

# review

L'UNE DES PLUS ANCIENNES  
REVUES SPÉCIALISÉES DU MONDE  
ENCORE EN PUBLICATION

04|2022 fr

## Connexions

—  
06–33 Alimentation et protection

34–45 Agroalimentaire

46–65 Hydrogène





Prendre la température



L'énergie au régime

Décarboner  
l'avenir



---

## 05 Éditorial

---

## Alimentation et protection

- 08 **Alimenter la durabilité**  
Produits ABB ayant obtenu le PEP Ecopassport®
- 14 **Unique en son genre**  
SACE Infinitus pour l'avenir de la distribution électrique
- 20 **Les joints du futur**  
Étude du système d'étanchéité de la propulsion Azipod®
- 28 **Prendre la température**  
Relais intelligent de surveillance de la température

---

## Agroalimentaire

- 36 **L'énergie au régime**  
L'efficacité énergétique, grâce au comptage et à la surveillance intelligents
- 42 **Des mains sûres**  
Sécurité intelligente pour l'industrie de l'agroalimentaire

---

## Hydrogène

- 48 **Décarboner l'avenir**  
L'hydrogène pour optimiser les applications
  - 54 **Molécule secrète**  
Comment les technologies de détection d'ABB garantissent la pureté et la sécurité du H<sub>2</sub>
  - 60 **Production d'hydrogène**  
Des blocs d'alimentation de pointe pour les électrolyseurs
  - 64 **Le courant passe !**  
Deux usines américaines vont produire 60 tonnes d'hydrogène vert par jour
- 
- 66 **Tendances du lectorat**  
Résultats de l'enquête 2022 auprès des lecteurs

---

## Le mot du moment

- 68 **6G**
- 
- 69 **Recevoir ABB Review**
  - 69 **Publication ABB**

- 
- 70 **Index 2022**

### Traductions d'ABB Review

En raison de la très faible distribution de la revue ABB Review en français et en espagnol, l'entreprise a décidé qu'à partir du numéro 1/2023, ABB Review serait proposé en anglais, allemand et chinois uniquement.

Les éditeurs remercient les lecteurs des langues dans lesquelles nous allons cesser de publier pour leur loyauté et ils ne doutent pas que nombreux seront ceux qui pourront continuer à lire et à soutenir ABB Review dans une autre langue.

Pour vous inscrire à ABB Review, rendez-vous sur [abb.com/abbreview](http://abb.com/abbreview).

---

## Connexions

**Sans connectivité, les systèmes intégrés dans un monde interdépendant seraient impossibles. Cette édition d'ABB Review se penche sur la création de certaines de ces connexions et sur la manière dont elles deviennent plus intelligentes et fournissent de meilleurs résultats.**

**Si vous souhaitez recevoir un e-mail à chaque parution d'ABB Review, abonnez-vous à la publication papier gratuite ou consultez facilement les articles, en ligne, en visitant [abb.com/abbreview](http://abb.com/abbreview).**

---

ÉDITORIAL

# Connexions



Chers lecteurs,

Les processus industriels reposent sur différents types de connectivité. Ils ont besoin d'énergie pour les alimenter, de données pour les diriger et de personnes pour les entretenir, les contrôler et les exploiter. Si l'une de ces connexions est interrompue ou défaillante, cela peut être coûteux et entraîner des dommages susceptibles d'être catastrophiques.

Pour l'alimentation, les algorithmes de protection sont de plus en plus sophistiqués. Ils garantissent la continuité de l'alimentation, protègent les personnes et les équipements et optimisent l'efficacité énergétique. Ils sont de plus en plus utilisés dans la chaîne de valeur, depuis la fabrication jusqu'au recyclage, en passant par l'exploitation.

Cette édition d'ABB Review se penche sur les connexions dans des contextes industriels types, ainsi que dans des situations plus inhabituelles, telles que le transport maritime et la production et livraison d'hydrogène.

Bonne lecture,

Björn Rosengren  
Directeur général du groupe ABB



# Alimentation et protection





La distribution et l'utilisation de l'énergie reposent sur des connexions qui rassemblent les parties individuelles pour qu'elles fonctionnent comme un tout. Ces connexions englobent, entre autres, la fourniture d'alimentation, les liens de données, la surveillance et l'analyse. ABB combine les technologies matérielles et numériques les plus récentes pour permettre aux utilisateurs de rendre leurs systèmes plus sûrs et plus durables.

- 08 **Alimenter la durabilité**  
Produits ABB ayant obtenu le PEP Ecopassport®
- 14 **Unique en son genre**  
SACE Ininitus pour l'avenir de la distribution électrique
- 20 **Les joints du futur**  
Étude du système d'étanchéité de la propulsion Azipod®
- 28 **Prendre la température**  
Relais intelligent de surveillance de la température



—  
PRODUITS ABB AYANT OBTENU LE PEP ECOPASSPORT®

# Alimenter la durabilité

Les produits d'alimentation électrique d'ABB disposent maintenant du PEP Ecopassport® qui valide les grandes performances environnementales des produits tout au long de leur cycle de vie. Les clients peuvent donc choisir la durabilité dans leurs produits.



—  
**Alana Tapp**  
**Fabian Keller**  
**Nick Elliott**  
**Jorge Unamo**  
**Erik Solak**  
 ABB Electrification  
 Napier, Nouvelle-Zélande

alana.tapp@  
 nz.abb.com  
 fabian.keller@  
 nz.abb.com  
 jorge.unamo@  
 nz.abb.com  
 erik.solak@  
 nz.abb.com  
 nick.elliott@  
 nz.abb.com

Chez ABB, on ne se contente pas de penser à la neutralité carbone, on la vit [1]. Les secteurs technologiques mondiaux représentent 75 % de la consommation énergétique mondiale et ABB peut aider à réduire les émissions de carbone. ABB réduit son empreinte carbone en continuant sa transition vers les énergies renouvelables et en améliorant son efficacité énergétique en interne. Nous aidons de plus nos clients à réduire leur propre empreinte carbone, sans réduire leur productivité.

Comment ABB peut-il aider ses clients à atteindre leurs objectifs de durabilité ? En s'alliant avec des clients, des fournisseurs et d'autres organisations leaders pour réduire les émissions, ABB travaille activement à appliquer des pratiques

## — ABB applique des pratiques durables dans toute la chaîne de valeur et le cycle de vie de ses produits.

durables dans toute la chaîne de valeur et le cycle de vie de ses produits et solutions. Ces pratiques sont essentielles pour les industries telles que celles de la marine marchande mondiale et des

installations stratégiques, comme les centres de données qui nécessitent d'énormes quantités d'électricité propre et fiable. En réduisant leur empreinte carbone, ils peuvent réduire leur impact environnemental et réduire les coûts énergétiques. En 2021, deux produits d'ABB, SureWave, un convertisseur de fréquence statique (SFC), conçu spécifiquement pour l'industrie de la marine marchande, et l'onduleur moyenne tension (MT) HiPerGuard, conçu pour les centres de données, ont reçu l'accréditation Product Environmental Profile (PEP) Ecopassport® qui valide les performances environnementales des produits tout au long de leur cycle de vie, dans un cadre de référence international [2]. Avec une accréditation de ce genre, ABB permet à ses clients de prendre de meilleures décisions sur la durabilité des produits de conditionnement de l'électricité, à partir de critères établis et confirmés.

### Des partenariats pour la durabilité

Avec PEP, une association de fabricants, d'utilisateurs, d'institutions et d'entreprises, ABB démontre son engagement envers la durabilité et sa capacité à anticiper les législations essentielles [2].

Récemment reconnu membre permanent du sous-groupe Environmental Footprint (EF) de l'Union européenne, PEP applique le programme Ecopassport® qui valide les critères de performances strictes dans l'ensemble du cycle de vie

—  
 01 Les centres de données se développent et ont besoin de plus d'électricité. Cela pose des défis en termes de durabilité.

—  
 02 L'onduleur HiPerGuard MV a été conçu pour répondre aux besoins d'un grand centre de données (disponibilité, performances, efficacité, rapport coût-efficacité, souplesse et extensibilité), en fournissant des fonctions de soutien du réseau, le plus durablement possible, sur tout le cycle de vie.





03

des composants électriques et électroniques d'un appareil de chauffage, ventilation, climatisation (CVC) (fabrication, distribution, installation, utilisation et fin de vie [2]). Répondant aux exigences de fiabilité, transparence, comparabi-

—  
**En 2021, SureWave SFC et l'onduleur MT HiPerGuard ont obtenu l'accréditation PEP Ecopassport®.**

lité et validation des indicateurs de performances environnementales, les produits accrédités sont conformes au programme de durabilité de l'UN et à diverses normes internationales, telles que ISO14025 et ISO14040. L'Ecopassport® est donc un outil important pour aider les clients à choisir des fournisseurs appropriés sur la base de la durabilité.

#### **Des produits de conditionnement de l'énergie récompensés**

En plus de participer au PEP, ABB a obtenu l'accréditation Ecopassport® pour deux produits de conditionnement d'énergie : SureWave

SFC et l'onduleur MT HiPerGuard qui réalisent d'excellents résultats dans leurs industries respectives. Chacun de ces produits permet au client final d'utiliser une électricité plus propre, de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et ses dépenses énergétiques, tout au long du cycle de vie du produit, sans diminuer la fiabilité, la productivité et le rapport coût-efficacité général.

#### **Onduleur MT HiPerGuard**

Les centres de données et autres installations stratégiques ont plus que jamais besoin d'une électricité propre, continue, écoénergétique et fiable, pour réduire toute lourde perte financière ou de performances [3]. Le passage de la basse tension (BT) à la moyenne tension (MT) peut aider à atteindre ces objectifs. La conception MT des gros blocs de charges protégées, les appareillages de commutation moins nombreux et le fonctionnement général des systèmes MT fournissent des résultats plus fiables. De plus, l'installation d'une protection électrique au niveau MT permet d'obtenir la configuration la plus écoénergétique : Avec des courants plus bas, les câbles sont plus petits et les pertes plus faibles [4].

L'onduleur MT HiPerGuard d'ABB qui a reçu la certification Ecopassport® en 2021, est le premier onduleur MT de l'industrie à fournir une alimen-



tation continue et fiable jusqu'à 24 kV, par bloc, pour les installations stratégiques, telles que les centres de données, afin de protéger les serveurs et les charges mécaniques [3].

Cette solution d'onduleur MT, lancée en 2021, atteint la plus haute efficacité énergétique du marché actuel, aidant ainsi les clients dans leurs objectifs de durabilité. HiPerGuard peut atteindre une efficacité énergétique de 98 % (charge allant de 50 % à la pleine charge nominale), et supérieure à 96 % (charge de 25 à 50 %<sup>1</sup>), à une tension maximale de 24 kV, en éliminant les pannes de courant et en réduisant les émissions de carbone. Une telle efficacité énergétique peut permettre de réduire les émissions de carbone de 1 245 tonnes au cours des 15 années de la durée de vie type d'un produit<sup>2</sup>[3].

—  
03 La technologie SureWave SFC peut être appliquée à la marine et aux industries (ex., porte-conteneurs), partout où une conversion est nécessaire.

—  
04 Unité SureWave SFC.

Grâce à ses convertisseurs hautes performances conçus avec la technologie d'électronique de puissance propriétaire d'ABB allée à l'architecture de convertisseur statique à isolation d'impédance (Z) (ZISC), l'onduleur MT HiperGuard régule la tension de sortie, même en cas de problèmes d'alimentation en entrée [5], pour une alimentation continue, régulée et filtrée.



PowerExchanger est une fonctionnalité d'HiPerGuard qui permet à l'onduleur d'interagir avec le réseau pour aider la transition vers une énergie renouvelable. L'HiPerGuard d'ABB présente des capa-

—  
**HiPerGuard traite les problèmes de qualité de l'électricité. Il protège contre les creux et les flèches de tension, les surtensions transitoires, et les coupures de courant.**

cités d'intégration avancées et un large éventail de systèmes d'alimentation de secours (générateurs, générateurs de gaz lents et turbines) [3].

