minutes environ, sur une mer réputée agitée. Le système de distribution

électrique Onboard DC Grid™ d'ABB garantit un haut rendement propulsif avec des batteries connectées directement au bus continu commun, évitant ainsi les pertes de puissance durant la charge et la décharge.

De même, ABB a converti au mode diesel/hybride le *San Cristoforo*, un ferry à passagers et véhicules navigant sur le lac Majeur italo-suisse, ce qui a permis de réduire les émissions et d'accroître l'efficacité énergétique du bateau. Ce virage technologique s'appuie sur les solutions de propulsion ABB intégrant batteries et système de gestion du stockage d'énergie.

### Voguer durable

L'urgence climatique, l'émergence de nouvelles puissances économiques et l'urbanisation galopante exigent de nouveaux moyens de transport de biens et de personnes qui soient écologiques et pérennes. ABB compte aujourd'hui parmi les grands innovateurs mondiaux en matière de mobilité durable, tous modes confondus, y compris maritime. Le Groupe est une figure de proue de la conversion du secteur marine à des solutions électriques, numériques et connectées qui maximisent le fonctionnement et le rendement des bateaux pour une navigation sûre, performante et durable. •



AUTOMATISATION INDUSTRIELLE

# Cybersécurité intégrée selon ABB

Si la multiplication des services numériques profite à tous, elle apporte aussi son lot de cyberattaques, au point que le sujet est devenu récurrent à tous les niveaux de la hiérarchie industrielle. Pour autant, cette menace n'est pas une fatalité : la gestion et la maîtrise des cyber-risques s'imposent comme élément central de toute stratégie numérique. Découvrez quels sont les principes fondamentaux de la cybersécurité chez ABB et comment le Groupe assure la protection et l'intégrité des données et des activités de ses clients.



**Ragnar Schierholz**  
Cybersecurity Council,  
Industrial Automation  
Minden (Allemagne)

ragnar.schierholz@  
de.abb.com



**Robert Putman**  
Cybersecurity Council  
Products and Service  
Zurich, (Suisse)

robert.putman@  
ch.abb.com

L'humain, le procédé et la technologie sont au cœur de l'offre d'ABB, partenaire de longue date de l'industrie. Cette relation de confiance lui permet de connaître aussi bien le métier de ses clients que leurs difficultés. En témoignent les plus de 70 millions de dispositifs connectés, 70 000 systèmes de contrôle-commande et 6 000 solutions logicielles déployés dans le monde entier. Depuis quarante ans, ABB propose des solutions numériques sécurisées à tous les secteurs industriels.

La cybersécurité s'est progressivement intégrée à l'offre du Groupe au point d'en devenir aussi indissociable que les ceintures de sécurité et airbags des voitures actuelles. Depuis la conception et le développement jusqu'à la maintenance et au support technique, elle est ancrée dans la démarche ABB de conception de nouveaux produits et services comme de modernisation de l'existant. En effet, de nombreuses installations ont été conçues à une époque où les cyberattaques →01 ne constituaient pas la menace qu'elles sont devenues aujourd'hui. Une mise à niveau de ce patrimoine industriel s'impose →02.

### UNE MENACE PROTÉIFORME

Les cyberattaques se divisent en deux grandes catégories. Les attaques « ciblées », à l'image du ver Stuxnet qui a frappé l'Iran il y a une dizaine d'années, sont souvent le fait de groupes de pirates agissant pour le compte d'un État, tandis que celles dites « génériques », qui exploitent des failles de sécurité dans les systèmes d'information ou de production, sont le *modus operandi* privilégié du crime organisé.

### ATTAQUES GÉNÉRIQUES

Les attaques génériques, dont le nombre a explosé ces dix dernières années, prennent souvent la forme de rançongiciels pilotés par des cybercriminels aux motivations essentiellement financières. Elles constituent une grave menace pour les entreprises, en raison non pas tant de leur degré de sophistication mais du nombre de cibles potentielles, de surcroît mal défendues. Le rançongiciel WannaCry a ainsi infecté des milliers d'ordinateurs en 2017, les dommages se chiffrant en centaines de millions de dollars pour les entreprises.

En automatisation industrielle, ces attaques visent généralement l'interface homme-machine, porte d'entrée dans le système d'exploitation Windows ou Linux. À la différence des attaques ciblées qui requièrent une connaissance approfondie des activités du site ou du réseau visé, les attaques génériques cherchent à se frayer un chemin jusqu'aux plus bas niveaux d'un système de contrôle-commande distribué, à corrompre les données envoyées par les capteurs, actionneurs, systèmes de commande en boucle fermée ou même de sécurité, voire à désactiver complètement ces derniers. Un programme malveillant aura donc un impact très différent selon sa cible : s'il vise l'usine, il peut mettre en danger le personnel, l'infrastructure ou l'environnement ; s'il s'en prend au système informatique de l'entreprise, son objectif est généralement de dérober des informations personnelles ou monétisables.

### Architecture de référence

L'offre de cybersécurité ABB s'articule autour d'une architecture de référence sécurisée, qui vaut pour tous les matériels et logiciels d'automatisation industrielle du Groupe. Ce référentiel capitalise sur la solide réputation des solutions et technologies d'ABB et sur sa longue expertise dans le déploiement,

—  
 Depuis quarante ans, ABB crée des solutions numériques sécurisées pour toute l'industrie.

la gestion et la maintenance de ces systèmes sur tous les plans, de la définition des contrôles d'accès aux flux de données. Elle pose les règles d'une configuration et d'une gestion sécurisées des technologies et, par sa structure étagée et lisible, se prête à l'ajout a posteriori de couches et de fonctionnalités (accès distant, par exemple).

### Partenariats et collaboration

Les nombreux outils et solutions de contrôle-commande développés par des tiers peuvent s'intégrer à l'architecture de référence ABB. Le Groupe s'appuie alors sur ses connaissances métiers et sur son expertise technique pour valider ces développements. Il aide également ses clients dans leurs démarches de sélection des fournisseurs pour optimiser les procédures d'intégration et de validation, de recherche et d'acquisition des meilleures solutions, de consolidation ou d'amélioration de l'offre technologique pour suivre la dynamique du marché et du progrès. ABB travaille main dans la main avec ses principaux partenaires afin de proposer des solutions intégrées. Une collaboration essentielle, tant du point de vue commercial que technologique.

### La normalisation, nécessaire mais pas suffisante

Le respect de la réglementation en vigueur (CEI 62443, NIST 800-82, ISO 27002) ne suffit pas à garantir une cybersécurité efficace. C'est pourquoi ABB travaille en lien étroit avec ses clients pour s'assurer que les architectures et configurations qu'il propose correspondent parfaitement à leurs besoins de conformité normative.

Le Groupe a conscience que le risque d'attaque informatique est un enjeu majeur pour l'industrie, qu'il convient de maîtriser et de minimiser. Si les procédures de réaction sur incident sont du ressort de l'industriel, ABB est à l'affût de toute cybermenace susceptible d'impacter ses propres systèmes de contrôle-commande. Devant une situation potentiellement critique, il prend l'initiative d'avertir les clients. La communication



02

—  
01 Typologie des cyberattaques

—  
02 L'offre de produits et services ABB couvre toutes les installations industrielles, nouvelles ou anciennes.

fonctionne aussi dans l'autre sens puisque ces derniers sont invités à remonter craintes ou menaces d'attaque aux cyber-experts ABB.

La solide réputation du Groupe en tant qu'intégrateur d'automatismes industriels forme la base de sa stratégie de cybersécurité. Le client en tire deux garanties : la première est d'installer une solution tierce au sein de l'architecture de référence ABB

—  
**ABB possède l'expérience et l'expertise technique nécessaires pour fournir des solutions de défense en profondeur.**

avec la certitude d'en tirer une valeur optimale ; la seconde est d'éviter tout risque d'indisponibilité ou de vulnérabilité des actifs, en cas de problème ou d'échec de l'installation. La cybersécurité ABB autorise une récupération aisée.

#### **Facilitateur du numérique**

La cybersécurité concerne toutes les composantes de l'usine : l'humain, le procédé, la technologie. Fort de son expérience et de ses connaissances techniques, ABB est capable de fournir les solutions de défense en profondeur dont a besoin l'industrie moderne. Avec la vague de l'usine 4.0, qui pousse

à multiplier les connexions de l'entreprise et à faire circuler librement les données entre toutes les couches de l'informatique, sécuriser l'atelier ne saurait se résumer à la protection contre la cybercriminalité. À quoi bon protéger les connexions de l'entreprise si la valeur des données associées ne l'est pas ? Le Groupe estime que ses clients n'ont pas à renoncer à la sécurité, à la valeur ou à la maîtrise de leurs données pour exploiter le plein potentiel du numérique. C'est dans cet esprit qu'il propose des solutions innovantes multiniveaux réconciliant (cyber)sécurité et rentabilité. •

---

AUTOMATISATION INDUSTRIELLE

# Surfer sur la vague du numérique

Numérisation et automatisation sont les leviers de la profonde transformation que connaît l'industrie. Rajesh Ramachandran, directeur du numérique pour l'automatisation industrielle chez ABB, nous présente l'approche du Groupe.



**Rajesh Ramachandran**  
Chief Digital Officer  
for Industrial Automation

**AR** Bonjour Rajesh, merci beaucoup de nous accorder cet entretien. Pour commencer, pourriez-vous nous rappeler le parcours qui vous a conduit au poste de *Chief Digital Officer for Industrial Automation* chez ABB ?

**RR** Avec plaisir. J'ai grandi en Inde dans une petite ville, avec une priorité en tête : réussir à l'école. J'ai complété mon diplôme d'ingénieur en électronique et électrotechnique par une maîtrise en informatique de l'Illinois Institute of Technology à Chicago. Cela fait maintenant une trentaine d'années que je pilote des projets de technologie et d'innovation au sein de différentes sociétés. J'ai commencé par un poste opérationnel à la R&D monde de Siemens, en Allemagne, avant de passer chez Oracle en 1998, où j'ai dirigé la R&D des plates-formes Fusion Middleware et Fusion Cloud pendant 12 ans. En 2010, je me suis lancé dans le big data en prenant la tête de la R&D pour des plates-formes d'eBay et de PayPal. Deux ans plus tard, j'ai intégré l'entreprise Rolta, où l'on m'a confié la création et le développement de l'activité Analytique numérique industrielle, qui allie technologies opérationnelles (OT), informatiques (IT), ingénierie, géospatial et big data.



Enfin, j'ai rejoint ABB en février 2019 en tant que *CDO for Industrial Automation*. Le Groupe a déjà accompli beaucoup dans le domaine du numérique, et je trouve très stimulant de pouvoir y contribuer sur tous les plans : stratégie, développement de la plate-forme, mise en œuvre de solutions innovantes, croissance de l'activité et leadership.

**AR** C'est donc la mission que vous a confiée ABB ?

**RR** Oui, je suis responsable du numérique, plus précisément pour l'activité Automatisation industrielle. Notre objectif : devenir un partenaire de confiance en matière de numérisation, au sommet de la chaîne de valeur, qui aide ses clients à exploiter pleinement ce potentiel et à rendre leurs opérations plus sûres, plus performantes, plus autonomes. Je ne cache pas ma fierté à l'égard de l'équipe que nous avons montée ; nous tablons sur une croissance exponentielle de notre activité !

**AR** Quel est l'impact du numérique sur les modes d'exploitation des entreprises, leur innovation technologique et leur gestion des risques ?

**RR** La question est aussi courte que la réponse est longue ! Mais je vais essayer d'être bref.

Dans un contexte industriel hyperconcurrentiel, l'excellence opérationnelle est le Graal : il faut maximiser la qualité de la production, la performance des actifs et la fiabilité tout en garantissant productivité, économie, sécurité et durabilité. Ces objectifs passent impérativement par la transformation numérique, ce que de nombreuses entreprises ont du mal à mettre en œuvre.

La vraie question, et sa réponse, tient en un mot : les données. Elles sont en effet le moteur de la numérisation. Aujourd'hui, une usine exploite en

—  
Les données, moteur de la numérisation, sont à la fois le problème et la solution.

moyenne moins de 20 % des données qu'elle produit. Convertir ces données brutes en informations exploitables au moment opportun pour optimiser performances et coûts est la clé de la réussite.

C'est là que l'approche plate-forme s'impose pour intégrer et mettre en contexte des données issues d'une palette de systèmes relevant notamment de l'informatique (IT), de l'opérationnel (OT) et du développement (ET). En outre, les données ne révèlent leur véritable potentiel qu'agrégées à l'échelle de l'entreprise entière, toutes unités et usines confondues. Pour fournir des informations significatives et exploitables, il faut automatiser l'intégration et la contextualisation des données brutes avant de les soumettre aux traitements IA et analytiques.



01

**AR** ABB est-il en mesure de fournir la technologie nécessaire à cette transformation ?

**RR** Sans aucun doute. En fait, ABB est probablement le meilleur fournisseur de solutions numériques pour résoudre certains problèmes industriels complexes. Notre force réside dans la maîtrise des technologies associées aux données →01. Des équipements intelligents aux systèmes intégrés →02, notre offre couvre toute la chaîne numérique. La plate-forme ABB Ability™ est d'ailleurs riche de plusieurs centaines de ces solutions. Nous venons de lancer la suite logicielle ABB Ability™ Genix Industrial Analytics and AI, qui associe notre savoir-faire en automatisation industrielle et notre expertise métier à la puissance de l'Internet des objets et de l'analytique pour aider nos clients à gagner en sécurité, en productivité et en rentabilité.

**AR** À quels projets de transformation numérique avez-vous participé chez ABB, et pour quels résultats dans les entreprises clientes ?

**RR** Vous vous en doutez, nos initiatives sont aussi nombreuses que variées. L'an dernier, par exemple, nous avons mené des actions stratégiques pour renforcer nos compétences et notre force de frappe. Ainsi, nous avons créé une start-up du numérique au sein d'ABB Industrial Automation. Baptisée IA Digital, cette nouvelle équipe apporte des compétences pointues en analytique industrielle, en développement de plates-formes IA, en gestion de produits et d'offres numériques, ainsi qu'en génie industriel et en ingénierie de solutions pour des systèmes intégrés à l'échelle de l'entreprise. Par ailleurs, nous avons mis sur pied une équipe Process

—  
**ABB est probablement le meilleur fournisseur de solutions numériques pour résoudre des problèmes industriels complexes.**

Control Platform chargée d'explorer la numérisation des systèmes OT et les automatismes de demain. La suite ABB Ability™ Genix Industrial Analytics and AI, que je viens d'évoquer, met en contexte les données issues du triptyque OT-IT-ET, en s'appuyant sur l'expertise métier et une analytique évoluée pour accélérer la numérisation de l'usine.

**AR** Pouvez-vous nous donner un exemple de transformation numérique marquante ?

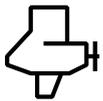
—  
01 L'offre numérique d'ABB : une proposition de valeur complète pour l'industrie

—  
02 Des équipements intelligents aux systèmes intégrés, l'offre ABB couvre toute la chaîne numérique.

