

review

04|2021 fr

Logistique



-
- 08–57 Logistique
 - 58–73 Performance et productivité
 - 74–79 30 ans d’Azipod®





System pro M compact®



Azipod®

Électrification
minière





ACOPOS 6D

05 **Éditorial**

La recherche à l'honneur

06 **Prix Hubertus von Grünberg**

Logistique

10 **ACOPOS 6D**

16 **ACS880 avec fonction anti-oscillation**

26 **ABB mySpareParts**

32 **Fouille de workflow**

38 **Électrification minière**

44 **Surveillance des émissions marines**

48 **Recherche sur la pile à hydrogène**

50 **Optimiser le stockage**

54 **Solution SYMS**

Performance et productivité

60 **ABB Ability™**

62 **Domotique ABB**

66 **InSite pro M compact®**

ABB, éternel pionnier

74 **Azipod®**

Le mot du moment

80 **Navigation autonome**

81 **Recevoir ABB Review**

81 **Publication ABB**

82 **Index 2021**



Logistique

La logistique consiste à gérer l'acheminement d'un produit à bon port, depuis le site de production jusqu'au lieu d'utilisation. Mais c'est aussi faire durablement progresser la planète, ce qui passe par une meilleure visibilité, flexibilité et productivité de l'outil industriel. La survie même de l'humanité en dépend !

Nous attendons vos retours à l'adresse abb.review@ch.abb.com

ÉDITORIAL

Logistique



Chers lecteurs,

Mener à bien un projet, qu'il s'agisse d'une voiture sortant d'une ligne de fabrication ou du lancement d'une unité de production, apporte toujours un sentiment de satisfaction. Ces réussites doivent généralement beaucoup aux activités qui, en coulisses, amènent en bord de chaîne les matériaux, les pièces, les outils, les compétences et des données indispensables.

Or sans données précises, nulle prévision possible ! L'opérateur ne sait pas quels actifs sont disponibles à chaque instant, ni quand il doit reconstituer ses stocks ; le responsable ne sait pas où chercher ni comment amener les ressources nécessaires. Résultat : la consommation énergétique et les coûts s'envolent.

Vous découvrirez dans ces pages, entre autres, une solution d'analyse des stocks à base d'intelligence artificielle, un logiciel qui anticipe et élimine les oscillations sur les transtockeurs, des capteurs qui limitent les émissions sous-marines et améliorent le stockage de l'énergie, ou encore des outils de gestion des pièces de rechange. Pas de doute, la logistique a le vent en poupe !

Bonne lecture,

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'B' and 'R' followed by a horizontal line.

Björn Rosengren
Directeur général du Groupe ABB



HUBERTUS VON GRÜNBERG

Le Prix rend hommage aux réalisations du physicien Hubertus von Grünberg, président du Conseil d'administration d'ABB entre 2007 et 2015.

Auteur en 1970 d'une thèse sur la théorie de la relativité d'Albert Einstein, Hubertus von Grünberg a beaucoup aidé ABB à s'engager sur la voie de la croissance durable. Il fut aussi un fervent défenseur de la recherche, tant au sein de l'Université que du Groupe, dont il en a fait l'une des priorités stratégiques. Cela se traduit aujourd'hui par quelque 1,3 milliard de dollars d'investissements annuels en R&D et nombreux centres de recherche dans le monde qui font d'ABB l'un des moteurs de l'innovation et de la transformation numérique industrielle.



LA RECHERCHE À L'HONNEUR

Prix Hubertus von Grünberg

Avis à tous les chercheurs talentueux : les candidatures sont ouvertes pour le prix Hubertus von Grünberg. Cette distinction de prestige, décernée tous les trois ans avec une dotation de 300 000 dollars, récompense la recherche postdoctorale d'excellence dans le domaine de l'automatisation ou de l'électrification.

—
01 Hubertus von
Grünberg

—
02 Lauréats 2016 et
2019

—
Pour en savoir plus sur
le Prix de la recherche
ABB : [new.abb.com/
hvg-award](http://new.abb.com/hvg-award)



PRÉCÉDENTS LAURÉATS

2019

Ambuj Varshney de l'université d'Uppsala (Suède) a été distingué pour ses recherches sur la durabilité des systèmes embarqués en réseau (SER). Il a mis au point un système de communication à très faible consommation (quelques dizaines de microwatts) et longue portée (plusieurs kilomètres), constitué de capteurs tirant uniquement leur énergie du milieu ambiant.

2016

Jef Beerten, de l'université de Louvain (Belgique), a été récompensé pour ses travaux sur la modélisation et la conduite des réseaux en courant continu.

02

Andreas Moglestue
ABB Review
Zurich (Suisse)

[andreas.moglestue@
ch.abb.com](mailto:andreas.moglestue@ch.abb.com)

ABB a créé ce prix en l'honneur d'Hubertus von Grünberg, ancien président du Conseil d'administration du Groupe →01. Décerné jusqu'ici à deux reprises, en 2016 et en 2019 →02, sa troisième édition aura lieu en 2022.

Le lauréat, sélectionné parmi des docteurs en génie électrique ou en automatisation issus de n'importe quelle université, reçoit une bourse de 300 000 dollars pour financer ses recherches.

Le jury se compose de professeurs de l'École polytechnique fédérale de Zurich (ETH), du Massachusetts Institute of Technology (MIT), de l'université Tsinghua de Pékin, de l'Imperial College de Londres, ainsi que d'Hubertus von Grünberg lui-même.

Date limite de candidature : 29 janvier 2022
Détails et modalités de participation sur
new.abb.com/hvg-award •

Logistique





Passer de la théorie à la pratique et de l'idée à la réalisation exige une logistique des plus sophistiquées. ABB met à la portée des industriels les dernières avancées de sa recherche-développement pour gagner sans cesse en productivité, en rentabilité et en pérennité.

- 10 ACOPOS 6D : la production entre dans la 6^e dimension
- 16 Toujours plus haut et plus vite
- 26 Optimiser la gestion des pièces de rechange avec ABB mySpareParts
- 32 La fouille de workflow exploite les journaux d'interventions opérateur
- 38 L'extraction minière améliore son bilan carbone grâce à l'électrification
- 44 Cap sur un suivi ultraprécis des émissions marines
- 48 Doper la recherche sur la pile à hydrogène
- 50 Optimiser le stockage
- 54 Les données transforment la gestion des matériaux



LOGISTIQUE

ACOPOS 6D : la production entre dans la 6^e dimension

L'agencement des sites industriels est généralement pensé pour une production bien précise et ne laisse guère de place à l'évolutivité. L'automaticien B&R change la donne avec son système ACOPOS 6D qui transporte les produits sur des navettes à lévitation magnétique. Une nouvelle liberté de mouvement idéale pour la fabrication en petits lots de produits qui changent souvent de forme et de format.



Dario Rovelli
B&R Industrial
Automation GmbH
Eggelsberg (Autriche)

dario.rovelli@
br-automation.com

De nos jours, les machines industrielles occupent beaucoup de place alors que seule une fraction de leur empreinte au sol contribue réellement au procédé de production. Bien plus encombrante est la transitique (convoyeurs à bande, tables tournantes, carrousels, etc.) qui, fait aggravant,

—
Les systèmes de transfert facilitent l'adaptation dynamique d'une étape du procédé, mais qu'arrive-t-il si la séquence entière change tout le temps ?

manque de flexibilité. Fabrication de plus petits lots, raccourcissement des cycles de vie des produits, personnalisation... l'ère des systèmes de transfert imposant un cadencage strict à une production rigide et linéaire est révolue. Le domaine a besoin d'une révolution.

Flexibiliser

Les nouvelles technologies transitiques, en particulier les systèmes SuperTrak et ACOPOSTrak [1] de B&R, société du Groupe ABB depuis 2017, ont d'ores et déjà contribué à la souplesse de production et à une personnalisation de masse économique et rentable. Ces systèmes ont plusieurs cordes à leur arc : en plus de porter

et déplacer des produits, ils peuvent servir de commandes multi-axes au niveau de stations de traitement mais aussi séparer des flots d'articles pour les répartir et les refusionner en aval, sans le moindre ralentissement. En multipliant les postes dont le traitement exige plus de temps, l'industriel s'affranchit des goulets d'étranglement bridant la productivité.

Personnaliser en masse

Les systèmes de convoyage facilitent l'adaptation dynamique d'une étape particulière du procédé à la fabrication d'une pièce sur mesure. Mais qu'arrive-t-il si l'enchaînement de ces étapes change tout le temps ? Comment passer d'une transitique linéaire à un espace de fabrication

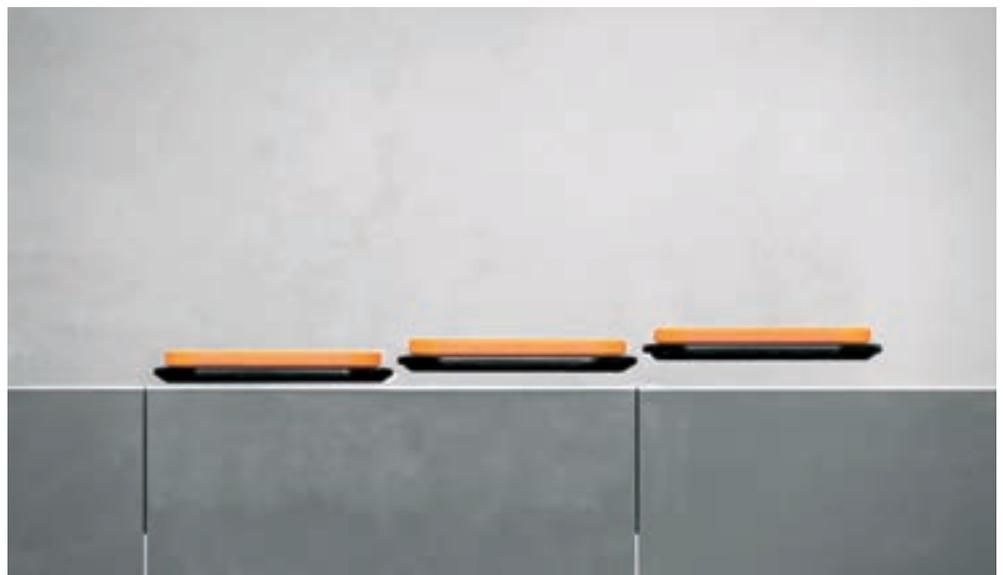


01



—
01 ACOPOS 6D met à profit la lévitation magnétique pour apporter aux chaînes de fabrication une souplesse jusqu'ici inégalée.

—
02 La lévitation magnétique permet de déplacer et de manipuler des produits avec six degrés de liberté.





03



04



05



multidimensionnel dans lequel chaque produit chemine d'un poste à l'autre de la ligne sans être asservi à une séquence stricte de production ? B&R a la solution.

Une nouvelle ère de productivité

ACOPOS 6D est basé sur le principe de la lévitation magnétique : des navettes munies d'aimants permanents flottent en silence au-dessus de dalles électromagnétiques de 240 mm de côté, ou « segments-moteur », qui peuvent être disposés librement pour constituer la forme souhaitée →01. Proposées en 10 tailles, les navettes transitent des charges utiles de 0,6 à 14 kg à des vitesses atteignant 2 m/s avec une accélération de 20 m/s². Ces performances offrent à ACOPOS 6D un champ d'application beaucoup plus vaste et diversifié que celui d'autres systèmes. Les navettes peuvent se déplacer dans un espace à deux dimensions, pivoter sur trois axes et changer de hauteur de lévitation (de 0,5 à 4 mm) →02 : six degrés de liberté de mouvement qui valent au système son appellation d'« ACOPOS 6D ».

De construction simple, ACOPOS 6D se résume à trois composantes :

- Le contrôleur 6D ;
- Les segments-moteur ;
- Les navettes.

Le système est le fruit d'un partenariat avec le Canadien Planar Motors, qui cumule plus de 15 ans de recherche-développement et d'expertise dans la technologie de lévitation magnétique au service de l'industrie. Planar Motors entend poursuivre ses travaux de R&D, étoffer son portefeuille de brevets et apporter à B&R, actionnaire de l'entreprise, son savoir-faire en matière d'industrialisation, de vente et de service.

Simplicité sur toute la ligne

ACOPOS 6D offre des possibilités quasi illimitées pour la conception des machines, ce qui ne l'empêche pas d'être fabuleusement simple à installer et à configurer.

Contrairement à d'autres systèmes comparables, chaque navette se voit attribuer un identifiant unique. Au démarrage, le contrôleur sait immédiatement la localiser sur les segments-moteur. La production peut alors démarrer sans prise d'origine ni saisie manuelle chronophages.

Avec une répétabilité de positionnement de $\pm 5 \mu\text{m}$, les navettes ACOPOS 6D sont parfaitement adaptées aux applications exigeant une très grande précision. Nul besoin de capteurs supplémentaires : des algorithmes d'optimisation des trajectoires empêchent toute collision

ACOPOS 6D utilise la lévitation magnétique pour transporter sans bruit et en douceur des pièces sur des segments-moteur.

et minimisent la consommation d'énergie. Cette planification s'effectue dans un contrôleur dédié connecté au réseau Ethernet temps réel POWERLINK de la machine. ACOPOS 6D bénéficie ainsi d'une « intelligence » déportée, dont les calculs ne viennent en rien dégrader les performances du réseau ou de la commande de la machine. Un atout indéniable par rapport aux autres systèmes qui utilisent une architecture centralisée bâtie sur une infrastructure onéreuse, complexe et souvent difficile à faire évoluer.

Les navettes peuvent aussi servir de commandes multi-axes dans une station de traitement, par exemple pour déplacer une pièce à la demande sous un outil d'usinage numérique →03.

Gain de place

ACOPOS 6D est capable de piloter simultanément jusqu'à quatre navettes par segment-moteur, offrant une densité de traitement quatre fois supérieure à celle de la concurrence. Il est en outre possible de grouper et de rapprocher au maximum les formations de navettes de façon à optimiser l'espace et acheminer des produits plus lourds ou volumineux.

Mieux, chaque navette pouvant aussi servir de balance de précision ($\pm 1 \text{ g}$) →04, fini les postes de pesée !

Évolutivité

Modulaire et décentralisé, ACOPOS 6D peut multiplier presque à l'infini le nombre de navettes

—
03 Contrairement à l'usage, c'est ici la navette ACOPOS 6D qui amène la pièce à l'outil d'usinage à commande numérique.

—
04 La navette peut aussi servir de balance de précision.

—
05 ACOPOS 6D se synchronise avec le système de vision et tous les autres automatismes B&R à la microseconde près.

ou de segments-moteur sur une chaîne. Un seul contrôleur dédié pilote jusqu'à 200 segments-moteur et 50 navettes. Au-delà, on peut ajouter des contrôleurs qui se synchronisent alors entre eux. Grâce à l'intégration d'ACOPOS 6D à la plate-forme d'automatismes B&R, les navettes se synchronisent à la microseconde près avec des servo-axes, des robots, des systèmes de convoyage et des caméras →05.

Alimentation et refroidissement

ACOPOS 6D se contente d'être alimenté en 48-60 VCC, là où des produits similaires ont besoin de 110 VCA, voire plus. En fonction de l'accélération, de la vitesse et de la charge utile, une navette consomme entre 15 et 50 W environ ; une efficacité énergétique qui rend souvent

ACOPOS 6D fait du concept de ligne de production flexible et ouverte une réalité.

inutile le refroidissement actif. Ce dernier se justifie toutefois pour améliorer les performances d'applications hautement dynamiques comptant un grand nombre de navettes accélérant très vite. Le cas échéant, il est facile de refroidir par liquide les segments-moteur grâce aux conduites en place →06.

À l'épreuve de l'atelier

ACOPOS 6D convient à un large éventail d'applications répondant plus particulièrement à trois grandes exigences :

- Très grande précision ;
- Ordre des étapes de traitement variable ;
- Production de petits lots unitaires.

Le système est parfait pour les procédés ou environnements sensibles à la contamination (salles blanches, chaînes agroalimentaires, par exemple) puisque les navettes sont en état de lévitation, supprimant tout contact, donc abrasion et dépôt de particules. Navettes et segments-moteur sont protégés IP67 de série. Il existe également des navettes en acier inoxydable ; la pose d'un capot inox sur les segments-moteur permet au système d'atteindre la protection IP69K.

Des clients de l'agroalimentaire, de l'imprimerie, de l'industrie pharmaceutique et de la production de batteries ont équipé des sites pilotes d'ACOPOS 6D. Ils en apprécient tout particulièrement les algorithmes anti-ballotement qui gèrent l'accélération, la décélération et l'inclinaison dans les courbes.

ACOPOS 6D et des systèmes de convoyage comme ACOPOStrak et SuperTrak s'ajoutent et se complètent pour répondre à une myriade d'applications. ACOPOS 6D s'avère utile dès qu'un ou plusieurs de ses points forts (six degrés de liberté, haute précision et adaptation aux salles blanches) sont impératifs pour l'application envisagée. C'est également la solution de transfert la plus économique.

Une nouvelle ère productive

ACOPOS 6D fait du concept de ligne de production flexible et ouverte une réalité. Chaque produit se déplace librement d'un point A à un point B en suivant sa propre trajectoire, sans se plier à un cadencage ni à un enchaînement stricts des étapes de fabrication →07. Il est ainsi bien plus facile de sortir des lots de produits différenciés, en petite ou en grande quantité, sur une même machine en même temps.

Cette solution de transfert sans contact, silencieuse, souple et précise amorce la transition d'une production strictement linéaire à une fabrication adaptative : une révolution dans la manière de produire, d'assembler et d'emballer.

Des applications pilotes sont déjà à l'œuvre. Prochain rendez-vous fin 2021 avec le lancement de la fabrication en série et l'obtention de toutes les certifications de rigueur. •

—
06 Les segments-
moteur peuvent être
chaînés et refroidis par
un système intégré.

—
07 Le modèle classique
de transport linéaire
des produits laisse
place à un espace
de production
multidimensionnel.

Bibliographie

[1] Klingler-Deiseroth, C.,
« La production prend
la voie rapide », *ABB
Review*, 2/2018,
p. 68-73.



06



07



LOGISTIQUE

Toujours plus haut et plus vite

En collaboration avec des partenaires industriels et universitaires, ABB a réussi à transposer dans la pratique la recherche sur les oscillations lors des déplacements. Résultat : le nouveau programme de commande du variateur ACS880 pour transtockeurs réduit les oscillations du mât et augmente la stabilité, réduisant ainsi le temps de cycle.



Janne Jurvanen
ABB Motion Drive
Products
Helsinki (Finlande)

janne.jurvanen@
fi.abb.com

Les transtockeurs sont très utilisés en maintenance industrielle pour soulever et déposer des charges. Face aux exigences économiques et écologiques croissantes (réduction des temps de cycle, des coûts et de la consommation énergétique), le secteur se tourne vers des appareils de levage plus grands et plus légers. Malgré leur construction de moins en moins métallique, donc

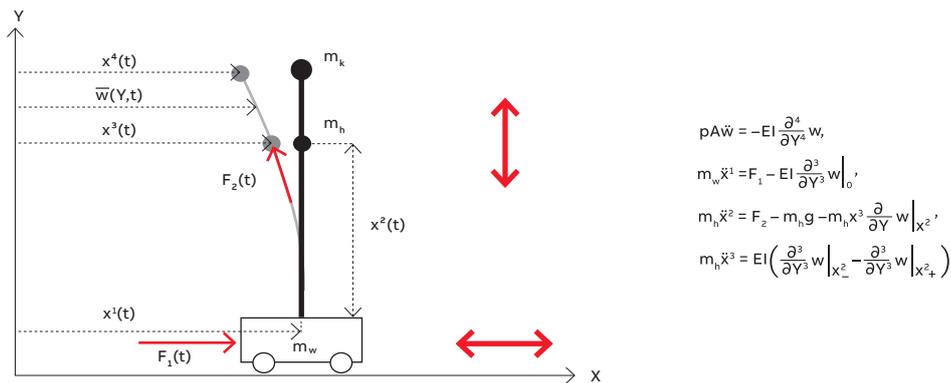


Arne Wahrburg
ABB Corporate Research
Process Automation
Ladenbourg (Allemagne)

arne.wahrburg@
de.abb.com

La réduction des délais de maintenance exige des engins de levage plus grands et plus légers.

moins rigide, ces engins doivent assurer un positionnement précis et rapide des charges sans dégradation de la stabilité ni de la sécurité. Or, du fait de leur flexibilité naturelle, tout déplacement peut provoquer de dangereuses oscillations du mât. À l'accélération ou au freinage, les forces d'inertie peuvent rendre le système instable et dégrader la précision de positionnement, la sécurité ou encore endommager les produits transportés. Circonstance aggravante, la dynamique dépend de la charge transportée, qui varie



01

en taille et en position. Le système de commande de la machine cherche à éviter les dégâts potentiels causés par les oscillations et marque alors quelques secondes d'arrêt pour stopper les vibrations et stabiliser la charge : un processus chronophage qui grève la productivité.

Comment dans ces conditions minimiser le ballant du mât au moyen d'une régulation précise, réactive, fiable et économique, et ainsi accélérer la cadence ? La réponse ABB : une fonction anti-oscillation intégrée au programme de régulation de position de l'ACS880.

Un partenaire fiable

Les fabricants de transtockeurs, qui placent la durabilité et la performance au premier plan de leurs préoccupations, savent qu'ils peuvent compter sur des stratégies de commande ABB taillées sur mesure pour leurs besoins logistiques, environnementaux et économiques. Depuis 2007, ABB dispose avec l'ACSM1 d'une offre en variation électronique de vitesse flexible et polyvalente, offrant aussi bien des fonctionnalités classiques de régulation en vitesse et en couple qu'une large palette d'options de régulation de position. Ces variateurs sont utilisés par les exploitants de transtockeurs pour piloter une panoplie de moteurs (asynchrones, synchrones, à couple élevé et servomoteurs) équipés de différents retours capteur. Toujours à la pointe de l'innovation, ABB a présenté en 2018 le programme de régulation de position de l'ACS880, successeur de celui de l'ACSM1. Ses points forts : positionnement absolu et relatif, profil et synchronisation de position et verrouillage de position rapide. Pour autant, les petits fabricants

de transtockeurs déploreraient toujours l'absence de solution anti-oscillation, capable d'amortir rapidement et avec précision le ballant du mât. Un déficit que la recherche ABB a su combler.

Collaboration

ABB, conscient de l'importance d'articuler collaboration et innovation, travaille main dans la main avec des industriels et universitaires pour tirer le meilleur de ses solutions de commande de variateurs. Début 2017, le Groupe a lancé une étude de faisabilité sur l'ajout de fonctions anti-oscillation et de sécurité fonctionnelle (entre autres) au programme de régulation de position de l'ACS880 pour transtockeurs. Après plus d'une

—
Les fabricants de transtockeurs savent qu'ils peuvent compter sur ABB pour des stratégies de commande sur mesure.

décennie d'utilisation de variateurs ACSM1, un des clients d'ABB faisait face à un problème épineux : dans des entrepôts de plus en plus gigantesques, comment monter en cadence de manière économique et durable tout en évitant les oscillations sur un transtockeur de 68 tonnes et 32 mètres de haut, amené à soulever et déplacer des charges de 6 tonnes ?

Les ingénieurs du Groupe se sont associés aux chercheurs de l'université autrichienne de Linz

01 Modèle mathématique d'un transtockeur développé par l'université de Linz (JKU), avec F la force exercée sur celui-ci, m_c la masse du module de levage, m_k la masse de la charge (utilisée sur le banc d'essai) et m_w la masse du chariot

02 Schémas du générateur de trajectoires et des profils de déplacement utilisés par les concepteurs ABB

02a La loi de commande du chariot s'appuie sur une régulation cascade P-PI. Est ici illustrée la génération de la trajectoire pour faire passer le module de levage du transtockeur ABB de sa position initiale de repos à sa position cible.

02b La génération de trajectoires avancée donne accès aux résultats de la simulation des profils de déplacement pour le contrôle des oscillations : commande classique à gauche ; commande avancée avec modèle dynamique à droite. Les oscillations sont presque complètement éliminées.

En 2017, ABB étudie la possibilité d'ajouter une fonction anti-oscillation au programme de commande de l'ACS880.

(JKU) pour couvrir l'intégralité des phases d'étude théorique, d'essai et de conception, chaque partenaire se consacrant aux domaines qu'il maîtrisait le mieux. À force d'itérations de la boucle conception-essai, ABB a réussi à combler le fossé qui sépare généralement la théorie de la pratique : les gains concrets issus de cette collaboration ont débouché sur une nouvelle fonction anti-oscillation intégrée au programme de commande de l'ACS880.

Axes de recherche

Une fois posées les bases de leur collaboration, ABB et la JKU ont lancé en parallèle divers projets de recherche visant à :

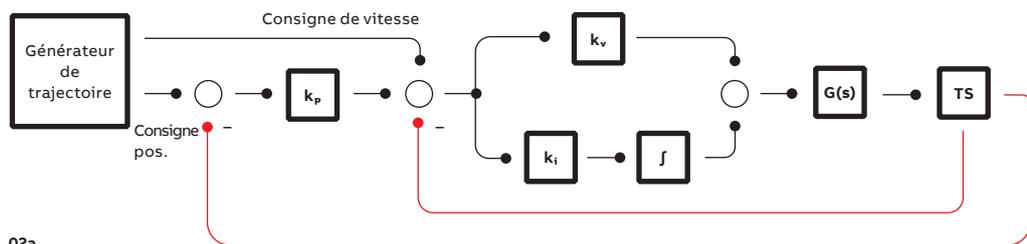
- Développer des modèles mathématiques pour décrire la dynamique des transtockeurs monomâts, notamment à l'aide du banc d'essai de la JKU ainsi que d'un démonstrateur de taille réduite et d'un transtockeur ABB ;

- Étalonner le modèle générique en identifiant les paramètres des transtockeurs concernés ;
- Créer un programme de commande qui génère la position et la vitesse de consigne du transtockeur afin d'éviter les oscillations pendant le déplacement ;
- Élaborer un système de rétroaction de façon à éliminer les oscillations résiduelles causées par les imperfections du modèle ou les perturbations externes.

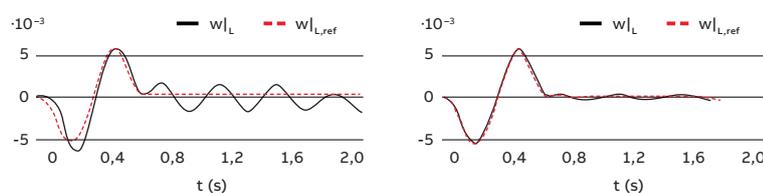
Modèles mathématiques

Les chercheurs ont appliqué des générateurs de trajectoires basés sur la platitude aux transtockeurs ABB en vue de déterminer la faisabilité d'une régulation anti-oscillation [1,2,3]. La dynamique des transtockeurs d'essai (tant celui d'ABB que celui du banc de la JKU) a été modélisée sous forme de système à dimensions mixtes, avec des équations aux dérivées partielles (EDP) et ordinaires (EDO) tenant compte des conditions aux limites.