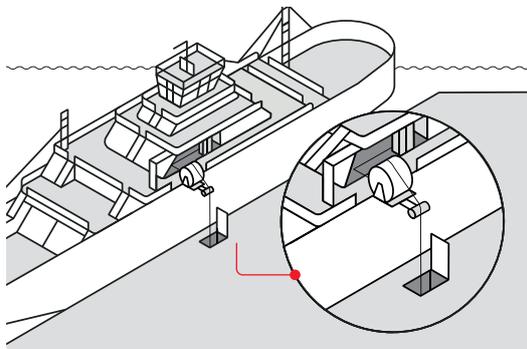
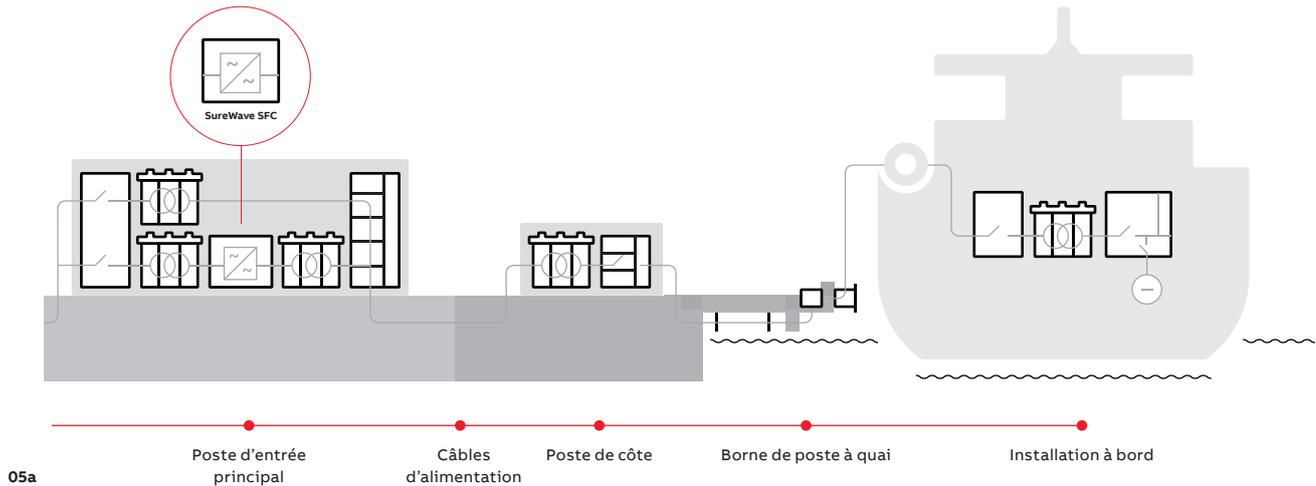
#### **Allier le meilleur de deux mondes**

HiPerGuard a tous les avantages d'un onduleur rotatif dynamique classique, y compris la protection contre les gros problèmes du réseau, et il apporte la souplesse et les capacités associées aux convertisseurs statiques modernes. HiPerGuard est un onduleur moyenne tension hautes performances qui traite les problèmes de qualité d'électricité. Il protège contre les creux et les flèches de tension, les surtensions transitoires et les coupures de courant. Partout, temps d'arrêt et coupures de courant diminuent [5].

En plus d'une efficacité énergétique énorme, des avantages de protection et des capacités d'intégration, l'HiPerGuard est extensible (on peut raccorder jusqu'à 10 onduleurs en parallèle). Cela augmente la capacité générale du système sans le complexifier [4]. De plus, l'HiPerGuard a été conçu pour une disponibilité à long terme du système. Il ne nécessite une maintenance intrusive que tous les sept ans.

#### **Une histoire de confiance**

Avec la certification Ecopassport®, les clients sont sûrs que choisir HiPerGuard, c'est choisir un produit de protection de l'alimentation électrique qui répond aux normes internationales de durabilité (p. ex., ISO14025 et ISO14040) en plus de répondre aux mêmes spécifications élevées



Les navires qui utilisent des générateurs diesel pour le refroidissement, le chauffage, la ventilation, etc., pendant qu'ils sont à quai, sans pouvoir passer à l'alimentation électrique à terre du port, émettent beaucoup de CO<sub>2</sub>, génèrent du bruit et des vibrations dommageables, et les propriétaires risquent d'être pénalisés.

SureWave SFC garantit le passage statique et sans problème de l'alimentation électrique d'un générateur à bord à une source d'alimentation électrique à terre, rendant inutile l'utilisation de générateurs diesel dans le port. Une tâche qui simple si simple est en fait très difficile, car il y a deux fréquences d'alimentation différentes dans le monde, qui changent d'un pays à l'autre. Par exemple, les réseaux électriques en Asie et

que toutes les technologies d'électronique de puissance d'ABB : efficacité et disponibilité élevées, maintenance minimale et bon rapport coût-efficacité.

#### SureWave SFC

Bien que ce soit un moyen économique de déplacer des marchandises sur de grandes distances, la marine marchande émet des gaz à effet de serre (GES) et pollue. Elle représente environ 30 % des émissions mondiales totales de NO<sub>x</sub> et environ 2,6 % des émissions mondiales totales de GES [6]. L'industrie maritime subit des pressions constantes pour réduire son impact environnemental.

Des solutions de conversion de l'électricité plus propres et plus efficaces peuvent aider grandement à réduire les émissions, surtout lorsque les navires sont à quai →03.

Pendant sa durée de vie, le SureWave peut potentiellement réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de l'opérateur d'environ 350 tonnes.

en Europe fonctionnent généralement sur 50 Hz, alors qu'en Amérique du Nord, ils fonctionnent sur 60 Hz. Les navires doivent donc pouvoir convertir la fréquence pour pouvoir utiliser l'électricité à quai →05.

#### Durabilité validée

Tout comme l'HiPerGuard, le SureWave d'ABB a reçu le PEP Ecopassport® car il a obtenu d'excellents résultats pour le convertisseur de fréquence. Cette évaluation mesure l'excellente durabilité environnementale du SureWave sur

— Parmi les applications possibles, on compte l'alimentation à quai, la conversion de la fréquence à bord, les différents raccordements au réseau de fréquence, l'électrification des chantiers navals et des cales sèches, etc.

5a Une illustration d'un raccordement d'alimentation électrique à quai.

5b Une illustration d'un raccordement d'alimentation électrique à terre.

l'ensemble de son cycle de vie, depuis l'usine et la distribution, jusqu'à sa fin de vie, en passant par l'installation et l'utilisation, grâce à ABB. En choisissant la technologie de conversion statique d'ABB, les exploitants de navires peuvent facilement réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub>, les vibrations du navire et la pollution sonore dans le port, sans risque de pénalités liées à l'utilisation de générateurs diesel à quai. Pendant les 15 ans de vie estimés du SureWave, les

— Ces produits permettent au client final d'utiliser une électricité plus propre, de réduire ses émissions de CO<sub>2</sub> et de réduire ses dépenses énergétiques.

propriétaires et exploitants d'un navire peuvent potentiellement réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 350 tonnes et économiser environ 1,4 millions de dollars<sup>1</sup> en coûts opérationnels par rapport aux systèmes rotatifs traditionnels, sur la même durée [6-7].

### Plus souple, plus stable et plus écologique

La capacité de stabiliser la fréquence et la tension permet d'utiliser correctement les équipements sensibles, même lorsque l'alimentation n'est pas correctement régulée. C'est l'un des

avantages par rapport aux systèmes à convertisseur de fréquence rotatifs [7]. De plus, SureWave SFC, comme HiPerGuard est plus souple que ses homologues rotatifs. La conception modulaire du SureWave permet d'atteindre une plus grande puissance avec une puissance installée allant de 250 kVA à 2,25 MVA.

Grâce au contrôleur intelligent, on peut raccorder le SureWave SFC en parallèle avec d'autres sources de tension, comme des générateurs ou des unités multi-SFC. Si nécessaire, le SureWave SFC peut aussi supporter des charges plus importantes (max. 10 MVA) avec plusieurs raccordements de systèmes en parallèle. Le partage de charge parallèle est atteint en utilisant les profils de fréquence et de chute de potentiel programmés dans les convertisseurs [7] →05.

Le SureWave peut être installé sur le navire ou à quai, pour plus de souplesse. C'est le convertisseur de fréquence statique par excellence pour les installations de quai et de chantier naval de petite à moyenne taille et pour les gros navires tels que les yachts ou les pétroliers.

### De meilleures décisions

Avec la certification Ecopassport®, les clients savent non seulement qu'HiPerGuard et SureWave répondent aux critères établis de durabilité, ils peuvent également mieux choisir leurs produits, pour garantir un avenir plus durable, pendant qu'ABB continue son chemin vers la neutralité carbone. •

### Notes de bas de page

<sup>1</sup> En supposant une utilisation à 2 % de charge 25 % du temps, à 50 % de charge 50 % du temps et à 75 % de charge 25 % du temps, sans passer de temps à 100 %, l'efficacité moyenne est de 97,5 %, arrondie à 98 %.

<sup>2</sup> Avec la valeur de référence de 295,8 g de CO<sub>2</sub> par kWh.

### Références

[1] Site Web ABB. « ABB helps society and industry achieve a more sustainable yet productive future ». Disponible sur : <https://global.abb/group/en/sustainability/we-enable-a-low-carbon-society> [Consulté le 19 avril 2022].

[2] PROGRAMME PEP Ecopassport®, « Profil Environnemental de Produits Électriques, Électroniques et de Génie climatique » PEP INSTRUCTIONS générales, 2017, pp. 1–20.

[3] Communiqué de presse ABB, « ABB launches industry

first medium voltage UPS that delivers 98 percent efficiency », 28 septembre 2021. Disponible sur : <https://new.abb.com/news/detail/82620/abb-launches-industry-first-medium-voltage-ups-that-delivers-98-percent-efficiency1> [Consulté le 19 avril 2022].

[4] Site Web ABB. Disponible sur : <https://new.abb.com/ups/systems/medium-voltage-ups/hiperguard> [Consulté le 19 avril 2022].

[5] Domagoj Talapko, « HiPerGuard Medium Voltage Uninterruptible Power Supply », ABB

specification, 2017, pp. 1–5.

[6] A. Tapp et J. Egbers, « Navires et ports écologiques », *ABB Review* 3/2021, pp. 74 – 77.

[7] Brochure produit ABB, « SureWave SFC 250 kVA to 10MVA Static Frequency Converter », Disponible sur : <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2UCD301150-P&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch> [Consulté le 11 août 2022].

[8] Communiqué de presse ABB, « From super yachts to super tankers, SureWave offers clean power in port ». Disponible sur : <https://new.abb.com/news/detail/87376/from-super-yachts-to-super-tankers-surewave-offers-clean-power-in-port> [Consulté le 11 août 2022].



01

---

SACE INFINITUS POUR L'AVENIR DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE

# Unique en son genre

SACE Infitus, solution certifiée tout en un de pointe, donne de nouvelles perspectives de protection pour les réseaux CC d'aujourd'hui et de demain. Si l'on englobe électronique de puissance, mécanique, refroidissement, contrôle, détection et communication, les défis d'isolement et de protection contre les défauts de basse tension prennent une nouvelle envergure.

---

**Antonello Antoniazzi**  
**Thomas Masper**  
ABB Electrification,  
Smart Power  
Bergame, Italie

antonello.antoniazzi@  
it.abb.com  
thomas.masper@  
it.abb.com

**Pietro Cairoli**  
ABB Electrification,  
Corporate Research  
Raleigh, SC, États-Unis

pietro.cairoli@  
us.abb.com

**Thorsten Strassel**  
ABB Electrification,  
Smart Power  
Baden, Suisse

thorsten.strassel@  
ch.abb.com

Alors que la transformation électrique bat son plein et va s'étendre, les efforts pour atteindre la neutralité carbone s'intensifient. Les solutions CC seront sans doute de plus en plus importantes

---

Les solutions CC permettent d'électrifier diverses charges, stimulant ainsi l'intégration de systèmes renouvelables.

dans les systèmes de distribution d'électricité, en particulier pour les systèmes à basse tension (BT). Très efficaces par rapport aux solutions CA, les solutions CC permettent d'électrifier diverses

charges (transport, automatisation industrielle, etc.). Cela stimule l'intégration de systèmes renouvelables et la mise en place de systèmes de stockage de l'énergie dans le réseau [1].