### ACTIFS NUMÉRIQUES INTELLIGENTS

Exemple

- Bilan de santé et de performance
- Suivi du procédé, contrôle de sécurité, calcul de débit



Propulseurs Azipod



Débitmètres



Turbocompresseurs

### SOLUTIONS NUMÉRIQUES CRÉATRICES DE VALEUR

- Expertise données et métier pour répondre à des besoins client spécifiques
- Pilotage des systèmes d'automatisation



Performance opérationnelle



Intégrité des actifs



Durabilité et sécurité



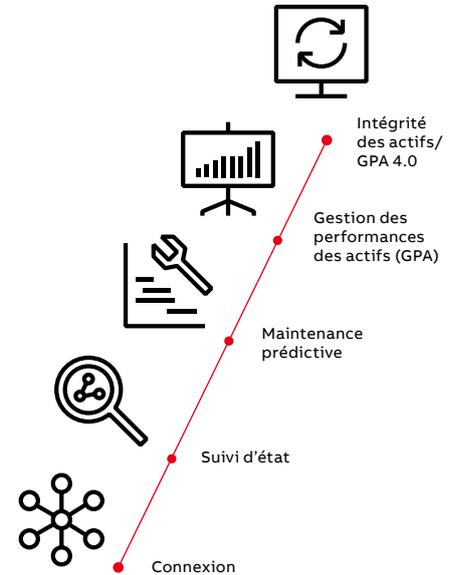
Optimisation de la chaîne logistique



Optimisation énergétique

### SYSTÈMES NUMÉRIQUES COMPLETS ET INTÉGRÉS

- Positionnement au sommet de la chaîne de valeur pour répondre aux critères fondamentaux des clients
- Informations multi-sources approfondies et optimisation pour une exploitation autonome
- Déploiement possible sur site, en périphérie ou en cloud multiple



02

**RR** Là encore, les initiatives sont légion. Citons notre service ABB Ability™ Collaborative Operations →03, qui apporte une forte valeur ajoutée aux entreprises clientes. Il les assiste dans leur transition et nous aide à mieux les servir, avec un accès à des experts 24 h/24, 7 j/7. À ce jour, nous sommes en lien avec plus de 900 sites industriels, 1200 navires et 40 exploitations minières, que nous aidons dans leur quête de productivité, de disponibilité, de sécurité, de performance opérationnelle et de baisse des coûts de maintenance, de consommation d'électricité et de carburant.

**AR** Quels sont les autres facteurs d'accélération de la transformation 4.0 ?

**RR** Notre stratégie en la matière se fonde sur sept piliers : étoffer notre offre numérique, renforcer nos capacités de mise sur le marché et de vente, établir des modèles opérationnels innovants alignés sur les profils d'achat des clients, développer une plate-forme de solutions numériques riche et modulaire, assurer une montée en compétences du personnel, promouvoir et pérenniser une véritable culture numérique.

**AR** Pourquoi certaines entreprises ont-elles du mal à prendre ce virage ?

**RR** Leur principal frein est la résistance au changement. Nous pouvons les aider à se lancer. Tout le monde s'accorde à dire que la numérisation est l'avenir, et beaucoup d'entreprises ont déjà amorcé leur transformation. Dans toute l'industrie, l'effort est mis sur la compétitivité, la proximité client,

—  
Le service ABB Ability™ Collaborative Operations offre un accès à des experts 24 h/24, 7 j/7.

la qualité des produits et la valeur ajoutée des services. Or d'autres contraintes s'imposent aux entreprises : flexibilité et agilité, durabilité et préservation des ressources, sûreté et fiabilité opérationnelle. Atteindre quelques-uns de ces objectifs, c'est déjà une gageure ; les atteindre tous à la fois, c'est sortir vraiment du lot !

**AR** Comment les données peuvent-elles y contribuer ?

**RR** Selon un récent rapport, l'analytique et l'IA permettraient aux entreprises de gagner jusqu'à 40 % de productivité en exploitant les 73 % des données jusqu'à présent inutilisées. Néanmoins, la principale difficulté réside dans l'intégration et la mise en contexte nécessaires à une analyse

—

Les gains de productivité se traduiront par des emplois plus sûrs, mieux valorisés.

pertinente. Des millions de dollars ont été consacrés à la création de vastes entrepôts et lacs de données, sans retour sur investissement notable. Bien mener sa transformation numérique et convertir les données brutes en informations exploitables nécessitent un savant mélange de technologie et de science des données, assorti d'une solide expertise industrielle.

**AR** Les industriels comprennent-ils la valeur ajoutée du numérique et de l'automatisation ?

**RR** La plupart en saisit tout de suite les avantages, surtout lorsque nous leur présentons les gains qu'ils peuvent tirer de cette « révolution ».

**AR** Comment obtenir l'adhésion des collaborateurs ? Ne sont-ils pas inquiets de l'impact d'une automatisation accrue sur l'emploi ?

**RR** On nous pose souvent cette question. Toute innovation engendre une évolution du monde du travail, et la transition numérique n'y échappe pas. Pour autant, elle est imparable si les entreprises veulent avoir un avantage concurrentiel. Il est essentiel de démontrer comment les données brutes et les informations qui en découlent peuvent permettre à chacun d'exceller dans sa fonction. En définitive, les gains de productivité seront synonymes d'emplois plus sûrs, mieux valorisés.

**AR** Comment une entreprise peut-elle trouver le bon partenaire d'automatisation pour l'accompagner dans sa transition ?

**RR** Je recommande d'appeler ABB, bien sûr ! Forts de nos plus de 130 ans d'expérience et de notre œuvre de pionnier lors des quatre révolutions industrielles, nous proposons des systèmes intégrés qui associent à merveille électrification, entraînement, automatisation et numérique pour une exploita-



—  
03 Le service ABB Ability™ Collaborative Operations met en relation la production, la direction de l'entreprise et les experts ABB pour fournir des informations pointues qui permettront d'augmenter la rentabilité en améliorant l'efficacité et la sécurité des installations ainsi qu'en réduisant les risques et les coûts.

—  
04 Une stratégie de numérisation bien pensée améliore la productivité, la disponibilité et la performance opérationnelle tout en réduisant la facture énergétique et le budget maintenance.



04

tion sûre, intelligente et durable dans un large éventail de filières industrielles. ABB est sans conteste un partenaire idéal par sa proposition de

—  
**ABB bénéficie d'une stratégie numérique claire, de propositions de valeur exceptionnelles et d'offres différenciées.**

valeur exceptionnelle, qui comprend la gestion des données, l'expertise métier, la maîtrise de technologies et de plates-formes évolutives, la mise à disposition de solutions éprouvées et la solide capacité à piloter des projets d'envergure.

**AR** La durabilité est un enjeu majeur. En quoi l'automatisation peut-elle aider les clients, que ce soit au chapitre de l'écologie, de la sécurité ou de la continuité des activités ?

**RR** La sécurité et la durabilité sont en effet au cœur des préoccupations d'ABB. À ce jour, près de 60 % de notre chiffre d'affaires est issu de produits garants d'une haute efficacité énergétique. Les analyseurs et automatismes évolués d'ABB contribuent à optimiser la consommation d'énergie et à réduire les émissions de polluants,

notamment de CO<sub>2</sub>, tout en favorisant l'intégration des renouvelables.

**AR** L'environnement numérique évolue à une vitesse prodigieuse. Pour conclure en quelques mots, comment voyez-vous l'avenir dans ce domaine ?

**RR** Tout ce qui peut être numérisé le sera, c'est certain. Nous devons trouver de nouveaux gisements de croissance et compléter nos acquis par des approches innovantes aptes à provoquer une vraie rupture en matière de valeur ajoutée. Avec notre stratégie numérique claire, nos propositions de valeur sans égales et nos offres différenciées dans de nombreux métiers, nous sommes prêts à écrire l'avenir numérique aux côtés de nos clients !

**AR** Merci pour cet entretien, Rajesh. •

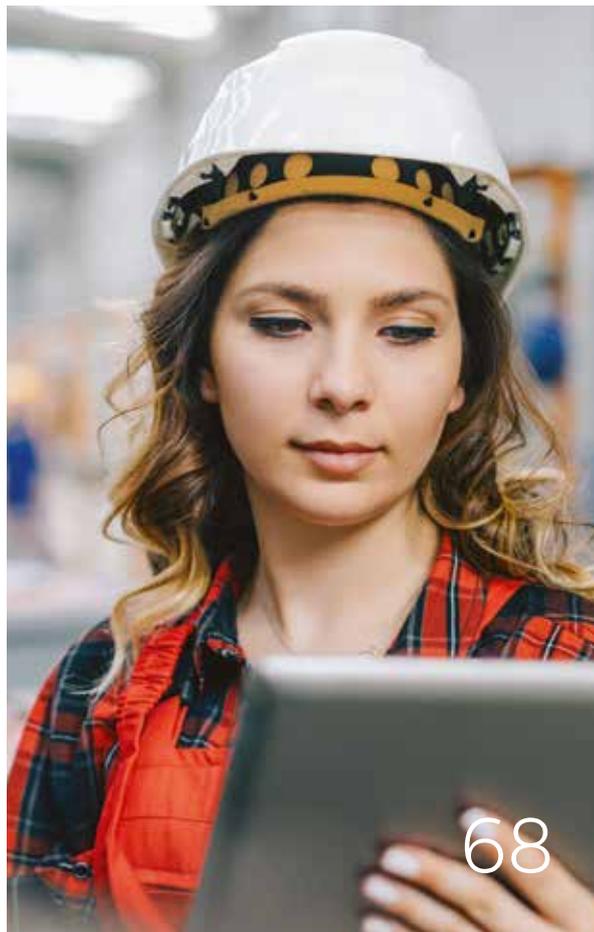
# Connaissances pratiques





À l'instar des écosystèmes naturels, les procédés industriels ont besoin d'évoluer pour durer. Il ne suffit pas d'améliorer leurs performances, il faut aussi anticiper et réagir à l'évolution des exigences ou à l'émergence de nouveaux besoins. Un système « intelligent » doit donc savoir apprendre : ABB aide ses clients à obtenir les informations nécessaires pour passer à l'action.

- 54 Maîtriser durablement sa consommation énergétique avec EQmatic
- 63 Mieux analyser pour mieux produire
- 68 IKA, un assistant intelligent au côté de l'opérateur 4.0
- 74 Des robots en meilleure santé grâce à la détection d'anomalies





---

CONNAISSANCES PRATIQUES

# Maîtriser durablement sa consommation énergétique avec EQmatic

L'analyseur de données historiques et de valeurs instantanées de consommation EQmatic d'ABB a vocation à optimiser l'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels, tertiaires et autres installations de toutes tailles. Il se décline en trois modèles, selon le protocole choisi, pour communiquer avec tous les compteurs d'énergie du marché.



De nos jours, la gestion proactive des usages énergétiques des bâtiments résidentiels et tertiaires est capitale pour optimiser l'écoperformance et les coûts d'exploitation. Une bonne gestion peut en effet faire baisser la consommation énergétique de 13 à 66 % [1]. Si la donnée a désormais valeur de monnaie d'échange, les appareils et systèmes interconnectés qui collectent, engrangent, analysent et affichent cette précieuse ressource sont autant de plates-formes transactionnelles capables d'y puiser toute l'information utile pour évaluer et diminuer les dépenses énergétiques. L'analyseur EQmatic d'ABB est spécialement conçu pour surveiller, enregistrer, visualiser et analyser les données de consommation et d'énergie transmises par les compteurs d'électricité, de gaz, d'eau et de chaleur qui équipent partout les bâtiments résidentiels, industriels et tertiaires.

#### **Solution ABB EQmatic**

L'offre d'analyseurs EQmatic se compose de trois appareils, proposant chacun un protocole de communication avec les compteurs d'énergie : M-Bus, Modbus ou KNX →01. Personnalisable par une interface utilisateur en ligne, chaque modèle existe en deux variantes correspondant au nombre maximal de compteurs raccordables, à savoir 16 ou 64. La gamme s'adapte ainsi à tous les types de compteurs du marché et à toutes les tailles

d'installation. Une surveillance détaillée des flux et coûts énergétiques permet d'identifier les pertes afin d'optimiser les usages et de pérenniser les économies d'énergie →02.

Lancée en 2018, EQmatic est la première solution numérique de gestion des données de compteurs sur réseau M-Bus. Outre une installation et une mise en service simples et rapides, les clients bénéficient de l'accompagnement d'ABB pour

—  
L'analyseur EQmatic d'ABB a vocation à surveiller et à diagnostiquer l'efficacité énergétique des bâtiments modernes.

mettre à profit les fonctions de gestion énergétique. Tout désigné pour les entreprises attachées à la certification ISO 50001, l'EQmatic se configure sans peine pour s'intégrer à un parc de compteurs d'électricité, de gaz, d'eau ou de chaleur multiconstructeurs.

—  
**Dominik Lis**  
**Marek Wrzesniak**  
ABB Electrification,  
Smart Buildings  
Cracovie (Pologne)

dominik.lis@pl.abb.com  
marek.wrzesniak@  
pl.abb.com

**Stefan Vogel**  
ABB Low Voltage  
Products  
Heidelberg (Allemagne)

stefan.vogel@  
de.abb.com



01

L'appareil se distingue par les fonctionnalités suivantes :

- Détection automatique des compteurs EQ (séries A et B) et des analyseurs de réseau M2M d'ABB ;
- Gestion de la charge, alarme et surveillance des paramètres environnementaux (KNX) ;
- Stockage local et partage des données ;
- Intégration au système de gestion énergétique ABB Ability™ EDCS (*Electrical Distribution Control System*) ;
- Analyse graphique des données par tableaux de bord et diagrammes, possibilités d'exportation de données.

**Architecture matérielle**

L'analyseur EQmatic s'articule autour d'une carte mère basée sur le processeur SAMA5D3 Cortex-A5 de Microchip. Celui-ci intègre 512 Mo de mémoire vive DDR2 et 256 Mo de Flash NAND dédiée au système d'exploitation, auxquels

s'ajoutent 8 Go de Flash eMMC pour l'enregistrement des données en local. De conception robuste, ce matériel a été testé en laboratoire conforme aux exigences normatives CEI de compatibilité électromagnétique (CEM).

Selon le type de compteur raccordé, l'utilisateur a le choix entre trois protocoles de communication : M-Bus, Modbus RTU et KNX sur paire torsadée (TP). Les différentes versions de l'EQmatic empruntent toutes le protocole TCP/IP pour échanger avec l'extérieur. Une connexion Ethernet fournit l'accès à une interface web sur HTTP/HTTPS et permet le partage de données avec des systèmes externes via une interface applicative (API) de type REST ou sur Modbus TCP →03.

**Standards de communication**

ABB a conçu son offre EQmatic dans un souci de compatibilité multiconstructeur des matériels, logiciels et interfaces. Selon l'application, les analyseurs EQmatic communiquent sur Modbus

L'offre ABB se décline en trois appareils adaptés aux divers compteurs du marché.

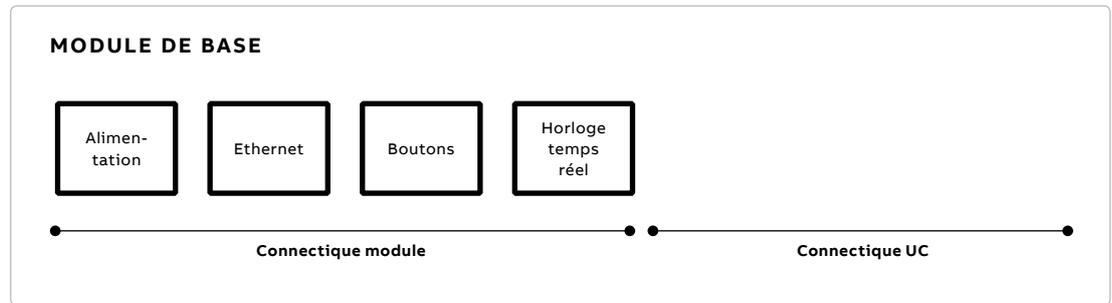
RTU (liaison série RS-485), Modbus TCP (réseau Ethernet), M-Bus ou KNX pour fournir à l'utilisateur les diagnostics indispensables à l'optimisation écoénergétique de l'installation.