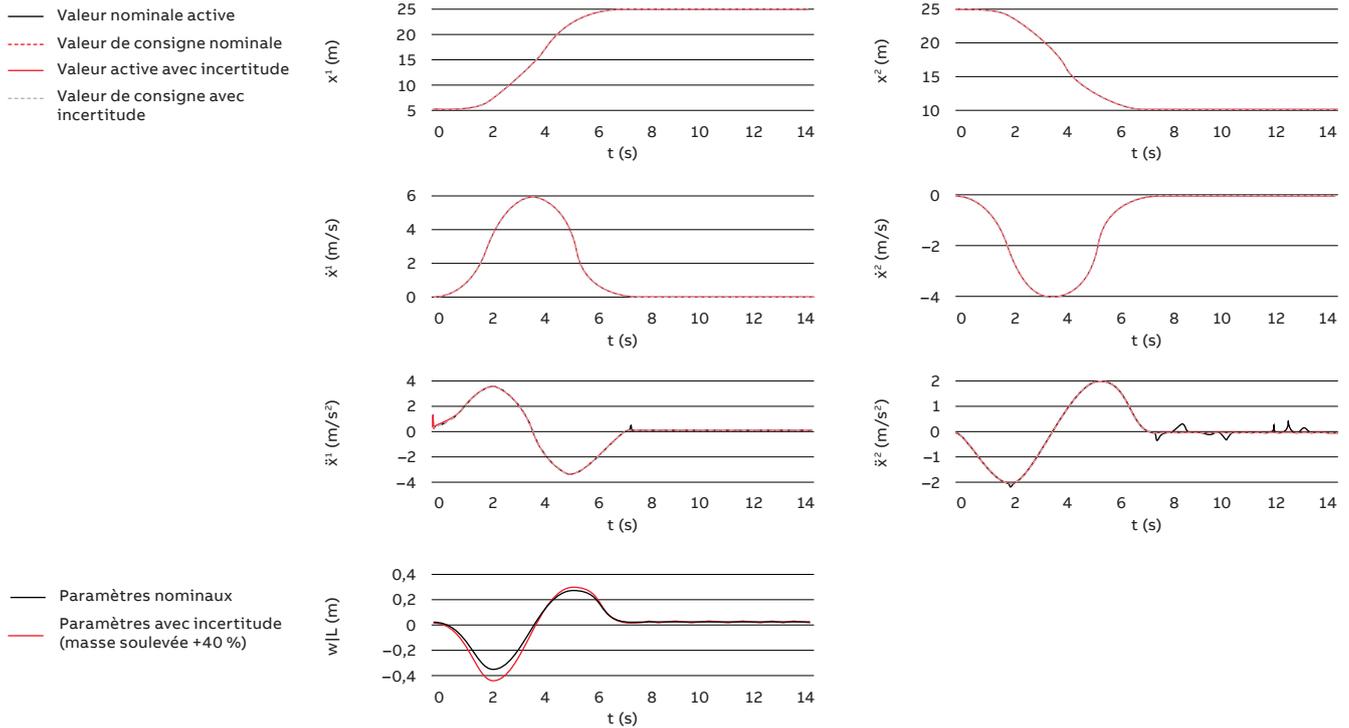
On applique ensuite à chaque système la méthode de Rayleigh-Ritz pour discrétiser les EDP : ne restent plus que les EDO, ce qui facilitera l'analyse et la conception du contrôleur par la suite.



02a



02b



03

La méthode Rayleigh-Ritz implique de choisir une fonction ansatz, dont la structure est déterminante. Une fois ce choix effectué, les conditions aux limites servent à déterminer les paramètres système inconnus. Pour obtenir les équations du mouvement, la dérivée a été calculée en appliquant le principe de moindre action au lagrangien. Est ainsi obtenu un système de dimensions mixtes.

Pour ramener les équations dans un univers aux dimensions finies, les chercheurs leur ont appliqué la méthode de Rayleigh-Ritz, soit : $\bar{w} = x^1 + \Phi_1(Y) \cdot \bar{q}^1(t)$, avec $\bar{w}(Y, t)$ la position absolue du mât en fonction de la hauteur Y et du temps t , x^1 la position horizontale du chariot, $\Phi_1(Y)$ la fonction ansatz (fonction de la hauteur Y uniquement) et, $\bar{q}^1(t)$ la coordonnée généralisée (fonction du temps t uniquement). On notera que \bar{w} est fonction à la fois de l'espace (hauteur) et du temps, tandis que les variables Φ_1 et \bar{q}^1 n'ont qu'une seule dimension.

La fonction ansatz, fondamentale, peut s'exprimer ainsi :

$$\Phi_1(Y) = A_1 \cdot \sin(\gamma Y) + B_1 \cdot \cos(\gamma Y) + C_1 \cdot \sinh(\gamma Y) + D_1 \cdot \cosh(\gamma Y)$$

ABB et la JKU ont transposé cette fonction aux conditions aux limites et résolu le système d'équations non linéaires qui en découlait pour

en déduire les paramètres A , B , C , D et γ , ce qui leur a permis d'obtenir un modèle fonctionnel du transtockeur ABB →01.

—
ABB s'est associé à la JKU pour développer des modèles mathématiques décrivant la dynamique des transtockeurs monomâts.

Étalonnage

Une fois les bases théoriques posées, on obtient un modèle capable de décrire la dynamique du mouvement des transtockeurs. Son application pratique à un appareil donné exige toutefois d'identifier et d'étalonner les paramètres inconnus, à savoir la rigidité à la flexion EI , la densité du mât ρA et le coefficient d'amortissement du mât d_m .

ABB a utilisé les données d'un transtockeur réel équipé d'un variateur ACSM1 pour en dériver les paramètres système. Lorsque la commande accélère pour déplacer le transtockeur à vitesse constante, aucune oscillation n'est observable ;

—
03 Application des trajectoires calculées par ABB au banc d'essai JKU (utilisant des mesures réelles) pour en tester la robustesse. L'ajout d'une loi de commande de l'injection d'amortissement permet d'éliminer les oscillations. Résultats : m_n , incertain = $1,4 \cdot m_n$.

—
04 Mise en forme d'entrée utilisée pour la génération de profils avec ses bases

04a Schéma décrivant les trois étapes de la mise en forme d'entrée. La génération du profil suit la consigne de vitesse donnée par la formule $v(t)$ ou utilisée ici (table de consultation 1D). Sont utilisées les trois branches de la référence de vitesse, décalées dans le temps et mises à l'échelle. On obtient la référence de position en intégrant la consigne de vitesse utilisée.

04b La mise en forme de l'entrée utilise une valeur initiale et une deuxième décalée d'une demi-période. Les deux oscillations étant supposées de même amplitude (en l'absence d'amortissement effectif), la valeur du deuxième signal effacera complètement celle du premier et le système évoluera de façon linéaire, sans oscillation.

par contre, un arrêt brutal provoque des oscillations du mât. Élever la nacelle de l'appareil à deux positions (hauteurs) différentes a permis de déterminer la fréquence d'oscillation principale ainsi que sa décroissance exponentielle. Ces valeurs ont ensuite servi à résoudre un système d'équations non linéaires mettant en relation les fréquences d'oscillation et coefficients d'amortissement avec les paramètres EI , ρA et d_m . Ces paramètres ont ensuite été appliqués à une troisième hauteur pour valider les calculs.

L'identification des paramètres relatifs au mât et au variateur entraînant le transtockeur a permis l'étalonnage des modèles dynamiques, qui ont à leur tour directement alimenté le programme de commande.

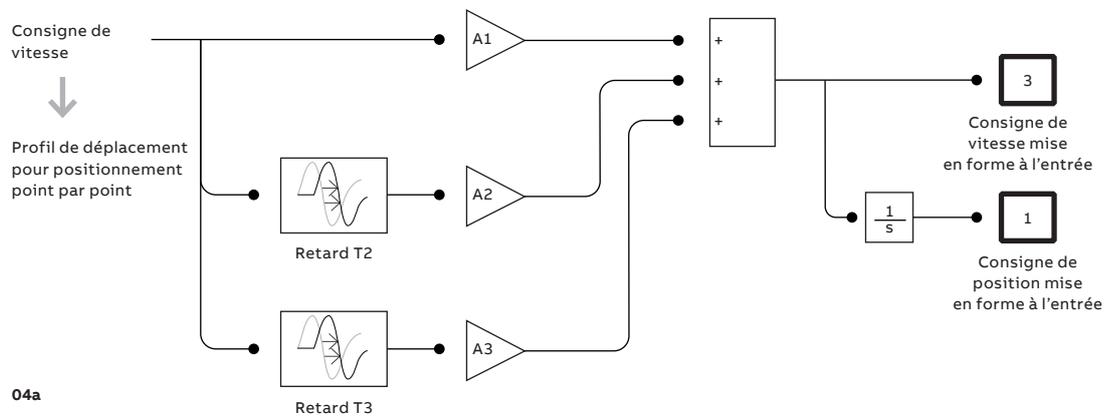
Études

ABB a développé des boucles de régulation qui génèrent une position et une vitesse de consigne

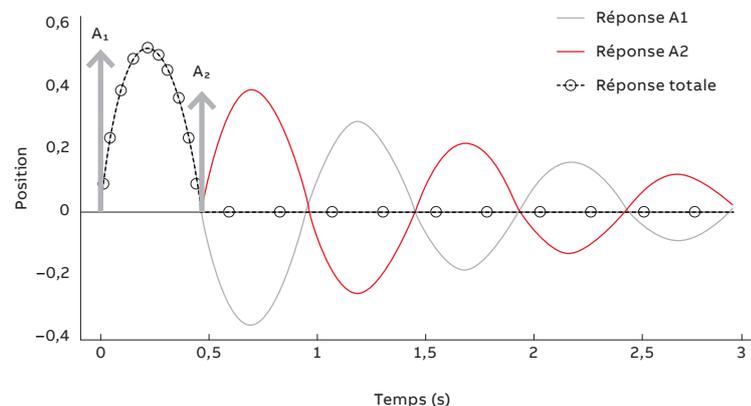
afin de minimiser les oscillations pendant le déplacement du transtockeur.

—
Le programme de commande assure un positionnement robuste et précis avec un minimum d'oscillations résiduelles.

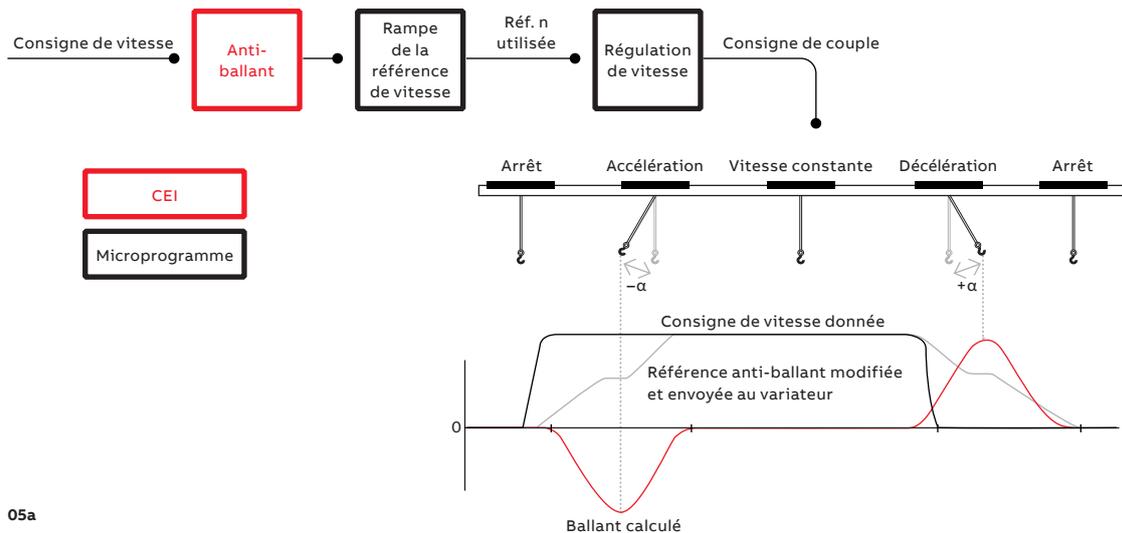
Des polynômes de sorties plates et de dérivées ont permis de paramétrer toutes les variables système ; les équations résultantes, très proches de celles présentées par Schindele et Aschemann [3], dépendent des sorties plates et de leurs dérivées temporelles. Elles alimenteront le générateur de trajectoires →02a.



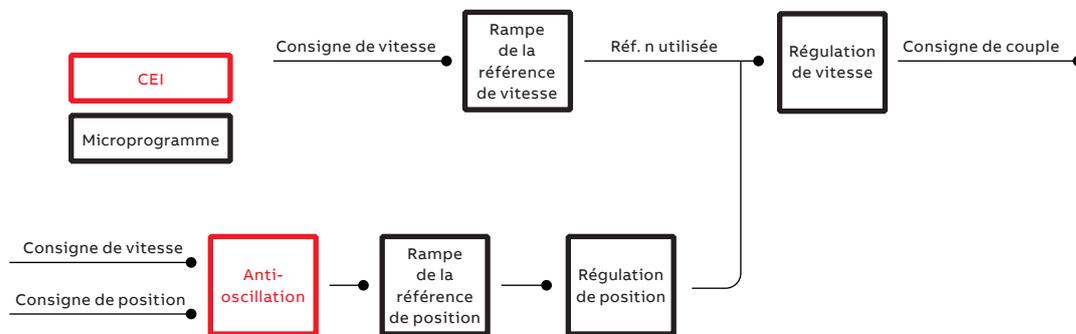
04a



04b



05a



05b

Ce dernier peut s'appuyer sur une cascade P-PI finement réglée suivant les références générées par le planificateur de trajectoires basé sur la platitude : une régulation efficace en l'absence de perturbations externes →02b. Afin d'atténuer les oscillations même en présence de perturbations, la cascade a été enrichie d'une rétroaction au niveau du chariot, via une loi de commande de l'injection d'amortissement [5,6].

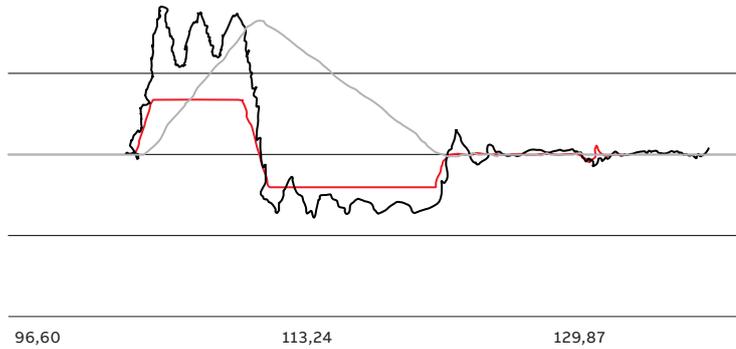
Considérer la masse de l'unité de levage et les paramètres du mât comme des inconnues (alors même qu'il s'agissait de grandeurs connues) a permis de déterminer la robustesse. Celle-ci s'est avérée exceptionnelle, qu'il s'agisse du banc d'essai JKU ou du transtockeur ABB →03. Fait marquant, seules les variations majeures des paramètres système ont eu un impact sur les oscillations du banc JKU ; de légères fluctuations de la masse soulevée ($\pm 10\%$) étaient quasi imperceptibles pour le transtockeur ABB. Des résultats réjouissants !

Conception

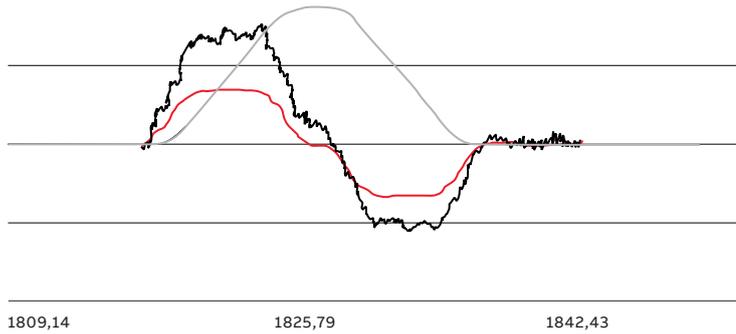
Pour fournir à ses clients les solutions de commande les plus performantes et les plus rentables, ABB ne retient que les approches les plus prometteuses. C'est ainsi que le Groupe s'est appuyé sur les résultats de la modélisation →01 et de la régulation de position →03 pour imaginer une fonction anti-oscillation facile à développer, d'une efficacité et d'une fiabilité sans faille. La nouvelle méthode de positionnement point par

Le transtockage gagne en rapidité, et donc en rentabilité, même dans le plus grand des entrepôts.

point du transtockeur ajoute des fonctions de mise en forme des valeurs en entrée →04a et de planification de trajectoires à la logique de commande



06a



06b

05 Boucles de commande de l'ACS880.

05a Programme de commande avec anti-ballant pour ponts roulants électriques +N5050 : les modifications de la consigne d'entrée sont séparées en deux segments et une temporisation, fonction de la période des oscillations, est appliquée au second.

05b Programme de commande avec anti-oscillation pour transtockeurs : identique au précédent mais avec division en trois segments au lieu de deux, ce qui améliore la robustesse en cas d'erreur de période d'oscillation.

06 Les profils de déplacement générés illustrent l'apport de la fonction anti-oscillation. Ligne noire : 01.10 Couple moteur ; ligne grise : 86.03 Vitesse réelle ; ligne rouge : 88.07 Accélération estimée.

06a Profil de mouvement généré par un déplacement simple, aux à-coups limités, sans fonction anti-oscillation.

06b Profil de mouvement généré lorsque le mode d'amortissement des oscillations en trois étapes est activé avec la fonction anti-oscillation.

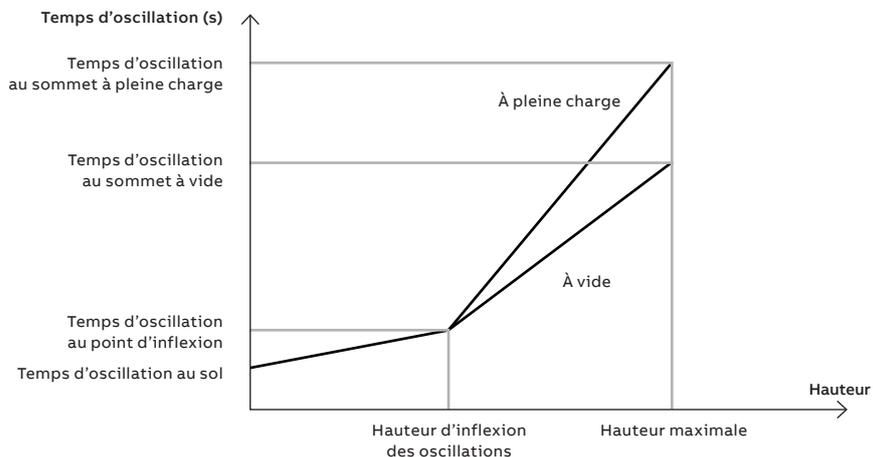
07 Période des oscillations à vide et à pleine charge selon la hauteur de la charge : sous la hauteur d'inflexion des oscillations, on considère que la masse de la charge n'influence pas la période des oscillations ; par contre, au-dessus de ce seuil, la période augmente proportionnellement à la masse de la charge.

de l'ACS880 (générateur de profil de mouvement, régulation de position et de vitesse) [7,8].

La mise en forme en entrée fonctionne de telle manière que tout signal de commande généré a tendance à annuler sa propre vibration, ce qui réduit les oscillations résiduelles →04b [7]. Il faut pour cela connaître le coefficient d'amortissement et l'oscillation du système pour différentes hauteurs de levage (choisies en fonction de la fréquence de résonance dominante). Pour le client,

l'avantage est qu'il peut obtenir les nouveaux paramètres lors de l'identification machine à la mise en service de l'ACS880.

Les fonctions de mise en forme en entrée et d'injection d'amortissement (qui atténuent les oscillations résiduelles une fois que le transtockeur a atteint sa position cible) s'étant avérées très efficaces, même lorsqu'une seule est activée [7], les spécialistes ABB ont finalement décidé de n'inclure que la première (en trois étapes) dans



07

la mouture finale de la régulation des oscillations →04–05 [8].

Après avoir sélectionné et modifié le générateur de profil de déplacement, ABB a conçu et mis en œuvre les procédures d'identification en vue d'obtenir et de conserver les paramètres système nécessaires (coefficient d'amortissement et période des oscillations).

De quoi assurer une commande de positionnement robuste et précis du transtockeur, avec la dynamique souhaitée et un minimum d'oscillations résiduelles : un résultat époustouflant !

—
Le délai de stabilisation du mât est passé d'environ 3 à 0,25 s, réduisant d'autant le temps de cycle.

Fonction anti-oscillation

Dès le début, ABB voulait proposer une fonction anti-oscillation pratique et abordable, qui ne cède rien en termes de performance. L'utilisation d'un modèle dynamique détaillé de transtockeur dans la logique de commande autorise un calcul précis du mouvement. Le microprogramme (firmware) de l'ACS880, dans sa version Régulation de position (+N5700) avec anti-oscillation →05b, coche toutes les cases [8]. La stabilisation du système intervient en 0,25 seconde, un temps record.

Le profil de référence de position classique est modifié de façon à éliminer les oscillations de la charge provoquées par lui-même →06. Le système doit à cette fin calculer la période des oscillations, à savoir la durée entre deux pics successifs d'une oscillation amortie, pour chaque point de fonctionnement à partir de courbes (pour chaque valeur de masse et de hauteur de la charge) →07, et connaître d'autres paramètres (réglés par l'utilisateur) ainsi que le coefficient d'amortissement (constante fournie par l'utilisateur). Le coefficient d'amortissement ζ est un

décrément logarithmique défini par :

$$\zeta = \frac{\ln \frac{A1}{A2}}{2\pi}$$

avec $A1$ et $A2$ les amplitudes des oscillations aux deux pics successifs de l'oscillation amortie. Les autres paramètres étant faciles à trouver ou à appliquer, les clients du Groupe peuvent maintenant minimiser les oscillations indésirables quels que soient la charge portée par le transtockeur ou le sol sur lequel il se déplace.

Essais et validation en conditions réelles

C'est à la suite de la mise en service de son premier programme de régulation de position ACS880 pour transtockeur, au printemps 2019, qu'ABB a réalisé un prototype de la fonction anti-oscillation. Des essais ont eu lieu sur un site client pendant l'été 2020. Fort de ce succès, le premier variateur ACS880 avec fonction anti-oscillation (en version limitée) a été installé chez un client du Groupe et mis en service avec un firmware spécialisé début 2021. Une nouvelle version, aujourd'hui en développement pour le marché global des transtockeurs, devrait être commercialisée dans les premiers mois de 2022.

ABB a su allier recherche universitaire et industrielle pour offrir à ses clients un programme de régulation de position ACS880 avec fonction anti-oscillation adapté à leurs besoins. Une innovation qui permet au transtockage de gagner en rapidité, et donc en rentabilité, avec une précision identique, même dans les méga-entrepôts →08. Le délai de stabilisation du mât est passé d'environ 3 à 0,25 s, réduisant d'autant le temps de cycle.

Grâce à ABB, la recherche quitte le laboratoire pour investir les bancs d'essai et, à force d'aller-retour entre conception et tests, débouche sur des innovations concrètes. Le Groupe offre ainsi à ses clients les produits et les outils qui leur permettent de remplir leurs objectifs de performance économique et de durabilité, et donc de se distinguer dans un environnement très concurrentiel. •

Remerciements

Cet article n'aurait pas été possible sans les contributions et le dévouement de nombreux chercheurs et ingénieurs, en particulier Tobias Malzer, Markus Schöberl, Martin Staudecker, Matias Niemälä et Stefan Baum. Qu'ils en soient remerciés.



08

08 Alors que les logisticiens doivent composer avec des entrepôts qui ne cessent de grandir et des délais de maintenance toujours plus serrés, ils peuvent compter sur ABB pour leur fournir des solutions innovantes, à l'image de la fonction anti-oscillation pour transtockeurs.

Bibliographie

[1] Bachmayer, M., et al., « Flatness-based control of a horizontally moving erected beam with a point mass », *Math. Comput. Model. Dyn. Syst.*, vol. 17, n° 1, p. 49-69, 2011.

[2] Kostin, G., et al., « Optimal real-time control of flexible rack feeders using the method of integrodifferential relations », *IFAC Proceedings Volumes*, vol. 45, n° 2, p. 1147-1153, 2012.

[3] Schindele, D., Aschemann, H., « Adaptive LQR-control design and friction compensation for flexible high-speed rack feeders », *J. Comput. Nonlinear Dyn.*, vol. 9, n° 1, p. 1-9, 2013.

[4] Rams, H., et al., « Optimal Motion Planning and Energy-based Control of a Single Mast Stacker Crane », in *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, vol. 26, n° 4, p. 1449-1457, 2018.

[5] Staudecker, M., et al., « Passivity based control and time optimal trajectory planning of a single mast stacker crane », *IFAC Proceedings Volumes*, vol. 41, n° 2, p. 875-880, 2008.

[6] Staudecker, M., *Regelung einer elastischen mechanischen Struktur am Beispiel eines Regalbediengeräts für Hochregellager*, thèse de doctorat, université de Linz, 2010.

[7] Niemelä, M., Baum, S., *Stacker crane control design*, rapport interne ABB, p. 1-26, 19 mars 2021.

[8] Jurvanen, J., *ACS880 Position control, anti-pendulum*, rapport interne ABB, p. 1-8, 19 mars 2021.



LOGISTIQUE

Optimiser la gestion des pièces de rechange avec ABB mySpareParts

Avec son widget innovant et son approche proactive, ABB permet à l'industriel de mieux exploiter ses données de pièces de rechange. À la clé, une planification et une aide à la décision optimisées qui limitent les temps morts, les baisses de performance et les coûts imprévus, en amont des défaillances.



La gestion des pièces de rechange se fonde encore trop souvent sur une démarche « corrective » consistant à laisser une pièce s'user jusqu'à la panne, ce qui, au final, coûte jusqu'à cinq fois plus qu'une stratégie « proactive » [1]. ABB a compris que le numérique pouvait être un formidable levier pour réduire les risques de surcoût, de baisse de performance et de temps improductifs liés à la méthode corrective [2] ; bref, pour gagner en maîtrise dans ce domaine aussi. Car rien n'oblige à attendre qu'une pièce critique lâche pour la remplacer ! Pourquoi ne pas profiter des nouveaux outils pour gagner en maîtrise dans ce domaine aussi ?

Aujourd'hui, le portail client myABB propose une gamme d'outils numériques en libre-service dédiés aux systèmes de contrôle-commande, robots, entraînements et autres produits du Groupe, sous forme d'applications et de widgets adaptés à ces différents équipements. En 2020, l'offre ABB s'est enrichie d'un nouvel outil de gestion des pièces de rechange, le widget mySpareParts. Il permet aux clients de suivre de près leur stock de pièces (mySpareParts Analyzer) et de rapprocher cet inventaire de leur parc (mySpareParts Manager) et des approvisionnements ABB à l'échelle mondiale.