Source d'avantages économiques dans diverses applications, la technologie CC présente un fort potentiel de croissance, surtout grâce à une efficacité supérieure et des coûts énergétiques réduits, améliorés par le stockage d'énergie à couplage CC. Plus efficaces, les solutions d'applications CC sont de plus en plus utilisées pour les transports maritimes →01. Et pourtant, l'isolement et la protection contre les défauts adéquats restent difficiles à atteindre.

Les principaux défis viennent de la faible inductivité des applications CC à haute puissance,

—  
01 La distribution CC devient de plus en plus populaire dans le secteur des transports maritimes, qu'il s'agisse de navires de croisière (photo) ou de porte-conteneurs.

—  
02 De l'organisation IGCT bidirectionnelle traditionnelle au nouveau RB-IGCT de SACE Infnitus.

—  
03 Comparaison de perte du RB-IGCT par rapport aux autres semi-conducteurs [7].

combinée à un stockage d'énergie haute puissance à couplage direct. En cas de court-circuit, en raison de la faible inductivité (et de la faible résistivité), le courant de défaut augmente beaucoup plus vite que dans les applications CA : plusieurs microsecondes ou moins, ce qui est très difficile à gérer pour un disjoncteur type. Pour limiter et éliminer le courant de défaut, l'appareil doit rapidement générer une contre-tension correspondant, au moins, à la tension de service nominale du système. Les systèmes CC et CA à disjoncteurs électromécaniques utilisent des mécanismes de coupure d'arc pour diviser, refroidir et dissiper l'énergie d'arc générée, via une boîte de soufflage. C'est une interruption de courant appropriée dans la plupart des cas, mais elle nécessite des dizaines de millisecondes pour supprimer un défaut, ce qui est trop lent pour ces applications CC émergentes.

À la place, des disjoncteurs à semi-conducteurs (SSCB) utilisent des semi-conducteurs de puissance fonctionnant à la microseconde près, pour atteindre la coupure requise et permettre une interruption de courant ultra-rapide et sûre appropriée pour le courant en CC qui augmente rapidement [2-3].

Pour permettre l'utilisation des systèmes électriques CC du futur et donc une transition énergétique durable, ABB a développé SACE Infnitus, un disjoncteur à semi-conducteurs

unique, un appareil tout en un de pointe qui résout ces problèmes d'isolement et de protection contre les défauts [1].

**RB-IGCT – une solution qui gagne**

Par rapport aux disjoncteurs traditionnels, un problème récurrent de l'utilisation de SSCB était la présence de pertes à l'état passant plus élevées provenant de la chute de tension plus importante dans le semi-conducteur de puissance, par rapport à la résistance généralement faible des

—  
Un isolement et une protection contre les défauts adéquats sont un défi important de l'utilisation d'applications CC dans la marine.

contacts d'un disjoncteur électromécanique. Mis à part l'impact sur l'efficacité, l'augmentation des pertes implique de supprimer la chaleur dissipée. Mais même un système de refroidissement efficace fait augmenter la taille, la complexité et les coûts [3] de façon indésirable.

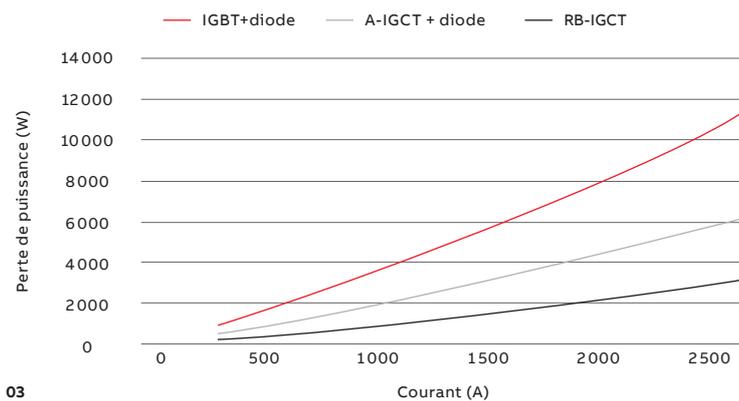
Un transistor bipolaire à grille isolée (IGBT) peut s'activer et se désactiver rapidement, pour une commutation très efficace, et il est très facile à contrôler. Les IGBT sont ce qui se fait de mieux en matière de convertisseurs. Néanmoins, ils présentent des pertes à l'état passant élevées dans les applications de disjoncteurs, ce qui est problématique pour les intensités nominales élevées.

ABB a lancé le thyristor intégré commuté (IGCT) en 1996, dans le contexte des convertisseurs de puissance MT [4]. L'IGCT intègre un circuit d'attaque de grille à faible inductance à une grille entièrement contrôlable. Cela permet au semi-conducteur de conduire le courant avec de très faibles pertes, un peu comme sur un thyristor, et de s'activer et se désactiver comme un IGBT ou un transistor [3-6]. Il s'agit d'une bonne fondation pour un disjoncteur à semi-conducteurs.

SACE Infnitus va encore plus loin. Il utilise un IGCT à blocage inverse (RB-IGCT) spécial qui intègre un thyristor et une diode en série pour protéger contre la tension inverse, le tout dans la même tranche de silicium. Cette intégration dans la tranche entraîne la chute de tension à l'état passant la plus faible du marché. Un second



02



03

RB-IGCT anti-parallèle permet la conduction et la désactivation des courants bidirectionnels →02 [6]. Les pertes de puissance sont réduites de 70 % par rapport à une conduction d'IGBT équivalente →03 [7]. Ainsi, la solution IGCT d'ABB est efficace jusqu'à 99,9 % à 1 kA, 1 kV, par rapport à 99,5 % pour des solutions IGBT →03 [6]. Cela réduit de 70 % les pertes de puissance et l'empreinte carbone associée.

Utilisant cette solution RB-IGCT optimisée, ABB a présenté son concept de disjoncteur à semi-conducteurs révolutionnaire au public au salon de Hanovre en Allemagne, en 2019 [7].

#### Conception tout en un

Bien plus que résoudre les problèmes de développement d'un système de refroidissement et à semi-conducteurs optimal, il faut intégrer. En 2022, ABB a dévoilé le SACE Infnitus révolutionnaire →04 – la solution de protection tout

—  
Présenté en 2022, SACE Infnitus, avec un RB-IGCT optimisé, est une solution de protection tout en un qui résout les problèmes de défauts.

en un de pointe, compacte et facile à installer qui intègre sans problème tous les composants nécessaires (électronique de puissance, mécanique, refroidissement, contrôle, détection et communication). En simplifiant la conception, ABB a visé à réduire les efforts et donc les coûts générés lors du déploiement du produit, plutôt que de choisir une solution composite personnalisée complexe et sensible aux erreurs. Avec SACE Infnitus, espace et logique ne sont plus nécessaires pour coordonner un commutateur externe pour l'isolation galvanique nécessaire pour la maintenance. Cela facilite grandement l'installation et la sécurité et fait baisser les coûts.

Malgré les obstacles importants liés à l'intégration d'une telle variété de technologies, ABB a créé la première solution de disjoncteur à semi-conducteurs de son genre. La conception compartimentée dans un cadre unique réduit

l'encombrement et facilite l'installation, la maintenance et l'entretien du disjoncteur. Le système éprouvé de rack à éléments amovibles est en deux parties mobiles. L'une comprend l'électronique de puissance, avec le refroidissement par liquide intégré et les accouplements à coupure rapide, et l'autre comprend le commutateur pour l'isolation galvanique →04.

De plus, des modules de communication, basés sur l'Ekip d'ABB, peuvent être branchés dessus pour intégrer le SSCB dans des systèmes numériques. Les capteurs de tension et de courant intégrés du disjoncteur permettent de surveiller en continu les paramètres électriques, y compris la puissance.

#### Le refroidissement simplifié

Bien que les pertes de conduction du SACE Infnitus soient beaucoup plus faibles que celles des solutions IGBT, elles ne sont pas négligeables, atteignant environ 3 kW pour un circuit de 2 500 A. Pour maintenir la température de la jonction (là où la température est la plus élevée pendant le fonctionnement) dans la zone de fonctionnement sûr (SOA), le refroidissement intégré est essentiel. Pour un IGCT traditionnel, les bornes de puissance servent également d'interfaces thermiques, pour refroidir le cœur. Cependant, le système de refroidissement doit être isolé, souvent avec un fluide de refroidissement isolant, tel que de l'eau déionisée pour les entraînements motorisés MT, mais le refroidissement à l'eau déionisée peut être difficile à appliquer, car il faut alors ajouter un circuit de purification au système.

Pour résoudre ce problème, ABB a développé une solution innovante pour réduire les problèmes d'espace et de poids, tout en isolant et refroidissant, sans tous les aspects complexes des approches habituelles →04. Dans SACE Infnitus, le concept de gestion thermique est basé sur des plaques froides de nitrure d'aluminium combinant isolement électrique et grande conductivité thermique, pour des propriétés proches de celles de l'aluminium. Ainsi, le liquide de refroidissement peut être un mélange bien connu d'eau et de glycol, ce qui rend inutile l'installation d'un appareil supplémentaire et simplifie l'ensemble.

#### Mise en place d'un dispositif de commande et protection

La commande et protection SACE Infnitus provient d'une unité de déclenchement à

— 04 SACE Infnitus, un appareil tout en un qui intègre refroidissement, protection, inductance, électronique de puissance et commutateur d'isolement en un seul appareil simple à installer. La solution de rack amovible utilise des raccords/libérations électriques et hydrauliques pour le mouvement d'entrée et de sortie.

microprocesseur qui assure la protection conventionnelle 'lente' à longue portée, courte portée, instantanée et de terre des défauts (LSIG), en quelques millisecondes ou secondes, ainsi qu'une protection ultra-rapide contre les courts-circuits en quelques microsecondes →04. De plus, cette commande garantit l'extraction cruciale de l'électronique de puissance et du commutateur d'isolement électromécanique du SACE Infnitus. La mesure ultra-rapide du courant, essentielle, mais difficile à réaliser dans les systèmes CC, nécessitait le développement de transducteurs de courant dédiés utilisant des capteurs à effet Hall à bande passante suffisamment élevée pour séparer les courants transitoires jusqu'à 80 A/μs.

#### En cas d'interruption, l'Infnitus prend le relais

Le SACE Infnitus supprime les défauts en quelques dizaines de microsecondes. Mais comment fait-il ? Dans les systèmes CC où les sources

— La solution de pointe d'ABB supprime les défauts en quelques dizaines de microsecondes, un résultat remarquable.

sont généralement des convertisseurs avec de grandes batteries de condensateurs CC situées à leur sortie →05, un court-circuit sur le bus génère un courant élevé de défaut di/dt qui ne peut pas être traité efficacement par les disjoncteurs électromécaniques standard. En se basant sur une avancée technologique, le système de protection SACE Infnitus résout ce problème →04. Dans ce cas, le temps de coupure est si court que le courant de défaut est normalement interrompu avant de pouvoir atteindre plus de deux fois le

**Déclencheur**

**Contrôleur**

**Unité de protection**

- protections avancées
- analyseur de réseau
- comptage électrique
- communication, etc.

**Électronique de puissance**

- technologie RB-IGCT à faible perte
- système de refroidissement

**Inductance**

- contrôle de di/dt

**Commutateur d'isolement**

- CAT IV
- motorisé

- Cadre amovible ; taille du cadre : jusqu'à 2 500 A
- Tension nominale : 1 000 V CC
- Entièrement bidirectionnel
- Commutation 1p et 2p, isolement 2p
- Protection ultra-rapide contre la surintensité : <25 microsecondes
- Pertes de puissance : 1,3 kW @ 1 kA, unipolaire
- Version amovible/à refroidissement par liquide
- Solution tout en un pour un faible coût total de possession :
  - Protection avancée (puissance, tension, directionnel)
  - Commutateur
  - Isolateur
  - Comptage électrique
  - Connectivité : 7 protocoles de communication
  - Certification IEC 60947-2, DNV-GL

courant nominal. Cette fonction ultra-rapide de limitation du courant agit comme un mécanisme immédiat de déconnexion CC, en cas de défaut. SACE Infnitus peut déconnecter le circuit en environ 20 à 50  $\mu$ s, un résultat remarquable →05. L'énergie inductive du réseau est absorbée dans le faisceau de la varistance à oxyde métallique (MOV) parallèle au semi-conducteur, jusqu'à ce que le courant nul ait été atteint.