**M-Bus**

M-Bus (contraction de *Meter-Bus*) est un bus de terrain normalisé pour la télérelève de compteurs d'énergie et de fluide. Il fonctionne sur le mode



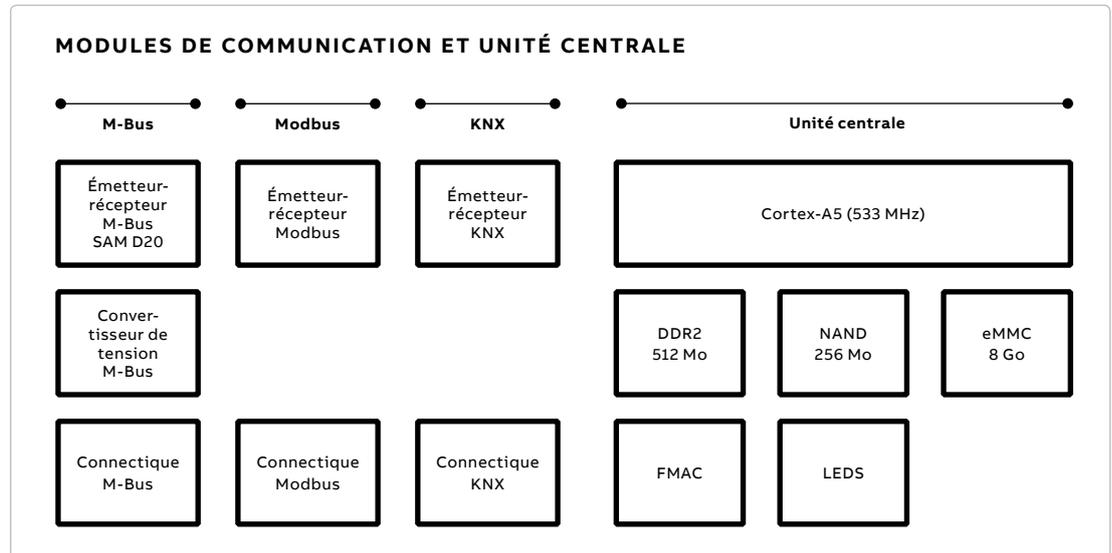
02



— 01 À chaque protocole de communication (M-Bus, Modbus ou KNX) son modèle d'analyseur ABB EQmatic

— 02 Tableaux de bord et diagrammes personnalisables

— 03 Architecture matérielle



03

maître-esclaves : le réseau se compose d'un seul maître (ici, l'analyseur EQmatic) qui a l'initiative des échanges avec les multiples esclaves raccordés au bus (compteurs) ; sur sollicitation du maître, les esclaves renvoient à ce dernier les valeurs et données collectées. Le maître peut prendre en charge jusqu'à 64 compteurs sur une même ligne, qu'il alimente également en énergie. Toutes les caractéristiques et fonctions de l'interface M-Bus sont implantées dans un émetteur-récepteur externe basé sur un microprocesseur Microchip SAM D20. Celui-ci embarque deux convertisseurs A/N et N/A ainsi qu'un comparateur analogique servant à paramétrer les références de tension de bus. Avec un minimum de logiciel, l'EQmatic est capable de créer l'impédance dynamique nécessaire à la gestion de la communication M-Bus.

### Modbus

Le protocole de transmission série Modbus, créé en 1979 par Modicon, garantit la compatibilité des analyseurs ABB EQmatic avec une grande variété d'appareils électroniques et de systèmes évolués de gestion et de supervision (SCADA).

Le standard existe en deux versions : Modbus RTU pour rapatrier les mesures et données des compteurs d'énergie sur liaison RS-485 ; Modbus TCP pour communiquer sur des réseaux TCP/IP via le port 502 par défaut (adresse IP du serveur).

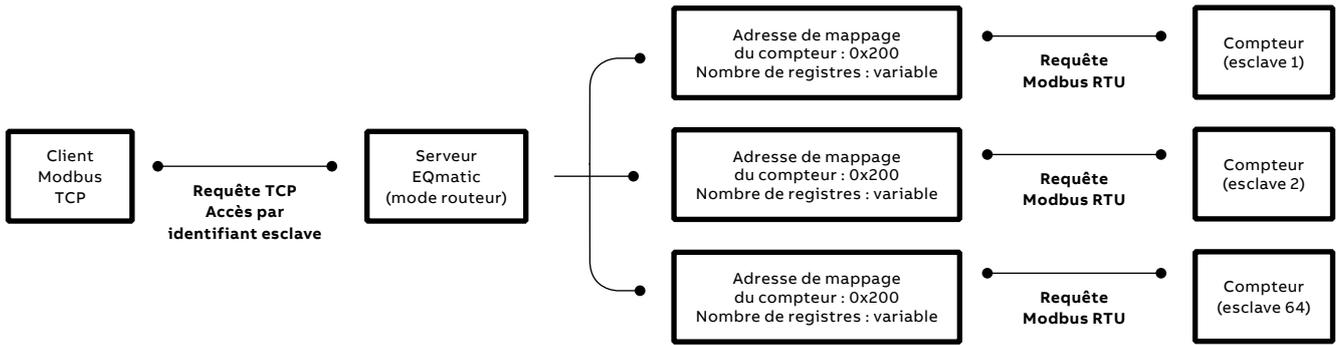
À noter que le mode TCP n'utilise pas de contrôle de redondance cyclique pour vérifier l'intégrité du message (champ CRC), cette protection algorithmique

— EQmatic est la première solution numérique de collecte et de traitement des données de comptage énergétique sur M-Bus.

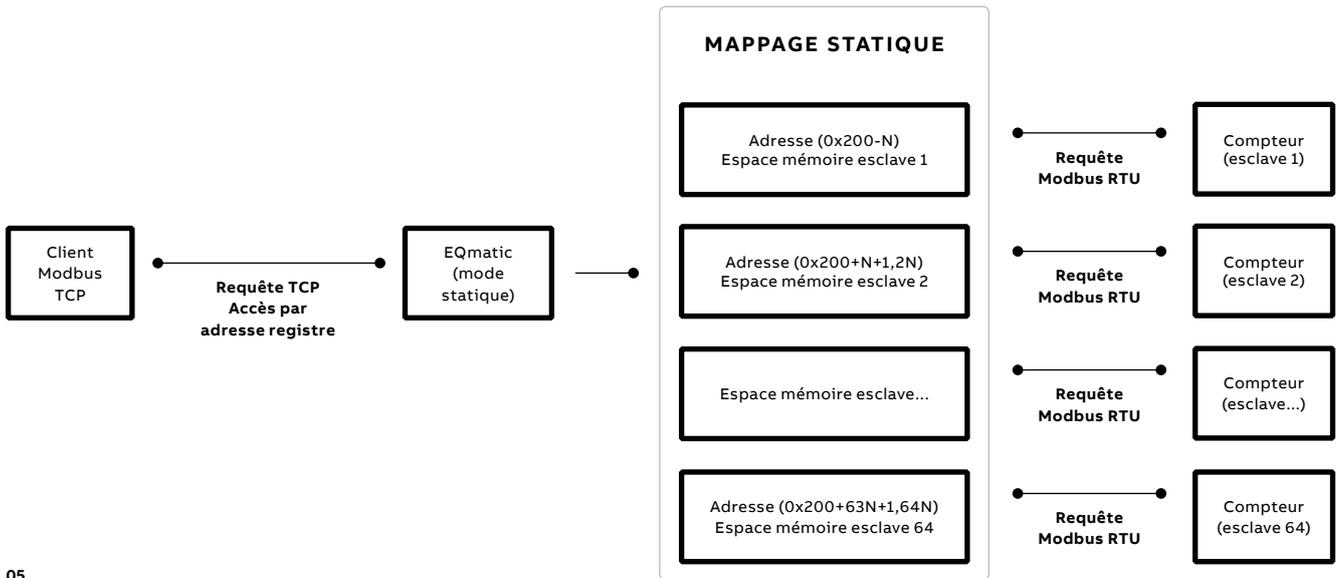
mique étant assurée par les couches protocolaires inférieures. Cela simplifie au maximum la conception de l'appareil client.

Modbus TCP fonctionne sur le mode client-serveur. L'analyseur EQmatic joue ici le rôle de serveur et peut s'intégrer à n'importe quel système client (superviseur, par exemple) pour récupérer les données nécessaires. Il est en outre raccordable à tout type de compteur tiers, même ceux possédant des listes de registres différentes : de quoi renforcer la compatibilité entre appareils.

Enfin, pour exploiter le meilleur de la technologie EQmatic, le logiciel ABB prévoit deux modes de partage des données, dénommés « routeur » et



04



05

« statique ». Dans le premier →04, EQmatic est le routeur qui se charge de lire les données compteurs répertoriées dans une table d'adressage des registres Modbus TCP. Chaque requête TCP contient l'identifiant unique de l'esclave sur le bus

Le logiciel ABB autorise deux modes de partage des données : « routeur » et « statique ».

(SlaveID dans Modbus RTU), l'adresse du registre correspondant et le nombre de registres. D'autres informations sur les points de données (codage, multiplicateur, par exemple) contribuent à la cohérence et les valeurs sont mises en correspondance en fonction du type de compteur.

Le mode statique →05 permet de lire les données de tous les compteurs. Un avantage qui a aussi des

inconvenients : un même type de données peut en effet être codé de plusieurs manières selon le fournisseur du compteur. EQmatic y remédie par un mappage statique des registres, organisé de façon à réaliser un adressage linéaire de chaque compteur raccordé. Tous les points de données sont pré-définis dans la mémoire de l'analyseur et chaque compteur a son propre espace d'adressage. Il n'est donc plus nécessaire de connaître l'identifiant de l'esclave pour en récupérer les données utiles.

**KNX**

KNX est un protocole normalisé ouvert, très utilisé en domotique/immotique pour gérer l'éclairage, l'ombrage, le chauffage-ventilation-climatisation (CVC), les équipements audio et vidéo, ainsi que les commandes à distance. Les données sont véhiculées sur trois supports : paire torsadée, courant porteur ou liaison IP. Un réseau KNX n'a pas de maître ; les échanges entre les différents participants sur le bus se font dans des applications à intelligence répartie, réalisées à l'aide de modèles constitués de points de données et d'objets de communication standardisés. Chaque module

KNX est ainsi capable d'envoyer des messages et d'en recevoir, mais aussi de les interpréter pour agir en conséquence.

L'EQmatic utilise la paire torsadée pour rapatrier les données compteur et envoyer des commandes. La liaison IP sert essentiellement à accélérer la configuration des composants du bus, réalisée avec le logiciel de téléchargement ETS distribué par l'association KNX. L'analyseur KNX est le seul dispositif de la gamme EQmatic à inclure une fonction de gestion de la charge énergétique. Pour cela, il se connecte à un appareil de mesure et suivi des consommations électriques (SE/S, par exemple), en lui transmettant plusieurs niveaux de délestage de consommation : sur dépassement de seuil de puissance configuré, au-delà d'un temps paramétré, EQmatic envoie sur le bus un premier

ordre correspondant au niveau 1 du délestage. Si rien ne s'ensuit ou si la réaction de l'appareil est insuffisante pour ramener la puissance en-dessous du seuil

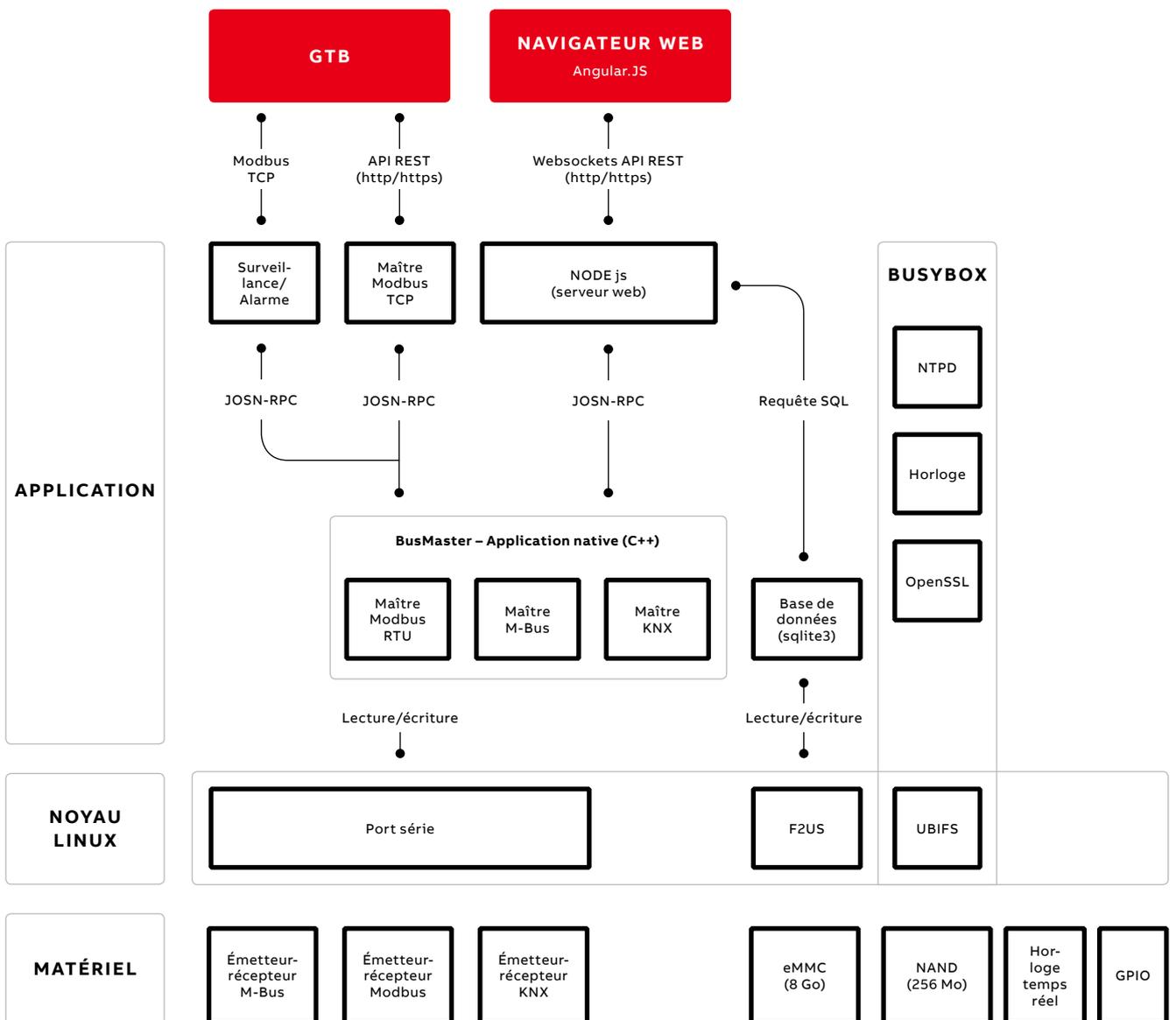
**Avec huit niveaux de délestage de consommation, il est facile de créer son propre plan de maîtrise énergétique.**

configuré, l'analyseur envoie un deuxième ordre correspondant au niveau suivant de délestage. Si le réseau contient un équipement de rang inférieur dont le niveau de délestage est égal à celui transmis

—  
04 Partage des données en mode « routeur »

—  
05 Partage des données en mode « statique »

—  
06 Vue générale du système



par l'analyseur, la ligne est alors coupée. Cet étagement du délestage (8 niveaux maxi) facilite la création d'un plan efficace de maîtrise énergétique.

**Fiabilité et stabilité garanties avec Linux**

L'EQmatic embarque un logiciel de commande tournant sur une distribution Linux spécifique qui contient un programme d'amorçage, un noyau Linux et le système de fichiers racine. L'ensemble est bâti sur un outil logiciel libre, facile d'emploi et performant (*Buildroot*), dans lequel tous les composants sont compilés et liés à une seule image du noyau Linux.

Le système s'exécute sur une Flash NAND de 256 Mo et utilise le système de fichiers UBIFS (*Unsorted Block Images File System*). La mémoire est scindée en deux blocs de 120 Mo avec deux systèmes installés. En cours d'exécution, un seul

—  
**En cours d'exécution, l'activation d'un système unique en lecture seule augmente grandement la durée de vie de l'analyseur.**

système est actif et ne fonctionne qu'en lecture, sans pouvoir effectuer d'opérations d'écriture. Cette configuration a l'avantage d'allonger la durée de vie du produit puisque ce type de mémoire tend à se dégrader surtout en mode écriture. La mise à jour du système est un jeu d'enfant, l'image Linux complète étant installée dans la partie inactive de la mémoire.

Le système intègre également une mémoire eMMC de 8 Go, qui fonctionne cette fois en lecture/écriture ; les données y sont enregistrées indépendamment des autres opérations nécessitant un stockage persistant, non volatil. L'existence de deux zones de mémoire différentes accroît la fiabilité en isolant les opérations système des activités utilisateur.