Greg Parsons
ABB Process Industries
Process Automation
San Diego (Californie,
États-Unis)

greg.parsons@
us.abb.com

Enjeux

La gestion des pièces est souvent décorrélée de celle des équipements concernés [1]. Or, dans ce domaine, la course technologique plaide plutôt pour une approche systématique et systémique, seule manière d'évaluer correctement leur « criticité ». Un paramètre d'une grande variabilité : pour certaines pièces, une défaillance peut menacer la sécurité et contraindre à arrêter la production ; pour d'autres, elle se résume à une baisse de cadence ou une dégradation des performances. C'est pourquoi il importe d'évaluer le risque intrinsèque de chacune [1]. Pour garantir une disponibilité optimale des pièces critiques, une vue à 360° de l'écosystème client, englobant équipements et pièces, est essentielle. Elle per-

met d'évaluer et de comprendre en profondeur leur criticité, leur interdépendance ainsi que l'impact d'un dysfonctionnement sur l'équipement et ses performances. Cette approche nécessite de classer les pièces selon leur importance et d'évaluer leur probabilité de défaillance ou de casse : une gageure !

État des lieux

Une gestion des pièces guidée essentiellement par leur coût et leur historique d'usage conduit bon nombre d'entreprises à sous-évaluer jusqu'à 60 % leur stock de pièces critiques [3]. Qui plus est, elle ne prend pas en compte les coûts ou les risques financiers liés à la panne d'un équipement, à un arrêt de production ou à une image de marque écornée par la dégradation du service. Enfin, l'imprévisibilité de la chaîne logistique empêche d'anticiper toutes les conséquences potentielles de cette approche. Quand l'auteur du présent article soulève la question des pièces de

En 2020, ABB a enrichi son portail d'outils numériques myABB du widget mySpareParts.

rechange, on lui répond en général « On est bons sur ce plan », ce à quoi il réplique « Comment le savez-vous ? ». C'est souvent là que cela se corse, car la réponse exige un processus documenté. La pratique met au jour des lacunes, que la solution ABB peut justement combler. Parfois, le simple fait de disposer de toutes les pièces nécessaires est considéré comme la preuve d'une gestion optimale. Or ce processus est foncièrement dynamique : les cycles de vie et les structures porteuses des pièces évoluent. Une réévaluation régulière s'impose.

Le manque de planification peut engendrer une charge supplémentaire en main-d'œuvre, en matériel et en temps d'utilisation des machines : un surcoût de fabrication qui se répercute sur le prix du produit.

Solution mySpareParts

ABB mise donc sur une approche proactive portée par une offre logicielle complète et adaptée au client. Disposer d'un inventaire précis du parc installé permet de mieux définir et mettre en œuvre une stratégie de gestion numérique des pièces. Il importe aussi de comparer le coût de possession du stock aux coûts engendrés par un arrêt de production, une sous-performance ou une réputation ternie par le non-respect des engagements. Pour comprendre la chaîne

La gestion des pièces de rechange passe par une approche systématique et systémique.

logistique, l'idée est d'évaluer l'installation en conditions d'exploitation normales, avant que surviennent des anomalies coûteuses. En effet, le principe de cette gestion holistique est d'analyser les conséquences d'une défaillance de la pièce avant même sa survenue.

La plate-forme logicielle mySpareParts Manager d'ABB recommande des pièces sur des critères personnalisés, évalue les écarts avec le parc et informe sur la chaîne logistique, tout en produisant des rapports sur les risques. Sont analysées à cet effet des informations essentielles :

- Situation du parc ;
- Correspondances équipement-pièce ;
- Inventaire du site ;
- Cycle de vie du produit ;
- Localisation de la pièce dans l'équipement et sur le site ;
- Niveau de risque encouru.

ABB mySpareParts

Ce widget fournit une vue d'ensemble des données permettant au client de prendre des décisions proactives qui garantissent la disponibilité de la production ainsi que la prévention ou la réduction des ruptures de stock. L'outil s'appuie sur une plate-forme centralisée regroupant trois modules : « mySpareParts Analyzer » (analyse du stock de pièces), « Recommended Spares » (pièces recommandées) et « Gap Analysis » (analyse d'écarts) →01.

Le premier permet au client de téléverser l'inventaire de ses stocks →02 pour le soumettre à l'analyse d'ABB, qui lui renvoie les données suivantes : facteurs de risque →03, situation au regard du cycle de vie produit, possibilités de remplacement en fonction du stock disponible dans le pays et faisabilité de l'opération, réparabilité. Le risque de défaillance est un élément clé de l'analyse de risque. Le widget intègre la notion de risque intrinsèque de chaque élément de l'installation. ABB a pour cela élaboré un référentiel des données de risque pour plus de 1,5 million de pièces grâce à un modèle bayésien développé en interne.

Ainsi, en pointant les lacunes de l'inventaire client, mySpareParts Analyzer prévient les temps morts, optimise la production et aide à l'élaboration d'une stratégie de gestion proactive des stocks.

Les données saisies à ce niveau sont agrégées à celles de l'outil de gestion de parc ServIS d'ABB dans mySpareParts Manager. Le client a ensuite accès aux vues Recommended Spares et Gap Analysis →01. La première énumère les articles dont ABB recommande le stockage en fonction du parc client, accompagnée d'indicateurs clés comme le niveau de risque associé pour le procédé ainsi que les informations de cycle de vie. Sur la base de cette nomenclature, la seconde vue anticipe les articles manquants ou surnuméraires dans le stock. L'utilisateur dispose de fonctions de filtrage paramétrables qui lui permettent, par exemple, de restreindre l'affichage aux seuls articles classés à haut risque et en fin de vie. Le client peut ainsi consulter le volume de stock préconisé par ABB. Ces données sont exportées dans le document de synthèse « Parts Fingerprint ».

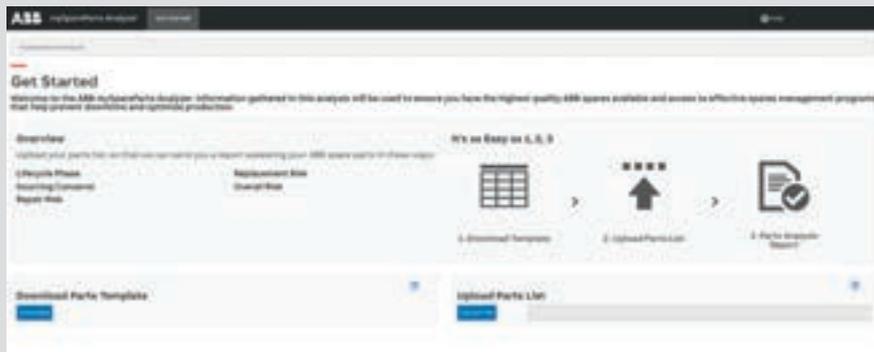
Du sur-mesure pour et avec le client

Pour configurer MySpareParts Manager, ABB dresse, avec l'aide de l'industriel, la liste de toutes les données du site nécessaires à une analyse plus poussée. En effet, déterminer la composition optimale du stock n'est qu'une première étape dans le traitement complexe de la chaîne d'approvisionnement. Une solution robuste et efficace de gestion de stock est essentielle au maintien en état des actifs. Guidé par les objectifs, la stratégie de maintenance et les besoins métier du client, ABB peut concevoir une solution sur mesure garantissant la disponibilité immédiate des pièces critiques en cas de besoin. Même si le Groupe privilégie toujours l'approvisionnement direct de ses clients, cette



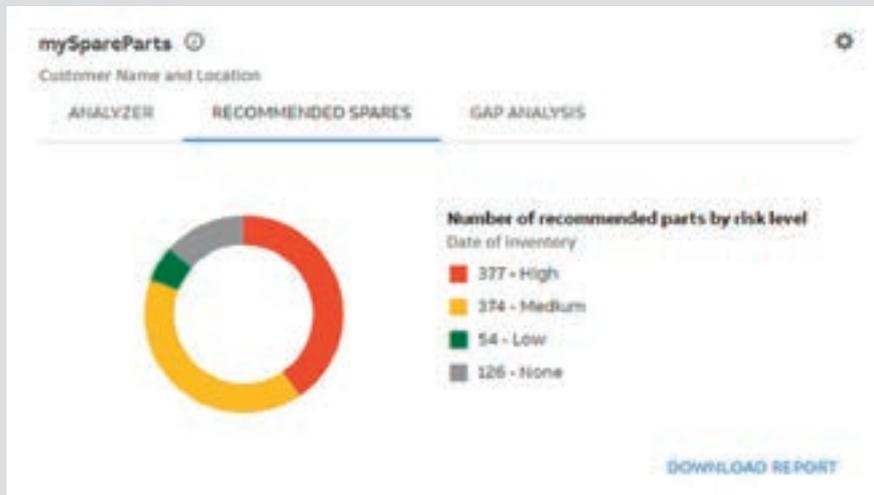
01

01 Page d'accueil du portail métier « myABB » avec ses trois onglets permettant d'accéder aux vues « mySpareParts Analyzer » (analyse du stock de pièces), « Recommended Spares » (pièces recommandées) et « Gap Analysis » (analyse des écarts).



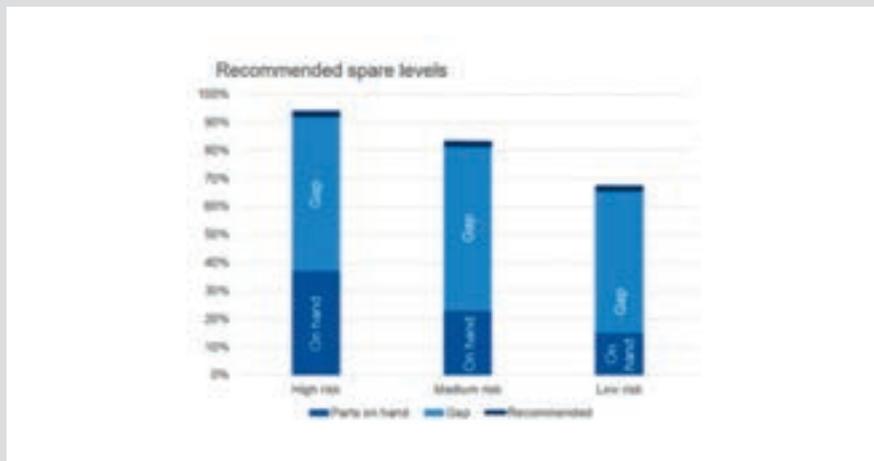
02

02 Écran d'accueil « mySpareParts Analyzer » affichant les fonctions suivantes : validation des numéros de pièce, copier-coller rapide et efficace dans Excel (numéros et quantités), notification des données problématiques, caractérisation des données en quatre questions simples, envoi d'un fichier vers la plate-forme et réception d'un accusé de réception.



03

03 Exemple d'écran « Recommended Spares » : répartition des pièces en stock par niveau de risque (affichage graphique et numérique) et accès à d'autres écrans : répartition en fonction du cycle de vie, de l'état du stock par pays, des possibilités de remplacement et de la réparabilité.



04

04 Écran « Parts Fingerprint Analysis » : les écarts entre le stock réel et le niveau recommandé exposent le système de contrôle-commande et la production à des arrêts.

activité peut être ponctuellement déléguée à un sous-traitant, dans le cadre d'un contrat de service ABB.

Une analyse encore plus poussée

Par ses recommandations fondées sur une approche systématique et une analyse approfondie, la solution ABB Parts Fingerprint vise l'optimisation des pièces en stock, en concertation avec le client. Elle s'appuie sur le parc installé, le risque que fait peser la défaillance d'une seule pièce sur le procédé, l'environnement de fonctionnement de la pièce et les données logistiques. Toutes ces informations partagées avec ABB garantissent au client une gestion maîtrisée de ses pièces de rechange.

Fort de son expertise et de sa compréhension de ses propres pièces et équipements, ABB applique un processus en trois étapes pour gérer le cycle de vie et l'obsolescence dynamiques des produits : évaluation, mise en œuvre et maintien. Trois rapports en résultent : Recommended Spares, Gap Analysis et Supply Analysis (analyse de la chaîne logistique). Les configurations

Le module mySpareParts Manager fournit des informations et des recommandations personnalisées.

d'équipement sont recueillies dans le moindre détail, jusqu'au numéro de pièce. Un audit du stock tenu par le client est réalisé et des données quantitatives et qualitatives sont récupérées pour afin de suggérer des améliorations. Parmi les autres fonctionnalités, citons l'analyse de la chaîne logistique et l'anticipation des problèmes liés aux pièces →04.

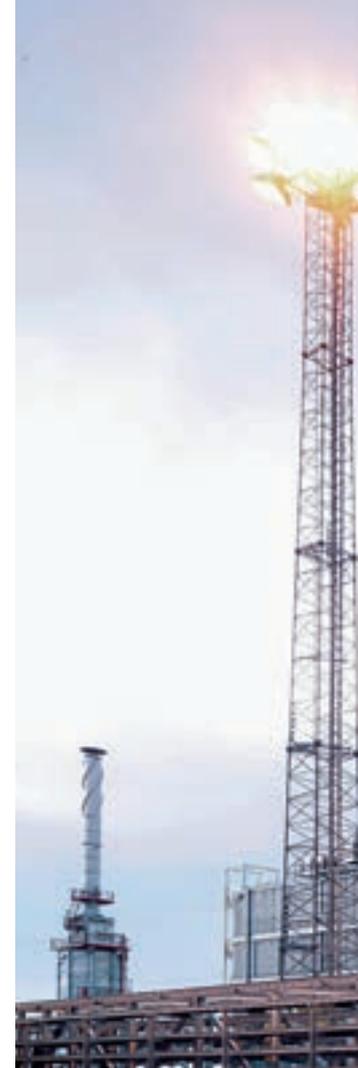
Études de cas

Dans une usine chimique en Louisiane →05, les chefs de projet ABB ont compris que maximiser la production passait par une disponibilité optimale du contrôle-commande en place. Il fallait alors évaluer l'écart entre le besoin potentiel en pièces de rechange critiques à haut risque et leur disponibilité effective in situ. L'équipe ABB a utilisé le module Parts Fingerprint de sa plateforme ServicePro Service Management System pour aider le client à inventorier ses pièces et à engager la mise à niveau de son système de contrôle-commande pour garantir la haute disponibilité de la production. En 2020, dans le

cadre des solutions et services du Groupe pour le segment Énergie (IAEN), ABB Malaisie a déroulé de bout en bout le processus Parts Fingerprint. Recueillies par l'outil SPDC (Service Product Data Collector), les données du système de gestion énergétique 800xA d'ABB ont été croisées avec les informations partagées par le client via le module Parts Analyzer. Le rapport Parts Fingerprint obtenu a alors présenté les composants installés et le volume de pièces de rechange recommandé, données qu'il a ensuite rapprochées de l'état effectif du stock client fourni par Parts Analyzer pour mettre en évidence les écarts entre recommandations et stock réel. Après avoir évalué ce rapport de concert avec ABB, le client a décidé de réapprovisionner son stock avec les articles reconnus par les deux parties comme présentant un risque opérationnel.

À venir

La solution s'enrichit d'une nouvelle vue en 2021. Baptisée « Supply Analysis », elle confronte les écarts identifiés aux données logistiques fournies par les centres de stockage au niveau local, régional et mondial, permettant ainsi une planification sur mesure des approvisionnements. Elle approfondit en outre l'analyse des historiques de commandes client, des défaillances récentes, etc.





— 05 Usine de fabrication de produits chimiques destinés à l'agriculture, la cosmétique, l'alimentation et la pharmacie (Louisiane) ; l'analyse Parts Fingerprint a contribué à la décision du client de mettre à niveau son système de contrôle-commande.

Ainsi la solution ABB mySpareParts couvre-t-elle toutes les informations indispensables à la gestion optimisée des pièces de rechange : risque intrinsèque, planification des stocks aux différents échelons géographiques, incidence du cycle de vie sur les équipements et les pièces, rapprochement avec les produits et services ABB nécessaires tout au long du cycle de vie du site et du parc. En outre, les recommandations ABB, combinées à l'état des stocks client, facilitent l'établissement d'un plan d'action et la prise de décision. Dopée par la puissance analytique des

— La solution ABB formule des recommandations qui facilitent la prise de décision.

outils numériques ABB, cette gestion proactive des systèmes et des pièces est un formidable levier d'accompagnement du client dans sa stratégie de réduction des risques. •

—
Bibliographie

[1] Marshall Institute, <https://www.marshall-institute.com> (consulté le 6 juillet 2021).

[2] Bughin, J., et al., *Why Digital Strategies Fail*, *McKinsey Quarterly*, disponible en ligne sur <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/why-digital-strategies-fail>, 25 janvier 2018 (consulté le 5 juillet 2021).

[3] GrowthPoint Marketing, <https://growthpoint-inc.com> (consulté le 5 juillet 2021).

LOGISTIQUE

La fouille de workflow exploite les journaux d'interventions opérateur

Les procédés industriels ont beau être très automatisés, l'opérateur n'en doit pas moins intervenir régulièrement. Les journaux d'intervention sont stockés en différents endroits du procédé et rarement utilisés. Comment exploiter ce gisement de données pour le traduire en connaissances et actions ?

—
Benedikt Schmidt
Marco Gärtler
Arzam Kotriwala
Sylvia Maczey
Reuben Borrisson
 ABB Corporate Research
 Ladenbourg (Allemagne)

benedikt.schmidt@de.abb.com
 marco.gaertler@de.abb.com
 arzam.kotriwala@de.abb.com
 sylvia.maczey@de.abb.com
 reuben.borrisson@de.abb.com

En dépit du degré élevé d'automatisation des usines modernes, le facteur humain reste incontournable : les opérateurs surveillent en permanence l'état du procédé et, dès qu'une anomalie menace la sécurité, l'environnement, la qualité ou encore l'efficacité opérationnelle, repassent en manuel pour intervenir. Les opérations de maintenance et de réparation, tout comme les arrêts et démarrages réguliers, sont elles aussi manuelles. Ces interventions peuvent

—
 Les informations des modules d'historisation représentent un gisement au fort potentiel mais jusqu'à présent inexploité.

durer quelques minutes ou plusieurs heures, et se répéter inlassablement au fil des semaines, mois et années, à l'identique ou presque.

Dans la plupart des sites de production, les données de fonctionnement du contrôle-commande sont centralisées dans un historique, à des fins de conformité réglementaire. Y sont conservés les événements et signaux générés par les

automates et capteurs/actionneurs, ainsi que les interventions manuelles. Ces dernières prennent généralement la forme d'un journal dans lequel sont consignées toutes les interactions de l'opérateur avec le système de contrôle-commande : modification de consigne, ouverture/fermeture de vannes, marche/arrêt d'équipement, etc.

Pour autant, du fait de la volumétrie des données historisées (qui plus est, en différents formats), celles-ci restent généralement inexploitées. Même dans une installation de petite taille, l'historique enregistre chaque jour des centaines de milliers d'événements et de signaux provenant de milliers de capteurs, soit une masse de données de l'ordre du téraoctet.



01



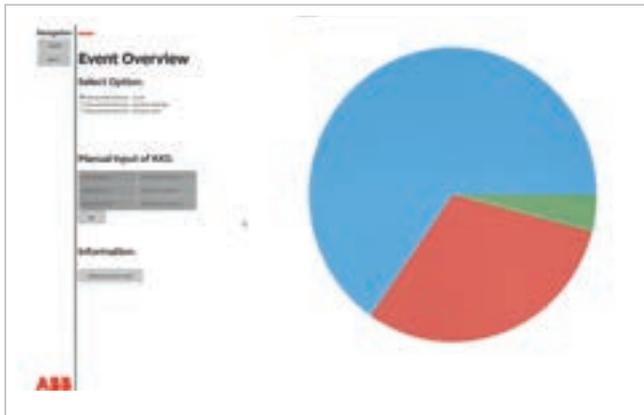
—
01 La fouille de workflow, en mettant au jour des données historiques inexploitées, peut contribuer à un meilleur fonctionnement.

—
La fouille de workflow aide à mieux comprendre le comportement du procédé.

Les informations des modules d'historisation représentent un gisement au fort potentiel mais jusqu'à présent inexploité. D'où la question : peut-on tirer parti de ce capital de connaissances opérationnelles pour le réutiliser ensuite ? C'est possible, grâce à la « fouille de workflow ».

Fouille de workflow

La fouille de workflow, appliquée aux interventions manuelles stockées dans le module d'historisation, contribue à une meilleure compréhension du comportement du procédé, éclaire les stratégies de recherche de solutions et permet d'en évaluer la qualité. Elle participe aussi à l'établissement de bonnes pratiques standardisées. Les traces des interventions opératoire étant éparpillées, il n'est pas toujours évident de discerner lesquelles relèvent d'une même cause ou sont en lien avec la situation présente ; extraire les cas d'intervention manuelle à partir de l'historique du procédé est une tâche par nature très complexe.



02



03

Dans cet article, nous nous intéresserons à la fouille de workflow appliquée à :

- l'identification des cas d'intervention opérateur ;
- l'identification de l'état de fonctionnement ayant déclenché l'intervention ;
- l'extraction des caractéristiques du cas, qui sont ensuite injectées dans un algorithme de fouille de workflow pour guider l'opérateur dans sa tâche.

Analyse des interventions manuelles

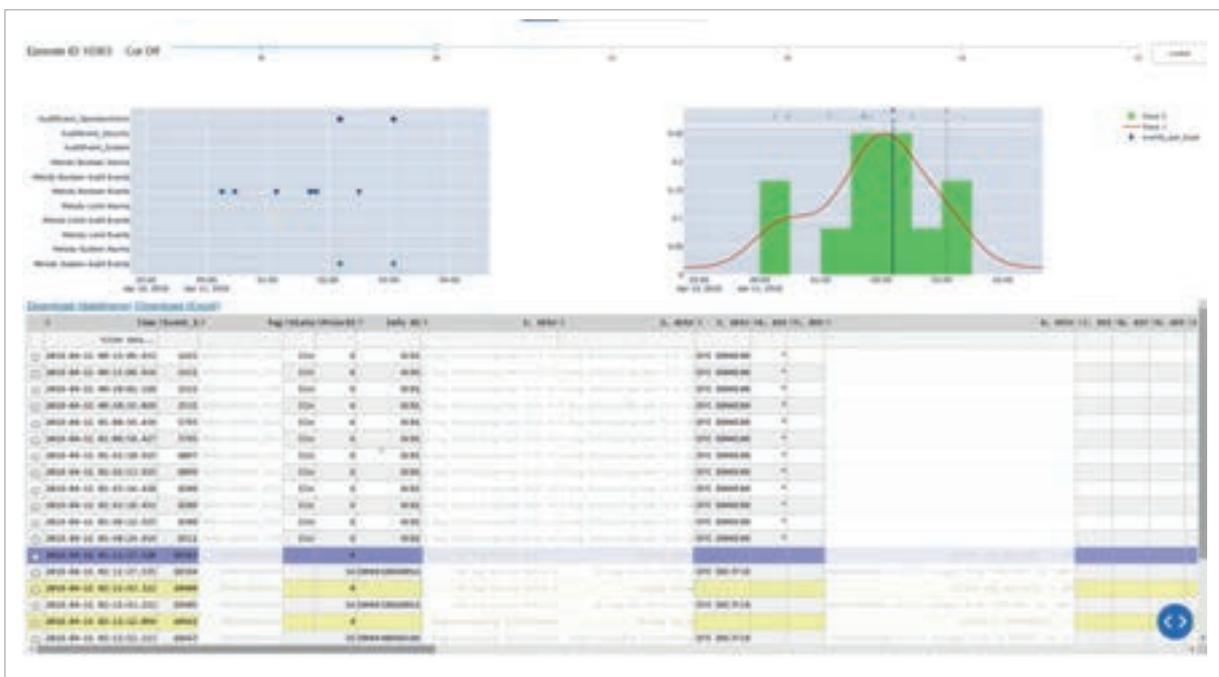
Dans un premier temps, il s'agit de créer un outil qui identifie et affiche les instances d'interventions opérateur avec leur fréquence et leur durée. L'outil envoie une requête au journal des événements et des modifications afin d'obtenir une liste des données d'intervention, à partir de laquelle il faut ensuite extraire un « cas », autrement dit un ensemble d'événements →02-03. L'événement déclencheur est inclus dans

l'ensemble, tout comme les événements survenant un laps de temps avant et après les premier et dernier événements : l'extraction repose donc sur le principe d'isolation temporelle.

—
On commence par créer un outil qui identifie et affiche les instances d'interventions opérateur avec leur fréquence et leur durée.

Extraction par motifs

On suppose que chaque cas est déclenché par un état du procédé, lui-même représenté par des valeurs de mesure, d'autres informations liées au process ainsi que des événements et alarmes



04

— 02 Nombre et durée des interventions dans divers secteurs de la centrale

03 L'opérateur peut sélectionner un secteur afin de voir où se concentre la majorité des interventions manuelles.

— 04 Résultat d'une fouille de workflow

— 05 Exemple de relation signaux/workflow

actives. On compare donc une analyse (ou « empreinte ») de l'état du système juste avant le cas avec l'état normal pour en extraire la cause. L'identification de l'empreinte est fortement tributaire du système étudié. En l'occurrence, nous

Vient ensuite la génération de listes d'instructions pour résoudre les futures anomalies.

avons ici décidé de nous concentrer sur l'état des signaux faisant partie du cas et avons généré des indicateurs clés de performance (KPI) à partir de moyennes mobiles pour chacun de ces signaux. L'empreinte de la valeur d'un capteur juste avant l'intervention opérateur est ainsi comparée à la moyenne des valeurs « normales » de ce capteur. Les signaux affichant un écart supérieur à un certain seuil par rapport au KPI de base sont donc de probables suspects. Ces « motifs » ainsi identifiés viennent s'ajouter aux informations disponibles sur le cas.

Regroupement

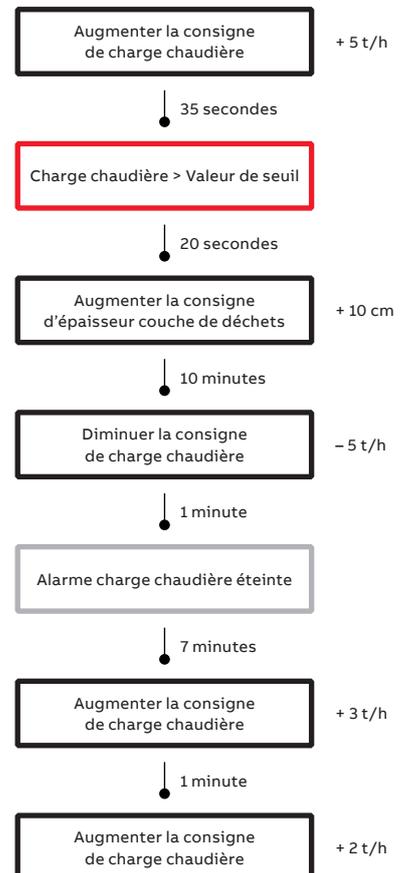
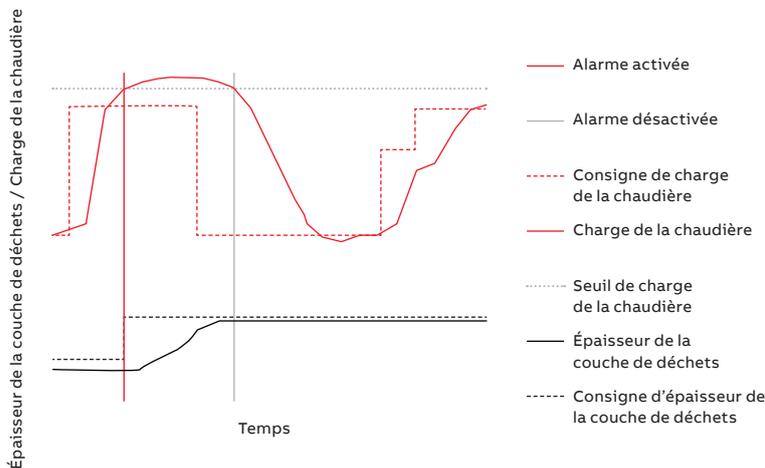
Chaque cas peut relever d'une intervention différente, où l'opérateur a résolu un problème spécifique en suivant une stratégie donnée. Regrouper les cas correspondant à des stratégies semblables est un prérequis indispensable à toute fouille de workflow.