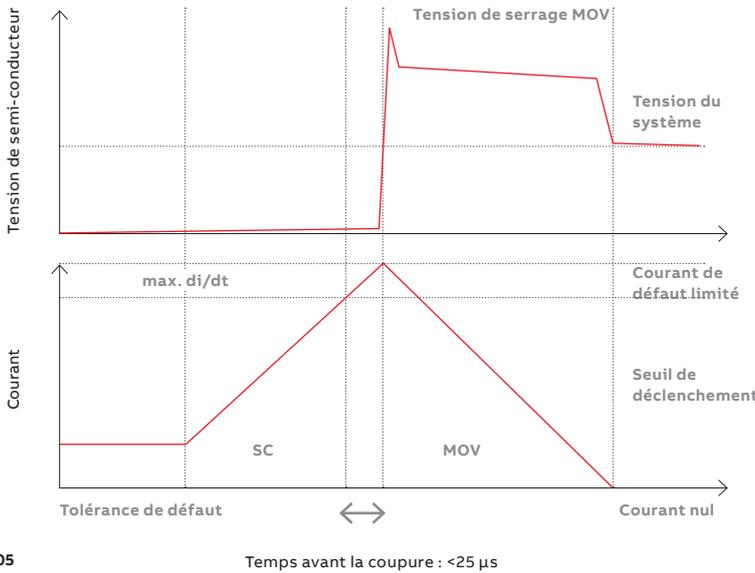
Dans la plupart des installations, le courant de défaut augmente beaucoup plus lentement que le di/dt critique. Le semi-conducteur peut donc fonc-

tionner dans sa SOA. Avec des di/dt de ce type, la capacité d'interruption est presque illimitée. Dans les rares cas où cette limite est dépassée, le SACE Infnitus est doté d'une inductance interne qui limite la di/dt à des valeurs dans la plage de SOA.

**Une solution de protection illimitée, un avantage économique**

Le déploiement du SACE Infnitus en tant qu'appareil de protection hautement intégré signifie :

- un temps de coupure extrêmement rapide, 100 fois plus rapide que les systèmes de protection traditionnels, ainsi qu'une continuité de service maximale
- l'isolement de la zone défaillante, ce qui permet d'éviter l'arrêt de l'ensemble du système
- une exposition à l'énergie d'arc presque nulle, ce qui réduit les risques d'électrification



05

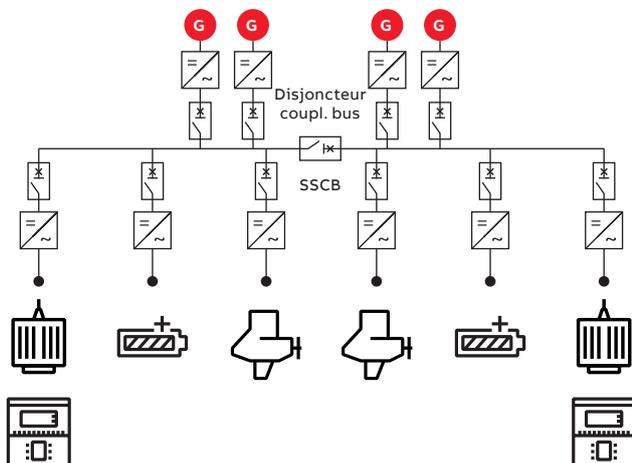
La technologie d'ABB est le premier disjoncteur IEC utilisant la technologie à semi-conducteurs. Ses possibilités sont presque infinies.

- une efficacité énergétique maximale, grâce à la nouvelle technologie de commutation présentant les pertes de puissance les plus faibles de la catégorie des disjoncteurs à semi-conducteurs
- une longévité à la fatigue 100 fois supérieure, une durée de vie électrique extraordinaire, pour répondre aux besoins futurs exigeants des micro-réseaux.

Les clients d'ABB bénéficient ainsi, pendant leur passage à une énergie durable, d'une efficacité totale de leur système, pour un coût total de propriété moindre et une meilleure disponibilité.

**Définir la norme**

Le disjoncteur SACE Infnitus est le premier disjoncteur au monde à être certifié selon IEC 60947-2, car il utilise la technologie d'interruption à semi-conducteurs. Nous travaillons sans relâche pour développer d'autres normes spécifiques. Suite au projet de disjoncteur à semi-conducteurs SACE Infnitus, ABB développe conjointement une nouvelle norme IEC, le projet PT60947-10, pour la technologie de disjoncteur à semi-conducteurs (applications CC et CA). Sa mise sur le marché est prévue pour 2025.



06

—  
05 Principe d'interruption ultra-rapide du courant de défaut utilisant la technologie SSCB.

—  
06 Exemple de réseau de distribution CC dans un navire doté d'un SSCB comme disjoncteur de couplage bus.

### Application marine

La marine a adopté depuis longtemps les réseaux CC à bord, ABB étant à la pointe de cette technologie. De plus en plus de navires sont conçus avec des systèmes de distribution CC qui permettent d'économiser jusqu'à 20 % d'énergie.

L'illustration →06 présente un disjoncteur couplage bus raccordant les sections bâbord et tribord pour optimiser l'utilisation des générateurs. En cas de défaut, le disjoncteur doit protéger les sections, afin d'empêcher une coupure totale et d'assurer la continuité du service en déconnectant

## SACE Ininitus peut générer de nouvelles perspectives pour la construction sûre et économique de réseaux CC.

la section défaillante. Le SACE Ininitus d'ABB excelle dans des situations trop difficiles pour la technologie traditionnelle en raison des courants de court-circuit élevés et qui augmentent rapidement (en quelques millisecondes).

Présentant peu de pertes, sans arc, avec une vitesse d'interruption de courant ultra-rapide, le SACE Ininitus prévient les risques graves aux personnes et équipements. Dans les applications où le courant de défaut n'est pas la seule préoccupation majeure, il protège l'application pour empêcher la tension de bus CC de baisser jusqu'à un niveau auquel le système devient inopérant en raison de la décharge des condensateurs du bus CC. La certification DNV concernant les applications marines sera disponible pour le disjoncteur.

### Vers l'avenir, en CC

Les applications pour le nouveau disjoncteur à semi-conducteurs d'ABB dépassent le secteur du transport maritime et ouvrent la voie à une plus grande durabilité. Ce disjoncteur révolutionnaire affectera l'évolution des systèmes électriques pour le transport terrestre. L'installation, dans le cadre d'un pilote, d'un dispositif dynamique de recharge de VE en station service, et une application industrielle innovante qui améliore l'efficacité énergétique sont quelques exemples d'applications en cours de développement.

SACE Ininitus est un composant essentiel pour répondre aux défis de la protection CC. Il a été créé pour les applications CC à courant élevé en visant l'avenir. Il offre des fonctionnalités de commutation, d'isolement et de protection CC dans un seul appareil compact, jusqu'à une puissance de 2,5 kA à une tension nominale de 1 000 V CC.

Avec l'électronique de puissance et les algorithmes logiciels avancés qui contrôlent la puissance et interrompent très rapidement les courants extrêmes, les clients ABB peuvent faire face aux défis des besoins énergétiques du futur. La conception du SACE Ininitus est simple et sûre et offre une intégration simple au système et une protection extrêmement rapide. Il répond aux besoins économiques des nouvelles applications.

En lançant une solution de disjoncteur extrêmement rapide qui permet la mise en œuvre d'architectures CC de nouvelle génération, ABB démontre son engagement à la transformation durable de l'énergie électrique. Le SACE Ininitus est le premier disjoncteur IEC au monde à utiliser la technologie des semi-conducteurs et il peut offrir de nouvelles perspectives pour la constructions sûre et économique de réseaux CC. Cet appareil tout en un innovant offre aux clients des possibilités presque infinies. •

### Références

[1] Innovation highlight, « Un disjoncteur à semi-conducteurs pour courants forts », *ABB Review* 1/2022, p. 10.

[2] R. Rodrigues, et al., « A Review of Solid-State Circuit Breakers », dans *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 36, n° 1, 2021, pp. 364 – 377.

[3] Vemulapati et al., « Recent Advancements in IGCT Technologies for High Power Electronics Applications », 17<sup>e</sup> conférence européenne sur l'électronique de puissance et ses applications, 2015 pp. 2308 – 2314.

[4] H. Grüning, « IGCT Technology – A Quantum

Leap for High-power Converters », Disponible sur : [https://library.e.abb.com/public/d627aeaa2f-9f8b24c-1256f4100480fa0/PT\\_IGCT.pdf](https://library.e.abb.com/public/d627aeaa2f-9f8b24c-1256f4100480fa0/PT_IGCT.pdf) [Consulté le 11 août, 2022].

[5] Agostini, et al., « 1MW Bi-directional DC Solid State Circuit Breaker

based on Air Cooled Reverse Blocking-IGCT » 2015, pp. 287 – 292.

[6] Vemulapati, et al., « Reverse blocking IGCT optimised for 1 kV DC bi-directional solid state circuit breaker », *IET Power Electronics*, Vol. 8, Édition 12, 2015 pp. 2308 – 2314.

[7] Site Web IEEE, « High current solid state circuit breaker for DC shipboard power systems », 2019, Disponible sur : [https://library.e.abb.com/public/d627aeaa2f9f8b24c-1256f4100480fa0/PT\\_IGCT.pdf](https://library.e.abb.com/public/d627aeaa2f9f8b24c-1256f4100480fa0/PT_IGCT.pdf) [Consulté le 11 août 2022].

—  
ÉTUDE DU SYSTÈME D'ÉTANCHÉITÉ DE LA PROPULSION AZIPOD®

# Les joints du futur



—  
 01 Le système de propulsion Azipod® (présenté ici) ne nécessite pas de ligne d'arbre séparée, de gouvernails, de propulseurs de poupe ou de systèmes auxiliaires associés. Il est adapté aux navires, tels que les ferries, les navires de croisière, les porte-conteneurs et les brise-glaces.



En utilisant une modélisation multiphysique pour comprendre le fonctionnement du système d'étanchéisation actuel de l'Azipod®, ABB est en mesure de créer des lignes directrices pour faire avancer la conception de ce système de propulsion de pointe.

Capable de maintenir son niveau de performances, même dans les environnements marins les plus difficiles, le système de propulsion Azipod® d'ABB représente ce qui se fait de mieux dans la technologie de propulsion disponible sur le marché actuel. Les performances du système d'étanchéité sont essentielles au bon fonctionnement de ce système. Conscients de cela, les experts d'ABB travaillent ensemble pour repousser les limites actuelles des performances d'étanchéisation.

—  
**Subhashish Dasgupta**  
 ABB Corporate Research  
 Process Automation  
 Bangalore, Inde

subhashish.dasgupta@  
 abb.in.com

**Tuomas Kekki**  
**Jukka Varis**  
 ABB, Marine & Ports  
 Helsinki, Finlande

tuomas.kekki@  
 fi.abb.com;  
 jukka.varis@fi.abb.com



02

Les développeurs d'Azipod® et les chercheurs travaillant sur la modélisation multiphysique ont collaboré pour explorer en profondeur les propriétés physiques compliquées du système d'étanchéité. Voici le récit et les résultats de leurs recherches, en se tournant vers le futur.