**Architecture logicielle**

Le système étant conçu pour fonctionner sous Linux, l'interface utilisateur en ligne est réalisée dans la couche applicative ; elle s'appuie sur les plates-formes de développement web Node.js pour l'interface administrateur et Angular.js pour l'interface utilisateur →07. Toutes les différences de communication entre les trois modèles d'analyseur sont regroupées en un processus unique, ou « BusMaster » qui, grâce au protocole d'échange JSON-RPC (*JavaScript Object Notation-Remote Procedure Call*) et à une API facilement extensible, transfère les données reçues des compteurs d'énergie à une couche supérieure de l'application. Cette séparation permet aux experts ABB d'ajouter facilement d'autres services utilisant les mesures de compteurs pour répondre aux besoins des clients, comme la surveillance des valeurs (alarmes) ou le partage des données sur Modbus TCP.

**Interface en ligne**

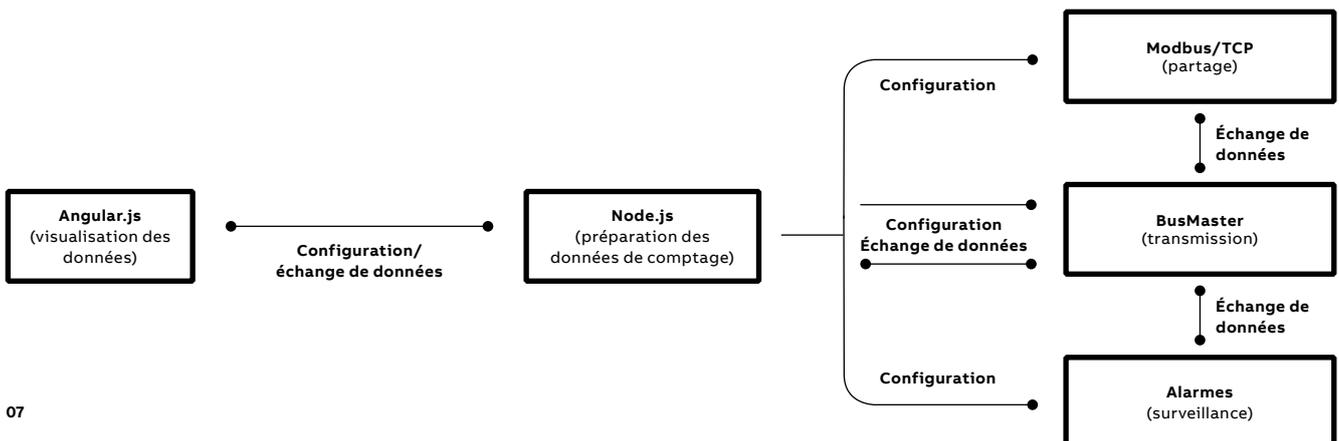
L'interface utilisateur se compose de quatre grandes rubriques : Tableau de bord, Analyse, Gestion et Système.

**Tableau de bord :**

- Affichage de toutes les données énergétiques (personnalisable au moyen de widgets)

**Analyse :**

- Historique des données et mesures avec diagrammes personnalisables
- Profils de charge et répartition des coûts
- Valeurs instantanées de consommation réelle
- Comparaison de périodes (avant/après)
- Comparaison de consommateurs (historiques)
- Rapports automatiques ou programmés, par email ou FTP
- Surveillance des valeurs et notification (alertes)
- Exportation manuelle des données aux formats csv, xlsx, JSON ou PDF



**TABLEAU DE BORD PERSONNALISABLE**

- Organisation en widgets
- Comptages temps réel
- Historique de consommation et coûts associés
- Ventilation des coûts
- Comparaison de consommateurs

**GESTION DE CHARGE (KNX UNIQUEMENT) ET DE PUISSANCE**

- Définition de seuils pour la déconnexion de la charge
- Définition d'hystérésis et temps de réaction
- Configuration via le logiciel ETS ou l'interface web
- Visualisation de la puissance active
- Définition de seuils sur diagramme

**ANALYSE DES DONNÉES HISTORIQUES**

- Arborescence de comptage au choix :
  - consultation de l'historique
  - coûts/recettes
  - consommation/production
- Énergie importée/exportée
- Exportation des données
- Visualisation sur deux axes
- Comparaison des données de compteurs différents (5 maxi)
- Analyses de données réparties
- Comparaison entre deux périodes



08

—  
07 Flux de communication

—  
08 Principales fonctionnalités

**SURVEILLANCE ET ALARMES**

- Seuils multiples
- Temporisation de dépassement de seuil sup/inf
- Date d'activation réglable
- Notifications dans l'interface web
- Notifications par e-mail
- Affichage des alarmes sur le tableau de bord
- Historique des alarmes et événements

**WITH ANALYSE DES VALEURS INSTANTANÉES**

- Sélection d'une structure de bâtiment arborescente
- Affichage temps réel
- Sélection des points de comptage

**Bibliographie**

[1] « Networked systems lead to greater energy efficiency », *Buildings, Smarter Facility Management*, disponible sur : <https://www.buildings.com/article-details/articleid/19537/title/how-smart-buildings-save-energy>, 11 janvier 2015.

**Gestion :**

- Ajout/suppression de compteurs
- Création d'une arborescence de bâtiment et affectation des compteurs
- Gestion des utilisateurs (administrateur ou simple utilisateur disposant de droits d'accès limités)
- Configuration des tarifs et unités de comptage d'énergie/fluide aux fins de calcul des coûts
- Création de groupes de consommateurs
- Partage des données avec l'extérieur via Modbus TCP ou API REST

**Système :**

- Configuration de la date et de l'heure
- Paramétrage du réseau
- Mise à jour manuelle (par logiciel) ou automatique (par serveur)
- Configuration SMTP pour l'envoi de messages ou de notifications par email
- Création ou téléchargement de certificat de chiffrement SSL
- Effacement des données et réinitialisation des réglages usine
- Diagnostic et historisation des événements dans un journal système

**De l'efficacité à l'optimisation énergétique**

Avec l'analyseur EQmatic d'ABB, les installations tertiaires ou résidentielles bénéficient désormais d'un compteur d'énergie communicant d'une grande richesse fonctionnelle : analyse des

—  
Quel que soit le modèle, l'analyseur EQmatic met toute son intelligence fonctionnelle au service du bâtiment.

historiques et des valeurs instantanées, vue d'ensemble des données sur tableaux de bord personnalisables, richesse fonctionnelle, longévité, économie... l'appareil coche toutes les cases de l'optimisation énergétique →08. •



D  
25

---

## CONNAISSANCES PRATIQUES

# Mieux analyser pour mieux produire

ABB lance une nouvelle solution numérique combinant logiciel et services d'analyse de données pour aider les opérateurs de laminoirs à froid à optimiser le procédé et la qualité des produits. Accessible sur site ou dans le Cloud, cet outil flexible met toute l'expertise des ingénieurs à la portée du métier de lamineur.

—  
01 ABB met tout son savoir-faire au service des lamineurs pour améliorer la performance du procédé et la qualité des produits.

Si le laminage à froid a toujours été une étape capitale de la fabrication des tôles métalliques, notamment d'acier, il est plus que jamais confronté à un triple impératif de qualité, de performance et d'économie : côté produit, les lamineurs doivent resserrer les tolérances d'épaisseur et de planéité, et améliorer sans cesse l'état de surface des pièces laminées ; côté production, il leur faut flexibiliser l'outil industriel pour mettre en forme des matériaux et fabriquer des produits de plus en plus différenciés, sans rien sacrifier aux exigences de productivité, de rendement et de compétitivité sur des marchés mondialisés [1]. C'est pour relever ces défis techniques et économiques qu'ABB a mis au point une nouvelle solution numérique Ability™ pour l'analyse et le traitement des données de laminoirs à froid →01.

Cette innovation ABB est née d'une idée simple : les lamineurs en sauraient beaucoup plus sur les performances opérationnelles du procédé, en particulier les écarts de qualité produit ou les problèmes de production, s'ils pouvaient en suivre l'état quasiment en temps réel. Mais cela est plus facile à dire qu'à faire !

Exploiter le plein potentiel du laminage à froid, sur un marché désormais ultraconcurrentiel, impose de coupler et d'intégrer les outils d'automatisation, d'optimisation, de pilotage et d'aide à la décision. Schématiquement, un laminoir se compose d'une paire de cylindres qui écrasent le métal par

passages successifs jusqu'à obtenir l'épaisseur et l'uniformité désirées. Le laminage est « à froid » lorsque la température du procédé est inférieure au seuil de cristallisation du métal ou de l'alliage. Simple sur le papier, l'opération n'en est pas moins complexe et multifactorielle dans la pratique [2].

Les laminoirs modernes sont pilotés par des systèmes de contrôle-commande instrumentés, qui enregistrent en continu un nombre impressionnant de valeurs d'épaisseur, de planéité, de vitesse et de traction de bande, etc., ainsi que par des

—  
**Pour rester compétitifs sur un marché mondialisé, les lamineurs doivent accroître les performances du procédé et la qualité des produits.**

boucles de régulation qui réagissent à ces variables. À chaque instant, les capteurs remontent du process près d'un millier de mesures échantillonnées toutes les millisecondes. Cela représente chaque jour plus de 3 gigaoctets (Go) de données opérationnelles, qui éclairent les ingénieurs ABB

—  
**Felix Lenders**  
**Nuo Li**  
**Dennis Janka**  
**Andrew Cohen**  
ABB Industrial Automation  
Ladenbourg (Allemagne)

felix.lenders@  
de.abb.com  
nuo.li@de.abb.com  
dennis.janka@  
de.abb.com  
andrew.cohen@  
de.abb.com

lors des opérations de mise en service ou de maintenance des laminoirs et systèmes de régulation. Pour autant, cette manne de données brutes débouche rarement sur des indicateurs de performance et de qualité car leur criblage et leur analyse nécessitent beaucoup de main-d'œuvre, de connaissance du domaine, de temps... et d'argent.

Pour libérer cet immense potentiel et analyser finement les performances du laminage, ABB a bâti une solution numérique CRM Data Analyzer qui s'appuie sur le savoir-faire métier de ses ingénieurs ainsi que sur les progrès des techniques neuronales et analytiques. Cette innovation hérite en droite ligne de certains concepts clés du projet de recherche SODA (*Digital Solutions for Industrial Processes*) du Groupe, consacré aux procédés de transformation. La dernière version de l'analyseur numérique ABB est notamment capable de surveiller et de détecter les signatures de

—

En repérant les anomalies de production mais aussi les conditions optimales de fonctionnement, SODA améliore le pilotage et le suivi du procédé.

problèmes. Les opérateurs disposent alors de toutes les données nécessaires pour contrôler l'état des laminoirs à froid, mesurer la productivité et évaluer la qualité des pièces produites. Grâce au guidage rapide de l'utilisateur vers l'information pertinente et à l'affichage de diagrammes et de courbes interactifs, l'analyseur ABB permet de pointer directement les détails significatifs. Cette intuitivité graphique simplifie l'analyse du process, accélère la prise de décision et permet d'enclencher les actions correctives avec un nombre restreint d'intervenants.

### Sonder les laminoirs

Productivité et qualité produit sont les deux grands indicateurs clés de performance (KPI) du laminoir car ils se répercutent directement sur la rentabilité de l'activité. Aussi les industriels ont-ils intérêt à les scruter en continu pour être à même de détecter au plus tôt tout écart de production ou moindre signe annonciateur de perturbation et de dégradation du process.

La solution numérique SODA d'ABB remplit tous ces objectifs : en décelant les anomalies mais aussi les modes de fonctionnement optimal, elle permet de mieux gérer le procédé de laminage. Dans un premier temps, SODA élabore une bobine « vedette », à partir de segments temporels de longueur variable, qui sont récupérés de l'historique de production à un moment où la qualité produit et la productivité du laminoir sont à leur maximum. Ces segments sont en fait représentatifs des régimes de marche affichant les plus hautes valeurs de qualité et de productivité.

Partant de cette référence, SODA analyse les écarts dans les données historiques et en tire automatiquement une connaissance d'un large éventail de comportements fonctionnels du procédé, classés de mauvais à excellents. Ce sont aujourd'hui près d'une centaine d'indicateurs de performance différents qui sont prélevés des mesures capteurs pour calculer les KPI de qualité et de productivité →02.

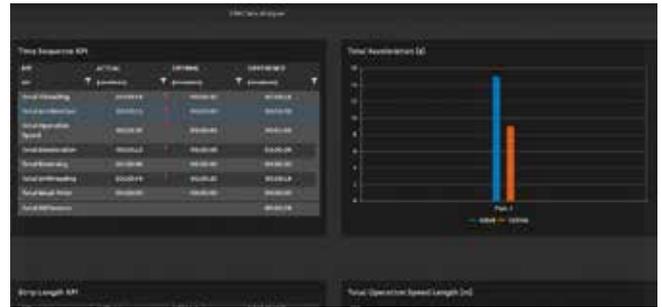
Le lamineur est alors capable d'évaluer la performance de la bobine en production, en la comparant à la bobine vedette et à des exemples de bobines déjà produites par la machine analysée. Les bobines peuvent être groupées par niveau de performance, selon plusieurs indicateurs. Cette information est confrontée à une instance de laminage. Les vues graphiques de l'interface SODA permettent aux ingénieurs de rechercher et de visualiser toutes les données d'intérêt. Par exemple, les bobines présentant des défauts de laminage (écarts par rapport aux valeurs attendues) sont vite repérées, ce qui facilite le diagnostic.

En multipliant les méthodes d'exploration des données, SODA offre une évaluation fine et rapide des performances du laminage →03. Il est possible, par exemple, de sélectionner une bobine défectueuse et de comparer son profil de vitesse à celui de la bobine vedette. L'ingénieur peut aller plus loin en la comparant à la bobine vedette optimale de n'importe quel indicateur de performance pour remonter à la cause du dysfonctionnement →03a–b. Les défauts de géométrie sont également difficiles à détecter : l'excentricité des cylindres peut entraîner des variations périodiques de l'entrefer se répercutant sur l'épaisseur de la bande et





03a



03b



03c

02 Écran d'analyse des données de bobines « vedettes » groupées par indicateurs de productivité et de qualité

03 L'analyseur ABB donne accès à un large éventail de données de performance et de qualité.

03a Comparaison des données de vitesse/ temps d'une bobine défectueuse avec celle de la bobine vedette optimale : une baisse de vitesse et un allongement du temps d'accélération au-delà des valeurs admissibles sont signes de performances médiocres.

03b Détail des KPI de temps et de longueur : en bleu, la bobine en cours, en orange, la bobine vedette

03c Exemple d'analyse spectrale permettant de détecter l'excentricité des cylindres

donc sur la qualité et la productivité du laminage. Ces problèmes sont détectés en quasi-temps réel par l'analyse spectrale de la solution numérique d'ABB →03c.

#### Détecter les signatures de problèmes

SODA utilise des algorithmes pointus pour détecter plusieurs signatures de problèmes courants et caractéristiques dans les séries de données temporelles issues des mesures : modification des propriétés du matériau en entrée de bande (dureté, par exemple), divergence des mesures due à un mauvais réglage des boucles de régulation, entre autres. Certains de ces algorithmes reposent sur un traitement du signal classique quand d'autres s'appuient sur une méthode d'apprentissage automatique à base de réseaux de neurones profonds et récurrents. Cette dernière convient parfaitement aux analyses de séries temporelles du fait de sa capacité à modéliser les comportements dynamiques à temps discret. Comme souvent dans l'apprentissage automatique, le processus commence par la création d'un modèle, suivie par une phase d'entraînement : le profil d'intérêt que l'on veut détecter est défini à l'aide d'exemples fournis par un expert du domaine et sert à entraîner le modèle, lequel finit par repérer au sein des séries temporelles les profils semblables à ceux appris automatiquement.