Recherche de solutions

Une fois que l'examen du journal des événements et des modifications a permis d'obtenir une vue d'ensemble des interventions opérateur, l'examen

des procédures de résolution, ou « épisodes », peut commencer. ABB a développé à cette fin un outil permettant de visualiser le résultat de la fouille de workflow, à l'aide des quatre éléments d'un épisode type →04. Tout en haut, la barre de progression définit la fenêtre temporelle pendant laquelle deux interventions sont considérées comme appartenant au même épisode. Plus cette fenêtre est grande, plus le nombre d'événements est important et plus la procédure de résolution sera longue. L'optimisation de la longueur de la fenêtre est en cours de développement. Le diagramme par points en haut à gauche indique la répartition temporelle des événements par type, laquelle est reprise sous la forme d'une courbe de densité en haut à droite. La seconde moitié de l'écran énumère les événements relatifs à l'épisode.

Une fois que l'outil a défini les épisodes ad hoc, l'étape suivante consiste à générer les procédures, ou « workflows », qui indiquent à l'opérateur la marche à suivre pour corriger une anomalie. La création des workflows s'effectue dans un outil externe où sont importés tous les épisodes d'un même problème, avec les actions correctrices associées (ici, la gestion du brûleur dans un incinérateur de déchets →05). Si certaines étapes du séquentiel ne sont que rarement exécutées, il est possible de les écarter



par filtrage pour obtenir une procédure centrée sur les actions récurrentes →06. Des indications temporelles peuvent également accompagner les actions →07. Un expert contrôle le workflow avant sa diffusion.

Utilisation

Lorsqu'une situation anormale se produit sur le terrain et qu'il existe un workflow correspondant, le système le propose à l'opérateur. Après acceptation par ce dernier, les étapes du workflow s'affichent dans un bandeau latéral à l'écran.

Le séquentiel →08 résume le déroulement de la procédure depuis la sélection du type d'intervention jusqu'à la fouille de workflow en passant par l'extraction des cas et des causes ainsi que le regroupement.

Projet pilote

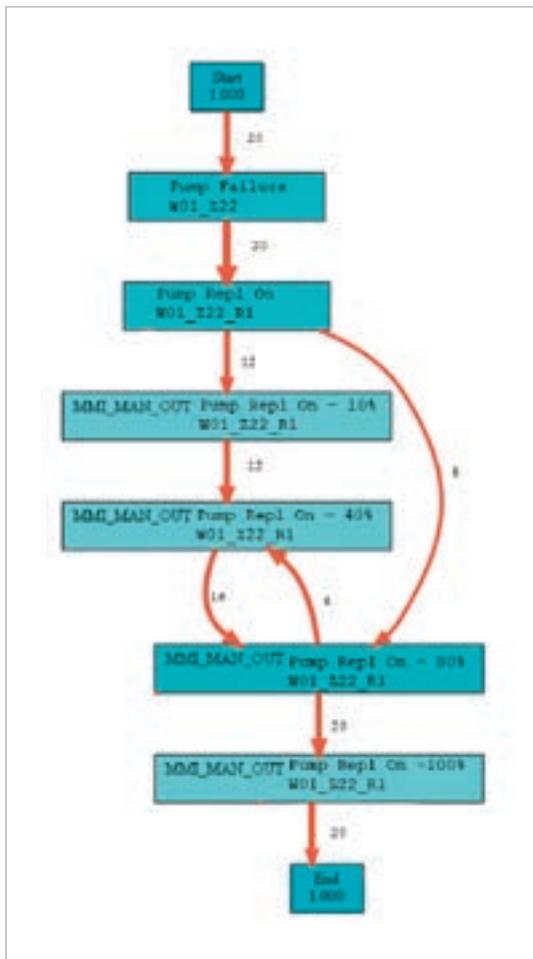
Pendant le processus de développement, l'équipe ABB a travaillé sur la copie du module d'historisation d'une centrale électrique de taille moyenne. Chaque année, ce module enregistre

8000 signaux et génère quelque 80 millions d'événements, interventions opérateur incluses. L'exploitation de six mois de données historisées

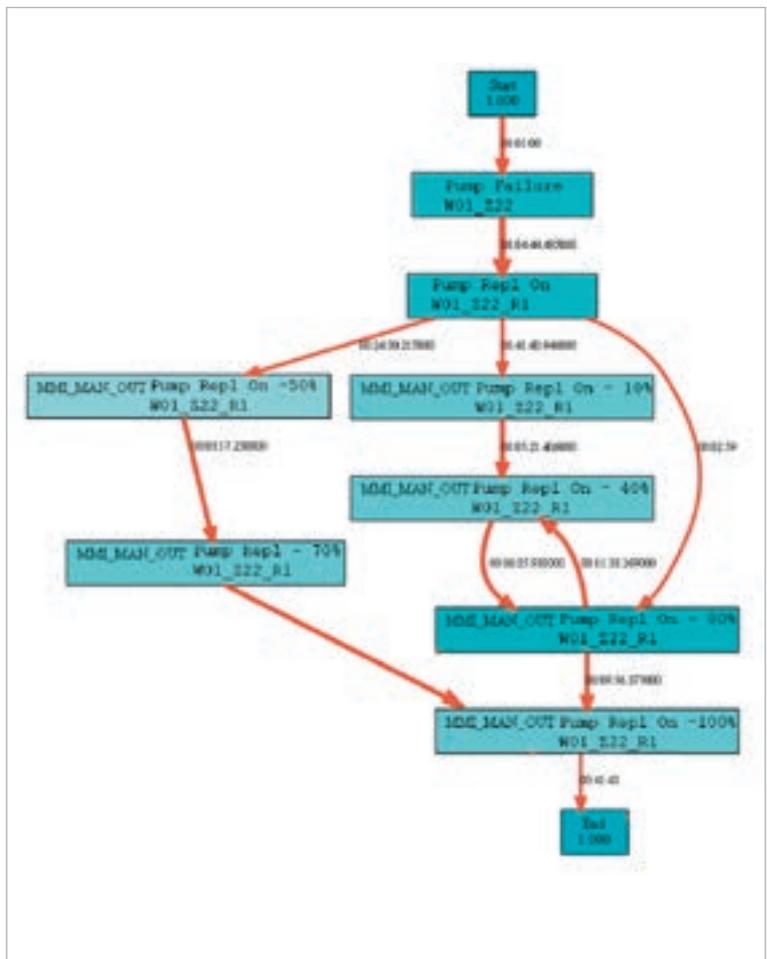
Lorsqu'une anomalie se produit et qu'il existe un workflow correspondant, le système le propose à l'opérateur.

a permis de tester différentes approches de développement, qui se sont également enrichies des échanges avec les spécialistes.

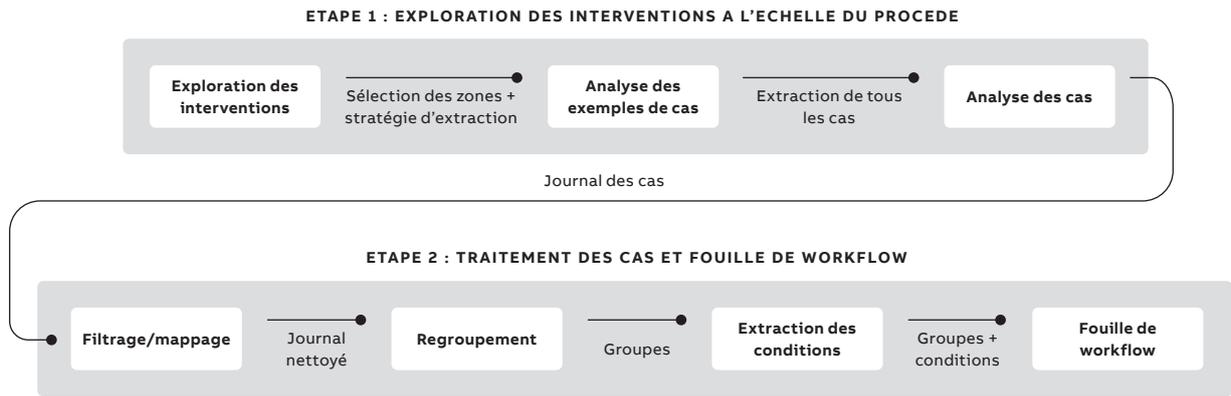
Comme le montre le tableau →09, la centrale signale un nombre d'alarmes élevé, ce qui n'a rien d'exceptionnel. Les opérateurs sont en mesure de décoder ces alarmes et ce qu'elles révèlent sur l'état de la centrale.



06



07



08

- 06 L'utilisateur peut filtrer les signaux pour ne garder que les plus fréquents.
- 07 On peut aussi afficher le temps utilisé par chaque étape.
- 08 Ensemble des étapes aboutissant à la fouille de workflow
- 09 Nombre d'événements par type : le tableau donne un ordre de grandeur des valeurs escomptées par l'analyse et la fouille des données.

Gains d'efficacité

Les modules d'historisation constituent un formidable vivier de données, que la fouille de workflow peut mettre en valeur. Par ricochet, c'est tout le fonctionnement du procédé qui s'en trouve amélioré. Il est possible de créer des systèmes en ligne qui assisteront les opérateurs

À l'avenir, la fouille de workflow pourrait bénéficier de l'apprentissage automatique, voire être complètement automatisée.

face à une situation anormale. À l'avenir, la fouille de workflow pourrait bénéficier de l'apprentissage automatique, voire devenir complètement automatisée.

Certaines questions devront être approfondies : par exemple, comment localiser l'événement si le système de nommage des variables du site ne fournit pas l'information ? Ou comment évaluer la conformité et l'efficacité des workflows élaborés sachant que les opérateurs ne suivent pas toujours les recommandations (pour démarrer ou arrêter une machine, par exemple) ?

Type d'événement	Total
Vérification acquit opérateur	70 000
Vérification action opérateur	60 000
Alarme	Plusieurs centaines de milliers
Vérification	Plusieurs centaines de milliers
Opération booléenne	15 millions
Alarme de seuil	Plusieurs centaines de milliers
Vérification de seuil	Quelques centaines de milliers
Événement de seuil	Plusieurs centaines de milliers
Alarme système	Plusieurs centaines de milliers

09

La réponse à ces questions, et d'autres, permettra aux industriels d'exploiter tout le potentiel des données dont ils disposent déjà sur leurs actifs, avec à la clé des gains de performance et de meilleurs résultats financiers. •

LOGISTIQUE

L'extraction minière améliore son bilan carbone grâce à l'électrification

La technologie, la société et la conscience environnementale évoluent, et le monde avec. Si l'industrie minière était initialement peu concernée par la révolution 4.0, elle est en passe de rattraper rapidement son retard, principalement grâce à l'électrification de l'extraction. L'offre de solutions eMine™ d'ABB, associée à une alimentation par caténaire, à des entraînements de convoyeur sans réducteur et à l'expertise du Groupe dans l'automatisation de tels systèmes, aide les exploitants miniers à doter leurs installations de solutions d'électrification sur mesure, de la fosse au terminal portuaire.

—
01 L'offre eMine™ d'ABB inclut une solution d'alimentation par caténaire pour les camions de transport de minerai.

ABB dispose d'une expérience considérable dans la fourniture de solutions intégrées de contrôle-commande et d'alimentation électrique pour l'industrie minière dans le monde entier, qu'il accompagne également dans sa transition vers le tout-électrique. Les partenariats entre le Groupe et ses clients et fournisseurs aident ceux-ci à tenir leurs engagements, à savoir réduire leurs émissions annuelles de CO₂ d'au moins 100 mégatonnes (l'équivalent des rejets de 30 millions de voitures thermiques) et atteindre la neutralité carbone au niveau opérationnel à l'horizon 2030. L'extraction minière représente aujourd'hui entre 4 et 7 % des émissions de gaz à effet de serre dans le monde ; le secteur doit donc évoluer rapidement s'il veut atteindre ses objectifs et ceux de l'Accord de Paris ou simplement respecter la réglementation nationale.

Dans cet article, nous étudions deux exemples de transition électrique déjà bien avancée grâce aux équipements ABB : une infrastructure d'alimentation des camions bennes par caténaire, dans la mine du Canadien Copper Mountain Mining, en Colombie-Britannique, et le plus puissant système de convoyeur sans réducteur au monde, dans la mine de cuivre de Chuquicamata, au Chili.

Transition électrique

Sans minerai extrait du sol, point de smartphones, d'ordinateurs, de batteries ni même

d'éoliennes. Le passage au 100 % électrique, qui offre la plus faible empreinte environnementale possible, exige un changement de paradigme complet. C'est pourquoi ABB propose un tout nouveau concept afin d'aider les groupes miniers

—
L'extraction minière représente entre 4 et 7 % des émissions de gaz à effet de serre dans le monde.

à électrifier leurs équipements, de la fosse au terminal portuaire : la solution eMine™ capitalise sur les décennies d'expérience de terrain du Groupe pour offrir des solutions sur mesure d'électrification, d'automatisation et de connectivité numérique pour les équipements miniers, et en améliorer la consommation énergétique et les performances globales.

Infrastructure d'alimentation par caténaire

La solution eMine Trolley System →01 [1], intégrée au portefeuille numérique ABB Ability™, est déjà présente dans un certain nombre de pays. Au lieu d'utiliser du gazole comme carburant, les camions sont alimentés en électricité par



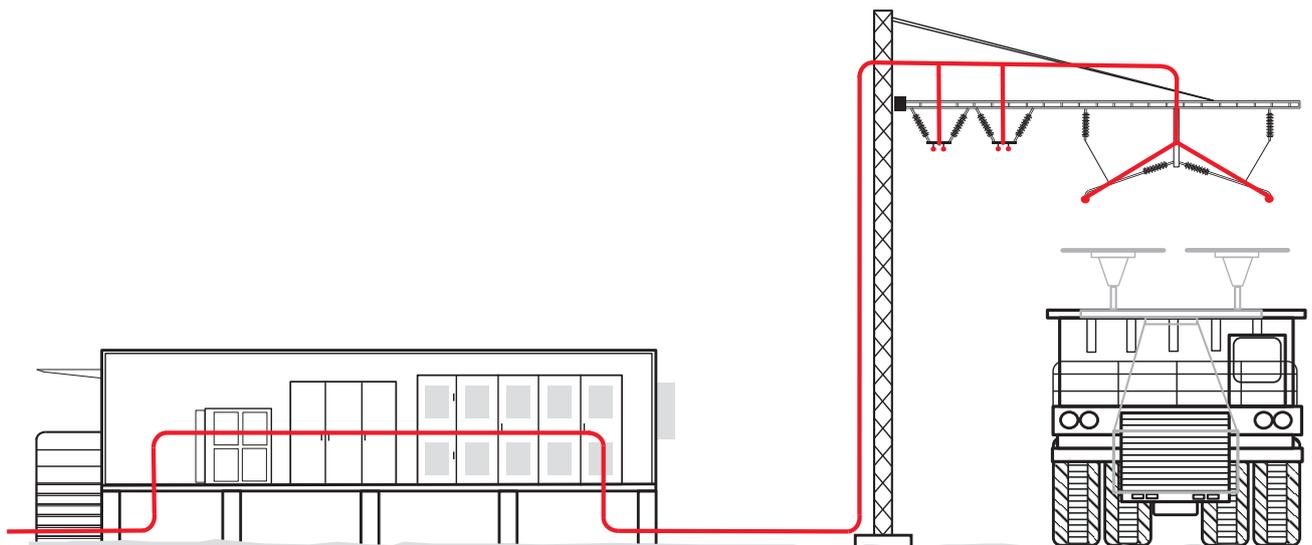
Mehrzad Ashnagaran
Mine Electrification and
Composite Plant
Zurich (Suisse)

mehrzad.ashnagaran@
ch.abb.com



114





03

—
02 Mine de Copper Mountain (Colombie-Britannique, Canada)

—
03 La solution eMine™ Trolley System d'ABB réduit nettement la consommation de carburant et les émissions polluantes des camions bennes.

une caténaire. La mine canadienne de Copper Mountain →02 [2] est l'une des dernières réalisations eMine en date.

ABB a livré une solution d'alimentation complète des camions par caténaire →03 à cette exploitation à ciel ouvert qui produit quelque 45 000 tonnes d'équivalent cuivre par an. La fourniture

aussi pour intérêt d'améliorer la performance : les camions alimentés en électricité par pantographe circuleront plus vite grâce à cette source externe, consommeront moins de carburant et auront moins besoin de maintenance.

ABB a identifié six éléments indispensables à un fonctionnement tout électrique dans le cadre du concept eMine :

- Interopérabilité : besoin d'une infrastructure de recharge polyvalente, compatible avec les véhicules électriques sur batteries de différents types et équipementiers ;
- Mobilité/flexibilité : besoin d'une infrastructure à point de recharge évolutive ;
- Gestion d'énergie : capacité à associer fourniture de puissance et régulation de procédé pour minimiser les pics de charge et équilibrer l'exploitation ;
- Interface de raccordement : capacité à fonctionner sans danger à des niveaux de courant élevés grâce à l'utilisation d'une connectique automatisée et durcie pour l'environnement minier ;
- Technologie de caténaire et de charge : possibilité d'adapter les infrastructures de recharge et les caténaires à la capacité des batteries des véhicules en conditions exigeantes ;
- Évolution de la mine et des procédés : recours éventuel à d'autres méthodes d'acheminement des produits de la mine (roulage ou convoyage en descente, combinaison camion-palan, par exemple).

—
Le système de contrôle-commande 800xA assure une intégration et un suivi transparents de l'alimentation par caténaire.

inclut l'infrastructure d'alimentation fixe composée de caténaires aériennes et d'un poste redresseur capable de fournir plus de 12 MW de puissance en courant continu, ainsi que les prestations de conception, de gestion de projet et de construction, sans oublier les équipements et la mise en service.

L'infrastructure peut se raccorder au système de contrôle-commande distribué 800xA via la plateforme ABB Ability, garantissant une intégration et un suivi transparents du fonctionnement et de la consommation de l'alimentation par caténaire. ABB fournit également des composants de caténaires adaptés aux applications minières.

Dans un premier temps, Copper Mountain vise une réduction de 7 % de ses émissions de CO₂ ; l'ambition est de diviser celles-ci par deux en cinq à sept ans. Le système de caténaire aura

Ces éléments, qui s'appuient sur la solution ABB Ability MineOptimize [3], visent à optimiser la conception et l'exploitation en équilibrant l'usage des ressources et de l'énergie.

Bibliographie

[1] *A new trolley assist solution to meet Copper Mountain Mining's sustainable development goals in Canada*, étude de cas ABB, disponible sur : <https://new.abb.com/mining/reference-stories/open-pit-mining/trolley-assist-solution-to-meet-copper-mountain-mining-sustainable-development-goals-in-canada> (consulté le 11 juin 2021).

[2] « Copper Mountain Project », *Mining Technology*, disponible sur : <https://www.mining-technology.com/projects/copper-mountain/> (consulté le 11 juin 2021).

[3] *ABB Ability™ MineOptimize*, disponible sur : <https://new.abb.com/mining/mineoptimize> (consulté le 11 juin 2021).



Ulf Richter
ABB Belt Conveyor
Systems
Cottbus (Allemagne)
uif.richter@de.abb.com

L'EXTRACTION MINIÈRE À LA POINTE DE LA PERFORMANCE

Située dans le désert d'Atacama, au nord du Chili, la mine de Chuquicamata est la plus grande exploitation de cuivre à ciel ouvert du monde. ABB s'est associé à l'industriel allemand TAKRAF pour fournir des entraînements de convoyeur sans réducteur (GCD), qui s'insèrent dans le système de convoyage le plus puissant jamais réalisé →04. Ces GCD sont aujourd'hui plébiscités par toute l'industrie minière.

Le site de Chuquicamata est une parfaite démonstration des technologies et de l'expertise ABB en matière de conception, de fourniture et d'intégration d'équipements électriques destinés à l'alimentation et la distribution de l'énergie. C'est toutefois dans l'automatisation d'un nouveau système de convoyage souterrain et de surface que les GCD d'ABB ont pu montrer leur plein potentiel →05 [4, 5, 6].

Ce système de 13 km de long relie directement la zone d'extraction au concentrateur du site, qui plus est à une cadence élevée et à une altitude de 2850 m au-dessus du niveau de la mer, en plein désert. Deux convoyeurs TAKRAF, d'une puissance unitaire de 20 MW, remontent d'environ 1,2 km sous terre (600 m par convoyeur) 11 000 tonnes de minerai par heure chacun. Un convoyeur de surface de 15 MW prend ensuite le relais.

Bibliographie

[4] *ABB completes commissioning of the world's most powerful conveyor system*, communiqué de presse ABB, disponible sur : <https://new.abb.com/news/detail/68172/abb-completes-commissioning-of-the-worlds-most-powerful-conveyor-system> (consulté le 8 octobre 2021).

[5] *ABB gearless drives for TAKRAF's most powerful mining conveyors in Chile*, disponible sur : <https://new.abb.com/mining/reference-stories/underground-stories/takraf-underground-mining-conveyors-with-abb-gearless-drives-progressing-in-chile> (consulté le 8 octobre 2021).

[6] ABB, « The world's most powerful Gearless Conveyor Drive system », vidéo disponible sur : <https://youtu.be/tYHsqwo4TJU> (consultée le 19 juin 2021).

de Chuquicamata aurait buté sur un obstacle économique. La puissance maximale pour un pignon d'engrenage d'entrée d'un convoyeur est de 3-4 MW, ce qui signifie que le système devrait posséder soit huit moteurs accouplés à un engrenage avec arbre de sortie, soit plusieurs convoyeurs de plus faible puissance accompagnés de nombreuses stations de transfert. Dans les deux cas, ces configurations auraient exigé beaucoup plus de matériel, d'espace, de cavités à creuser et d'infrastructures pour développer la puissance requise.

Les GCD constituaient donc la méthode la plus simple pour atteindre les niveaux de productivité désirés par le client, avec l'avantage supplémentaire d'une maintenance réduite et d'un rendement nettement accru.

ABB et TAKRAF ont tenu compte de ces facteurs pour aboutir au système d'entraînements sans réducteur le plus puissant jamais mis en service. Constitué de 11 entraînements accouplés à des moteurs synchrones tournant à 50-60 tr/min, d'une puissance assignée de 5 MW chacun, l'ensemble produit un couple à l'arbre d'environ 900 kNm pour une puissance totale, convoyeurs alimenteurs compris, de 58 MW.

Le passage d'une mine à ciel ouvert, avec chargement manuel des camions, à un convoyeur TAKRAF souterrain avec GCD ABB, se traduira pour l'exploitant Codelco par une économie d'environ 130 millions de litres de gazole par an →07. Le convoyeur remplacera en effet 120 grands camions bennes et fera chuter les émissions de CO₂ de la mine d'environ 70 %, de 340 000 à 100 000 tonnes par an.





05

— 04 La mine de cuivre de Chuquicamata (Chili) accueille le plus puissant système d'entraînement de convoyeur sans réducteur au monde, mis en service en seulement quatre mois.

— 05 Élément d'un entraînement sans réducteur

— 06 Les entraînements sans réducteur affichent un taux de défaillance inférieur de 50 % à celui de leurs homologues avec réducteur, une plus longue durée de vie et une plus faible consommation d'énergie.

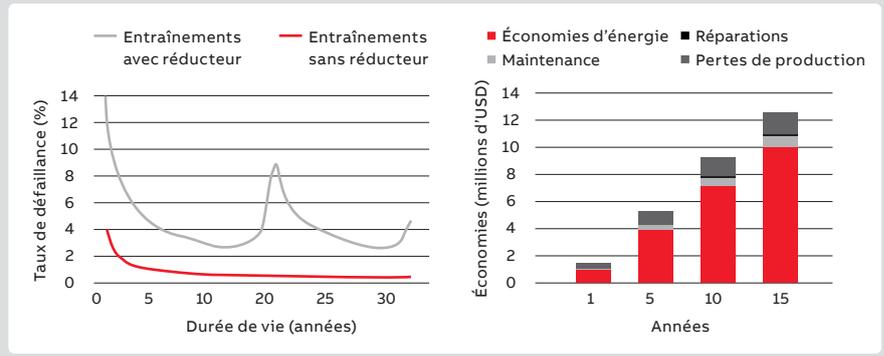
— 07 Chiffres clés du système de convoyage installé par ABB et TAKRAF dans la mine de Chuquicamata

Sur le site de Chuquicamata, la solution ABB/TAKRAF communique avec le système de contrôle-commande ABB Ability™ 800xA afin d'assurer acquisition efficace des données, évaluation des actifs et optimisation du procédé. 800xA collecte les données des nombreux capteurs embarqués dans le système moteur-variateur et surveille en permanence ce dernier pour identifier les anomalies et les besoins de maintenance. L'exploitation de la mine est ainsi assurée pour les 40 prochaines années.

Les GCD de moyenne puissance (totalisant entre 1 et 10 MW) devront faire face à des exigences de performance toujours plus grandes. ABB anticipe la demande en développant des technologies qui réduisent le coût d'extraction par tonne de minerai et aide ainsi ses clients à rester compétitifs. Les GCD affichent un meilleur rendement énergétique et sont plus silencieux que leurs homologues avec réducteur. Ces derniers comportent en effet de nombreuses pièces mobiles qui tournent à 1000 tr/min voire plus, si bien que le bruit généré risque de dépasser le seuil réglementaire européen de 85 dB(A) (décibels pondérés A).