#### **Propulsion Azipod® : une histoire d'innovation**

Lancé il y a plus de 30 ans, le système de propulsion Azipod® d'ABB est à la pointe du marché mondial de la propulsion dans la marine marchande. Avec le moteur d'entraînement électrique placé dans une capsule immergée à l'extérieur de la coque du navire →01 – 2, le système Azipod® peut pivoter à 360°, ce qui augmente fortement

la manœuvrabilité et l'efficacité opératoire d'un navire et réduit la consommation de carburant jusqu'à 20 % par rapport aux systèmes à ligne d'arbre traditionnels. Du fait que le moteur et l'arbre de la capsule se trouvent à l'extérieur de la coque du navire, l'hélice de traction reçoit un champ de sillage régulier et ininterrompu. Il n'y a pratiquement pas de vibrations pendant la manœuvre et les bruits et vibrations du propulseur de poupe sont éliminés.

Par exemple, le navire de croisière d'exploration polaire hybride-électrique Le Commandant Charcot, équipé de deux unités de propulsion Azipod® d'ABB →01 – 3 est le premier navire de ce

---

Le système de propulsion Azipod® d'ABB représente ce qui se fait de mieux en matière de technologie de propulsion sur le marché actuel.

genre à atteindre le Pôle Nord géographique. Il annonce une nouvelle ère de croisières durables et confortables dans des environnements extrêmes, tels que des eaux glacées. Les bruits sont éliminés et les vibrations réduites, pour plus de confort et de sécurité pour les passagers. Grâce à la plus grande manœuvrabilité du système Azipod®, le navire navigue sans problème, en mode zéro émissions, tout en explorant des endroits reculés (dans ce cas, le système de

03



—  
02 Le système de propulsion Azipod® est présenté.

—  
03 Le Commandant Charcot, équipé du système de propulsion Azipod® d'ABB est le premier navire de croisière d'exploration à atteindre le Pôle Nord géographique.

propulsion Azipod® présente une puissance combinée de 34 megawatts).

#### Des performances exemplaires

Pour garantir que les systèmes Azipod® fonctionnent régulièrement, l'état du système d'étanchéité doit être examiné en profondeur régulièrement, car les vibrations peuvent affecter le système d'étanchéité. Le système d'étanchéité comprend un ensemble de joints en élastomère montés sur l'arbre d'hélice qui contiennent de l'huile d'étanchéité entre les joints adjacents. Cela garantit une lubrification de grande qualité et le refroidissement du système d'étanchéité, essentiel à de bonnes performances.

Bien que la technologie d'étanchéisation actuellement utilisée pour le système de propulsion Azipod® d'ABB présente des performances importantes même dans des conditions difficiles, comme pendant les vibrations exercées par les formations de glace que les navires tels que Le Commandant Charcot ou des brise-glace rencontrent, il est bon de repousser le plus possible les limites des performances sûres et fiables. ABB considère que cela est essentiel, au vu des conditions climatiques imprévisibles et toujours plus sévères observées [1] et des normes mondiales toujours plus strictes [2].

#### Une approche innovante

Alors qu'une grande partie de l'expertise d'ABB concernant les systèmes d'étanchéité de l'Azipod® est basée sur l'expérience, les techniques informatiques avancées, telles que la modélisation multiphysique, peuvent aider à acquérir des informations sur les propriétés

physiques des joints, afin de les améliorer. Au cours de l'année 2021, ABB a commencé à rechercher les propriétés physiques avancées et les aspects fonctionnels sous-jacents au système d'étanchéité de l'Azipod®. ABB a cherché à définir

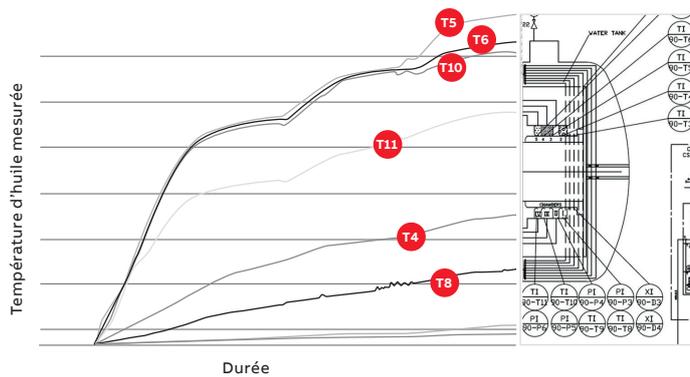
—  
Pour garantir le bon fonctionnement des systèmes de propulsion Azipod®, l'état du système d'étanchéité doit être vérifié en profondeur.

les paramètres qui influencent les performances, en utilisant des tests expérimentaux et la modélisation, afin de comprendre les facteurs qui affectent le fonctionnement du système d'étanchéité actuel, pour développer des lignes directrices afin d'optimiser les paramètres opérationnels et d'améliorer le système d'étanchéité pour l'avenir.

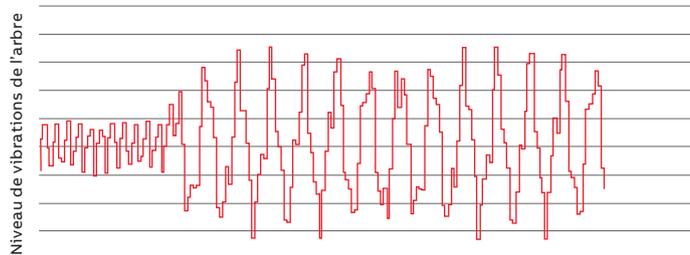
#### L'approche holistique d'ABB

Des tests approfondis ont été conçus et exécutés sur un système d'étanchéité Azipod® installé dans une installation de test ABB capable de fournir des informations réalistes sur les paramètres qui affectent les performances. En parallèle, des modèles multiphysiques, comprenant une séquence de CFD (mécanique des fluides numériques) et une modélisation dynamique structurelle ont été développés pour simuler les performances du système d'étanchéité dans

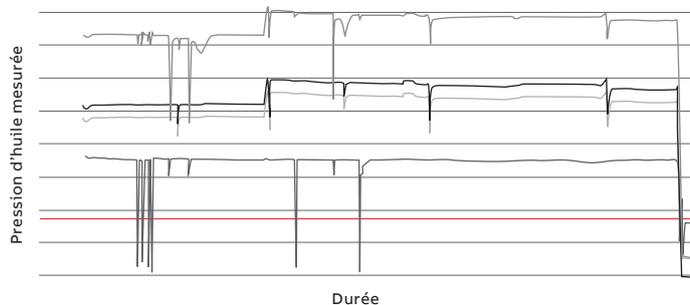




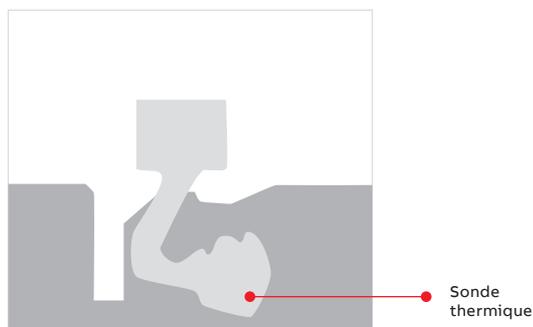
04a



04b



04c



04d

des conditions diverses, mais spécifiques. Ainsi, ABB a cherché à fournir une vue complète des paramètres critiques, tels que le débit d'huile, la pression, la température et les contraintes structurales. Une analyse critique des résultats de modélisation a fourni des informations précieuses sur les propriétés physiques sous-jacentes compliquées de l'Azipod®, pour qu'ABB soit mieux préparé aux tâches à venir de mise à niveau des produits.

Les modèles ont à l'origine été validés à l'aide de données provenant des mesures et ont renforcé la confiance dans l'approche de modélisation. Par la suite, les modèles ont été utilisés pour évaluer divers aspects des performances, impossibles à étudier uniquement via des essais en laboratoire. En résumé, nous avons pu récolter de nouvelles informations sur les propriétés physiques des joints.

#### Des essais, des essais, et encore plus d'essais

Du fait que les expériences ont fait partie intégrante du projet, des essais rigoureux ont été réalisés. Le système d'étanchéité a été monté sur le banc d'essai et équipé de sondes de tempéra-

L'analyse critique des résultats de modélisation a fourni des informations précieuses sur les aspects physiques sous-jacents compliqués d'Azipod®.

ture, de capteurs de pression, de vibration et de niveau d'huile, pour estimer des paramètres critiques. L'analyse de ces paramètres nous a permis de comprendre en profondeur les performances du système dans des situations diverses. Les premiers essais ont reproduit le fonctionnement normal du système d'étanchéité et les essais suivants ont simulé des scénarios difficiles, tels que ceux qui se produisent en cas de vibrations de l'arbre (reproduisant un impact de plaque de glace), pour comprendre les performances du système.

L'augmentation de la température a été mesurée à diverses positions et vitesses de rotation de l'arbre →04a, à l'intérieur du matériau d'étanchéité et dans les chambres d'huile. Nous en savons ainsi plus sur les effets du réchauffement par frottement au niveau des points de contact entre joint et arbre. Le système a été utilisé dans des conditions normales et avec des vibrations, pour observer toute altération des performances due aux vibrations. Le niveau de vibrations a été surveillé →04b à différentes vitesses d'arbre,

—  
04 Résultats des essais expérimentaux.

04a Température mesurée à des endroits critiques du matériau de joint et des compartiments d'huile d'étanchéité.

04b Niveau de vibrations mesuré pendant les essais de vibrations.

04c Pression d'huile mesurée dans les chambres d'huile du système d'étanchéité.

04d Étude au niveau de chaque joint. Une sonde de température a été intégrée dans le joint qui a ensuite été examiné pour détecter toute usure potentielle, après l'essai.

—  
05 Flux de travaux de modélisation : Modèles CFD et structurels utilisés pour simuler les performances du système d'étanchéité, en prévoyant les paramètres physiques et les tendances critiques pour les performances.

—  
06 Résultats du modèle informatique.

06a Domaine de CFD pour étudier la mécanique de l'huile en fonctionnement. Mécanique des fluides dans l'espace d'huile, avec l'espace de contact étroit calculé par dans l'espace tridimensionnel.

06b Champ de pression dans l'espace d'huile calculé par CFD.

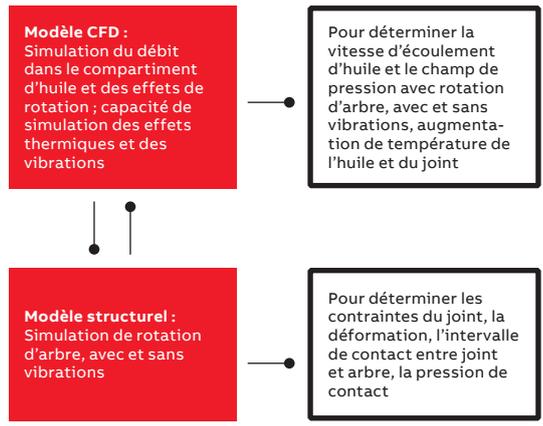
06c Champ de température dans l'huile, le joint et la structure porteuse, calculé par le modèle CFD/thermique.

selon des paramètres différents, tels que la pression d'huile →04c. Les changements de niveau du réservoir d'huile (non illustré ici) qui alimentait le joint en huile ont été surveillés pour détecter toute fuite d'huile possible entre les chambres adjacentes et le point de contact du joint. Les joints ont été examinés séparément pour détecter toute trace de détérioration →04d en intégrant des capteurs pour mesurer la température, puis en mesurant la largeur du contact de joint pour détecter toute usure éventuelle.

**Recherches basées sur le modèle multiphysique**  
Pour compléter les efforts d'essais approfondis, des études par modélisation multiphysique ont été réalisées pour évaluer les performances du joint dans des conditions simulées pendant les essais. Avec la capacité de calculer des paramètres critiques en trois dimensions et en fonction du temps, les

—  
L'analyse critique des résultats de modélisation a fourni des informations précieuses sur les aspects physiques sous-jacents compliqués d'Azipod®.