Les lamineurs peuvent aussi compter sur la nouvelle solution analytique d'ABB pour détecter

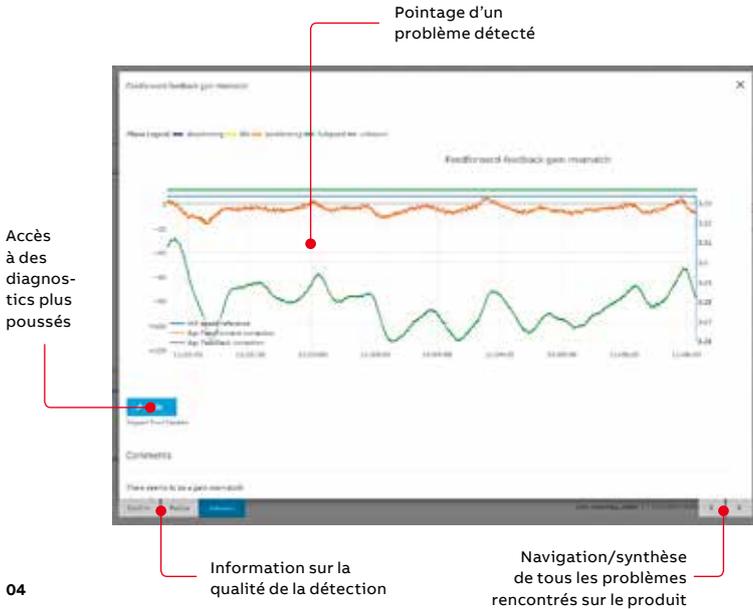
en un temps record les boucles mal réglées →04. Par moments, la correction de la boucle rétroactive peut être bien plus importante que celle de la boucle anticipatrice, tout en étant corrélée (c'est-à-dire ayant le même aspect) à la correction de

De nombreuses vues graphiques interactives permettent d'analyser toutes les performances du laminage en un temps record.

cette dernière. Dans ce cas, l'analyseur ABB signale en clair que les deux boucles remplissent la même fonction ; c'est là un état indésirable, source de perte de productivité. Pour que la boucle anticipatrice assure pleinement sa fonction et effectue la correction sans nécessiter de rétroaction, elle peut être réglée afin d'accroître le gain. Grâce à la détection des signatures de problèmes, n'importe quelle baisse de performance ou de productivité trouve son explication. L'équipe de maintenance est ainsi en mesure d'engager en connaissance de cause les actions correctives qui s'imposent.

#### S'aider de l'intelligence artificielle

Si l'intelligence artificielle (IA) n'a pas encore conquis les laminoirs, elle constitue néanmoins dans SODA un puissant concept de développement au service du domaine. Les méthodes classiques de traitement du signal (décomposition en séries de Fourier, analyse de corrélation et filtrage, par exemple) sont certes très efficaces dans un certain nombre de cas mais elles s'avèrent insuffisantes pour détecter de nombreux problèmes de l'industrie. Prenons l'exemple d'une importante caractéristique du contrôle-commande en réponse à un changement d'échelon : le dépassement. En théorie, dans les systèmes linéaires de faible rang,



04

motifs arbitraires de séries temporelles. Lors de l'analyse, l'ingénieur identifie les motifs d'intérêt, tels les dépassements, qui servent ensuite à entraîner un classifieur à base de réseaux de neurones récurrents [3].

Cette méthode générique permet de capturer des motifs arbitraires dans les analyses de séries temporelles mono et multivariées basées sur les

—  
 Les problèmes d'excentricité des cylindres sont détectés quasiment en temps réel par analyse spectrale.

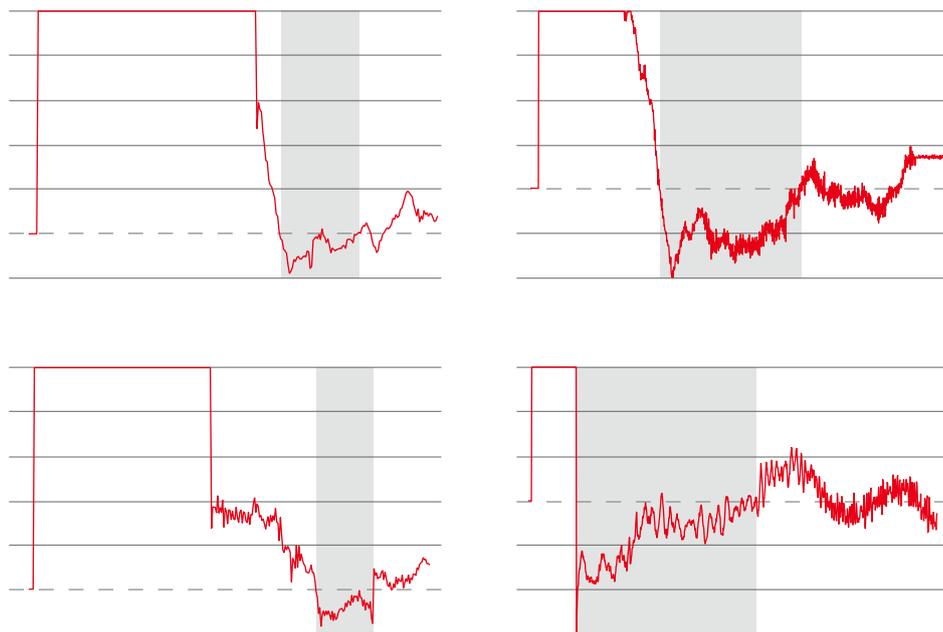
les dépassements ont des formes sinusoïdales amorties. Fréquents en laminage →05, les dépassements mesurés ont tous le même aspect, mais leur profil, leur forme d'onde et leur durée varient, ce qui complique leur détection avec les méthodes habituelles de traitement de signal linéaire.

C'est pourquoi ABB a développé et mis en œuvre une nouvelle technique d'extraction d'attributs basée sur des fenêtres glissantes et des réseaux de neurones récurrents capables de prélever des

saisies d'un spécialiste du laminage, ce qui évite de développer et de peaufiner des algorithmes de détection spécialisés. Mieux, ces connaissances expertes sont directement exploitables et accessibles au plus grand nombre.

**Architecture logicielle**

À partir d'une technologie de pointe et de modèles d'usage, les développeurs ABB ont fait de SODA une solution modulaire à trois composantes : l'application cliente, un logiciel intermédiaire et un moteur d'analyse des données →06.

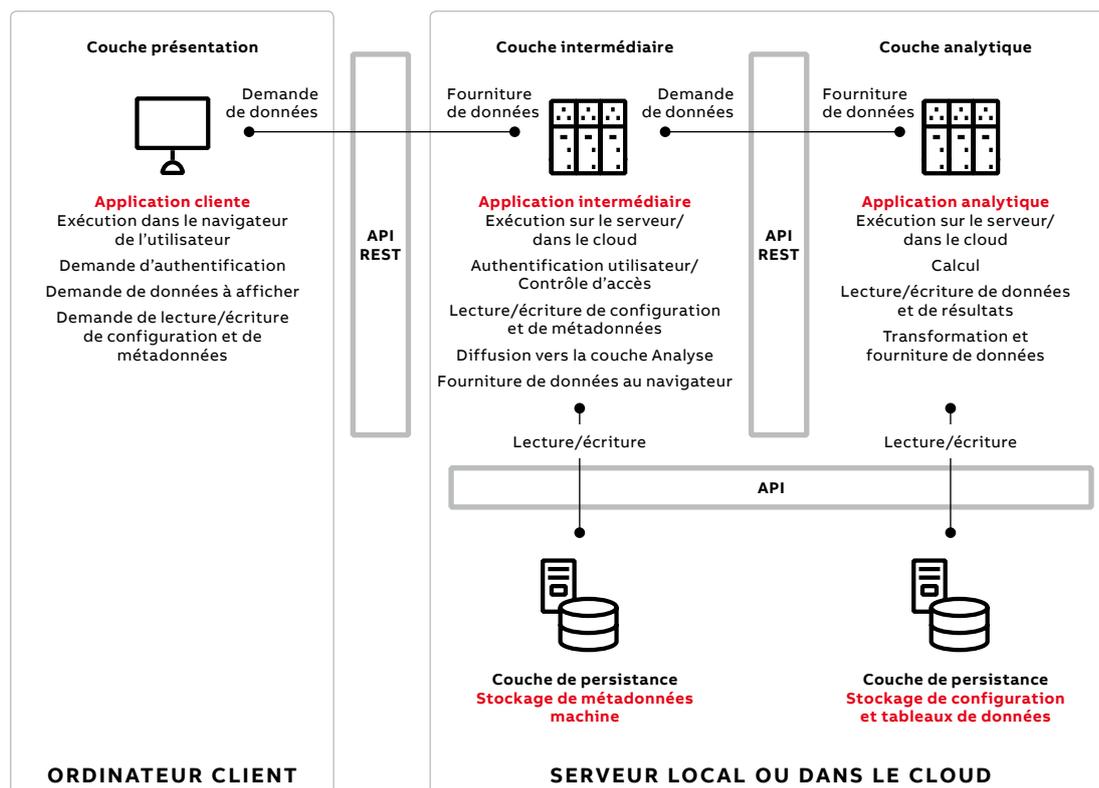


05

— 04 Détection automatique d'une modification de dureté du matériau à partir des données brutes affichées. La correction de la boucle rétroactive (vert) est comparée à celle de la boucle anticipatrice (orange).

— 05 Représentation graphique de dépassements (zones grisées) montrant des valeurs transitoires inférieures à la valeur finale

— 06 Architecture logicielle de la plate-forme analytique SODA



06

La communication est gérée par une interface applicative de type REST (*Representational State Transfer Architecture*) sur le Web. L'ensemble peut s'exécuter sur le serveur du site ou dans le cloud, selon les exigences de confidentialité, de

SODA utilise des algorithmes pointus pour détecter les signatures de problèmes courants dans les séries temporelles.

#### Bibliographie

[1] Mori, L., et al., « Unlocking the Digital Opportunity in Metals », *Metals and Mining Practice*, McKinsey & Company, janvier 2018, p. 1-16.

[2] Kroll, A., Vollmer, A., « Industrial<sup>II</sup> pour les laminoirs à froid », *ABB Review*, 4/2004, p. 44-49.

[3] Janka, D., et al., « Detecting and locating patterns in time series using machine learning », *Control Engineering Practice*, vol. 93, décembre 2019.

flexibilité et d'évolutivité du client. Cette plate-forme générique s'adapte facilement à d'autres applications industrielles ; il suffit, par exemple, de reconfigurer la couche logicielle intermédiaire. De plus, le moteur analytique peut tourner indépendamment des autres composantes, formant ainsi le socle de n'importe quelle application future nécessitant les mêmes types d'analyse.

#### Vision d'avenir

Premier fournisseur au monde d'automatismes industriels pour la transformation métallurgique, ABB a mené à bien plus de 450 projets au cours des vingt dernières années. Son savoir-faire et sa

profonde connaissance du métier ont permis de mettre au point les meilleures pratiques, notamment pour afficher les données opérationnelles significatives dans le bon contexte, simuler les scénarios pertinents, agir sur les éclairages analytiques pour faciliter la prise de décisions, accroître le temps d'utilisation des laminoirs, la cadence de production et le rendement. ABB s'appuie sur l'expertise et le retour des spécialistes du domaine pour optimiser les tâches des ingénieurs utilisant SODA.

Côté client, les derniers développements de la solution permettent d'accéder aux nouvelles fonctions de surveillance des opérations et de détection des signatures de problèmes.

ABB poursuit son accompagnement technologique des laminoirs en dotant son outil analytique de fonctions de détection assistées par IA, qui feront l'objet d'une nouvelle version.

Le Groupe ne cesse d'enrichir son offre numérique en s'attaquant aujourd'hui à un nouveau défi : créer une solution qui, au-delà de la présentation des performances de production et de la détection précise des anomalies, sera capable d'en identifier les causes. En éternel fer de lance de l'innovation, la recherche-développement ABB est déjà à pied d'œuvre. •

---

CONNAISSANCES PRATIQUES

# IKA, un assistant intelligent au côté de l'opérateur 4.0

Un assistant intelligent intégré aux produits et services d'ABB, capable d'exploiter pleinement les données du procédé pour fournir à l'exploitant des informations de qualité, adaptées à la situation et à ses besoins spécifiques ? Avec IKA, ABB fait de la 4<sup>e</sup> révolution industrielle une réalité concrète.

**Benedikt Schmidt**  
**Marco Gärtler**  
ABB Corporate Research  
Ladenbourg (Allemagne)

benedikt.schmidt@  
de.abb.com  
marco.gaertler@  
de.abb.com

**David Funderburg**  
ABB Industrial  
Automation  
Chemicals and Refining  
Cleveland (Ohio, États-  
Unis)

david.funderburg@  
us.abb.com

**Zied M. Ouertani**  
ABB Industrial  
Automation  
Chemicals and Refining  
Mannheim (Allemagne)

mohamed-zied.  
ouertani@de.abb.com



—  
01 IKA aide les industriels à relever les défis technologiques et sociétaux de l'usine du futur.

La quatrième révolution industrielle est indissociable de la numérisation des procédés, qui promet d'impressionnants gains d'efficacité. Des capteurs déployés en masse dans l'atelier, des flux de données intégrés à portée de main... : sur le papier, l'usine connectée a de quoi faire rêver. Mais ce rêve de croissance et de productivité vertigineuses restera lettre morte si l'industrie ne voit pas plus loin. Pire encore, ces avalanches d'informations pourraient miner l'efficacité des opérateurs, plus occupés à les intégrer dans leurs process critiques

—  
**Capteurs déployés en masse dans l'atelier et flux de données intégrés à portée de main sont la marque de l'usine de demain.**

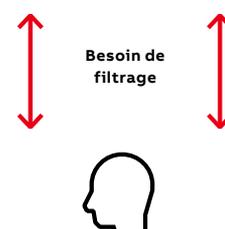
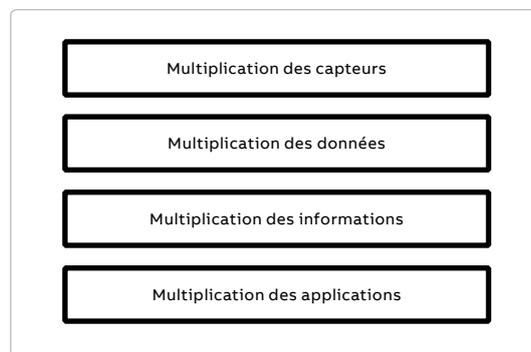
qu'à résoudre les problèmes du terrain. Le risque de voir le trop-plein d'informations provenant d'applications bavardes submerger les opérateurs et ralentir la production est bien connu. Pour éviter cet écueil, l'industrie ne doit pas seulement accroître la volumétrie des données, le nombre de connexions et les débits mais s'attacher à optimiser l'accès aux données et à adapter les informations fournies aux besoins du destinataire. Il faut des données métier pertinentes et facilement exploitables par l'opérateur. C'est ainsi que les meilleures applications d'assistance numérique savent agréger des données brutes multisources et des informations de maintenance pour en tirer des conclusions appropriées, assimilables et adaptées au contexte comme au destinataire.

Ces applications répondent à deux grands enjeux : relever les défis spécifiques à un domaine ou une technologie, mais aussi parer à l'évolution de l'entreprise industrielle confrontée au vieillissement des effectifs, à la perte d'expertise et aux aléas de la croissance. Capables de s'adapter au niveau d'expertise de l'opérateur et à sa compréhension du domaine, elles lui fournissent des réponses riches et personnalisées qui améliorent l'expérience utilisateur.

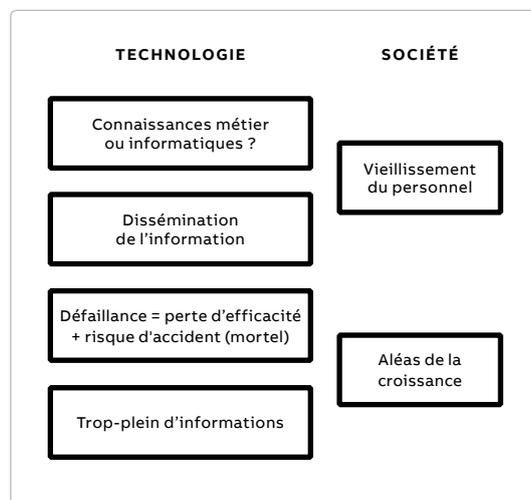
En 2018, ABB a lancé un programme de recherche centré sur l'architecture, la faisabilité et la simplicité d'usage d'un assistant numérique industriel. Les retours clients sur le projet pilote ont débouché sur le prototype d'IKA, sorte de « sage numérique » prêt à dispenser conseils et pistes d'action. Conçu pour s'intégrer à l'usine du futur et nourri des dernières avancées en matière d'intelligence artificielle (IA), IKA tient compte de l'environnement ainsi que des besoins spécifiques des procédés industriels →01.