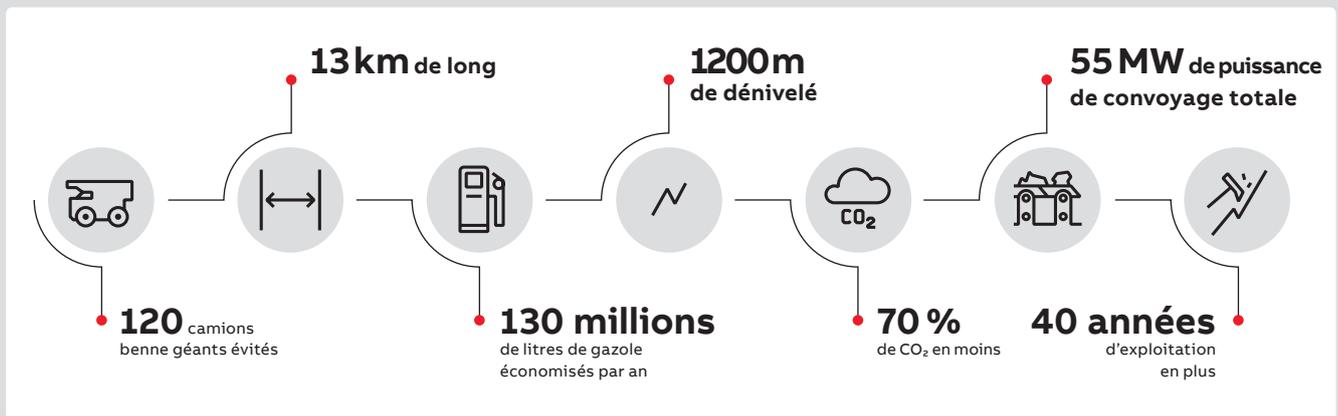
C'est dans ce contexte qu'ABB a mis en œuvre ses GCD de dernière génération lors d'un projet de mise à niveau en République tchèque. Le remplacement des entraînements existants, équipés de réducteurs montés sur arbre, par des GCD alimentés par des moteurs synchrones à aimants

06



permanents, a permis à l'exploitant minier de respecter les niveaux de bruit réglementaires, tout en évitant les défaillances récurrentes des entraînements d'origine, causées par les vibrations. Une vitesse de rotation d'environ 50 tr/min associée à des dissipateurs thermiques silencieux maintient le niveau sonore sous 75 dB(A), offrant ainsi tous les avantages des GCD sans les inconvénients de la réduction de bruit (carter enveloppant le bloc entraînement-réducteur ou parois antibruit autour du convoyeur). Les atouts des GCD ne s'arrêtent pas là : rendement supérieur de 5 à 8 %, meilleur bilan carbone que les solutions à base de réducteurs, sécurité accrue en l'absence de combustible ou de liquides dangereux tels que l'huile utilisée par les réducteurs, le liquide de refroidissement étant à base d'eau.

Les entraînements sans réducteur ont toute leur place dans des projets complexes, d'envergure mondiale, auxquels ils garantissent un surcroît de performance ainsi qu'une diminution de la consommation énergétique, des temps d'arrêt, des coûts de maintenance et du bruit. Couplés à des applications de réalité augmentée/mixte, à l'analytique de pointe ou encore à des outils tels que l'IA et l'apprentissage automatique, ils aident les entreprises minières et leurs partenaires technologiques à gagner en productivité, même dans les sites les plus reculés ou les plus difficiles à exploiter. •



07



01

LOGISTIQUE

Cap sur un suivi ultraprécis des émissions marines

Face au durcissement des contraintes environnementales et énergétiques qui pèsent aujourd'hui sur le transport maritime, ABB dote la filière d'une instrumentation robuste, fiable, précise et durable visant à réduire l'empreinte carbone, optimiser les rendements et traiter les eaux de ballast.

—
01 ABB propose une panoplie de solutions adaptées au secteur maritime : systèmes de propulsion et de puissance intégrés, gestion du carburant et de la combustion, suivi des rejets et traitement des eaux de ballast.

—
02 Par son insensibilité aux variations des grandeurs physiques du process, la mesure de débit massique est préférée à celle du débit volumique.

Chaque année, quelque 11 milliards de tonnes de marchandises sont acheminées par navire, soit l'équivalent de 1,5 tonne par personne dans le monde [1]. Si le fret maritime est le mode de transport le moins émetteur de gaz à effet de serre par tonne-kilomètre de cargaison, il ne contribue pas moins à près de 2,9 % des rejets mondiaux de CO₂ dans l'atmosphère [2] : un chiffre en hausse continue à mesure que de plus en plus de marchandises transitent par cette voie →01.

C'est dans ce contexte que l'Organisation maritime internationale (OMI), institution spécialisée des Nations unies, a fixé des objectifs de réduction des émissions globales du transport

—
Les débitmètres massiques ABB s'appuient sur le principe des forces de Coriolis pour offrir une précision maximale.

maritime d'au moins 50 % en 2050 par rapport à celles de 2008 [3]. Le secteur a lui aussi intérêt à accroître son rendement énergétique puisque le carburant représente près de la moitié de ses dépenses d'exploitation [4]. Maîtriser cette consommation, sur fond de transition environnementale, économique et juridique, oblige donc à innover dans la gestion de l'énergie et le suivi des émissions polluantes à l'aide de systèmes dotés de capteurs fiables, ultraprécis et durables [5].

Débitmètre massique à effet Coriolis

La propulsion des géants des mers que sont les porte-conteneurs consomme énormément de carburant. Or la quantité d'énergie produite par ce dernier étant directement liée à sa masse, il faut une mesure directe ultraprécise de son débit massique pour en affiner la gestion.

Les débitmètres massiques d'ABB utilisent à cet effet le principe bien connu des forces de Coriolis →02 : l'écoulement d'un fluide dans un tube mis en vibration provoque des forces induisant une déformation du tube et un retard de phase, directement proportionnel au débit-masse, entre l'oscillation en entrée et en sortie. Dans cette configuration, l'absence de pièces en mouvement

DÉBITMÉTRIE À EFFET CORIOLIS

Lorsque l'on doit calculer les coûts et bilans matières d'un process, la mesure du débit massique est privilégiée à celle du débit volumique en raison de son insensibilité aux variations de pression, densité, température, viscosité, etc. du fluide mesuré. La masse ne peut être mesurée qu'indirectement, en utilisant par exemple la deuxième loi de Newton, ou principe fondamental de la dynamique, selon laquelle une force exercée sur une masse produit une accélération (soit $F = m \cdot a$). Mais comment déterminer la masse d'un fluide à partir de cette relation ? On fait accélérer le fluide dans un système en rotation ou soumis à un mouvement oscillant pour mesurer les effets d'inertie. Cette découverte revient à l'ingénieur et mathématicien français Gaspard Gustave Coriolis, en 1835.

02

évite toute usure et minimise la maintenance mécanique.

Pour autant, les débitmètres embarqués jusqu'ici sur les navires souffraient de problèmes de vibration. Le nouveau CoriolisMaster d'ABB y remédie en utilisant de hautes fréquences d'exploitation qui le rendent insensible à toutes les nuisances vibratoires à bord. Cette innovation permet d'obtenir l'homologation DNV garantissant la fiabilité de l'instrumentation, même dans les conditions extrêmes du maritime.

Autre atout : un boîtier →03 conçu pour assurer un découplage des forces jusqu'à 40 tonnes et durci contre les contraintes mécaniques engendrées par l'installation. Outre les sorties courant/impulsions classiques, le débitmètre est doté de ports de communication rapide Modbus pour une intégration transparente dans n'importe quel système de gestion du carburant ABB. De

—
Frank Frenzel
ABB Flowmeters
Measurement & Analytics
Göttingen (Allemagne)

frank.w.frenzel@
de.abb.com

—
Stephen Gibbons
ABB Continuous Gas
Analyzers
Measurement & Analytics
Francfort (Allemagne)

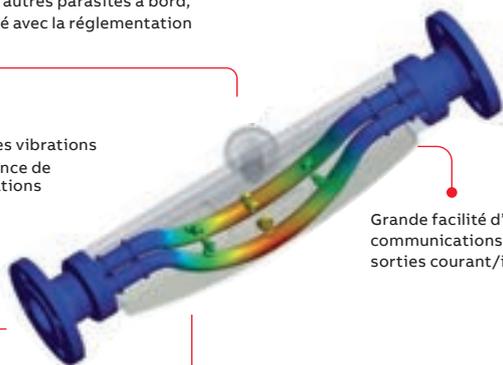
stephen.gibbons@
de.abb.com

—
Uwe Mecke
ABB Electromagnetic
Flowmeters
Measurement & Analytics
Göttingen (Allemagne)

uwe.mecke@de.abb.com

Fonctionnement haute fréquence : la mesure est immunisée des vibrations et autres parasites à bord, en conformité avec la réglementation maritime.

- Fortes vibrations
- Absence de vibrations



Grande facilité d'intégration : communications Modbus, sorties courant/impulsions, etc.

Faibles dimensions bride à bride favorisant l'implantation dans des espaces exigus.

Haute précision grâce à un boîtier durci conçu pour découpler les forces externes de l'installation jusqu'à 40 tonnes.

03

quoi accéder directement ou à distance à toutes les mesures de débit, densité, température et concentration du fluide, ainsi qu'aux diagnostics de l'appareil.

Vers un transport maritime propre et durable

À peine un an après l'entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2020 des mesures OMI de réduction, à l'échelle mondiale, de la teneur limite en oxydes de soufre et d'azote, ABB a lancé la solution CEMcaptain [5, 7] de surveillance en continu des émissions. Objectif : aider les armateurs à satisfaire à la nouvelle feuille de route régle-

L'analyseur multicomposant CEMcaptain d'ABB fournit en permanence une mesure temps réel des émissions gazeuses.

mentaire sur les carburants désoufrés et une navigation plus respectueuse de l'environnement →04. Concrètement, il s'agit d'aligner la surveillance des rejets marins dans l'air avec les normes environnementales imposées à l'industrie lourde à terre (centrales d'énergie, cimenteries, raffineries, etc.), qui utilise ces systèmes depuis des décennies.

Conçu pour tenir compte de la charge de travail et de la rotation des équipages, mais aussi pour fonctionner dans les rudes conditions du milieu marin, CEMcaptain est un analyseur multicomposant qui fournit en permanence des mesures temps réel fiables et extrêmement stables des émissions du navire.

Il intègre des modules d'analyse et de traitement des échantillons dans un coffret autonome, facile à installer et apte à encaisser des températures ambiantes atteignant 55 °C et de très fortes vibrations. L'appareil est également protégé de la suie par un système innovant de filtration et de rétrosoufflage qui facilite son insertion dans le circuit de lavage des fumées.

Équipé de la solution éprouvée d'analyse de gaz par absorption non dispersive de l'infrarouge Uras26 d'ABB, CEMcaptain mesure en continu et simultanément dioxyde de soufre (SO₂) et dioxyde de carbone (CO₂), en totale conformité avec la réglementation. Chaque analyseur comporte deux circuits distincts pour mesurer séparément jusqu'à quatre composants gazeux différents.

La mesure numérique CEMcaptain présente l'avantage d'accroître la sécurité à bord, d'optimiser le process et de réduire notablement les coûts de possession. Avec une disponibilité d'au moins 98 %, ce nouveau système minimise la maintenance mais aussi le temps autrement consacré au traitement des non-conformités. Ses innovations en matière de services numériques sur site et distants dotent l'industrie maritime d'un arsenal d'outils propres à renforcer la conformité réglementaire et le rendement énergétique.

Les services CEMcaptain, en autorisant des rapports et diagnostics de défaut ainsi que des réparations, permettent d'atteindre une disponibilité des analyseurs de gaz proche de 100 %. Les instrumentistes du navire scannent les QR codes dynamiques intégrés à l'afficheur pour récupérer toutes les informations utiles de l'appareil et les transmettre à l'assistance technique et aux spécialistes de la maintenance ABB. Ils sont en retour immédiatement renseignés sur l'action à engager.

Une solution de téléassistance ABB Ability™ avec connexion directe et sécurisée au support ABB fait également partie de l'offre de dépannage en temps réel. Ces outils diminuent d'autant le besoin de formation des nouvelles recrues, tout comme le nombre d'experts à bord ; la sécurité de l'équipage s'en trouve améliorée et son exposition à la pollution réduite.

Fort d'une expérience de 60 ans dans le suivi des émissions, ABB a installé plus de 60 000 de ces systèmes dans une centaine de pays.

—
03 Points forts du débitmètre ABB à effet Coriolis

—
04 CEMcaptain aide l'industrie marine à respecter les nouvelles normes antipollution.



04

Gestion des eaux de ballast

Aux nouvelles règles d'efficacité énergétique et de limitation des émissions d'oxyde de soufre et d'azote dans les carburants marins s'ajoute la nécessité de mesurer et de traiter les eaux de ballast qui servent à lester le navire pour l'équilibrer. Pompées dans un port et rejetées dans un autre, elles disséminent des organismes marins qui peuvent avoir des conséquences désastreuses sur les écosystèmes locaux et les espèces indigènes. Les voilà désormais assujetties à des règles strictes de dépollution qui obligent toute la marine marchande à s'équiper d'un système de traitement ad hoc.

Jusqu'à présent, ces systèmes étaient constitués d'organes mécaniques qu'endommageait la présence de mollusques, de sable et autres particules dans l'eau de ballast, diminuant la durée de

—
Fort d'une expérience de 60 ans dans le suivi des émissions polluantes, ABB a installé plus de 60 000 systèmes dans une centaine de pays.

vie de l'instrumentation et augmentant les coûts de maintenance et de remplacement. La solution ABB tient dans son débitmètre électromagnétique ProcessMaster [8] : dépourvu de pièces en rotation, traditionnelles sources d'usure et de perte de pression, et revêtu d'un matériau très résistant à l'abrasion, c'est l'appareil idéal pour le traitement des eaux de ballast. •

Bibliographie

[1] International Chamber of Shipping, *Shipping and world trade: driving prosperity*, disponible sur : <https://www.ics-ship-ping.org/shipping-fact/shipping-and-world-trade-driving-prosperity/>

[2] Organisation maritime internationale, *Fourth IMO Greenhouse Gas Study*, disponible sur : <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Fourth%20IMO%20GHG%20>

[Study%202020%20Executive-Summary.pdf](#), p. 19, 2020.

[3] Organisation maritime internationale, *Cutting GHG emissions from shipping*, disponible sur : <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/DecadeOfGHGAction.aspx>

[4] *ABB CoriolisMaster Marine: For fuel consumption and energy management*, disponible sur : https://library.e.abb.com/public/a922db0e61ab48f799563ef7d4c63119/LL_CORIOLIS_MARINE-EN_B.pdf, 2017.

[5] ABB Measurement & Analytics, *Marine instrumentation and analytical solutions*, disponible sur : <https://new.abb.com/products/measurement-products/marine-solutions>

[6] *New ABB emission monitoring solution helps the maritime industry achieve decarbonization targets*, communiqué de presse ABB, disponible sur : <https://new.abb.com/news/detail/73608/new-abb-emission-monitoring-solution-helps-the-maritime-industry-achieve-decarbonization-targets>, 27 janvier 2021.

[7] ABB Measurement & Analytics, *CEMcaptain: Emissions Monitoring on Your Wavelength*,

disponible sur : <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=PB-CEMcaptain-EN&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>, janvier 2021.

[8] ABB Measurement & Analytics, *Trusted solutions for ballast water treatment applications*, disponible sur : [Ballast Water Brochure AD_FEP500_102-EN_B.pdf](#), avril 2019.

Toutes ces sources ont été consultées le 1^{er} juillet 2021.

LOGISTIQUE

Doper la recherche sur la pile à hydrogène

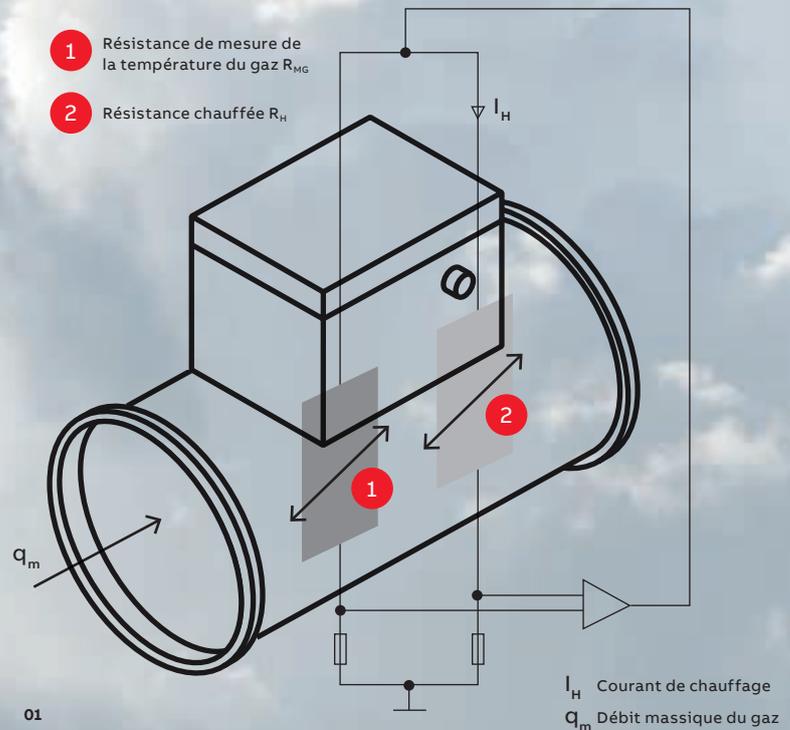
Alors que les pouvoirs publics du monde entier cherchent de nouvelles pistes pour décarboner les transports, ABB a développé un débitmètre massique thermique qui aide les constructeurs automobiles à optimiser l'usage de l'hydrogène dans la propulsion des véhicules électrique.

PRINCIPE DE MESURE

La débitmétrie thermique exploite le refroidissement d'une résistance chauffée par un courant électrique pour déterminer le débit massique d'un flux gazeux. Dans le tube de mesure, le gaz enveloppe deux résistances thermosensibles, au sein d'un circuit électrique en pont : la première (R_{MG}) mesure la température du gaz, la seconde (R_H) sert d'élément chauffant. En fonction du rapport de résistance sélectionné, R_H est chauffée par le courant I_H , lui-même régulé par l'électronique de commande afin d'établir un différentiel constant entre

la température de R_H et celle du gaz.

La puissance électrique produite dans R_H compense exactement la perte de chaleur dans le flux gazeux. Cette perte dépendant du nombre de particules qui entrent en contact avec la surface de la résistance, I_H donne une mesure directe du débit massique, et ce sans compensation supplémentaire en pression ou en température.



—
01 L'hydrogène est un vecteur énergétique d'avenir pour dépolluer le transport lourd.

—
02 Le nouveau débitmètre ABB mesure la quantité d'air admis dans une pile à combustible pour se recombinaison à l'hydrogène.



02



Gerrit Weppner
ABB Thermal Mass
Flowmeters
Göttingen (Allemagne)

gerrit.weppner@
de.abb.com

Bibliographie

[1] *New ABB flowmeter will aid hydrogen fuel cell research in automotive sector*, communiqué de presse ABB, disponible sur : <https://new.abb.com/news/detail/63902/new-abb-flowmeter-will-aid-hydrogen-fuel-cell-research-in-automotive-sector>, 16 juin 2020 (consulté le 2 juillet 2021).

[2] *Thermal mass flowmeter Sensyflow FMT700-P and FMT700-P Compact*, disponible sur : <https://new.abb.com/products/measurement-products/flow/thermal-mass-flowmeters/sensyflow-fmt700-p> (consulté le 2 juillet 2021).

Dernier-né d'une gamme éprouvée ABB, Sensyflow FMT700-P Compact est un capteur de mesure sur banc d'essai du débit massique de l'air aspiré dans les moteurs à combustion [1]. Sa grande précision de mesure (0,8%) sur de vastes plages ajustables le prédestine au réglage fin du rendement des piles à combustible qui recombinaison l'hydrogène à l'oxygène de l'air pour produire de l'électricité sans émissions, ne rejetant que de l'eau.

Développé à l'origine pour tester les turbocompresseurs et composants automobiles classiques (papillons des gaz, ventilateurs d'admission, filtres à air, etc.), le débitmètre P-Compact →01 est aujourd'hui capable d'analyser les performances des piles à hydrogène. D'où l'intérêt des constructeurs automobiles qui voient dans l'hydrogène un allié prometteur pour décarboner le transport routier (poids lourds et bus).

L'appareil donnant une mesure directe du débit massique de gaz en kg/h. Les résultats sont donc immédiatement comparables, sans aucune compensation. Il affiche une très grande précision sur une vaste plage de mesure de 80 à 5000 kg/h pour un dispositif de 200 mm de diamètre. Sur une pile à combustible, il détermine la quantité d'air entrant pour se

combiner à l'hydrogène →02. Son temps de réponse inférieur à 25 ms lui permet de détecter rapidement les variations de charge.

Compatible avec les autres produits de la gamme Sensyflow, FMT700-P Compact convient aussi bien à la recherche sur les moteurs classiques qu'à l'analyse des performances des piles à hydrogène. Il intègre alimentation, analyse et mesure dans un boîtier compact, qu'un seul câble

—
Le nouveau débitmètre thermique d'ABB mesure la masse d'écoulements gazeux avec une très grande précision.

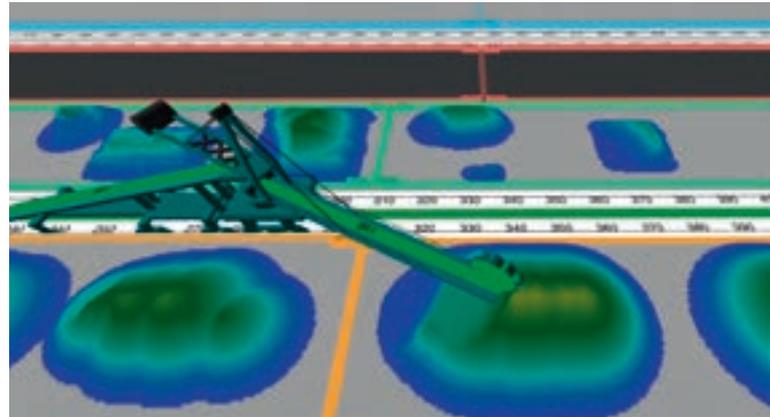
suffit à installer. Son excellent temps de réponse a séduit les constructeurs automobiles du monde entier pour la mesure d'admission d'air [2] aux fins d'assurance qualité, d'essai sur banc et de recherche-développement. •



—
LOGISTIQUE

Optimiser le stockage

Dans les parcs de stockage, des composants « intelligents » et des logiciels dernier cri collectent des données sur l'état, le fonctionnement et l'emplacement des machines et des processus. Ces données servent à bâtir un « jumeau numérique », véritable double virtuel de l'équipement, du procédé ou de l'installation entière, qui permet de superviser en temps réel l'état des stocks, de planifier, de générer automatiquement des rapports et de simuler en vue d'un fonctionnement complètement automatisé, voire autonome.



01

— 01 Avec l'Internet des objets, le jumeau numérique peut puiser dans un immense gisement de données.

Dans les terminaux ferroviaires et portuaires ou dans les sites industriels et miniers du monde entier, les parcs de stockage →01 font office de tampon entre les chaînes de transport et de logistique. Ils permettent également de mélanger des matériaux de différents types ou niveaux de qualité afin d'obtenir un produit conforme aux spécifications.

L'opérateur qui pilote ces installations et processus depuis un centre de conduite doit avoir une vision ininterrompue et temps réel de la quantité, du type et de la qualité des matériaux disponibles en tout lieu (réservoir intermédiaire, convoyeur ou stock tampon).

Pareille vue d'ensemble n'est possible que si la totalité des équipements, procédés et services est équipée de dispositifs connectés et de logiciels de surveillance à la pointe de la technologie. Ces briques matérielles et logicielles collectent des données temps réel sur l'état de fonctionnement et l'emplacement des machines, puis les communiquent au jumeau numérique de l'équipement ou de l'installation. Ainsi l'opérateur peut-il accéder aux données stockées en différents endroits du site via une interface commune



Andre Herzog
ABB Process Industries/
Digital Material Handling
in Mining
Cottbus (Allemagne)

andre.herzog@
de.abb.com

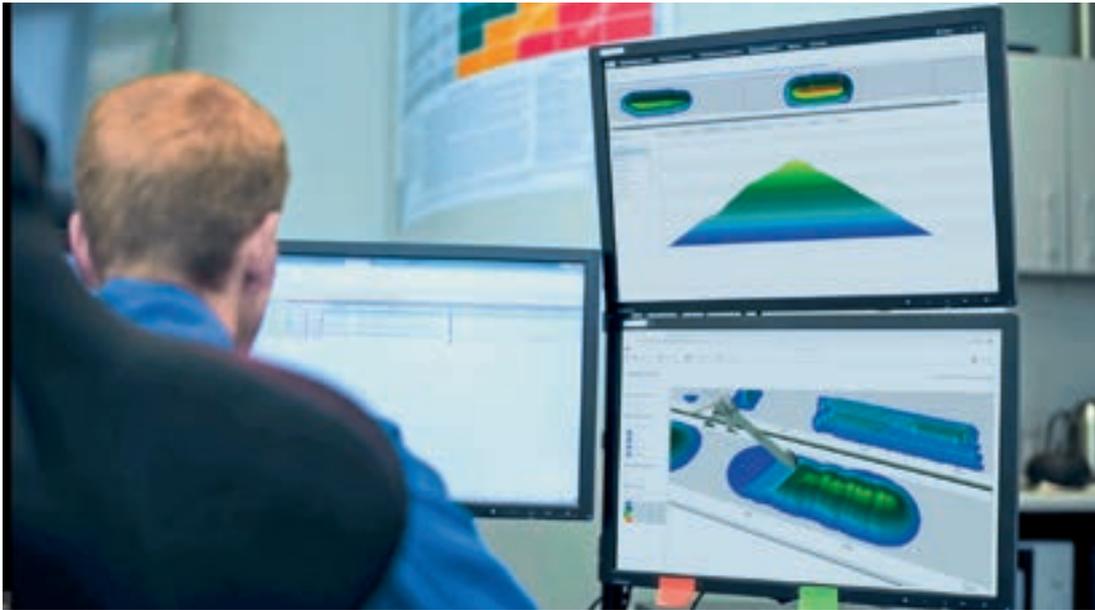
centralisée, optimiser le fonctionnement en temps réel, produire des rapports, réduire les temps improductifs ou encore lancer des simulations pour anticiper les situations futures.

L'industrie fait déjà amplement usage de simulations, mais souvent à partir de petits jeux de données ou d'hypothèses sur lesquelles reposent les prédictions. À l'inverse, le jumeau numérique, fils de l'Internet industriel des objets, peut piocher dans des jeux de données d'une ampleur inédite.

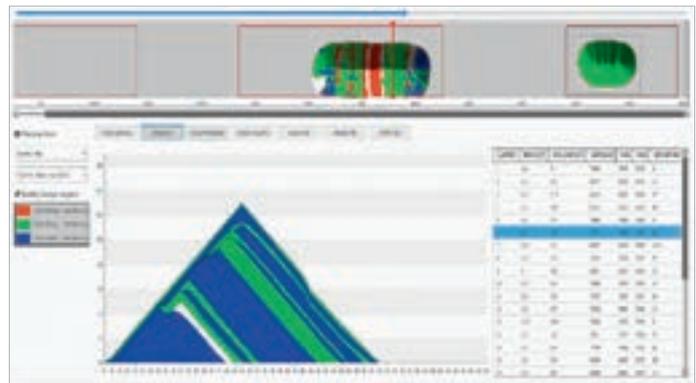
— **ABB Ability™ Stockyard Management System** fournit des informations temps réel sur les matériaux transportés.