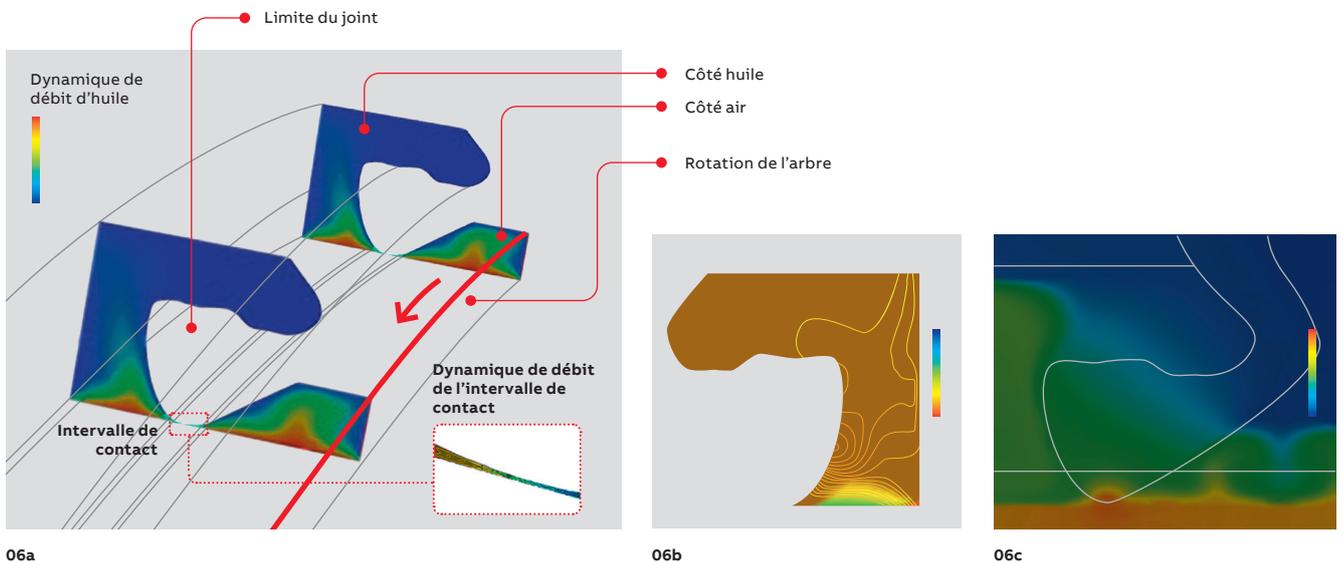
techniques de modélisation, basées sur des calculs d'éléments et de volumes finis, sont considérées comme étant de loin les meilleurs modèles d'analyse multiphysique. Au début, les modèles ont été comparés aux résultats d'essais, pour vérification. Lorsque l'on a pu faire suffisamment confiance à l'approche de modélisation, les modèles ont été largement utilisés pour évaluer des aspects de performances impossible à évaluer par des essais.



05

Les études de modélisation ont été réalisées dans un ordre spécifique →05. Des modèles CFD ont été développés pour comprendre la mécanique des fluides et la propagation thermique dans l'espace d'huile et la structure du joint, dans diverses conditions de fonctionnement, pendant que des modèles de dynamique structurelle étaient utilisés pour analyser les problèmes structurels, tels que la contrainte et la déformation des joints ou l'espace de contact arbre/joint, ce qui a été utile pour étudier l'impact des vibrations. En fonction des études particulières, la modélisation de la dynamique structurelle a été réalisée après la modélisation CFD, ou vice-versa.

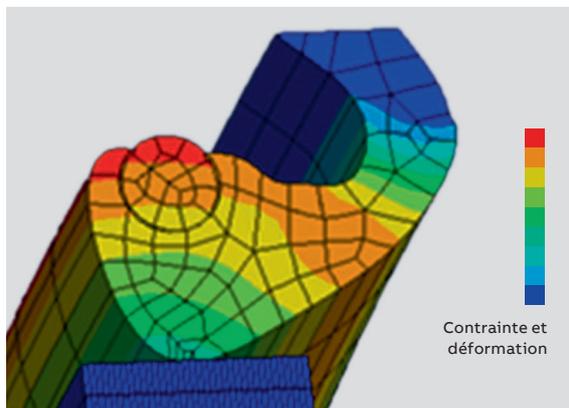
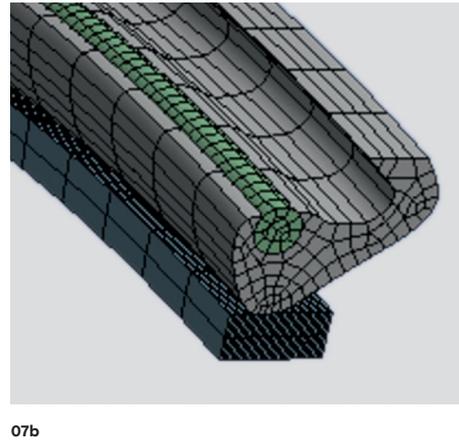
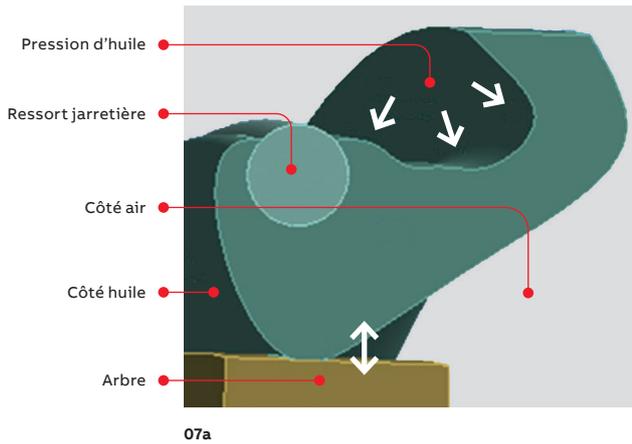
La mécanique des fluides a été simulée dans les chambres d'huile et dans l'espace étroit entre le joint et l'arbre →06a, à l'aide des modèles CFD. Il en a été de même pour le champ de pression →06b. Les calculs de mécanique des fluides ont été utilisés pour estimer le taux de transfert d'huile d'une chambre à l'autre, dans certaines



06a

06b

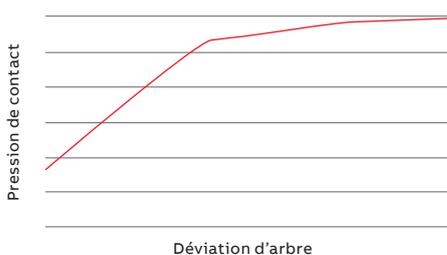
06c



08a



08b



08c

conditions de fonctionnement, telles que la pression d'huile et la vitesse d'arbre, pour un type d'huile sélectionné. En incluant la charge de réchauffement par frottement et en permettant des calculs thermiques, le modèle CFD a calculé le champ de température dans l'huile et le matériau de joint →06c.

L'étude visant principalement à déterminer l'impact des vibrations d'arbre sur les caractéristiques de performances, des modèles de dynamique structurelle englobant le joint, l'arbre et le ressort jarretière ont été développés →07a. Les données saisies pour les

—  
Les résultats de modélisation CFD et de dynamique structurelle ont contribué à approfondir les connaissances du système d'étanchéité actuel de l'Azipod®.

modèles ont été principalement la pression d'huile sur le joint et la fréquence de vibration, ainsi que l'amplitude prescrite pour l'arbre. À l'aide d'outils avancés, le modèle a été discrétisé →07b pour résoudre les équations dynamiques structurelles.

Cela a fourni le résultat primaire du modèle de dynamique structurelle : la contrainte et la déformation du joint →08a, l'espace de contact →08b et la pression de contact du joint →08c comme fonction de la déviation d'arbre, en quantifiant les vibrations.

07 Le domaine de calcul et sa discrétisation sont présentés. La résolution des images est faible à cause du logiciel utilisé, ANSYS.

07a Un domaine de calcul du modèle de dynamique structurelle pour l'analyse des problèmes structurels pendant le fonctionnement.

07b Discrétisation du domaine de calcul.

08 Résultats primaires du modèle de dynamique structurelle utilisé pour quantifier les conditions de vibrations.

08a Contrainte et déformation du joint pendant le fonctionnement. La résolution de l'image est faible à cause du logiciel utilisé, ANSYS.

08b Variation de l'écart de contact entre arbre et joint, avec une déviation d'arbre calculée par le modèle structurel.

08c Pression de contact comme fonction de la déviation d'arbre calculée par le modèle structurel.

09 La comparaison des résultats des essais d'observations et des résultats calculés des modèles a montré qu'ils correspondaient.

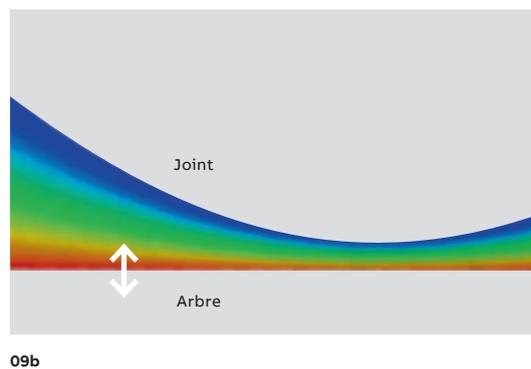
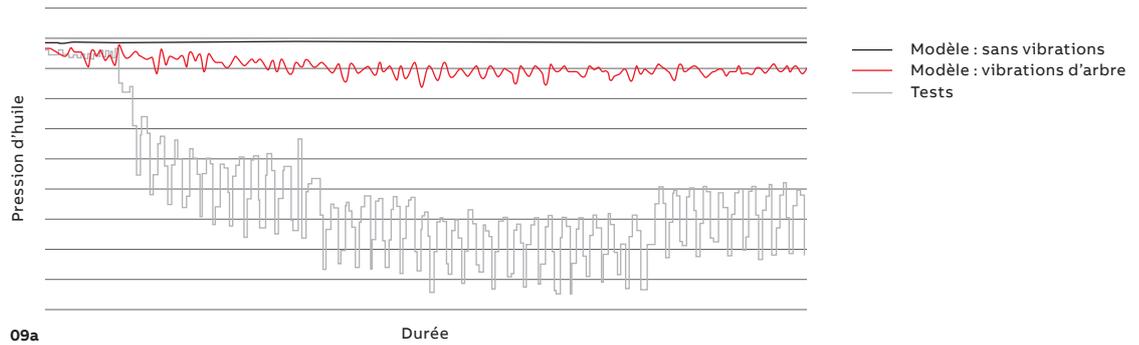
09a Le modèle révèle une oscillation de pression du fluide pendant que l'arbre vibre, ce qui ne se produisait pas en l'absence de vibrations. Confirme les fluctuations correspondantes observées pendant les essais.

09b La dynamique d'huile dans l'espace de joint, pendant les vibrations d'arbre, calculée par le modèle CFD, avec limite mobile.

#### Références

[1] Johanna L. Miller « Ocean currents respond to climate change in unexpected ways », *Physics Today*, Vol. 70, N° 1, 2017, p. 17.

[2] DNV AS « Safeguard shaft seals and propeller shaft bearings – avoid costly failures », 2022, Disponible sur : <https://www.dnv.com/news/safeguard-shaft-seals-and-propeller-shaft-bearings-avoid-costly-failures-215171> [Consulté le 11 août 2022].



L'objectif important de l'approche de modélisation était de confirmer les observations des essais et donc les conclusions associées. Par exemple, la fluctuation observée dans les mesures de pression d'huile pendant les vibrations

Les efforts de recherche collaborative d'ABB aideront à faire avancer la mise à niveau des systèmes de propulsion futurs d'ABB.

de l'arbre a été confirmée par des observations similaires →09a dans les résultats obtenus à partir du modèle CFD →09b, avec une capacité de simulation mobile des limites, pour évaluer les effets des vibrations.

Les conclusions basées sur les résultats de la modélisation CFD et de dynamique structurelle ont contribué à approfondir les connaissances du fonctionnement du système d'étanchéité actuel de l'Azipod® et ont aidé ABB à définir des lignes directrices pour optimiser les paramètres opératoires,

ce qui facilitera les modifications futures des conceptions de joints.