## NUMÉRISATION ET INDUSTRIE 4.0



## IMPACT SUR LA MAIN-D'ŒUVRE



01

### À chaque question sa réponse

Les solutions numériques génèrent des données hétérogènes, difficilement maîtrisables. Ce chaos apparent n'est pas sans risque, puisque ces solutions à l'origine conçues pour être ciblées et isolées se retrouvent à devoir fonctionner en réseau. L'utilisateur qui doit gérer des dizaines d'applications et des centaines de bases de données a vite fait d'être dépassé ! Dans cet univers foisonnant, il perd toute vue d'ensemble, sans accéder pour autant à l'information visée initialement.

La plupart des emplois actuels exigent certes de savoir se servir d'un ordinateur, mais quel niveau de maîtrise est attendu ? Les compétences en ingénierie et en exploitation industrielles doivent clairement primer sur la maîtrise des outils informatiques. C'est pourquoi

—  
**Les opérateurs passent parfois plus de temps à intégrer les données et les informations qu'à agir sur le procédé**

les logiciels industriels s'adressent avant tout à des experts métier et privilégient traditionnellement la simplicité d'usage et l'expérience utilisateur, comme le montrent les premiers travaux de la NASA sur la conception d'interfaces et la charge cognitive au travail [1] ou les applications destinées aux contrôleurs aériens [2]. ABB pousse cette logique encore plus loin.

Pour profiter à l'industrie, la transformation numérique doit s'accompagner de gains de sécurité et d'efficacité. ABB l'a bien compris : son assistant intelligent IKA met l'accent sur la simplicité et la convivialité tout en respectant les grands principes de service au client et de qualité des produits. Dans un paysage informationnel chaque jour plus complexe, IKA apporte une assistance adaptée aux compétences de chaque

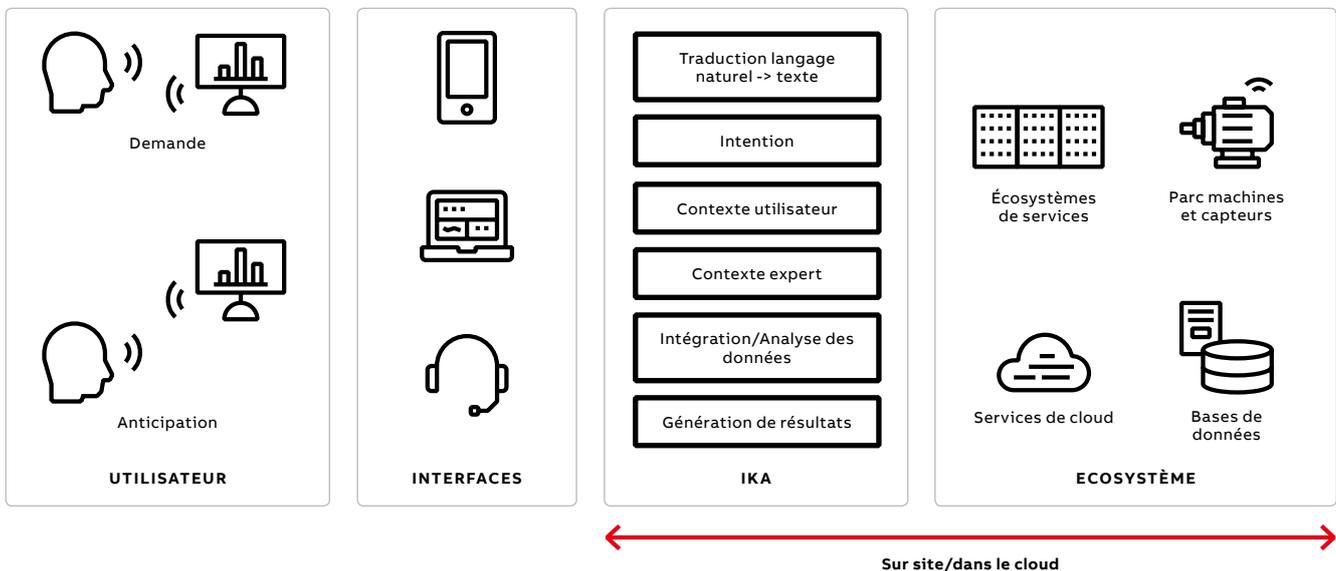
utilisateur. Résultat : des équipements et procédés industriels plus performants, plus sûrs.

**L'essor des systèmes d'assistance intégrés**

Ces quarante dernières années ont vu le numérique s'imposer dans notre vie par vagues successives : ordinateurs personnels bon marché dans les années 1980, téléphones portables après l'an 2000, et plus récemment smartphones, tablettes ou objets connectés. Simples, intuitifs et faciles à utiliser, ces produits et services ciblent des utilisateurs aux compétences très diverses. Aujourd'hui, l'acheteur tient pour acquis que son appareil saura dialoguer avec ses congénères pour leur offrir des flux d'informations multi-plateformes.

Nés de cet écosystème et des attentes des consommateurs, les assistants numériques sont désormais omniprésents dans les produits grand public, sous diverses formes. Il peut s'agir d'une succession de boîtes de dialogue qui guident l'utilisateur à travers un ensemble de questions et d'options pour préciser les paramètres nécessaires au déclenchement d'une action. On les retrouve souvent dans les procédures d'installation industrielles et les enchaînements de tâches comme le traitement des commandes. Les systèmes d'aide statiques ou interactifs, quant à eux, aident l'utilisateur à résoudre un problème ciblé, à se former ou à se familiariser avec certains produits ou services. Succédant aux premiers systèmes basés sur des liens hypertexte ou des foires aux questions, les agents conversationnels et avatars interactifs d'aujourd'hui offrent une expérience complète, enrichie de scénarios et de tutoriels. Ils savent

**SCÉNARIOS D'UTILISATION RÉACTIVE/PROACTIVE IKA**





03a



03b

— 02 IKA accompagne l'opérateur dans une grande variété de scénarios.

— 03 IKA, source de valeur ajoutée pour les clients d'ABB

03a Utilisation sur tablette (appli 4.0) par un opérateur.

03b IKA aide les opérateurs à réagir plus vite aux alarmes et événements, améliorant ainsi la sécurité et la disponibilité.

rechercher des compléments d'informations utiles ou exécuter des tâches auxiliaires (vérification orthographique, remplissage automatique de champs, filtrage) en arrière-plan pour optimiser la saisie utilisateur ou les recommandations fournies. Considérées comme secondaires, ces fonctionnalités sont pourtant très répandues car indispensables à une utilisation simple, et donc à la réussite commerciale, des produits grand public.

### Un assistant intégré pour l'industrie

L'assistant intelligent peut-il sortir du domaine grand public pour s'imposer dans l'industrie ? Et comment ? Les obstacles sont nombreux.

— IKA est une sorte de « sage numérique » prêt à dispenser conseils et pistes d'action.

Tout d'abord, le système d'assistance doit savoir exploiter une multitude de sources de données, de connaissances et de services à valeur ajoutée afin de fournir des informations concises, agrégées et filtrées pour des applications très variées. Il doit comprendre différents langages et savoir passer de l'un à l'autre : en effet, le vocabulaire de l'atelier n'a pas grand-chose à voir avec celui d'une conversation courante ! La

réponse doit aussi correspondre aux compétences et à l'expérience de l'utilisateur, sur la forme comme sur le fond. Enfin, il faut amener l'utilisateur à se concentrer sur la bonne information, et lui éviter de couler sous une avalanche de données provenant de systèmes connexes.

### Architecture du système IKA

Inspiré des assistants grand public, IKA fonctionne selon le principe du partage des responsabilités : il récupère, filtre et agrège les informations des services et prototypes existants, évitant ainsi la lourdeur d'un redéploiement complet. Ses fonctions de surveillance, de description, de prévision et de prescription reprennent les différents niveaux de la pyramide d'automatisation. À moyen terme, ABB prévoit de doter également IKA de fonctionnalités lui permettant d'interagir avec le contrôle-commande.

L'utilisateur s'adresse en langage naturel (sous forme orale ou écrite) à IKA, qui « traduit » sa demande en intentions qu'il met en correspondance avec des requêtes techniques. Ces dernières sont ensuite transmises à différents départements qui fourniront en retour des réponses techniques → 02. Après filtrage et agrégation, IKA retranscrit ces réponses en langage naturel, et éventuellement les complète par des images, liens et recommandations pour une meilleure compréhension et une expérience utilisateur optimale. L'interlocuteur humain utilise intuitivement le langage naturel pour exprimer ses intentions et

demandes, sans passer par l'apprentissage d'un système artificiel d'interactions.

Au point de vue technique, l'assistant numérique agit comme une interface de programmation (API) ; il centralise les demandes et délègue l'exécution de certaines tâches à des services en arrière-plan. Son architecture de micro-services

—  
**En tenant compte des compétences de chacun, IKA apporte la bonne réponse aux novices comme aux experts.**

allie composants internes, pour le traitement du langage naturel, et externes, pour la recherche de contenu. Cette conception ouverte multiplie les opportunités d'usage : développement rapide d'applications autonomes, intégration aisée avec les applications existantes, compatibilité avec un large éventail de plate-formes (ordinateurs de bureau, smartphones, tablettes, objets connectés dispositifs de réalité augmentée, notamment).

#### **Un avenir prometteur**

IKA peut être déployé en complément d'un écosystème de bases de données et de services, en déploiement simultané ou a posteriori. Il

s'intègre aussi bien aux outils du technicien sur le terrain qu'à un tableau de bord de gestion →03. Ses capacités de surveillance embarquées en font un excellent support d'assistance utilisateur.

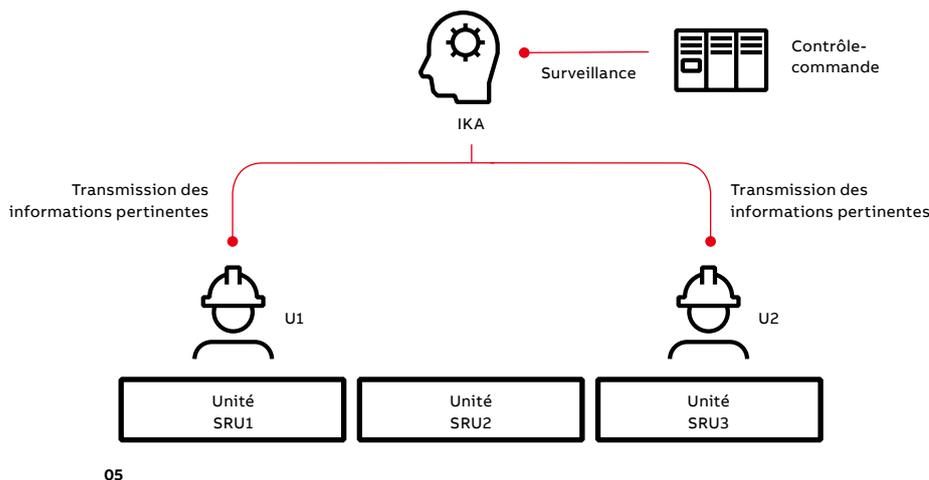
Plusieurs études de cas ont démontré l'intérêt d'IKA dans l'optimisation de l'accès aux données et la prise de décision. Confronté à une difficulté, l'opérateur peut demander conseil à IKA sur la meilleure manière de la résoudre ; le système fouille alors l'historique des journaux de contrôle et notes d'opérateurs à la recherche de solutions éprouvées. IKA comprend le jargon utilisé par l'opérateur et sait le traduire en protocoles et indicateurs de performance exploitables par les systèmes de gestion ou de contrôle-commande distribué. S'il détecte un comportement inhabituel d'une variable du procédé, il alerte proactivement l'opérateur et lui propose d'afficher une prévision. Celui-ci peut ainsi se concentrer sur les tâches opérationnelles, sans avoir à mémoriser l'emplacement des données historiques pertinentes ou le nom du sous-système chargé d'analyser tel ou tel processus. IKA intègre de manière transparente les services et l'infrastructure informationnelle dans les flux et l'environnement de travail de manière à donner à l'opérateur la bonne réponse au bon moment.

En tenant compte des compétences de chacun, il satisfait aussi bien les débutants, à qui il fournit explications et instructions détaillées, que les experts, avec lesquels il va droit au but.



—  
04 IKA aide les opérateurs à réagir plus vite aux alarmes et événements, améliorant ainsi la sécurité et la disponibilité du process.

—  
05 Exemple de filtrage des alarmes en fonction de la localisation et de l'activité de l'opérateur : le technicien travaillant dans l'unité SRU1 reçoit toutes les alarmes correspondantes, et seulement celles-ci. De même, un autre technicien travaillant dans l'unité SRU3 ne reçoit que les alarmes pertinentes.



05

Imaginons qu'un opérateur machine demande de l'aide à IKA pour une intervention de maintenance. L'assistant vérifie s'il a déjà correctement réalisé la tâche en question et combien de fois. Pour une première exécution, l'opérateur reçoit des informations supplémentaires sur les équipements nécessaires et les facteurs de réussite. Par contre, en l'absence d'historique d'exécution, la priorité est donnée aux informations des systèmes dynamiques. Bien entendu, il est toujours possible d'accéder à un autre niveau d'assistance.

IKA peut aussi améliorer le traitement des alarmes, vitales dans l'industrie de transformation [3–4]. Le système de contrôle-commande fait généralement remonter les alarmes à l'expert responsable via des supports dédiés (terminaux ou tableaux de bord), sans tenir compte de sa situation, de son emplacement, ou de la tâche en cours. Or une alarme ne veut rien dire hors de son contexte. IKA s'appuie sur sa connaissance de la situation, fruit de l'intégration de diverses sources de données historiques et temps réel, pour ajouter un contexte aux alarmes, les combiner si besoin et faciliter la prise de décisions →04–05. Par exemple, une alarme de pression en dépassement de seuil est accompagnée

## IKA optimise l'accès aux données et la prise de décisions.

d'informations sur la fréquence de cette anomalie, et/ou de conseils pour aider à résoudre le problème, à partir de précédentes interventions documentées.

Les opérateurs accèdent facilement à des informations à jour et pertinentes, ce qui diminue le risque de confusion. IKA contribue ainsi à concrétiser les promesses de productivité et d'efficacité accrues de l'usine 4.0.

### Des premiers pas encourageants

ABB valide actuellement la viabilité d'IKA en l'intégrant à des produits et services à forte valeur ajoutée. Les premiers résultats obtenus sur des prototypes et démonstrateurs sont encourageants. L'accueil positif reçu par IKA lors des essais sur le terrain et de salons tels que l'ABB Customer World ou CERAWEEK, montre que l'orientation client et numérique privilégiée par ABB constitue un bon choix. •

### Bibliographie

[1] Hart, S. G., *et al.*, « Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. », *Advances in psychology*, vol. 52, p. 139–183, 1988.

[2] Hopkin, V. D., « Man-machine interface problems in designing air traffic control systems », *Proceedings of the IEEE*, vol. 77, n° 11, p. 1634–1642, 1989.

[3] Li, N., *et al.*, « L'analytique fait parler le procédé », *ABB Review*, 3/2019, p. 36–43.

[4] Dagnino, A., *et al.*, « Une gestion d'alarmes ciblée pour les événements critiques », *ABB Review*, 2/2020, p. 14–19.

## CONNAISSANCES PRATIQUES

# Des robots en meilleure santé grâce à la détection d'anomalies



Un système de détection des anomalies entraîné par apprentissage automatique permet de diagnostiquer et de vérifier la qualité du travail fourni par des robots industriels et, partant, d'améliorer leur état fonctionnel. ABB a couplé ce prototype, initialement déployé sur un seul ordinateur, à sa plate-forme ABB Ability™ Analytics Framework pour en faire un service robuste qui se distingue par des capacités et une vitesse de traitement impressionnantes.