L'outil de gestion des stocks Stockyard Management System (SYMS), intégré à la plateforme numérique ABB Ability™ →02, est destiné aux exploitants qui cherchent à maximiser la performance de leur installation. Ce système paramétrable fournit des informations sur les matériaux transportés, l'état des équipements raccordés et de l'infrastructure de transport, et vérifie les données collectées, le tout en temps réel, créant ainsi un jumeau numérique de la chaîne de manutention complète d'une installation.

SYMS modélise les différents flux matières sur les bandes transporteuses et autres équipements de transitique, qu'il combine aux propriétés de



02



03

chaque matériau et données de qualité via des interfaces automatisées. Les résultats ainsi obtenus peuvent contribuer à optimiser l'espace au sein du parc, améliorer la planification et l'or-

—
Les données de SYMS contribuent à optimiser l'utilisation de l'espace et la planification du stockage.

donnancement, ou encore affiner les opérations de mélangeage, par exemple. Autres atouts : des temps de chargement et de déchargement plus courts, une précision et une sécurité accrues ainsi que des coûts de main-d'œuvre et d'énergie réduits.

Jumeau numérique

C'est la NASA qui eut la première l'idée de créer une copie virtuelle d'un objet réel afin d'étudier les possibilités de sauvetage d'une mission spatiale. Il a toutefois fallu attendre l'Internet des objets pour que cette nouvelle passerelle jetée entre les mondes physique et numérique devienne abordable pour les industriels.

Le jumeau numérique enregistre le comportement passé et présent de l'équipement ou du processus réel afin d'en optimiser la performance. Il s'appuie pour cela sur la masse de données accumulées au fil du temps par l'instrumentation de terrain.

Dans l'extraction minière, la sidérurgie ou la filière portuaire, le jumeau numérique d'une chaîne de transport permet de suivre en temps réel l'état des stocks de matières, à partir de toutes les données de fonctionnement

— 02 SYMS est un logiciel paramétrable qui permet de créer un jumeau numérique de toute une installation de manutention et de stockage.

— 03 Grâce à la fonction « vue en coupe », l'opérateur peut visualiser l'intérieur d'une pile pour en connaître la qualité et la composition.

— 04 Évolution de la définition du jumeau numérique

Bibliographie

[1] ABB, *ABB Ability™ Stockyard Management System*, disponible sur : <https://new.abb.com/mining/mineoptimize/digital-applications/operations/abb-ability-stockyard-management-system> (consulté le 9 juin 2021).

[2] ABB, *Digital twin of material handling chain*, disponible sur : <https://new.abb.com/mining/mineoptimize/digital-applications/operations/abb-ability-stockyard-management-system/digital-twin-of-material-handling-chain> (consulté le 9 juin 2021).

fournies par les automatismes du site ou le contrôle-commande centralisé. Le système se base sur la vitesse des bandes transporteuses pour connaître la masse ou le volume de matériaux acheminés sur chaque segment.

Les interfaces automatisées se chargent ensuite d'associer à chaque matériau ses propres caractéristiques et données de qualité. Le système s'appuie sur les données de suivi des segments

Des rapports automatiques sur mesure facilitent les évaluations de performance et d'équipe.

de bande pour élaborer un modèle d'empilement, jumeau numérique du stock physique. L'opérateur dispose ainsi à tout instant d'une vision globale du stock, sans devoir effectuer de nouvelles mesures.

Gains de productivité

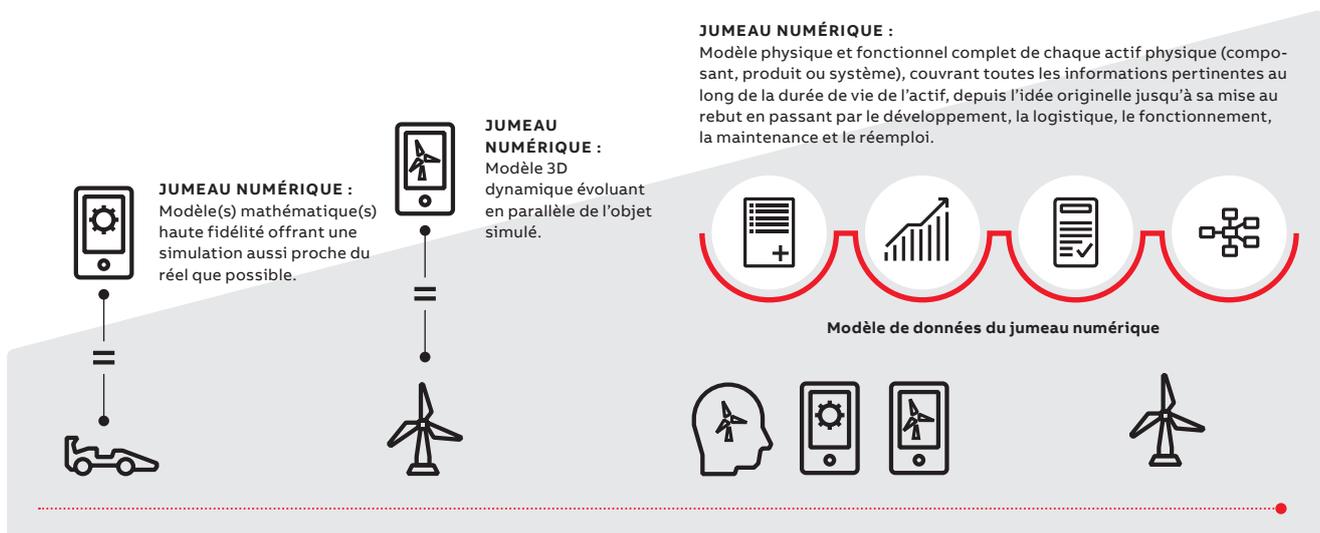
Optimiser l'espace de stockage, la planification, l'ordonnancement et, in fine, rendre le fonctionnement du parc complètement autonome : c'est pour répondre à ces objectifs que SYMS offre une vision d'ensemble et un client 3D polyvalent et intuitif. Par exemple, la « vue en coupe » → 03 permet de voir l'intérieur d'une pile de matériaux pour en vérifier la composition et la qualité. Si ces propriétés ont changé, à cause d'un trop long stockage par exemple, un avertissement s'affiche à l'écran.

Grâce au progrès permanent du système ABB Ability™ SYMS, les métiers de la logistique et de la manutention de matériaux en vrac ont désormais accès à des outils qui ont dopé la productivité de l'industrie automobile, tels que le juste-à-temps et le juste-en-séquence.

Le suivi et la prédiction des flux matières permettent aux exploitants d'optimiser les opérations et de planifier les transits, y compris les mélanges sur bandes.

Le système produit des rapports automatiques sur mesure qui simplifient l'évaluation des performances et des équipes, selon les critères propres à chaque client. L'architecture de services décentralisée associe des interfaces en partie standardisées à des fonctionnalités entièrement paramétrables et personnalisables. La possibilité d'intégrer la gestion des utilisateurs à l'infrastructure en place garantit une synchronisation fluide de tous les intervenants et de leurs droits.

Enfin, en cas de problème, un outil de gestion standardisé permet de visualiser les plans, d'en vérifier les détails et de mettre d'autres plans en attente pour les activer si besoin. •



LOGISTIQUE

Les données transforment la gestion des matériaux

Traditionnellement, les logiciels de simulation s'appuyaient sur des jeux de données limités, qui en faisaient des outils de prédiction relativement peu précis. Une ère révolue avec Stockyard Management System (SYMS), intégré à l'offre ABB Ability™, qui dote les installations de transport et de stockage d'un jumeau numérique. L'exploitant peut ainsi accéder à une manne de données, associer à chaque mètre cube de matériau des informations de qualité et de localisation, ou encore connaître la consommation énergétique en temps réel. Cette technologie, désormais incontournable pour les industries de transformation et de manutention, représente un indéniable progrès par rapport aux logiciels « métier » de la concurrence.

Stockyard Management System (SYMS), fruit de ces années de travail, est un réel saut technologique. L'offre actuelle d'ABB va bien au-delà du mélange de produits destinés aux centrales

—
La solution ABB s'adresse aux exploitants miniers ainsi qu'aux aciéristes, aux cimentiers, aux fabricants d'engrais et même aux opérateurs portuaires.

électriques ; elle s'adresse aux exploitants miniers bien sûr, mais aussi aux aciéristes, aux cimentiers, aux fabricants d'engrais et même aux opérateurs portuaires. Bon nombre de nos clients combinent SYMS à leur système MES de pilotage et de suivi de production. ABB est ainsi à même de leur apporter son savoir-faire en matière d'automatisation, mais aussi d'instrumentation et de gestion opérationnelle.

AR En quoi la solution ABB Ability™ Stockyard Management System est-elle complémentaire des autres offres du Groupe ?

AH ABB est présent sur le segment de la gestion des stocks depuis le début des années 2000, avec le développement d'une solution visant à mélanger différents types de charbon. Dès le début, nous ambitionnions de créer un logiciel facilitant l'électrification et l'automatisation, qui serait complémentaire de notre expertise en matière de machines (excavatrices, empileurs, récupérateurs).

AR Pour le client, quels sont les avantages d'ABB Ability™ Stockyard Management System sur la concurrence ?

AH SYMS ne gère pas des équipements à l'unité mais crée un jumeau numérique de tout un parc de stockage, même sur plusieurs sites : c'est là un argument de taille ! Nous nous adressons en priorité aux clients qui cherchent à optimiser l'utilisation de leurs silos de stockage ainsi que la qualité de leurs matériaux →01. Nous ciblons également ceux qui investissent dans des sites entièrement automatisés ou téléopérés.

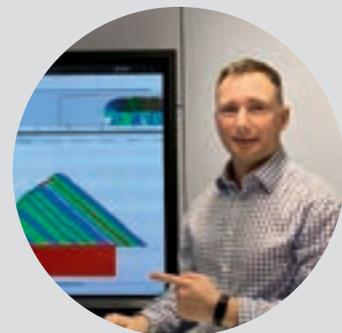


Ils ont le choix entre deux possibilités : opter pour un logiciel métier qui ne surveillera que l'activité des automatismes et se contentera d'estimer les quantités de matériaux disponibles, ou bien faire appel à ABB pour obtenir un jumeau numérique ultraprécis et validé de leur installation, qui de surcroît pourra évoluer vers un fonctionnement autonome.

À l'aide d'un modèle à maille cubique, SYMS calcule toutes les informations pour chaque mètre cube de matériau et les compare aux données issues de l'instrumentation connectée (scanner laser sur mesure, par exemple).

Le client peut associer à chaque mètre cube de matériau des données qualité et la consommation énergétique en temps réel.

Résultat : une précision exceptionnelle, là où la première solution ne donne au mieux qu'une estimation au doigt mouillé. Qui plus est, le client



Andre Herzog

ABB Process Industries/
Digital Material
Handling in Mining
Cottbus (Allemagne)

Diplômé en génie électrique, Andre Herzog a été chargé de développement et directeur de projet chez GE et KSB avant de rejoindre ABB en 2009. Aujourd'hui chef de produit Maintenance numérique, Andre supervise les applications logicielles qui optimisent la gestion des matériaux, essentiellement en vue de leur stockage.

peut associer aux données de chaque mètre cube des informations sur la qualité du matériau ou la consommation énergétique en temps réel.

- AR** Pour quantifier la demande énergétique de chaque tonne ou volume de matériau, il faut pouvoir suivre en temps réel le rendement productif individuel et collectif d'un grand nombre de machines. C'est ce que fait SYMS ?



Plus l'historique sera riche, plus les prédictions seront précises.

- AH** Le logiciel peut suivre la quantité d'énergie nécessaire pour déplacer les matériaux sur le site. De son côté, l'outil d'analyse de la solution ABB Ability™ Performance Optimization évalue le fonctionnement du parc de machines et alerte la maintenance si l'une d'elles passe en sous-régime. La solution est compatible avec un fonctionnement autonome : autrement dit, si l'utilisateur opte pour l'autonomie, il n'a pas besoin de changer de logiciel, il lui suffit d'ajouter quelques modules. C'est une grande nouveauté que nous lançons cette année. Les nouveaux sites pourront dorénavant être entièrement autonomes dès le premier jour et les anciens évoluer vers une gestion 100 % informatisée.
- AR** Alors que les sites de stockage gagnent de plus en plus en autonomie, peut-on tabler sur une chute des coûts de maintenance ?
- AH** Le système ABB prend grand soin du parc machines et de la transitique. N'oublions pas qu'un opérateur gère parfois une machine à 20 millions de dollars : une mauvaise journée pour lui risque d'être synonyme de mauvaise année pour l'entreprise ! SYMS lisse les mouvements de la machine et, s'il identifie un danger, interrompt la séquence de déplacement.

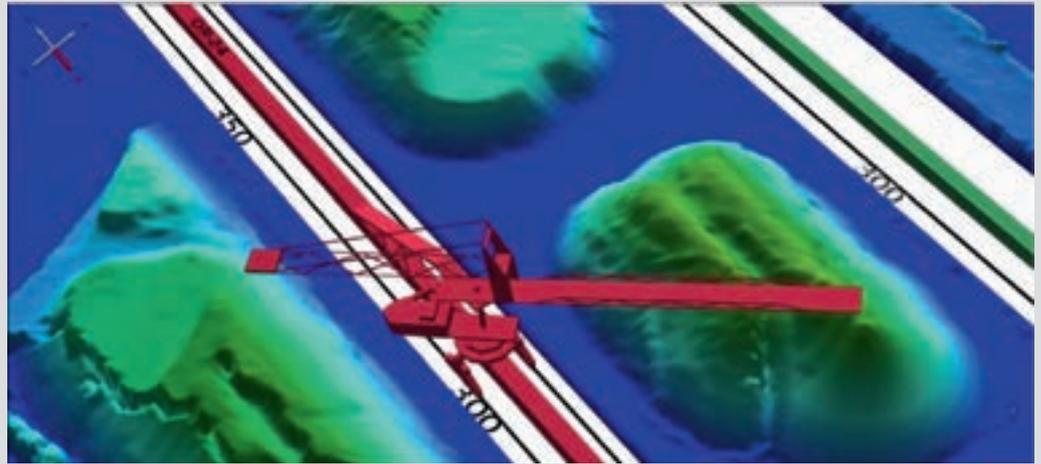
De plus, la solution ABB Ability™ Performance Optimization est capable de suivre le fonctionnement de chaque machine et, à partir des données historisées, d'identifier tout comportement anormal → 02. Un peu comme si un patient était en permanence ausculté par son médecin pour dépister le moindre signe de défaillance ! La définition et le suivi des indicateurs de performance s'effectuent dans SYMS. Évidemment, plus l'historique de données est riche, plus les prédictions effectuées par les opérateurs apportent une aide précieuse à la planification.

- AR** Justement, qu'apporte le jumeau numérique ABB à la planification ?
- AH** SYMS est par définition le double virtuel d'un site de stockage. Se basant sur une masse de données temps réel accumulées grâce aux capteurs physiques déployés dans toutes les dimensions, il reflète en permanence l'évolution passée et présente du site et de ses procédés afin d'optimiser la performance de l'installation.

Les données stockées en différents endroits peuvent être affectées à un même répertoire du jumeau numérique à des fins d'optimisation en temps réel, de prévention des arrêts, de simulation et de prédiction. L'industrie fait déjà amplement usage de simulations, mais souvent à partir de petits jeux de données ou en s'appuyant sur des hypothèses. À l'inverse, le jumeau numérique, fils de l'Internet industriel des objets, peut piocher dans un nombre incalculable de jeux de données. C'est aujourd'hui un outil indispensable aux industries de transformation et de manutention, comme l'extraction minière ou la métallurgie.

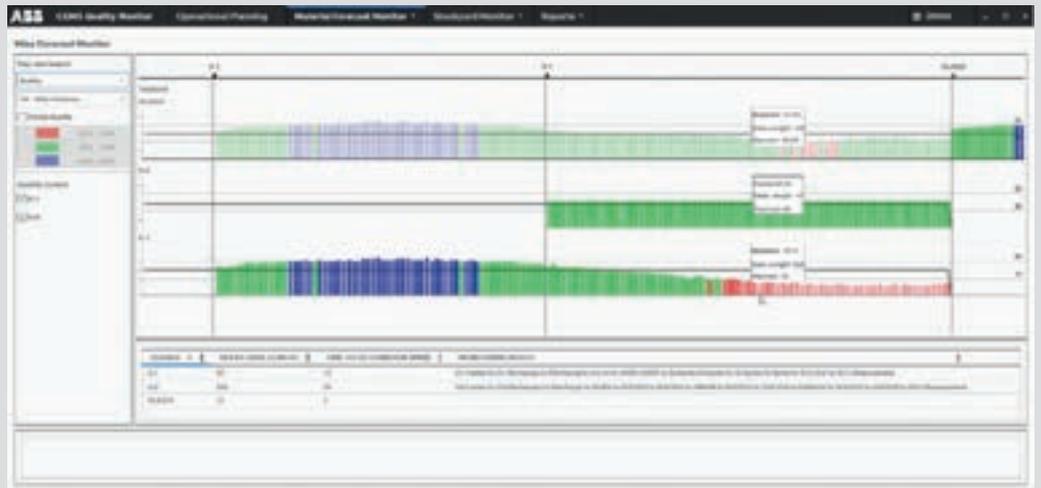
- AR** Prévoyez-vous d'intégrer SYMS dans les installations d'autres partenaires ?
- AH** Tout à fait. Nous développons des interfaces afin que SYMS puisse, par exemple, permettre à une

—
01 Profilage et visualisation 3D du stock intermédiaire avec processus d'empilement



01

—
02 Suivi en temps réel de la charge de trois bandes transporteuses avec indication de la qualité du matériau (vert = conforme, bleu = supérieure aux exigences, rouge = inférieure aux exigences)



02

Le client peut adapter les tableaux de bord et les rapports à ses besoins précis.

entreprise ferroviaire de partager ses données avec n'importe quel fournisseur. Cela dépend du projet bien sûr, mais nous pouvons récupérer l'information et l'intégrer dans la base de données SYMS. Nous avons récemment discuté avec un client européen qui gère de nombreux sites de stockage et reçoit des données de sources diverses : camions, trains, navires, etc. Via un menu spécialement conçu, SYMS pourra interconnecter les données issues de différentes solutions logistiques pour faciliter leur manipulation.

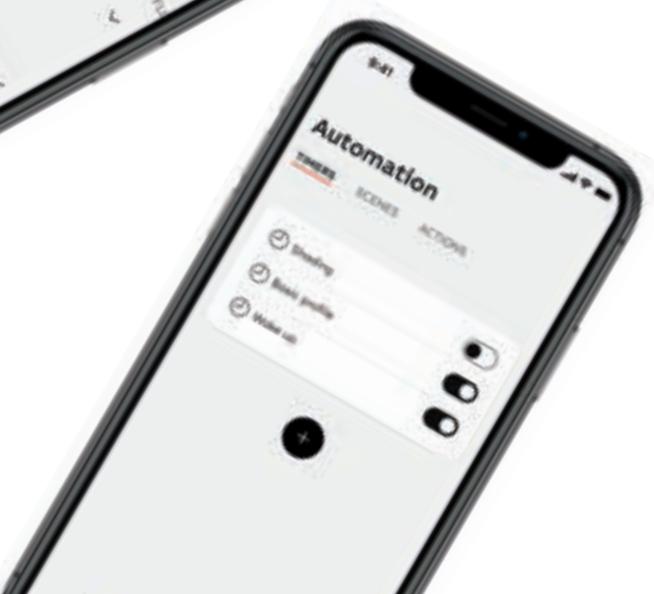
AR Parlons maintenant de l'expérience utilisateur et de la numérisation. Que fait ABB pour simplifier la tâche de l'opérateur ?

AH Un de nos clients asiatiques devait, il y a encore peu, remplir près de 2000 pages de formulaires pour chaque navire déchargé. Aujourd'hui, tout ou presque se fait numériquement. L'impact sur le travail quotidien des collaborateurs est considérable. En matière de tableaux de bord et de rapports, nous sommes en train de tout améliorer afin de rendre l'expérience utilisateur plus conviviale. Nous avons revu de fond en comble le système de production de rapports : le client peut tout paramétrer et personnaliser pour coller aux besoins précis de son entreprise.

AR L'extraction minière et la métallurgie sont-elles encore loin d'un fonctionnement entièrement autonome ?

AH Pas du tout ! Nous avons un site de stockage pilote qui passera probablement en autonomie complète d'ici à la fin de l'année. •

Performance et productivité



Aujourd'hui, l'automatisation s'invite de plus en plus dans le quotidien de l'atelier et de l'entreprise. ABB capitalise sur sa longue expérience dans le domaine et sur sa profonde connaissance métier pour développer des boîtes à outils numériques, véritables accélérateurs de productivité pour les clients du Groupe.

- 60 ABB Ability™ : cinq années à repousser les limites de la technologie
- 62 ABB-free@home : la domotique faite simple
- 66 InSite pro M compact® : pour une gestion évolutive de l'énergie et des actifs





—
PERFORMANCE ET PRODUCTIVITÉ

ABB Ability™ : cinq années à repousser les limites de la technologie

En octobre 2021, ABB fête un événement clé de son aventure au pays de l'innovation : les cinq ans de sa plate-forme phare de solutions numériques, ABB Ability™.

Le 4 octobre 2016, à l'occasion de sa journée des marchés financiers, ABB présentait sa gamme de solutions numériques ABB Ability™. Fort d'un parc installé de plus de 70 millions d'appareils connectés, le Groupe travaillait déjà avec ses clients dans l'espace numérique depuis des décennies. Le lancement d'ABB Ability, plateforme rassemblant toutes ces réalisations, n'en a pas moins été salué et qualifié de « saut quantique » pour l'entreprise dans sa conquête du numérique. Cette image d'un phénomène physique représentant le passage fondamental d'un état à un autre illustre à merveille le gain de valeur offert par ABB à ses clients grâce à l'Internet des objets industriels (IIoT).

Quelque mois plus tard, en mars 2017, l'ABB Customer World à Houston a concrétisé la mise sur le marché d'ABB Ability et d'une première gamme de solutions. Le Groupe en a profité pour annoncer un nouveau partenariat stratégique avec Microsoft destiné à proposer une offre fondée sur la solution de cloud Azure et commune à toute la gamme. Bâties sur la technologie et le modèle PaaS (plate-forme à la demande) propres à Microsoft Azure, conjugués à la remarquable expertise métier d'ABB dans l'industrie et le tertiaire, les solutions ABB Ability tirent le meilleur parti de l'IIoT. Connecter équipement, périphérie de réseau et cloud permet en effet d'exploiter au mieux les données du système pour améliorer la flexibilité opérationnelle et la durabilité du process.

Pendant ces cinq années, ABB Ability s'est affirmée comme un moteur de l'innovation numérique pour le Groupe, dont l'offre technologique n'a cessé de monter en puissance. Aujourd'hui, la plate-forme héberge plus de 200 solutions numériques dans les quatre secteurs d'activité d'ABB et les 21 divisions qui les composent. Elles mobilisent 60 % des dépenses de recherche-développement du Groupe et plus de 4000 développeurs informatiques, représentant près de la moitié des nouvelles commandes.

Cette plate-forme a été l'occasion pour ABB de nouer de nouveaux partenariats dans le numérique, notamment avec de grands noms du secteur comme Ericsson, HP, Huawei et IBM. Ces derniers ont enrichi les solutions ABB de nou-

velles fonctionnalités et capacités comme la 5G, les datacenters en périphérie de réseau, l'analytique dans le cloud et l'intelligence artificielle, innovations garantes d'une meilleure maîtrise de l'exploitation pour les milliers d'entreprises qui utilisent la plate-forme dans le monde.

Toutes ces solutions reposent sur un socle technologique commun qui en facilite le développement. Cette boîte à outils, comprenant notamment des interfaces de programmation d'applications (API),

L'innovation ABB Ability : une belle aventure qui ne fait que commencer... car le meilleur reste à venir !

des conteneurs et des standards de cybersécurité universels intégrés, favorise les synergies et accélère la création de valeur pour les clients. Ouverte, modulaire et résolument évolutive, l'architecture de la plate-forme privilégie un modèle de consommation adaptable qui permet aux clients et à leurs prestataires informatiques d'interfacer en toute sécurité des applications pour couvrir les besoins métier de l'entreprise. Tableaux de bord et solutions de réalité augmentée renforcent la compréhension et l'exploitation des gros volumes de télémesures remontées du terrain et de données stockées dans les systèmes de gestion d'entreprise.

L'innovation ABB Ability : une belle aventure qui ne fait que commencer... car le meilleur reste à venir ! Le premier numéro 2022 d'ABB Review se penchera sur certaines des solutions ABB Ability les plus prometteuses ainsi que sur la manière dont elles sont déployées dans le monde réel pour faciliter la prise de décision et augmenter l'agilité, la résilience et l'efficacité énergétique. La revue dressera également un état des lieux des dernières recherches majeures autour des processus décisionnels dans l'industrie. Notre deuxième numéro de 2022 sera tout entier consacré à ABB Ability et aux nouvelles avancées que le Groupe s'appête à dévoiler. •



James Macaulay
Communications &
Thought Leadership
Coquitlam (Canada)

james.macaulay@
ca.abb.com

PERFORMANCE ET PRODUCTIVITÉ

ABB-free@home : la domotique faite simple

La demande en systèmes domotisés progresse à pas de géant. Or ces automatismes « intelligents », d'une grande richesse fonctionnelle, s'avèrent de plus en plus complexes. Pour en faciliter le maniement et la gestion, ABB a conçu un système simple, intuitif et ergonomique, dont l'interface utilisateur a obtenu le label Red Dot, l'une des plus prestigieuses récompenses au monde en matière de design.



Alexander Grams
Aesthetical and UX
Design, Smart Buildings,
Electrification
Lüdenscheid (Allemagne)

alexander.grams@
de.abb.com



Til Martensmeier
UX/UI Design, Smart
Buildings, Electrification
Lüdenscheid (Allemagne)

til.martensmeier@
de.abb.com



—
01 Chez ABB, le développement d'une interface utilisateur obéit à un précepte simple : son apparente simplicité doit gommer la complexité sous-jacente.

Dans le neuf comme dans la rénovation, pour une villa de luxe ou un logement plus modeste, partout la tendance est à la domotique. Et les chiffres ne trompent pas : le marché mondial de l'habitat automatisé et connecté devrait battre des records de croissance, passant de 40,8 milliards de dollars en 2020 à 63,2 milliards en 2025 [1]. De fait, ces systèmes ont bien des atouts : ils permettent de gagner en confort, en économie d'énergie et en sécurité, voire d'alléger les primes d'assurance et d'améliorer les communications. Portée par une urbanisation croissante et une prospérité en hausse, la vague domotique déferle aussi sur nombre de pays en développement.