#### Se tourner vers l'avenir

Bien que les méthodes expérimentales permettent d'évaluer correctement les performances du système d'étanchéité, fournissant ainsi des informations précieuses pour le développement de lignes directrices pour la mise à niveau des systèmes d'étanchéité actuels, l'alliance des techniques de modélisation expérimentales et multiphysiques de pointe ont permis à ABB de rassembler de nouvelles informations sur les performances des joints. Du fait qu'ils dépassent les possibilités d'essais dans le cadre d'une expérience, les résultats des efforts collaboratifs d'ABB aideront à faire avancer la mise à niveau des systèmes de propulsion d'ABB. ABB considère qu'une base de connaissances des propriétés physiques des performances des joints sera un atout précieux qui guidera les efforts futurs pour faire avancer la technologie de propulsion Azipod®.

De cette manière, le système de propulsion Azipod® d'ABB restera un système d'exploitation préféré dans les environnements marins sensibles et difficiles, accompagnant le changement climatique, et ABB prouve que son engagement à innover est aligné sur la demande mondiale actuelle de performances durables. •



—  
RELAIS INTELLIGENT DE SURVEILLANCE DE LA TEMPÉRATURE

# Prendre la température

La surveillance continue de la température à l'aide des nouveaux relais CM-TCN d'ABB aide à protéger les équipements critiques contre les défaillances coûteuses. Le CM-TCN établit une nouvelle norme en matière de simplicité d'utilisation et de configuration efficace. Une interface de communication intégrée permet d'activer facilement le relais dans ABB Ability™ Energy and Asset Manager.



01

01 Le relais CM-TCN.



**Brigitte Dien**  
ABB STOTZ-KONTAKT  
GmbH  
Heidelberg, Allemagne

brigitte.dien@  
de.abb.com



**Anatoly Kosyakin**  
ABB STOTZ-KONTAKT  
GmbH  
Heidelberg, Allemagne

anatoly.kosyakin@  
de.abb.com

Les mesures de température sont intéressantes dans la plupart des industries, car elles aident les utilisateurs à comprendre et prévoir l'état d'un équipement. Pour pouvoir équiper davantage d'équipements et installations de dispositifs de surveillance de température, ABB a lancé le relais de surveillance de température CM-TCN →01. Le CM-TCN est équipé de jusqu'à trois circuits de sonde qui traitent les entrées de sondes de température courantes et permettent de mesurer facilement la température au niveau local. Les sorties de relais peuvent exécuter des actions appropriées lorsqu'un seuil de température spécifique est dépassé. Le relais peut être configuré via un smartphone ou l'écran LCD intégré et peut se connecter au cloud et à ABB Ability Energy and Asset Manager, rendant visibles à distance le comportement de l'équipement et du système électrique.

#### Écran LCD pour une lecture et un paramétrage faciles

La facilité de lecture et de configuration a été au cœur de la conception du CM-TCN. Un écran LCD rétroéclairé monté sur l'avant du relais affiche les valeurs actuellement mesurées et les données

de maintenance. La structure de menu utilisant les symboles d'unités est accessible en pressant et en faisant pivoter à l'aide d'un tournevis le bouton-poussoir rotatif situé sous l'écran →02. Une interface à symboles élimine les problèmes de langue, augmente l'efficacité du service après-vente et facilite le réglage des seuils et des paramètres. Le mot de passe d'accès et un verrou de paramètres améliorent la sécurité.

Le menu donne accès à l'historique des événements, un compteur d'heures de fonctionnement, des statistiques d'appareil et d'autres données. Le relais fournit des profils par défaut prédéfinis (paramètres), réduisant le temps d'installation des applications courantes (surveillance de la température des transformateurs ou des paliers et enroulements des moteurs électriques). Il est

Les mesures de température aident les utilisateurs à comprendre et prévoir l'état d'un équipement.

aussi possible de régler séparément les paramètres et de les sauvegarder dans l'un des quatre profils utilisateurs. De plus, une fonction de simulation intégrée permet au client de vérifier que le relais est bien configuré avant de l'activer.

**Paramétrage à l'aide d'une application sur smartphone**

L'Electrification Products intuitive Configurator (EPiC) d'ABB est une application pour smartphone gratuite qui permet de configurer, d'installer, de mettre en service et d'assister les appareils de la gamme basse tension d'ABB,

La mise en contact du smartphone et du CM-TCN permet à EPiC d'effectuer des paramétrages et de copier des réglages entre plusieurs appareils.

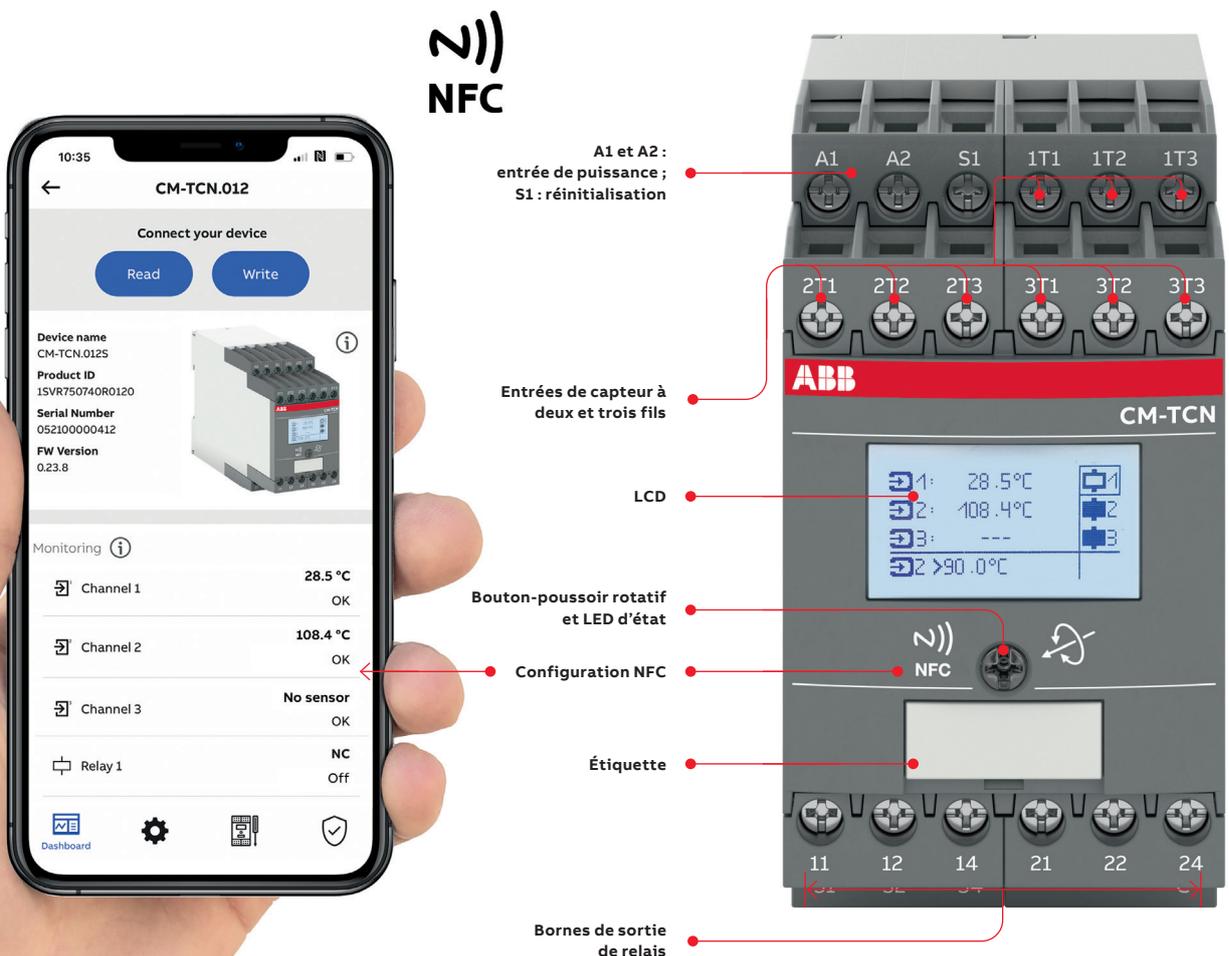
tels que le CM-TCN. L'application communique avec le relais CM-TCN par communication en champ proche (NFC) →02. NFC est une norme de transmission internationale basée sur l'identification de fréquence radio (RFID) pour l'échange de données sans contact. La NFC est intégrée

dans la plupart des appareils électroniques (tablettes, smartphones, etc.). Elle est partout, p. ex. dans les paiements sans contact. La mise en contact du smartphone avec le CM-TCN permet à EPiC d'effectuer des paramétrages et de copier des réglages entre plusieurs appareils par NFC, même si le relais n'est pas activé. La capacité à configurer le relais lorsqu'il est désactivé permet de le configurer hors site, ce qui réduit le temps d'installation jusqu'à 80 %. Cela est très important pour les OEM et les constructeurs de panneaux.

L'état du relais et les valeurs mesurées s'affichent dans l'application où les paramètres peuvent être stockés et copiés vers d'autres appareils par simple contact avec le smartphone. L'utilisateur peut aussi voir les données d'historique sur le smartphone →02.

**Protection thermique et surveillance de l'état**

Les relais CM-TCN peuvent mesurer les températures dans maximum 3 circuits de sonde, avec les capteurs les plus courants (thermistances à coefficient de température positif (PTC), Pt100, Pt1000 et NTC). La large plage de mesure de



—  
02 Le relais CM-TCN peut être configuré à partir d'un smartphone. La page d'accueil de l'écran LCD affiche les résultats actuels. Toutes les données disponibles sur l'écran LCD le sont aussi via l'application.

température de -200 à +850 °C couvre presque toutes les applications imaginables. Le relais peut résister à une plage de température ambiante entre -25 et 60 °C.

Les réglages du seuil du relais sont très souples. Les seuils de (pré-)alarme peuvent être définis selon les besoins de l'application. Par exemple, le 1<sup>er</sup> circuit de relais peut être assigné comme pré-alarme, le 2<sup>e</sup> comme alarme et le 3<sup>e</sup> comme alerte d'erreur capteur. 9 signaux peuvent être assignés pour permettre plusieurs combinaisons de seuils de déclenchement.

Les relais CM-TCN offrent 7 profils par défaut, préconfigurés pour les applications suivantes :

- Protection d'enroulement de moteur avec sondes Pt100 (profils d'usine 1 et 3)
- Surveillance du palier de moteur par Pt100s (profil d'usine 2)
- Protection d'enroulement de moteur avec PTC (profil d'usine 4)
- Surveillance du transformateur avec Pt100s (profil d'usine 5)
- Surveillance du transformateur avec thermistances PTC (profil d'usine 6)
- Surveillance des températures individuelles avec PT100s

Par exemple, le profil d'usine 5 permet de surveiller le transformateur avec 3 étapes de signalement. Le seuil 1 est réglé à 130 °C et s'il est atteint, le relais 1 se déclenche, lançant la ventilation pour refroidir le transformateur. De plus, une

## La surveillance de la température garantit le fonctionnement des applications et l'allongement de la durée de vie des équipements.

fonction de commutation cyclique est assignée au relais 1 pour qu'il se commute une fois par semaine pendant 15 minutes, pour empêcher le ventilateur de se boucher.

Le seuil 2 est un pré-avertissement à 140 °C avec déclenchement du relais 2. En plus de la configuration du seuil, les signaux d'erreur capteur sont assignés au relais 2. Une coupure ou un court-circuit dans les circuits de mesure entraîne le déclenchement du relais 2. Le seuil 3 est une température critique de 155 °C à laquelle le relais 3 désactive le transformateur. Les relais 1 et 3 fonctionnent comme des contacts NO (principe de circuit ouvert) et le relais 2 comme un contact NF (circuit fermé). Tous les relais se réinitialisent

automatiquement lorsque les températures descendent sous les valeurs de seuil, en tenant compte de l'hystérésis.

La logique de fonctionnement et les réglages s'affichent dans →03.

Si les réglages du profil d'usine ne répondent pas aux besoins de l'application, ils peuvent être modifiés. Par exemple, on peut modifier les valeurs de température des seuils sans changer la sélection de type de capteur et les réglages des relais définis par les profils d'usine.