**Nevroz Sen**  
**Sriharsha Vardhan**  
 ABB Robotics  
 San Jose (Californie,  
 États-Unis)

nevroz.sen@us.abb.com  
 sriharshavardhan.t@  
 us.abb.com

**Felix Mutzl**  
 ABB Ability™ Analytics  
 Ladenbourg (Allemagne)

felix.mutzl@de.abb.com

Sacrée époque pour l'industrie de la robotique ! Le marché mondial des robots industriels affiche une croissance annuelle de 9,4 % depuis 2017, un rythme qui devrait se maintenir jusqu'en 2023 [1]. Sous l'impulsion des progrès de l'apprentissage automatique, les robots multitâches et reprogrammables, qui représentent une fraction non négligeable du marché des systèmes de production automatisés [2], évoluent rapidement. Un des aspects clés de cette mutation concerne les critères de performance et les méthodes d'essais relatives aux robots manipulateurs industriels, entre autres les caractéristiques de pose et de trajectoire, ou encore les critères spécifiques à une application [3]. La précision d'un robot manipulateur se mesure à l'exactitude et à la répétabilité de la pose.

Les méthodes d'essai de performance impliquent la collecte de signaux à haute fréquence et leur analyse. Ces précieux renseignements permettent aux opérateurs expérimentés de déclarer le

**Le marché mondial des robots industriels affiche une croissance annuelle de 9,4 % depuis 2017.**

comportement du robot normal ou anormal →01. L'analyse repose généralement sur l'observation de séquences et de relations entre les signaux pour une catégorie de robots précise, dans des conditions d'essai bien définies. Pour autant, la quantité et la complexité des données récoltées découragent toute analyse manuelle.

L'apprentissage automatique consiste généralement à alimenter un ordinateur en algorithmes et modèles statistiques pour lui faire exécuter une tâche, au lieu d'énoncer des règles explicites. Une technologie qu'ABB veut mettre au service de la



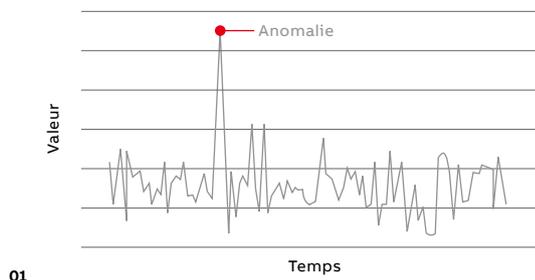
détection d'anomalies. Mais avant toute chose, l'ordinateur doit passer par une phase d'apprentissage exigeant une énorme masse de données.

Le Groupe s'est pour cela appuyé sur les rapports d'inspection collectés pendant des années sur les robots ABB sortis d'usine [4-5]. L'exploitation des anomalies collectives et contextuelles ainsi détectées devait fournir une réponse aux questions suivantes:

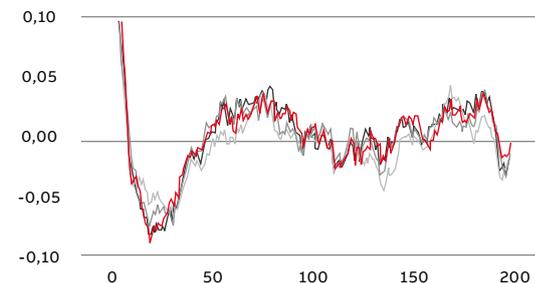
1. Pouvait-on élaborer, à l'aide de modèle à base de données, une méthode de détection automatique des anomalies dans un parc de robots ?
2. Était-il possible de détecter des anomalies dans un robot tout juste sorti d'usine, à partir des historiques d'inspection ou d'un modèle construit sur la base de ces données ?
3. Pouvait-on en déduire la performance opérationnelle des machines et systèmes de production, pour un groupe ou un contexte donnés ?

S'il est tout à fait possible de développer un modèle à base de données répondant à ces critères, la méthode appliquée ne sera pas la même selon le périmètre des anomalies à détecter et la qualité des données historiques disponibles.

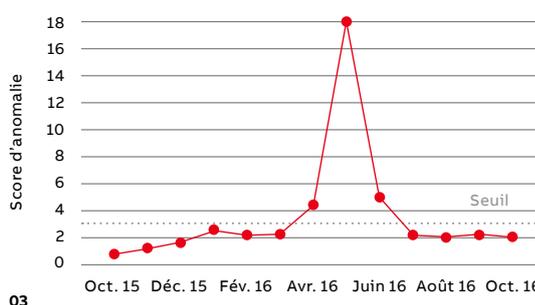
- 01 Anomalie détectée dans une série temporelle
- 02 Série temporelle multivariée
- 03 Score d'anomalie d'un robot



01



02

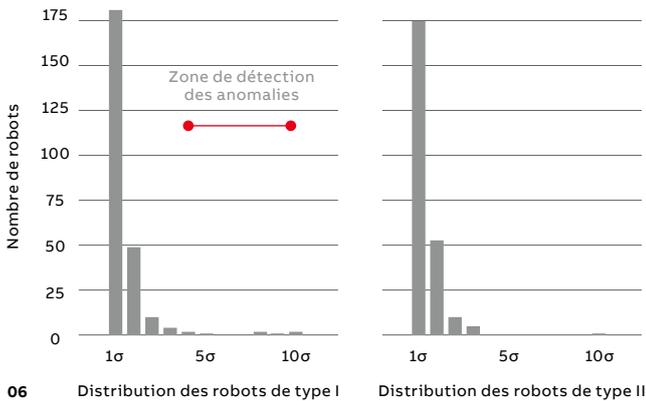
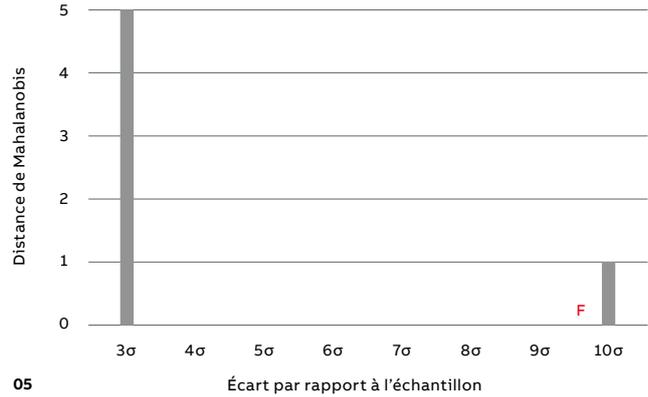
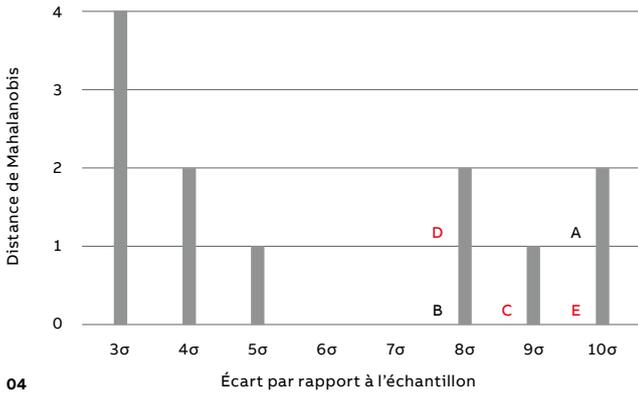


03

Une fois le modèle construit et réglé, les spécialistes des données peuvent s'atteler à isoler des motifs dans les anomalies.

Identifier et parfaitement synthétiser les seuils de régime de fonctionnement normal constitue la clé d'une détection efficace et fiable d'un dysfonctionnement robotique.

Une fois le modèle construit et réglé de manière à déceler ces anomalies, les spécialistes données peuvent s'atteler à isoler des motifs [6] afin de mettre le doigt sur la ou les cause(s) de défaut et de défaillance. Est-ce à dire qu'il ne reste plus qu'à



développer un système automatique de diagnostic et de détection d'anomalies ? C'est oublier que la très grande variété d'anomalies et donc de correctifs associés débouche rapidement sur des systèmes hautement complexes, en particulier lorsqu'ils doivent gérer des charges dynamiques.

**Algorithme universel**

La méthode mise au point par ABB, qui repose sur un algorithme d'apprentissage automatique semi-ou non supervisé, est capable d'analyser des données sans disposer de connaissances approfondies sur leur nature. Cela lui permet donc de s'adapter à une large palette de scénarios, un facteur décisif pour la détection d'anomalies robotiques : en effet, vu la complexité et la diversité différentes opérations effectuées, la probabilité d'erreur humaine et les facteurs extérieurs, il est déjà très compliqué de définir ce qu'est une donnée « anormale ». Il faut donc système de surveillance apte à fonctionner avec un minimum d'intervention humaine tout en étant assez robuste pour éviter les faux positifs. Comment concilier ces deux exigences ?

Dans un premier temps, il convient de définir le type de données et d'analyser des séries tem-

porelles multivariées →02 ; les signaux peuvent provenir des commandes robotiques (données de couple, de positionnement et de vitesse) ou de capteurs externes (vibrations).

L'algorithme doit alors extraire des attributs de ces données brutes : une étape déterminante puisque c'est à ce niveau que se manifestent de nombreuses défaillances mécaniques, comme la présence de jeu ou un frottement élevé dans les organes moteur.

L'extraction débute par une analyse temporelle des signaux, qui vise à séparer les variations à évolution lente de celles à évolution rapide. Vient ensuite la génération des composantes fréquentielles en fonction du temps. Pour finir, on mesure le comportement collectif de ces

—  
La méthode mise au point par ABB est capable d'analyser des données sans connaissances approfondies sur leur nature et s'adapte ainsi à toutes sortes de scénarios.

composantes pour obtenir un jeu d'attributs définitifs. Bien entendu, ces étapes nécessitent plusieurs paramétrages, qui sont obtenus directement des données. L'algorithme est donc totalement autonome.

Une fois cet espace d'attributs délimité, l'algorithme calcule un score d'anomalie pour chaque élément ; des valeurs qui s'éloignent de la répartition moyenne signalent la présence d'anomalies →03. L'espace est décomposé en sous-ensembles

- 04 Inspection qualité des robots de catégorie I
- 05 Inspection qualité des robots de catégorie II
- 06 Écarts-types pour les deux catégories de robots
- 07 Plate-forme ABB Ability™ Analytics Framework.

(correspondant chacun aux variations des données) par une analyse en composantes principales. La distance entre chaque point et le sous-ensemble correspond à son score d'anomalie, autrement dit l'écart mesuré selon les paramètres statistiques configurables.

Restait à évaluer la performance de l'algorithme. Lui ont été soumises des données sur la qualité des opérations effectuées par un robot sur une période d'un an, selon deux scénarios différents.

**L'algorithme permet de connaître la robustesse relative des chaînes de fabrication de différentes catégories ou axes de robots.**

Dans le premier cas, l'algorithme a déclenché une alarme en avril 2016, au dépassement d'un seuil statistiquement significatif. Le deuxième cas, initialement semblable, a vu le score d'anomalie s'amplifier considérablement en mai 2016 →03. Une inspection du robot concerné a révélé la

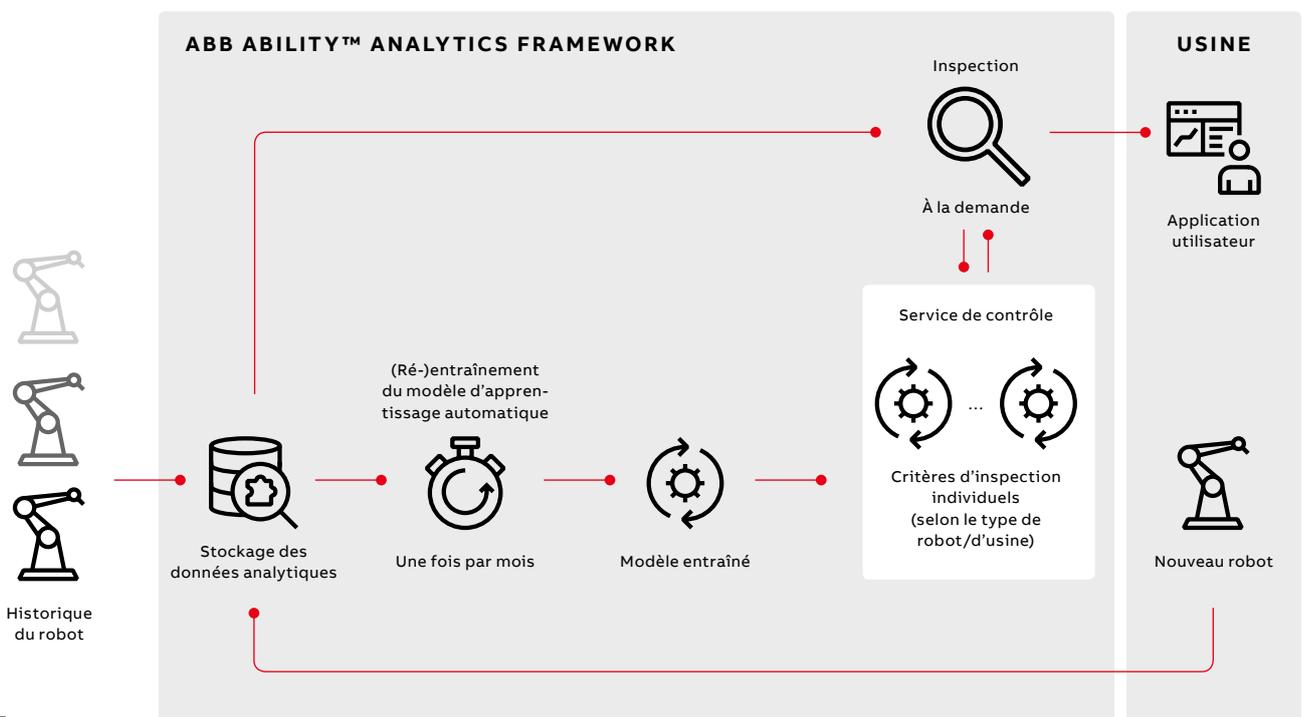
présence d'un grand nombre de particules métalliques dans des échantillons d'huile prélevés aux dates indiquées, signe d'une usure irréversible du réducteur. Suite au remplacement de ce dernier fin juin, les valeurs d'anomalie sont repassées sous le seuil d'alarme.

Dans ce cas, la recherche d'un écart s'est faite par rapport à un supposé comportement « normal » du robot. Mais comment généraliser cette méthode aux situations où la différence entre normalité et anomalie n'est pas connue à l'avance ?

Une possibilité consiste à ajouter une étape de randomisation à l'algorithme pour l'améliorer : en partant des attributs générés par une micro-population aléatoire de robots, on crée un certain nombre de sous-ensembles puis on calcule l'écart-type entre chaque robot et ces sous-ensembles ; un simple système de « vote » est ensuite ajouté pour déterminer si le robot se comporte de manière normale ou pas.

L'histogramme →04 illustre la répartition des écarts-types entre robots, par axe et par catégorie.

À noter que, parmi ces robots, A et B sont notamment dysfonctionnels ; l'algorithme identifie par





ailleurs, avec un degré élevé de confiance, trois autres robots (C, D et E) dans ce même cas.

L'histogramme →05, analyse l'axe d'une autre catégorie de robots. Dans ce cas, d'après l'algorithme, c'est le robot F qui a un comportement anormal ; une vérification confirme cette information.

Au-delà de l'identification des dysfonctionnements, cette approche permet d'obtenir des informations supplémentaires, par exemple sur la robustesse relative des chaînes de fabrication de différentes catégories ou axes de robots.

La dispersion au sein de la population entière de robots révèle qu'une bonne partie des robots de catégories I et de type II se situent dans la plage de fonctionnement normal (écart-type inférieur ou égal à  $1\sigma$ ) →06. Au demeurant, les variations semblent légèrement plus élevées sur la chaîne de

---

La phase d'entraînement a été réduite à environ une heure par catégorie de robots.

fabrication de la catégorie I que sur celle de la catégorie II. Une fois la répartition par catégories et par axes connue, l'algorithme peut approfondir l'analyse, par exemple en corrélant ces données avec les composants susceptibles d'être à l'origine d'anomalies et de défaillances.

Précisons toutefois que la phase d'entraînement en vue d'une inspection qualité, très gourmande en temps de calcul, nécessite des centaines d'itérations avant de fournir un modèle fiable.