Sur ce marché florissant, les consommateurs ont tous la même exigence : une interface de dialogue simple comme bonjour →01. C'est dans

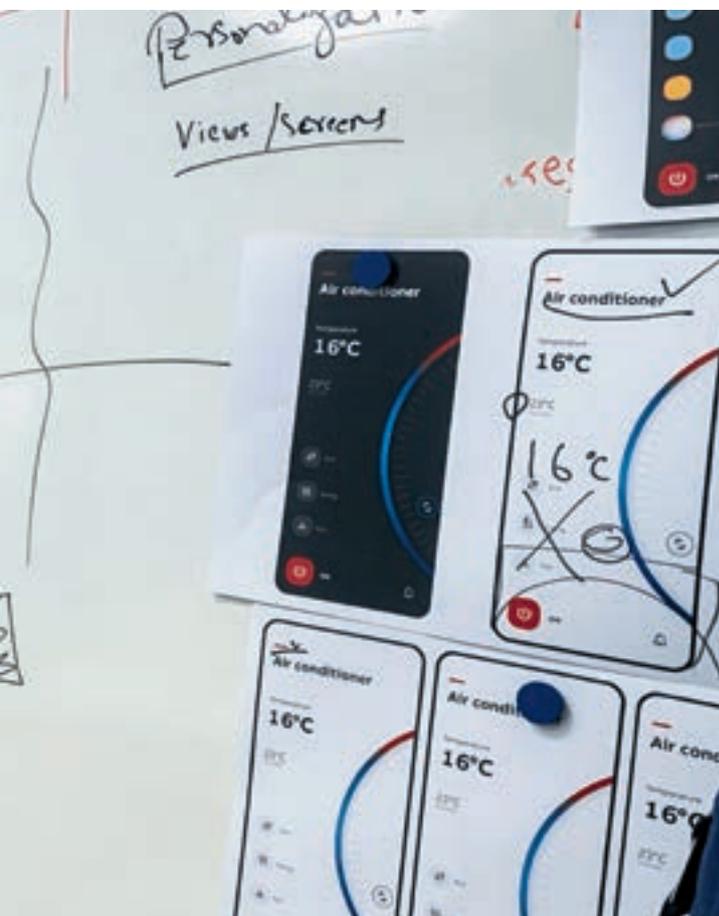
cette optique qu'ABB vient de lancer l'application Next →02, conçue pour piloter en un tour de main sa solution domotique de dernière génération ABB-free@home®.

Il s'agit du premier produit ABB à suivre les nouvelles règles du Groupe en matière de conception d'interface numérique : présentation des informations, architecture, navigation... Ces caractéristiques et fonctionnalités se fondent sur des enquêtes menées auprès des utilisateurs et sur des retours d'expérience. Avec un mot d'ordre : la simplicité doit masquer la complexité pour renforcer l'autonomie de l'utilisateur et sa maîtrise du système. Ces objectifs s'appuient sur un jeu standardisé de composants logiciels et de pictogrammes cohérents et récurrents dans toute l'application, qui permettent de créer un espace interactif, facilement assimilable et prévisible.

Les concepteurs de l'interface ABB-free@home ont pour cela relevé un défi de taille : si l'apparence du produit devait respecter les grands principes de conception et de mise en œuvre dictés par le Groupe, il lui fallait aussi obéir aux exigences de la bannière Busch-Jaeger sous laquelle l'offre domotique ABB est commercialisée en Allemagne, en Autriche et aux Pays-Bas. Dans le reste du monde, la solution est vendue sous la marque ABB.

—
Le marché mondial de la domotique devrait passer de 40,8 milliards de dollars en 2020 à 63,2 milliards en 2025.

Avec l'application mobile ABB-free@home, l'utilisateur peut tout commander à distance : électroménager, stores et volets, éclairage, ambiances lumineuses et musicales, chauffage, climatisation, programmation horaire des appareils, etc. L'appli utilise le portail d'accès à Internet ABB MyBuildings, très pratique pour voir et contrôler en un clic l'état de son domicile, d'où que l'on soit. L'expérience utilisateur gagne encore en agrément avec une fonction qui gère tous les grands dispositifs de commande vocale.



Il est également possible de connaître le nombre exact de lumières allumées, de stores levés, de fenêtres ouvertes, et de savoir si une alarme a déclenché →02. Les appareils peuvent s'allumer ou s'éteindre par simple appui sur un pictogramme : « Météo » donne directement accès

—
Plus de cinq millions de composants ABB-free@home sont installés dans le monde.

aux données de la station ABB-free@home et la touche « Prochaines heures de commutation » renseigne sur les fonctions programmées pour s'allumer ou s'éteindre automatiquement. Toutes ces actions peuvent être suspendues ou replanifiées à l'aide d'une barre de défilement.

Naviguer dans l'application est un jeu d'enfant. L'utilisateur peut la configurer tout seul, facilitant ainsi le tri et l'organisation des commandes de

stores, lumières et ambiances musicales dans chaque pièce, de même que l'accès aux messages d'état et aux actions à venir. Tous les appareils sont groupés par fonctionnalité (éclairage, ombrage, etc.) et affichés selon leur emplacement dans le bâtiment.

Lancée en mai 2020, l'appli et sa remarquable interface ont déjà remporté plusieurs distinctions : prix du design produit et communication Red Dot 2020 [2-3], nomination au UX Design Award, mention spéciale au German Design Award 2021, participation à la finale du concours de design 2021 de l'International Forum.

Cette année, les experts du jury Red Dot ont surtout primé les conceptions révolutionnaires qui mettent l'accent sur la simplicité et la progressivité de l'interaction homme-machine.

À ce jour, plus de cinq millions de composants ABB-free@home dans le monde transforment l'habitat traditionnel en un bâtiment automatisé, connecté et pleinement intégré à l'Internet des objets. •



red**dot** winner 2020



—
02 La nouvelle application ABB a reçu le prix Red Dot qui récompense les meilleures réalisations en matière de design et de communication produit.

—
Bibliographie

[1] *Home Automation System Market worth \$63.2 billion by 2025*, communiqué de presse MarketsandMarkets, disponible sur : <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/home-automation-control-systems.asp> (consulté le 1^{er} juillet 2021).

[2] Red Dot, disponible sur : <https://www.red-dot.org/> (consulté le 1^{er} juillet 2021).

[3] ABB's smart home app wins Red Dot Design Award, communiqué de presse ABB, disponible sur : <https://new.abb.com/news/detail/65893/abbs-smart-home-app-wins-red-dot-design-award>, août 2020 (consulté le 1^{er} juillet 2021).



PERFORMANCE ET PRODUCTIVITÉ

InSite pro M compact[®] : pour une gestion évolutive de l'énergie et des actifs

ABB aide ses clients à mettre en adéquation leurs objectifs de performance opérationnelle et de développement durable grâce à un système de distribution électrique 100 % intégré combinant interaction numérique, collecte de données, commande sécurisée et visibilité globale des actifs, à tout moment et en tout lieu.



— 01 Évolutive et flexible, la solution InSite pro M compact® s'adapte de manière transparente aux bâtiments publics et tertiaires de différentes tailles, des petits commerces aux tours de bureaux.

— **Paweł Ludowski,
Grzegorz Moliński
Jerzy Wasacz**

ABB Electrification
Smart Buildings
Cracovie (Pologne)

pawel.ludowski@
pl.abb.com
grzegorz.molinski@
pl.abb.com
jerzy.wasacz@pl.abb.com

— **Luciano Di Maio,
Sebastiano Paganini
Gabriele Bressan**

ABB Electrification
Smart Buildings
Vittuone (Italie)

luciano.di_maio@
it.abb.com
sebastiano.paganini@
it.abb.com
gabriele.bressan@
it.abb.com

Sécuritaire, intelligente, durable... la distribution d'énergie prend aujourd'hui le virage du numérique. Avec la généralisation des fonctionnalités de collecte et d'analyse des données, les solutions connectées améliorent la connaissance et le comportement des équipements. L'optimisation de la gestion d'actifs par un suivi précis et une maîtrise fine des opérations et des coûts promet une utilisation plus responsable et écoproformante des ressources. La gamme de solutions InSite pro M compact® d'ABB dédiée à la distribution secondaire garantit pour cela évolutivité, efficacité énergétique et continuité opérationnelle.

Souple d'emploi, transparent et conforme aux normes d'écoproformance, ce système cyber-sécurisé recueille les données des compteurs d'énergie et de puissance, par exemple, les analyse et les met à la disposition des utilisateurs d'une multitude de façons afin d'optimiser les

— **Optimiser la gestion des actifs par la surveillance des opérations et la maîtrise des coûts permet de gagner en efficacité énergétique.**

opérations et d'automatiser la commande. Il s'adapte à n'importe quelle taille de bâtiment public, tertiaire ou industriel →01, et se greffe rapidement à l'existant, sans nécessiter le remplacement d'aucun composant. Il n'y a plus qu'à le connecter au serveur web InSite ou à la plate-forme de cloud ABB Ability™ →02 ! L'installation et la configuration extrêmement rapides minimisent les arrêts et les coûts.



INSITE PRO M COMPACT®

La solution InSite pro M compact gère les flux d'énergie de bâtiments de toute taille. Elle modernise sans peine les armoires électriques des petits commerces, hôtels, bureaux, restaurants, etc., avec un nombre réduit d'appareillages reconnus et configurés automatiquement. Offrant une visibilité totale de la distribution électrique et des consommations d'énergie et de fluides (gaz, eau), InSite pro M compact optimise la gestion des actifs et fait chuter les coûts d'exploitation.

Il en va de même pour les installations d'envergure comme les immeubles de bureaux, bâtiments à usage mixte, aéroports, galeries commerciales, hôpitaux ou grands hôtels, qui gagnent aussi à être gérés plus efficacement. Le sous-comptage et la répartition des coûts énergétiques des différents occupants (chaque enseigne d'un centre commercial, par exemple) peuvent être surveillés pour optimiser les usages énergétiques ou la maintenance, à l'aide du serveur web local ou de la plate-forme cloud qui gère tout le site.

Les bâtiments industriels et les établissements cruciaux (hôpitaux, datacenters, etc.) bénéficient d'une continuité de service et d'une maintenance prédictive, surtout lorsqu'il importe de réduire ou de prévenir les arrêts intempestifs et les coûts associés. Mieux, InSite pro M compact s'intègre en toute transparence dans les systèmes de supervision (SCADA) ou de gestion technique du bâtiment (GTB).

Des diagnostics constants et des notifications en temps réel procurent une visibilité totale quant aux performances du système. Autre atout non négligeable : le respect des normes d'éco-performance et la maîtrise des consommations permettent d'économiser jusqu'à 20 % sur les factures d'énergie.

Architecture matérielle et logicielle

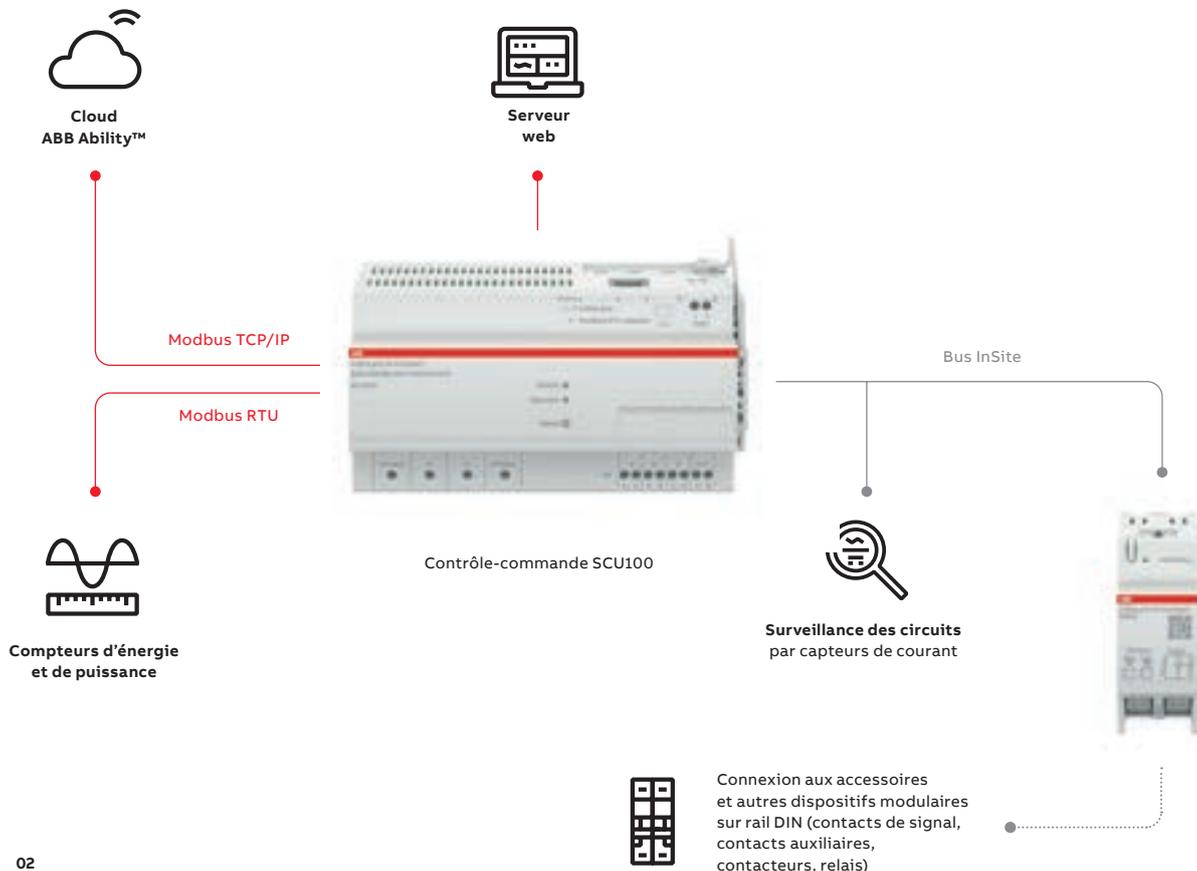
Doté d'une gamme d'outils connectés pour optimiser la gestion de l'énergie et des actifs, InSite pro M compact offre le choix de l'autonomie ou de l'intégration à n'importe quelle infrastructure informatique dans le cloud, telle la plate-forme ABB Ability, pour faciliter la conformité normative.

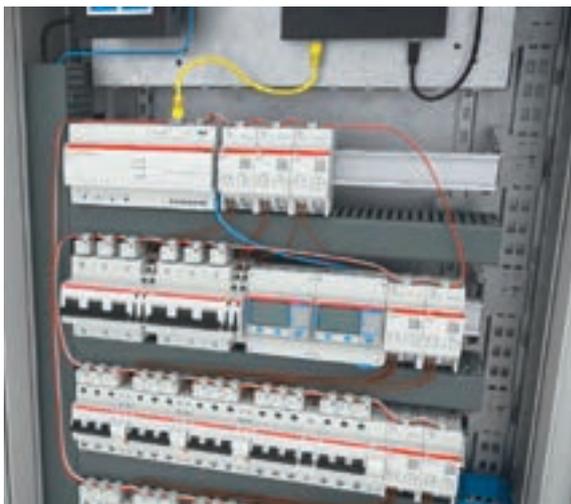
L'unité de contrôle-commande SCU100, pièce maîtresse de la solution →03, optimise la consommation de la distribution électrique par une gestion fine de l'énergie et des actifs au cœur même du tableau secondaire. Capable de recueillir les données de 16 compteurs d'énergie et de

puissance tout en se raccordant à 96 capteurs de courant pour la surveillance des circuits, l'unité pilote toute la distribution électrique à l'aide de modules d'entrées et de sorties numériques qui assurent l'interface entre équipements primaires

La modularité du logiciel garantit une communication efficace entre procédés ainsi que des performances et une fiabilité accrues.

montés sur rail DIN, protections et SCU100. De même, elle peut facilement se connecter à des accessoires classiques (disjoncteurs modulaires, dispositifs différentiels) et autres appareillages sur rail DIN →02. Le module d'entrées est





03

— 02 Architecture système et réseau.

— 03 Exemple d'installation : unité de contrôle-commande SCU100, modules d'E/S numériques, capteurs de courant et câbles plats.

— 04 SCU100 est la centrale de mesure, de surveillance et de commande des flux et actifs de la distribution électrique.

configurable pour lire la valeur des compteurs d'impulsions.

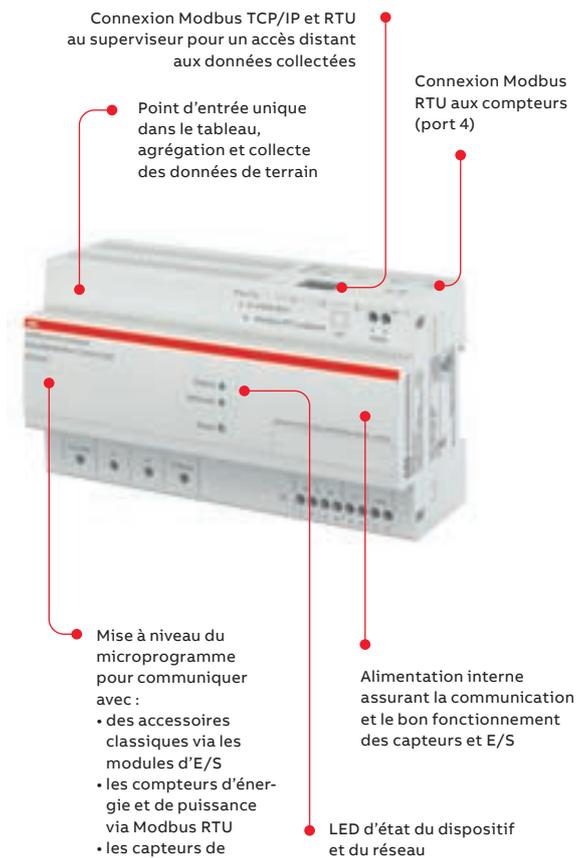
Les mesures collectées par SCU100 s'affichent sur n'importe quel ordinateur ou appareil nomade via une interface graphique intuitive facilitant la mise en service, la surveillance et la commande. De quoi réduire la consommation énergétique et identifier les risques potentiels

L'unité de contrôle-commande SCU100 centralise la mesure de la consommation électrique dans les tableaux de distribution.

de défaut. L'utilisateur peut personnaliser les alertes et configurer des actions automatisées pour accélérer la réaction du système à certains événements ou dépassements de seuil, sans intervention manuelle.

Une surveillance plus facile...

L'unité SCU100 →04 est basée sur le système de mesure et de contrôle de l'énergie CMS-700 d'ABB, enrichi pour l'occasion de quatre ports de communication avec le bus InSite et les compteurs d'énergie, d'une fréquence d'horloge plus élevée et de fonctions avancées autorisant une surveillance complète, approfondie et intuitive de la distribution électrique. À ce socle éprouvé s'ajoutent les modules d'E/S numériques et les interfaces de données préconfigurées InSite Pro-M avec toute la famille de compteurs



04

d'énergie ABB (séries A, B, C) et de puissance (M4M, M2M, M1M, IM300, DTDME) par une simple liaison Modbus RTU.

La modularité du logiciel renforce l'efficacité, la performance et la fiabilité de la communication entre équipements. Exemple : l'ajout de logiciels n'affectant pas les modules existants, les mises à jour gagnent en efficacité et en rapidité ; seuls les composants nouveaux ou nécessitant une remise à niveau sont actualisés, le reste ne change pas.

Le système d'exploitation, sur noyau Linux, est le fruit du projet collaboratif open source Yocto qui vise à développer des systèmes personnalisés et indépendants de l'architecture matérielle. Dans notre cas, le système d'exploitation, le programme InSite et les composants libres supplémentaires sont assemblés à l'aide de recettes qui décrivent la configuration, la compilation et le déploiement de chaque élément. Un code Python interne prépare ces recettes et génère les images de sortie. Le logiciel ainsi créé mémorise et trace les versions logicielles, ce qui lui permet de n'ajouter à l'image client que les composants nouveaux ou modifiés par rapport à la version de référence.

ABB s'est appuyé sur l'expérience utilisateur et les règles heuristiques de Jakob Nielsen [1] pour concevoir une interface web remarquable d'intuitivité et d'efficacité dans l'identification et la résolution des problèmes →05.

Les défauts sont détectés à un stade précoce, tandis que la qualité du développement logiciel et la stabilité du produit sont améliorées en permanence grâce à l'automatisation complète de la création et des essais sur une plate-forme dédiée, selon le principe d'intégration continue. La plate-forme s'appuie sur la technologie Docker permettant la création, le déploiement et le test de conteneurs Linux®. Les composants logiciels sont validés par des tests automatisés écrits en Python et exécutés sur pytest. Qui plus est, les fonctionnalités du système (mesure, communication et interactivité web) sont testées par itération, garantissant une régression complète à chaque étape de diffusion intermédiaire du logiciel jusqu'au produit fini. Résultat : la mise sur le marché est accélérée, la réactivité aux demandes d'évolution améliorée.

... plus performante...

En plus des capteurs de courant, ABB a introduit de nouveaux périphériques pour traiter les signaux d'E/S numériques et les impulsions des compteurs de fluide, de chaleur et d'énergie. De quoi augmenter les capacités d'acquisition du système pour assurer un contrôle-commande

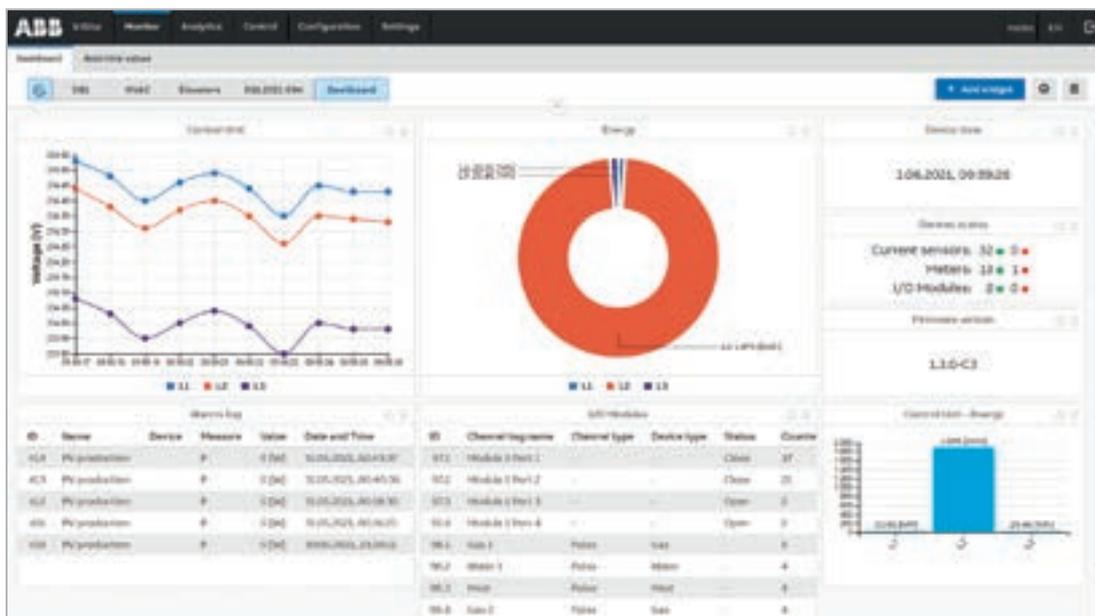
complet des tableaux de distribution secondaire et terminale ainsi qu'un suivi précis de la consommation énergétique des charges raccordées.

SCU100 embarque pour cela quatre ports de connexion à un maximum de 24 E/S numériques, de quatre voies chacun. Les modules se déclinent en trois variantes (4 entrées, 4 sorties ou 2 entrées/2 sorties) et s'articulent autour d'un

—
Les nouvelles fonctionnalités permettent d'acquérir davantage d'informations pour optimiser le contrôle-commande.

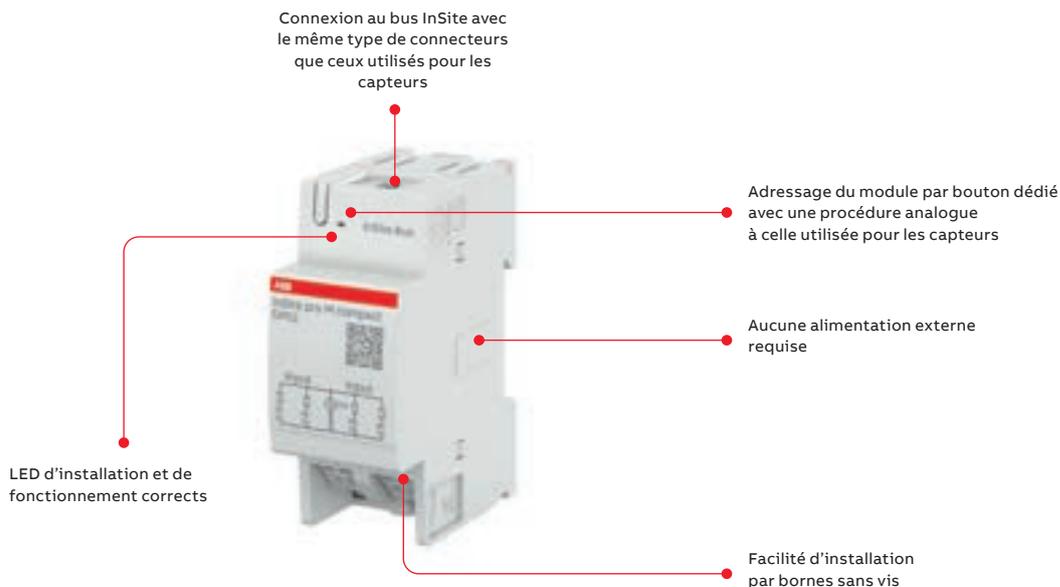
microcontrôleur bon marché et basse consommation ARM Cortex-M, gage de rapidité et de fiabilité opérationnelle →06.

Les entrées sont configurables en mode numérique ou impulsions. Chaque entrée active fournit un courant de 5 mA sous 24 V pour fonctionner avec des sorties relais sans alimentation externe et est isolée galvaniquement du bus de communication. Les sorties peuvent être programmées pour piloter des commandes motorisées ABB (gamme S2C-CM, F2C-CM et DS2C-CM) ou



—
05 Exemple de tableau de bord intuitif offrant une visibilité totale du contrôle-commande SCU100.

—
06 Connectivité et compatibilité garantissent une exploitation fiable et rapide des modules d'E/S.



06

des déclencheurs shunt auxquels se prête tout particulièrement le module 2E/2S. Les sorties à contact sec ont besoin d'une alimentation externe (de 24 VCC à 230 VCA) pour commander le dispositif raccordé. Chacune est à isolation galvanique.

... et cybersécurisée

InSite pro M compact a subi une évaluation complète et rigoureuse de la cybersécurité afin de déterminer la surface d'attaque du système et les vecteurs possibles de violation d'accès utilisateur. ABB a pour cela réalisé des tests dans son centre dédié à la cyberdéfense CDEC et son laboratoire de haute sécurité informatique DSAC.

Ceux-ci ont confirmé la robustesse et la résilience des fonctions sécuritaires SCU100 aux attaques de type « tempêtes de diffusion » de paquets sur différentes couches du modèle OSI (entraînant la saturation du réseau), par déni de service et aux vulnérabilités connues des protocoles de communication mis en œuvre.

Ethernet, ARP, ICMP, IP, TCP et UDP ont aussi été soumis à des tests de résistance pour évaluer les éventuelles failles cachées dans les piles logicielles.

SCU100 gère par ailleurs les protocoles HTTPS et SNMPv3, qui utilisent le chiffrement pour sécuriser les transmissions. Équipé d'un pare-feu interne

basé sur un filtre de paquets nftables, le système n'autorise que le trafic entrant et sortant des ports configurés pour les protocoles activés, ainsi que le trafic associé aux connexions établies par SCU100 avec un serveur NTP de synchronisation d'horloge, par exemple. Des mécanismes de contrôle du trafic entrant/sortant par limiteur de débit le protègent également des attaques par déni de service ; tous les paquets invalides sont rejetés avant d'atteindre le service destinataire et de mettre le système en défaut.

L'interface web de SCU100 gère les authentifications et autorisations pour trois types d'accès utilisateur. Des techniques de renforcement (limitation du nombre de tentatives de connexion infructueuses, allongement du délai entre deux

—
Les centres de cyberdéfense ABB ont réalisé des tests exhaustifs pour valider la sécurité informatique du système.

tentatives, par exemple) visent à déjouer les éventuelles attaques par force brute, qui consistent à craquer le mot de passe d'accès à une application web. Autre parade : les mises à jour logicielles sont protégées par un mot de passe du compte administrateur. L'image du client est fournie avec



—
07 Tableau secondaire équipé du système InSite pro M compact®.

sa signature, elle-même vérifiée sur l'appareil en cours de mise à jour ; c'est l'assurance qu'aucune image déformée, modifiée ou infectée par un virus ne sera installée.

Souplesse d'intégration aux systèmes de cloud tiers

Depuis la version logicielle 1.1.0, l'unité de contrôle-commande SCU100 est dotée d'une interface REST API et d'un VPN (réseau privé virtuel) qui maximise la sécurité des échanges. Il est ainsi possible de connecter plusieurs unités à un seul point d'accès avec un serveur VPN installé chez le client. Les informations transitent dans un « tunnel » chiffré, établi entre les unités et un serveur implanté en différents endroits.

La passerelle API REST d'Insite Pro M est conçue pour faciliter l'intégration du système à un cloud client. L'application, déployée dans la plate-forme cloud (disponible à la demande sous forme d'image de conteneur Docker), sécurise l'accès aux unités de contrôle-commande. La passerelle se charge de récupérer les données des unités à l'aide de demandes préprogrammées RESTful et d'en restituer les résultats au format JSON (JavaScript Object Notation).

Cette technique d'intégration a été testée avec succès auprès de partenaires ABB et déployée dans des applications de sous-comptage pour regrouper les données de centrales photovoltaïques et de collectivités, les agréger et les stocker dans des chaînes de blocs tierces.

Encore plus avec ABB Ability™ Energy and Asset Manager

InSite pro M compact s'intègre aujourd'hui à la nouvelle plate-forme cloud de gestion de l'énergie et des actifs ABB Ability Energy and Asset Manager. La connexion s'effectue par la nouvelle passerelle IoT Ekip E-Hub 2.0 ou la passerelle ABB Ability Edge Industrial ainsi que l'outil de mise en service Ekip Connect ou le service d'accès au cloud Ability Energy and Asset Manager. Il est alors possible de visualiser les données InSite sous forme d'éléments graphiques illustrant les mesures relevées par les capteurs. Cette solution convient aussi bien aux sites industriels de petite et moyenne taille qu'aux installations tertiaires (centres commerciaux, datacenters) avec, à la clé, jusqu'à 30 % d'économies sur la facture énergétique et 40 % sur le budget de maintenance [2].

Lancement planétaire et débouchés commerciaux

Lancé en 2020, le système InSite pro M compact fait résolument entrer l'offre ABB de gestion de la distribution secondaire et terminale dans l'ère numérique. Avec un système totalement intégré permettant la transparence de l'interaction homme-machine, la collecte d'informations et la commande sécurisée de tous les principaux composants électriques d'un tableau de distribution →07, ABB réussit à mettre en phase les objectifs d'optimisation des actifs et de durabilité.

—
InSite pro M compact gère les flux énergétiques et les actifs de toute la distribution électrique secondaire.

Fort d'un succès commercial grandissant, InSite pro M compact® a été déployé dans plusieurs applications et configurations innovantes : solutions de chaînes de bloc pour les copropriétés souhaitant gérer le comptage et la facturation de leur autoproduction d'électricité solaire ; surveillance des performances électriques et sécurité renforcée dans les datacenters ; suivi et analyse des consommations dans les télécoms.

Évolutive, flexible et transparente, la gamme InSite pro M compact permet aux clients de gérer durablement les flux et actifs de leur réseau de distribution secondaire, dans le respect des normes de cybersécurité et principes d'utilisation écoresponsable des ressources énergétiques. •

Bibliographie

[1] Nielsen, J., « 10 Usability Heuristics for User Interface Design », Nielsen Norman Group, disponible sur : <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristic/>, 24 avril 1994.

[2] ABB offers innovative integrated energy and asset management as Software-as-a-Service, communiqué de presse ABB, disponible sur : <https://new.abb.com/news/detail/68793/abb-offers-innovative-integrated-energy-and-asset-management-as-software-as-a-service/>, 19 octobre 2020.



ABB, ÉTERNEL PIONNIER

Azipod® : 30 ans de puissance propulsive sous les mers

L'année 1991 marque une révolution dans le transport maritime, aussi remarquable que silencieuse : ABB lance le premier système de propulsion électrique azimuthal sans engrenage, Azipod®.



Michelle Kiener
ABB Review
Zurich (Suisse)

michelle.kiener@
ch.abb.com

La propulsion électrique en nacelle, ou « pod », repose sur un moteur à courant alternatif, le plus simple de tous, qui ne nécessite pas d'oxygène pour fonctionner et ne génère aucun rejet. Affranchi des besoins en oxygène et des rejets polluants, le moteur peut se loger presque n'importe où sur le navire mais aussi, et c'est l'atout d'Azipod®, sous la coque →01.

Dans le seul segment des navires de croisière, les unités Azipod® ont cumulé plus de 20 millions d'heures de fonctionnement avec un impressionnant taux de disponibilité de 99,9 %, tout en économisant près d'un million de tonnes de carburant depuis leur première installation il y a 25 ans.

Briser la glace... et les records

Le premier à tester la propulsion Azipod® fut un navire d'assistance aux brise-glaces finlandais. Un « baptême de plongée » qui confirma les remarquables performances de la solution. Puis ce fut au tour d'un supertanker équipé d'Azipod® de fendre l'océan avec une maniabilité exceptionnelle, sous le regard médusé de la communauté maritime du monde entier ; il n'en fallait pas plus à ABB pour se lancer à la conquête des croisiéristes et de bien d'autres types de navires.

01 Deux propulseurs Azipod® prennent place sous le brise-glace Polaris.



02

De nos jours, Azipod® permet de naviguer en sécurité dans une banquise pouvant atteindre 2,1 m d'épaisseur →02. Pour accomplir une telle prouesse, les navires progressent « poupe en tête » : autrement dit, ce n'est pas l'étrave mais l'hélice qui se fraye un passage en broyant la partie immergée de la glace. L'opération provoque un important brassage d'eau qui s'écoule le long de la coque, faisant avancer le navire en silence et en douceur.

Le premier croisiériste à inaugurer la solution ABB fut le paquebot Elation de la compagnie Carnival, au milieu des années 1990. Le système surclasse déjà la concurrence par une excellente manœuvrabilité qui permet de diminuer de moitié le rayon de giration du navire, tout en offrant aux passagers un confort d'exception.

En 1997, trois Azipod® commandés par l'armateur américain Royal Caribbean embarquent sur le plus grand paquebot de l'époque, Voyager of the Seas. Dans son sillage, d'autres géants des mers mettent le cap sur la solution ABB, saluée pour ses performances et sa fiabilité inégalées. Placer le moteur sous la coque fait gagner en souplesse de conception et libère de l'espace pour les cabines, la cargaison et autres éléments du navire →03.

La propulsion Azipod® permet également de réduire les nuisances sonores et vibratoires à bord, améliorant le bien-être des passagers et des membres d'équipage. Des progrès

manifestes, qui font toute la différence lors des manœuvres au port ou en zone confinée.

—

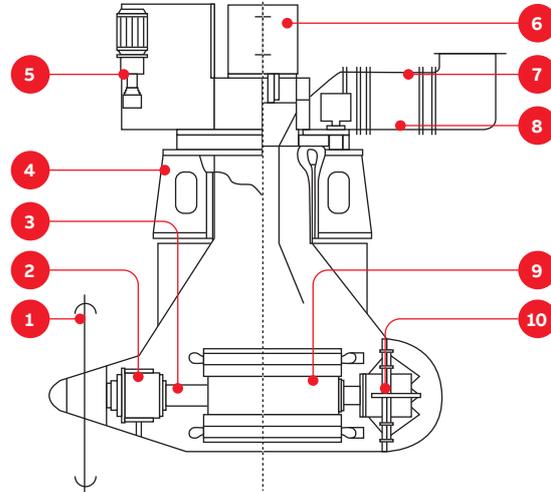
La propulsion Azipod® permet de gagner en rendement propulsif et en performance hydrodynamique tout en diminuant la consommation de carburant.

Plusieurs facteurs y concourent, comme l'absence d'engrenages, généralement bruyants, et installation du moteur dans une nacelle orientable montée sous le navire.

Azipod® peut pivoter sur 360°, ce qui accroît la manœuvrabilité des navires et permet même aux plus gros d'entre eux d'accoster dans des ports où les cercles de giration sont limités. Qui plus est, la propulsion Azipod® dope le rendement propulsif et les performances hydrodynamiques du navire tout en réduisant la consommation de carburant (jusqu'à 20 % par rapport à une transmission classique à ligne d'arbre). Autant de caractéristiques qui ont fait d'Azipod® le numéro un du marché de la propulsion des plus grands palaces flottants, comme le Symphony of the Seas et ses trois unités d'une puissance de 20 MW.

—
02 La propulsion Azipod® permet de naviguer en toute sécurité dans des banquises de deux mètres d'épaisseur.

—
03 Organes constitutifs de la propulsion Azipod®



PRINCIPAUX CONSTITUANT D'UN AZIPOD®

- 1 Hélice à pas fixe
- 2 Paliers et joints d'arbre
- 3 Ligne d'arbre
- 4 Bloc d'installation
- 5 Direction hydraulique
- 6 Collecteur tournant (transmission puissance/données)
- 7 Ventilation
- 8 Refroidissement par air
- 9 Moteur électrique
- 10 Palier

TECHNOLOGIE AZIPOD®

Pour avoir une idée de son impressionnante robustesse et de sa grande souplesse de navigation, sachez que la propulsion Azipod® a été conçue pour fendre des blocs de glace de plus de deux mètres d'épaisseur, tout en gardant pour mission première de mener à bon port ses passagers, la plus précieuse cargaison qui soit !

La propulsion électrique en nacelle, ou « pod », repose sur un moteur à courant alternatif à simple ou double bobinage, le plus simple de tous, qui ne nécessite pas d'oxygène pour fonctionner et ne génère aucun rejet. Énergie et propulsion sont assurées par un moteur à aimants permanents commandé par un convertisseur ABB refroidi à l'eau. À cette technologie éprouvée s'ajoute une commande directe DTC, offrant une régulation précise de la vitesse et du couple moteur sans retour codeur.

Le moteur électrique peut être monté presque partout sur le navire ou à l'extérieur, plus précisément dans le cas d'Azipod®, sous la coque. L'hélice est alors directement accouplée au moteur, sans réducteur ni longue ligne

d'arbre. Le moteur est piloté par un convertisseur de fréquence qui produit 100 % du couple nominal dans toutes les directions et sur toute la plage de vitesses, y compris à l'arrêt. Il est aussi possible d'utiliser un surcouple, notamment pour les brise-glaces.

Orientables à 360°, moteur et hélice peuvent diriger le navire tous azimuts, conférant à la propulsion Azipod® sa maniabilité légendaire. La motorisation électrique minimise les nuisances acoustiques et vibratoires, au profit d'une conduite plus souple et plus silencieuse, dans le respect de la réglementation internationale sur le bruit rayonné sous-marin.

La sécurité n'est pas en reste : à la différence des appareils propulsifs à ligne d'arbre classique, Azipod® garantit la maîtrise du pilotage en situation d'urgence et l'immobilisation du navire en moitié moins de temps.

2001 voit l'inauguration d'une nouvelle version de propulseur dédiée aux plates-formes en mer et autres navires de type transbordeurs : Compact Azipod®. Sa puissance échelonnée de 1 à 5 MW satisfait à la demande croissante de maniabilité et de réduction des coûts de fonctionnement.

Ferry formidable

En 2020, ABB fournit un système Azipod® au Viking Glory, dernier-né de la compagnie finlandaise Viking Line →04 appelé à devenir, selon son PDG Jan Hanses, « le transbordeur le plus écoproformant de la Baltique, si ce n'est du monde entier ».

Pour convaincre l'armateur, ABB installa son système de propulsion sur un modèle virtuel du navire et invita le capitaine à le tester sur simulateur pour comparer ses performances à celles d'un ferry classique. Verdict : le capitaine fut capable de gagner 30 minutes sur le temps de manœuvre au port, ce qui permit d'abaisser la vitesse de navigation et, par la même occasion, la consommation de carburant.

La même année, la gamme Azipod® s'enrichit d'une offre moyenne puissance (7,5-14,5 MW) taillée pour les propriétaires et exploitants de ferries, gros navires de construction offshore,

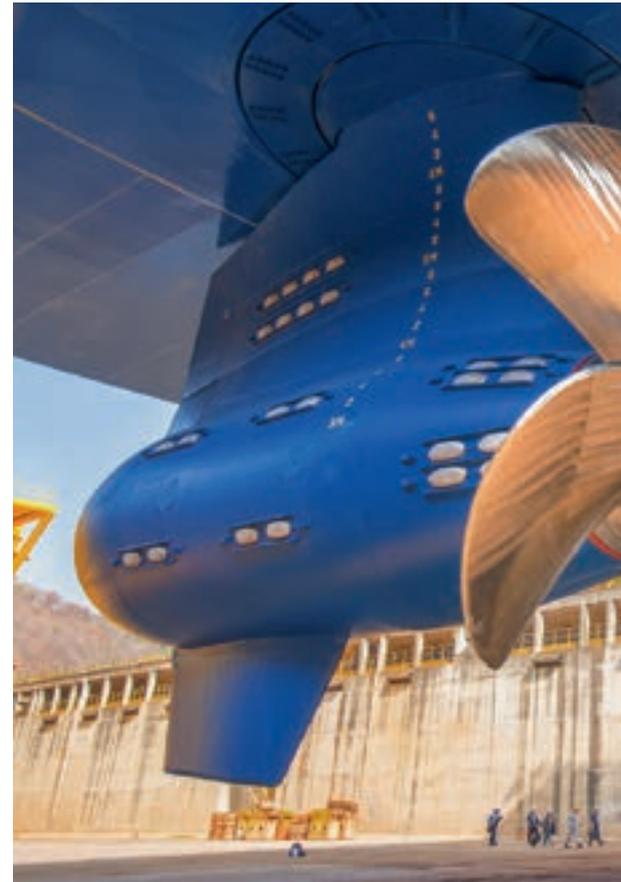
Les Azipod® sont jusqu'à 95 % recyclables.

croisiéristes de moyen tonnage et pétroliers navettes. Conçus pour les faibles hauteurs sous barrot, les Azipod® peuvent se loger sous la cale réservée aux véhicules. Ce sont autant de mètres carrés gagnés sur le pont et de manœuvres automobiles facilitées !

Aujourd'hui, plus de 25 types de navires différents font appel à la technologie Azipod®, des paquebots aux cargos, en passant par les brise-glaces et les méga-yachts.

De l'usine au chantier naval

Azipod® est produit dans trois usines, dont deux en Finlande (Helsinki et Hamina), pour les systèmes de propulsion et de direction des plus gros modèles →05, et une en Chine (Shanghai), consacrée depuis dix ans aux unités compactes.



04

Ces sites sont exemplaires de propreté et de sécurité. Les unités géantes sont transportées d'un poste à l'autre de la chaîne de production sur des chariots à coussin d'air. Avec leur tour haute de plusieurs étages, les nacelles s'apparentent à des sous-marins ultralégers glissant sans bruit au milieu de l'usine.

Chaque Azipod® arrive au chantier naval entièrement assemblé, prêt à s'encastrier dans la coque. Son montage est l'affaire de quelques jours, à peine une ou deux semaines avant le lancement du navire ; un record quand on sait que la construction d'un gros paquebot peut prendre plus de deux ans.

Des horizons prometteurs

Jusqu'à 95 % des matériaux utilisés dans la production des Azipod® sont recyclables : de quoi satisfaire pleinement à l'objectif de durabilité qui guide le développement et le déploiement de cette remarquable technologie ABB.

Une étude indépendante réalisée en 2019 a montré que la propulsion Azipod® pouvait aider les propriétaires de ferries à économiser près de 2 millions de dollars de carburant par navire



et par an tout en réduisant les émissions de CO₂ d'environ 10 000 tonnes [1], soit autant que ce que rejettent chaque année 2200 voitures de tourisme.

Azipod® est le fruit d'une démarche ABB d'innovation et de progrès continus dans la propulsion marine. Les performances du système permettent aux armateurs d'investir aujourd'hui pour anticiper les solutions de demain. Preuve en

—
 La technologie Azipod® ne cible pas seulement les nouveaux navires mais peut aussi remplacer le traditionnel système de ligne d'arbre.

est l'alimentation électrique qui peut provenir de différentes sources d'énergie, y compris des batteries et piles à combustible, voire être conçue pour s'adapter à tout autre forme d'énergie encore à découvrir.

La technologie Azipod® ne vise pas seulement les nouveaux navires mais s'adapte aussi à l'existant pour se substituer au traditionnel système de ligne arbre. À la clé : une plus grande durabilité, des rendements accrus et des ressources optimisées.

D'une puissance de 1 à 22 MW, la solution ABB n'a cessé de se perfectionner ces 30 dernières années pour économiser le carburant, réduire les émissions, améliorer la souplesse, la précision et les performances de navigation. À la plus grande satisfaction des passagers, de l'équipage et du capitaine ! Bien armée pour relever les défis de la navigation durable, la propulsion Azipod® est promise à un bel avenir. Alors, « machine avant toute ! ». •



05

—
 04 Implantation d'un Azipod® dans la coque du ferry Viking Glory

—
 05 Construction à l'usine d'Helsinki (Finlande)

—
Bibliographie

[1] Deltamarin Ltd., *Report for Project 7107: Marine Study on Azipod M®* –

Comparison of Azipod and diesel-mechanical shaftline propulsion systems, 5 juin 2018.



LE MOT DU MOMENT

Navigation autonome

Alors que le transport maritime se veut de plus en plus automatisé et « intelligent », il est bon de revenir sur la notion de navire autonome, ses perspectives d'avenir et ses limites.



Capitaine Eero Lehtovaara
Head of Regulatory Affairs
ABB Marine & Ports
Helsinki (Finlande)

eero.lehtovaara@
fi.abb.com

Dans le fret maritime international, les prochaines décennies devraient être marquées par une autonomisation croissante des navires, gage de sécurité, d'efficacité et de productivité au quotidien pour l'équipage, où qu'il soit. Mais qu'en est-il réellement ?

Autonome... mais pas seul

Soulignons d'abord que la vision d'un navire sans équipage reste encore pour quelque temps une chimère : qui dit autonome ne dit pas forcément sans hommes sur le pont !

En effet, si la navigation autonome est appelée à révolutionner le secteur maritime, ce n'est pas en remplaçant les humains mais en augmentant leurs capacités cognitives pour améliorer la conduite du navire.

Prenons l'exemple de l'officier de quart chargé de la sécurité du navire et de la vigie sur le pont. Il doit faire face à la fatigue et à l'ennui inhérents à sa tâche, mais aussi à une visibilité amoindrie par l'obscurité, le brouillard ou le mauvais temps. Dans pareilles circonstances, des systèmes autonomes, notamment des caméras et des capteurs, pourraient améliorer considérablement la connaissance de la situation fournie par le radar, réduisant charge de travail, stress et contraintes, au profit d'une sécurité renforcée.

Vide juridique

Pour presque tous les types de navires, la technologie est déjà opérationnelle. Par exemple, le système innovant de pilotage automatique ABB Ability™ Marine Pilot Control optimise la réactivité, l'efficacité et la sécurité à bord dans toutes les conditions d'exploitation. La commande par joystick permet notamment de manœuvrer en toutes circonstances, y compris à l'accostage. Cette automatiser de la navigation allège la charge de travail et simplifie la manœuvre ; l'officier de pont peut alors se concentrer sur la conduite et le positionnement du navire.

Reste une lacune : l'absence de réglementation, qu'elle relève de l'Organisation maritime internationale (OMI) ou, à l'échelle locale, des collectivités territoriales. ABB collabore étroitement à son élaboration avec les grandes entreprises industrielles et les instances de décision. Établir un consensus sur les définitions et poser un cadre réglementaire solide au sein du secteur est essentiel pour accompagner le progrès technologique.

Vers l'autonomie, étape par étape

L'autonomisation doit être progressive, en commençant modestement puis en montant en puissance de manière à vérifier le bon fonctionnement de chaque jalon technologique avant de

s'attaquer au suivant. Dans cette optique, ABB a consacré un livre blanc au concept « B0 » de pont laissé sans surveillance dans certaines conditions et à certains moments, qui permettrait à l'équipage de mieux organiser ses plages de travail en eaux libres. Les activités fastidieuses seraient évitées au profit de tâches plus utiles, les automatismes maintenant le cap et surveillant les dangers potentiels.

Dans le transport côtier et hauturier, de tels navires partiellement autonomes n'attendent plus que l'adoption de réglementations adaptées. Parallèlement, le pilotage des remorqueurs et autres navires de servitude serait téléassisté

Autonomie ne signifie pas absence d'équipage.

depuis le port, sur le modèle du contrôle aérien. Enfin, des navires entièrement autonomes pourraient assurer le transport de marchandises sur de courtes distances ou la traversée en ferry entre deux points fixes.

Feuille de route

La prochaine génération de navires sera électrique, numérique et connectée, dans un secteur de plus en plus tourné vers les nouvelles sources d'énergie et l'autonomisation des opérations. Même si les activités sont appelées à évoluer, le capitaine et son équipage resteront maîtres à bord, secondés par les automatismes. Ainsi la technologie des navires du futur, fondée sur le numérique, garantira-t-elle une transformation efficace du secteur, pour une exploitation véritablement collaborative et automatisée. ●

RECEVOIR ABB REVIEW

S'abonner

Contactez votre correspondant ABB ou souscrivez en ligne sur www.abb.com/abbrevreview.

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/abbrevreview.



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

PUBLICATION ABB

Rédaction

Theodor Swedjemark
Head of Corporate Communications

Bernhard Eschermann
Chief technology officer,
ABB Process Automation

Amina Hamidi
Chief technology officer,
ABB Electrification

Adrienne Williams
Senior Sustainability
Advisor

Reiner Schönrock
Technology and Innovation

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

Édition

ABB Review est publiée par le Groupe ABB.

ABB Ltd.
ABB Review
Affolternstrasse 44
CH-8050 Zurich
(Suisse)
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 ©2021
ABB Ltd.
Zurich (Suisse)

Impression

Vorarlberger
Verlagsanstalt GmbH
6850 Dornbirn/Austria

Maquette

Publik. Agentur für
Kommunikation GmbH
Ludwigshafen (Allemagne)

PAO

Indicia Worldwide
Londres
(Royaume-Uni)

Traduction française

Cléa Blanchard
clea.blanchard@gmail.com

Avertissement

Les avis exprimés dans la présente publication n'engagent que leurs auteurs et sont donnés uniquement pour information. Le lecteur ne devra en aucun cas agir sur la base de ces écrits sans consulter un professionnel. Il est entendu que les auteurs ne fournissent aucun conseil ou point de vue technique ou professionnel sur aucun fait ni sujet spécifique, et déclinent toute responsabilité sur leur utilisation.

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

ISSN: 1013-3119

abb.com/abbrevreview





01|2021

Moteur de connaissances

À la une de l'innovation 2021

08 Innovations ABB

Au cœur de la technologie

24 L'union fait le progrès
28 Accélérateur pour l'IA industrielle
30 La 5G au service de l'industrie
37 Gestion d'énergie avec Ekip UP
42 Informatique quantique

Productivité

50 Suivi d'état amélioré
54 Repousser les limites de la mesure
60 Automatiser le génie des procédés
66 La dynamique MP³C
74 Assemblage robotisé dans l'automobile

Le mot du moment

78 Golden batch



02|2021

Machines intelligentes

Machines intelligentes

08 Programme Digital Lighthouse
14 Détection d'anomalies autonome
18 Machines et robots
22 Intelligence artificielle explicable
24 Intégration commande de machine-robotique
31 Analytique des procédés batch
36 Technologies à visage humain

Instrumentation et analytique

40 Détecter pour savoir et anticiper
46 Services numériques pour analyseurs de gaz

Énergie active

52 Labo virtuel à haute tension
58 Le transport s'électrifie
62 Disjoncteur communicant Tmax XT
68 Connectique ReliaGear® neXT et SB
72 La coupure d'arc s'affranchit du SF₆
78 Capteurs à bobine de Rogowski

Le mot du moment

82 Matériaux intelligents



03|2021

Numérique et connectivité

Actifs numériques

- 08 ABB Ability™ Genix
- 14 Partenaires en réalité augmentée
- 20 Le jumeau numérique
- 26 Un jumeau numérique orienté produit
- 32 Maintenance prédictive hybride

Productivité

- 42 Moteurs synchrones à réluctance IE5
- 46 Nouveaux cobots ABB
- 52 Mue numérique en métallurgie

Connectivité

- 60 Ethernet-APL et OPC UA
- 68 Nouveau disjoncteur ABB
- 74 Navires et ports écologiques

Le mot du moment

- 78 Simulation multicorps



04|2021

Logistique

La recherche à l'honneur

- 06 Prix Hubertus von Grünberg

Logistique

- 10 ACOPOS 6D
- 16 ACS880 avec fonction anti-oscillation
- 26 ABB mySpareParts
- 32 Fouille de workflow
- 38 Électrification minière
- 44 Surveillance des émissions marines
- 48 Recherche sur la pile à hydrogène
- 50 Optimiser le stockage
- 54 Solution SYMS

Performance et productivité

- 60 ABB Ability™
- 62 Domotique ABB
- 66 InSite pro M compact®

ABB, éternel pionnier

- 74 Azipod®

Le mot du moment

- 80 Navigation autonome

Dans le numéro 01/2022
Inspiration technologique

Quelle sera le principal axe d'innovation dans les prochaines années ?

L'écoperformance ? La réduction des déchets ? Qui remportera la bataille du stockage de l'énergie : la batterie, l'hydrogène, ou une technologie encore inconnue ? Comment évolueront les technologies de conversion, de transformation et d'acheminement de l'énergie ? Autant de questions auxquelles vous trouverez des éléments de réponse dans le prochain numéro d'ABB Review.