#### **Industrialisation**

En termes de puissance de calcul, la phase d'entraînement du modèle d'inspection qualité durait environ 2 jours entiers sur un ordinateur portable standard, pour une seule catégorie de robots. Le recours à la plate-forme ABB Ability™ Analytics Framework a permis de monter en charge et de paralléliser le traitement, réduisant la durée d'entraînement à environ une heure par catégorie de robots →07. Cela ouvre la porte à des ré-entraînements plus fréquents du modèle

— 08 Répéter régulièrement la phase d'entraînement améliore les performances du robot.

pour chaque catégorie de robots et donc à une amélioration de ses performances globales.

La phase d'entraînement se déroule sur la plate-forme d'intégration de données Azure Data Factory, via le service d'analyse Azure Databricks. Le flux de travail, ou pipeline, comporte trois étapes :

- Collecte et prétraitement des données issues de milliers de robots en sortie d'usine ;
- Entraînement d'un nouveau modèle d'apprentissage automatique pour chaque catégorie de robot ;
- Déploiement d'un service web dédié par catégorie de robot en fonction des modèles d'inspection qualité individuels →04

Un synoptique permet également de suivre l'avancement de la procédure, de surveiller la performance et de connaître précisément les causes éventuelles de défaillance.

Une fois la phase d'essai terminée, le modèle a été déployé sous forme de service web hébergé dans le cloud, pour garantir une disponibilité et une flexibilité optimales. L'utilisateur y accède via une

— Le modèle a été déployé sous forme de service web hébergé dans le cloud, pour garantir une disponibilité et une flexibilité optimales.

application mobile ou directement sur Internet, et peut ainsi soit inspecter un lot de robots (production du jour) soit procéder à des essais ciblés directement dans l'atelier de fabrication.

La puissance du service ABB Ability™ Analytics Framework a permis de transformer un simple prototype en une offre de service robuste, apte à tirer le meilleur parti de l'apprentissage automatique pour faire économiser beaucoup de temps et d'argent à l'industriel.

L'algorithme ABB, capable d'analyser des données sans connaissances approfondies sur leur nature, s'adapte à toutes sortes de scénarios. •

#### — Bibliographie

[1] Bajaj, S., *Industrial Robotics Market Outlook - 2023*, disponible sur : <https://www.alliedmarketresearch.com/industrial-robotics-market>, septembre 2017.

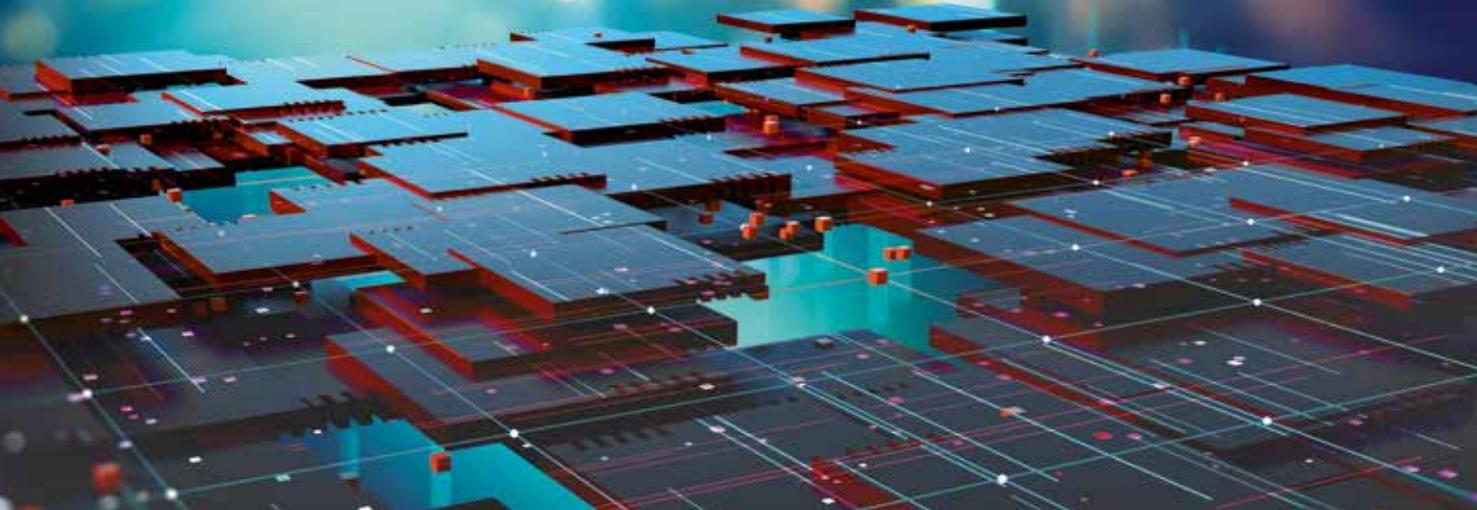
[2] Kumičáková, D., et al., « Testing the Performance Characteristics of Manipulating Industrial Robots », *Transactions of the VŠB - Technical University of Ostrava, Mechanical Series*, vol. 62, p. 39-50, disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/309713169\\_Testing\\_the\\_Performance\\_Characteristics\\_of\\_Manipulating\\_Industrial\\_Robots](https://www.researchgate.net/publication/309713169_Testing_the_Performance_Characteristics_of_Manipulating_Industrial_Robots), septembre 2016.

[3] Norme ISO 9283:1998, *Robots manipulateurs industriels — Critères de performance et méthodes d'essai correspondantes*, disponible sur : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9283:ed-2:v1:fr>

[4] Andrade, T., et al., « Anomaly Detection in Sequential Data: Principles and Case Studies », *Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*, p. 1-14 disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/331353530\\_Anomaly\\_Detection\\_in\\_Sequential\\_Data\\_Principles\\_and\\_Case\\_Studies](https://www.researchgate.net/publication/331353530_Anomaly_Detection_in_Sequential_Data_Principles_and_Case_Studies), février 2019.

[5] Sathish, V., et al., « Training data selection criteria for detecting failures in industrial robots », *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, n° 1, p. 385-390, disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/301744877\\_Training\\_data\\_selection\\_criteria\\_for\\_detecting\\_failures\\_in\\_industrial\\_robots](https://www.researchgate.net/publication/301744877_Training_data_selection_criteria_for_detecting_failures_in_industrial_robots), 2016.

[6] Maw, I., *Anomaly Detection: Industrial Asset Insights Without Historical Data*, disponible sur : <https://www.engineering.com/AdvancedManufacturing/ArticleID/19058/Anomaly-Detection-Industrial-Asset-Insights-Without-Historical-Data.aspx>, mai 2019.



LE MOT DU MOMENT

# Informatique quantique

Promesses et réalités d'une technologie hypermédiatisée



**Elsi-Mari Borelli**  
Theoretical and Computational Methods  
Baden-Dättwil,  
(Suisse)

elsi-mari.borelli@  
ch.abb.com

Impossible d'échapper à l'informatique quantique aujourd'hui : presse grand public ou spécialisée, magazines scientifiques ou rapports d'activités, cette technologie pleine de promesses est régulièrement évoquée, décryptée, voire ridiculisée, dans les médias. L'annonce que Google aurait atteint la « suprématie quantique » a mis le monde en émoi, certains n'hésitant pas à comparer cette prouesse aux premiers pas de l'homme sur la Lune.

Revenons malgré tout sur Terre et intéressons-nous aux « mécanismes » de l'informatique quantique et à son impact sur les futures applications industrielles.

Commençons par quelques dures vérités : non, l'ordinateur quantique ne remplacera pas votre portable, ni aujourd'hui ni demain. Il ne s'agit pas non plus d'un supercalculateur universel capable de détrôner des bataillons de serveurs, mais d'une grosse machine spécialisée visant à supplanter l'informatique classique (et ses futurs avatars) pour des calculs ciblés. Comme son nom l'indique, cet ordinateur utilise la mécanique quantique pour résoudre en quelques minutes un problème qui prendrait plusieurs milliers d'années aux plus rapides des ordinateurs actuels. Pour atteindre une telle vitesse, pas question d'utiliser les algorithmes conventionnels ; il faut des algorithmes qui exploitent les lois de la physique quantique.

Le concept d'informatique quantique n'est pas récent : le premier à l'évoquer fut le prix Nobel de physique Richard Feynman, en 1982. Son unité de base est le qubit : à la différence de la logique binaire, où un bit vaut soit 0, soit 1, le qubit peut prendre simultanément une multitude de valeurs, chacune assortie d'une probabilité. Les opérations logiques qui en découlent n'ont rien à voir avec celles exécutées par des ordinateurs classiques.

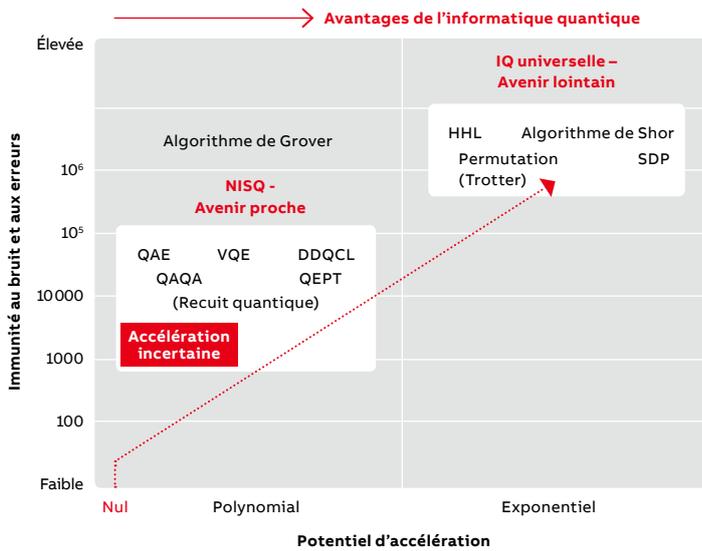
L'informatique quantique s'est récemment retrouvée sous le feu des projecteurs en raison de la menace théorique qu'elle représente pour les systèmes de chiffrement actuels (algorithme de Shor). Cependant, la factorisation des nombres premiers sur laquelle repose la cryptographie exige une puissance de calcul de l'ordre du million de qubits de haute qualité. Hélas, les meilleurs puces quantiques du marché, comme la Sycamore de Google (54 qubits), sont encore à des années-lumière de telles performances en termes de dimensionnement et de bruit →01. Dans sa feuille de route technologique publiée en septembre 2020, IBM annonce pour 2023 l'arrivée d'un processeur dépassant le millier de qubits, l'IBM Quantum Condor [1].

Il existe toutefois des ordinateurs dits « NISQ » (*Noisy Intermediate Scale Quantum*), qui s'appuient sur l'heuristique quantique pour résoudre des problèmes d'optimisation discrète complexes. Les puces NISQ sont déjà dans le viseur



**Thorsten Strassel**  
Switchgear  
Baden-Dättwil,  
(Suisse)

thorsten.strassel@  
ch.abb.com



01

01 Différents algorithmes quantiques classés selon leur puissance et leur vitesse

de nombreuses sociétés à moyen terme. Même si l'accélération du calcul qu'elle promet est moins spectaculaire, la technologie NISQ pourrait avoir un impact commercial majeur. C'est pourquoi de nombreux États et entreprises lancent des programmes de recherche afin de disposer de solutions dans un avenir pas si lointain.

Si l'informatique quantique pourrait ainsi jouer un rôle central dans les futurs systèmes autonomes, elle n'est pas la seule à pouvoir révolutionner le monde du calcul. Les progrès réalisés en matière d'algorithmes d'optimisation offrent un meilleur

**Bibliographie**

[1] Gambetta, J., *IBM's Roadmap For Scaling Quantum Technology*, disponible sur : <https://www.ibm.com/blogs/research/2020/09/ibm-quantum-roadmap/> (consulté le 21 septembre 2020).

**L'informatique quantique est une menace théorique pour les systèmes de chiffrement actuels.**

retour sur investissement, y compris en informatique classique. En fait, les algorithmes conçus pour les ordinateurs quantiques ont inspiré une nouvelle génération d'algorithmes d'optimisation qui se sont avérés redoutablement rapides face à certains problèmes.

L'informatique quantique, ainsi que son potentiel en automatisation industrielle, seront développés dans un prochain numéro d'*ABB Review*. •



**Recevoir ABB Review**

**S'abonner**

Contactez votre correspondant ABB ou souscrivez en ligne sur [www.abb.com/abbreview](http://www.abb.com/abbreview).

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

**Garder 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.

**Publication ABB**

**Rédaction**

**Theodor Swedjemark**  
Head of Corporate Communications

**Adrienne Williams**  
Senior Sustainability Advisor

**Reiner Schoenrock**  
Technology and Innovation

**Andreas Moglestue**  
Chief Editor, *ABB Review*  
[andreas.moglestue@ch.abb.com](mailto: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-Dättwil  
Suisse  
[abb.review@ch.abb.com](mailto:abb.review@ch.abb.com)

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 ©2020  
ABB Switzerland Ltd.  
Baden (Suisse)

**Impression**

Vorarlberger  
Verlagsanstalt GmbH  
6850 Dornbirn (Autriche)

**Maquette**

Publik. Agentur für Kommunikation GmbH  
Ludwigshafen (Allemagne)

**PAO**

Konica Minolta  
Marketing Services  
Londres  
(Royaume-Uni)

**Traduction française**

Cléa Blanchard  
[clea.blanchard@gmail.com](mailto: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 fin 2018. Nos lecteurs sont invités à consulter les versions PDF ou en ligne sur [abb.com/abbreview](http://abb.com/abbreview).





## 01|2020

### Sources d'inspiration

#### À la une de l'innovation 2020

08 Innovations ABB

#### L'usine intelligente

20 Mue numérique  
24 Repenser l'innovation  
30 OPC UA sur TSN  
36 Co-innover pour mieux automatiser

#### Performance de l'extrême

44 Électrification sous-marine  
50 Conversion de puissance sous-marine  
56 Turbocompresseur mono-étagé A200-H

#### Le mot du moment

62 Fabrication additive



## 02|2020

### Doper la connectivité

#### Doper la connectivité

08 Gestion d'alarmes intelligente  
14 Analyseur de réseau M4M  
22 Capteur pour zones dangereuses  
28 Prix de la recherche ABB 2019

#### Connecter la performance

32 Inverseur de sources autopiloté Zenith  
36 Configurateur FIM UMC Edition  
40 Simulateur réseau à électronique  
de puissance

#### Robots à la manoeuvre

48 Dépalettisation assistée  
par intelligence artificielle  
52 Montée en flèche

#### Le mot du moment

56 Impression 4D



## 03|2020

### Datacenters

#### Datacenters

- 08 Entretien : efficacité énergétique
- 14 La voie de l'automatisation
- 22 Nouvelles architectures
- 30 Optimiser la consommation énergétique
- 36 Postes électriques sur mesure
- 40 Batteries sodium-ion
- 42 Le dessous des villes intelligentes
- 45 La CEI 61850 dans les datacenters
- 50 Cybersécurité

#### Dans les coulisses du cloud

- 58 Mesure et suivi énergétiques de bout en bout
- 59 Alimentation sans interruption Megaflex DPA
- 64 MNS-Up
- 66 Alimentation sans interruption moyenne tension
- 69 Vague de fraîcheur dans les datacenters
- 72 Le transfert de sources dans un datacenter
- 74 Protection anti-transitoires pour transformateurs

#### Le mot du moment

- 78 5G



## 04|2020

### Automatisation industrielle

#### Automatisation industrielle

- 08 À l'heure du numérique
- 16 La durabilité selon ABB
- 25 Une mine zéro carbone
- 32 Automatisation pétrogazière
- 38 Cap sur la navigation durable
- 43 Cybersécurité intégrée selon ABB
- 46 Surfer sur la vague numérique

#### Connaissances pratiques

- 54 Analyseur EQmatic
- 63 L'analytique au service du laminage
- 68 Assistant intelligent IKA
- 74 Détection d'anomalies

#### Le mot du moment

- 80 Informatique quantique

—  
Dans le numéro 01/2021  
**Innovation**

**La pandémie de Covid-19 a démontré qu'innover n'était pas qu'un lointain objectif, mais bien une priorité vitale. Pourtant, si tout le monde s'accorde à réclamer plus d'innovation, plus rapidement, rares sont ceux à expliquer comment s'y prendre pour mieux faire. Le prochain numéro d'*ABB Review* lèvera le voile sur les rouages de l'innovation.**