Les CM-TCN permettent aussi une configuration libre :

- Réglage de sonde - définition du type de sonde utilisé pour chaque canal de mesure (Pt100, Pt1000, PTC, NTC, bimétal ou aucun).
- Configuration de signal - définition des valeurs de seuil, délais d'activation/désactivation et hystérésis.
- Affectation de relais - mappage des signaux (seuil), signaux d'erreur capteur et un signal de défaut de bus vers les trois relais disponibles dans les CM-TCN.

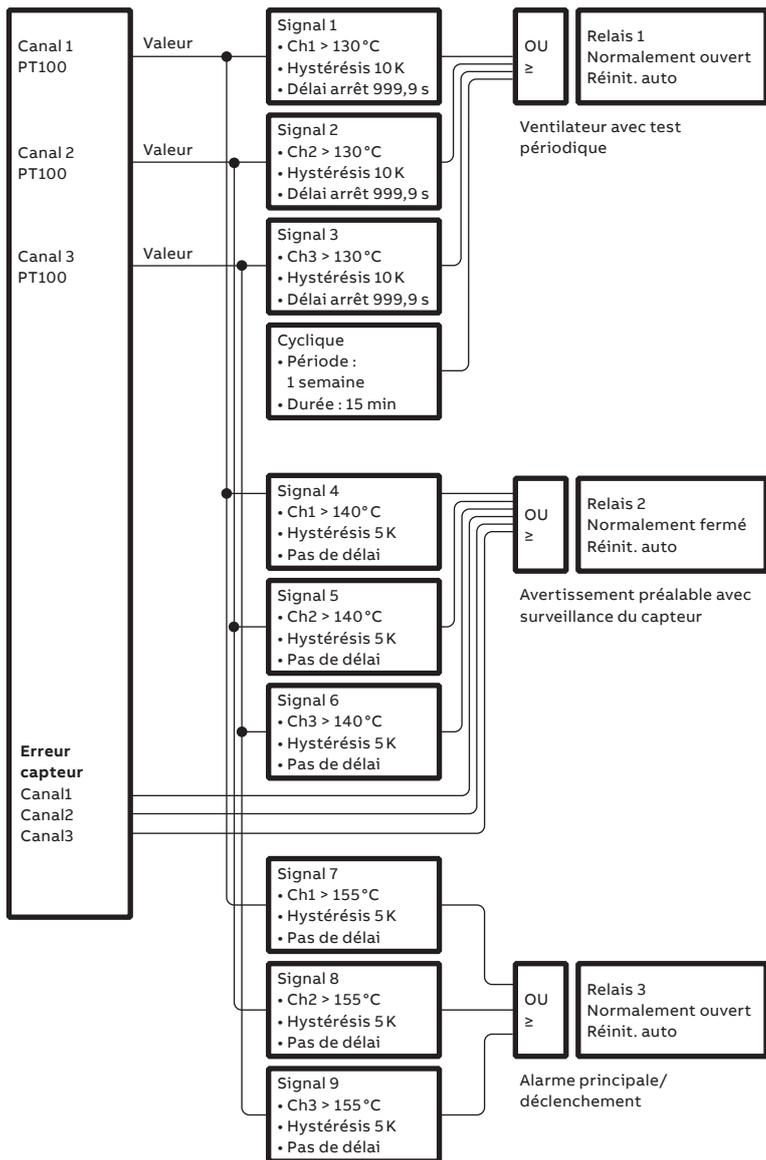
En détectant rapidement les augmentations inacceptables de température et en alertant l'opérateur du besoin de maintenance, la surveillance de la température garantit le fonctionnement des applications et l'allongement de la durée de vie des équipements. La protection thermique et la surveillance de l'état sont également possibles à distance via une liaison Modbus et l'ABB Ability Energy and Asset Manager. La gestion à distance améliore la sécurité, car le personnel n'a plus besoin d'accéder au tableau de distribution pour lire les mesures.

Le relais peut détecter les augmentations inacceptables de température qui réduisent la durée de vie des paliers et enroulements des moteurs électriques. Grâce à ses options de configuration souples, il peut aussi être utilisé, par exemple, pour surveiller la température des jeux de barres et des câbles, permettant une détection précoce des problèmes liés au serrage et nécessitant une maintenance.

### Connectivité intégrée

Le relais de surveillance de température CM-TCN utilise le protocole de communication Modbus RTU via RS-485 pour transférer les données. Une interface de communication RS-485 est intégrée dans le relais et ne nécessite pas d'autre installation →04. Cette interface de communication permet, à distance :

- de voir les mesures de température, l'état du relais et l'état de la sonde de température,
- d'accéder aux données de surveillance de l'état (historique des événements, compteur d'heures de fonctionnement, statistiques, etc.),
- de configurer le relais de surveillance,



- de réinitialiser l'historique et les paramètres (compteur de déclenchement, etc.),
- de lire les informations système (numéro de série et version de micrologiciel),
- de contrôler à distance les relais de sortie,
- de définir la réaction de défaut de bus des relais de sortie en cas d'erreur de bus de communication.

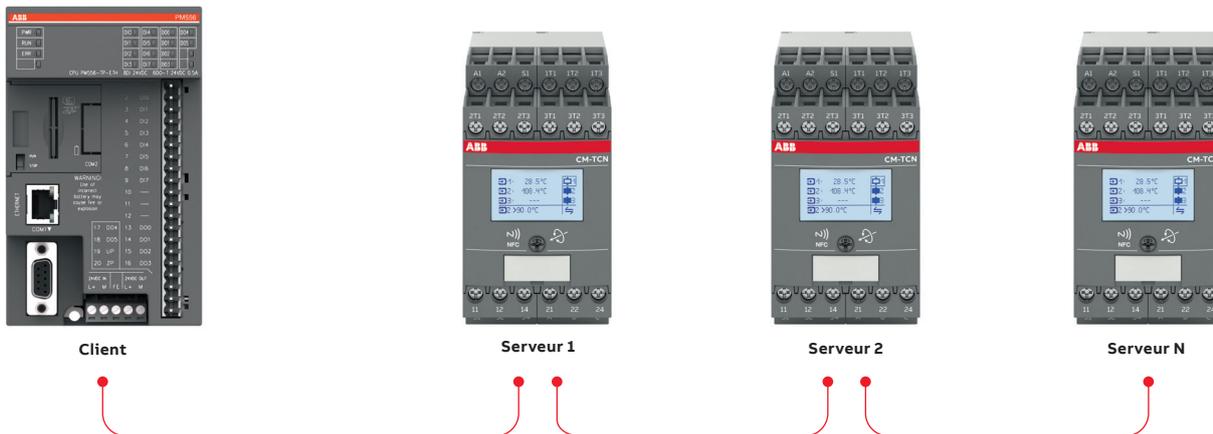
**Intégration dans le cloud avec ABB Ability**

La solution en cloud ABB Ability Energy and Asset Manager permet de vérifier à distance le comportement du système électrique. Les opérateurs obtiennent ainsi les informations nécessaires pour réduire les coûts et les risques et pour augmenter les performances et la sécurité dans l'ensemble

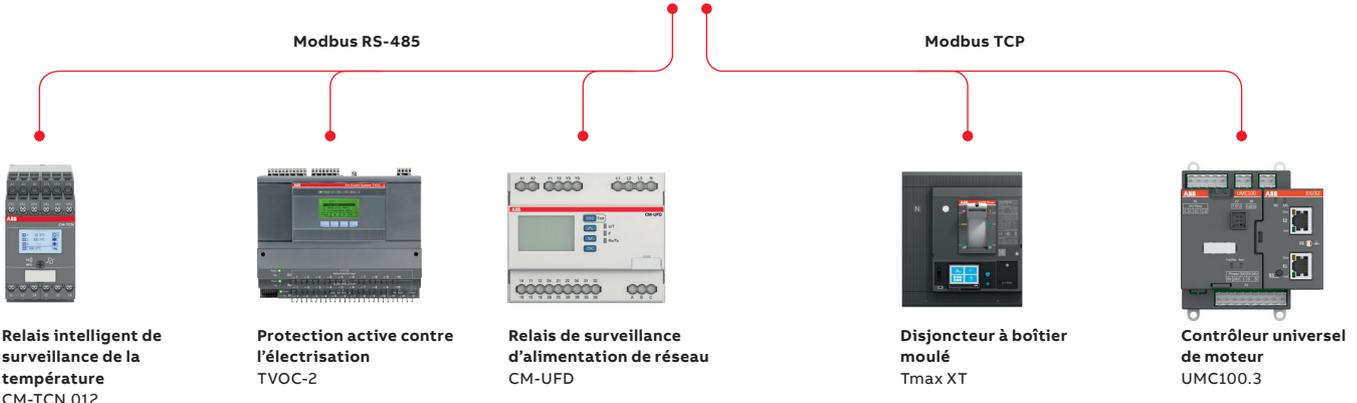
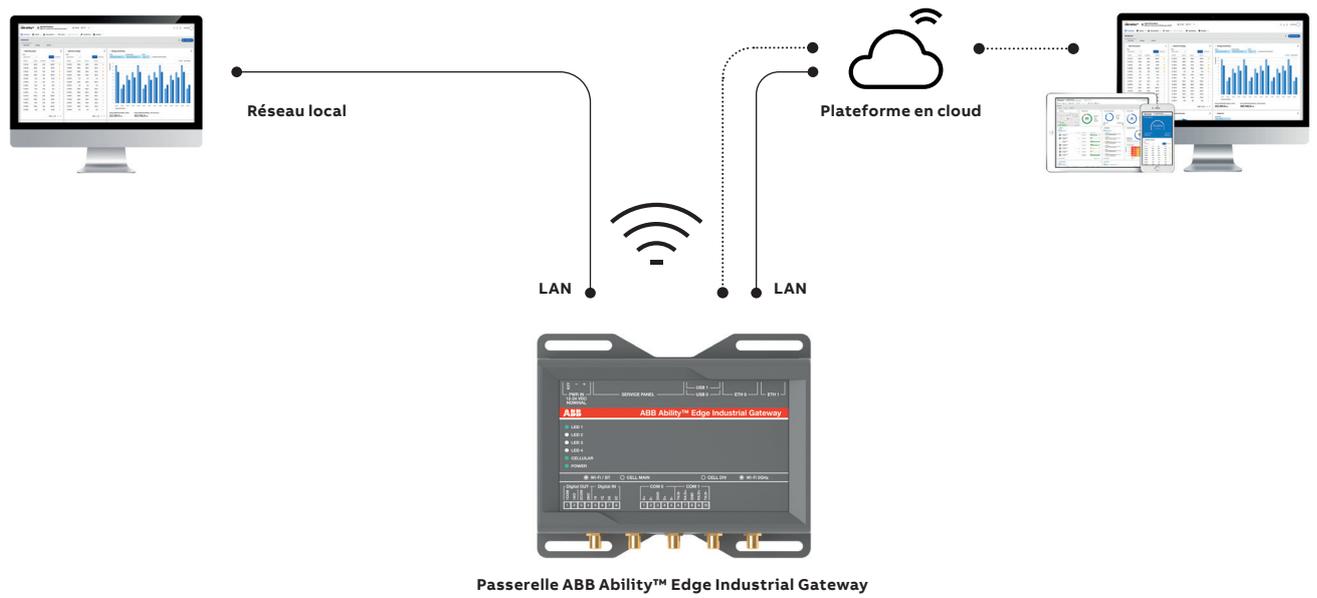
— En effectuant leurs vérifications à distance, les opérateurs réduisent les coûts et les risques et augmentent les performances et la sécurité.

des opérations. Les communications entre la passerelle ABB Ability™ Edge Industrial Gateway et le relais, par exemple, se fait via l'interface de communication Modbus RS485 intégrée du relais. La passerelle en périphérie utilise un protocole de cybersécurité de pointe basé sur l'expertise d'ABB et de Microsoft, pour échanger des données avec la plateforme en cloud d'ABB.

03



04



05

03 Schéma de principe du profil d'usine 5 - surveillance du transformateur avec une Pt100s.

04 Il est possible de raccorder plusieurs relais via RS-485.

05 Exemple de configuration.

→05 présente un exemple d'architecture de communication qui intègre des appareils dans l'ABB Ability™ Energy and Asset Manager et dans le réseau local. Dans cette configuration, les données arrivant du CM-TCN dans le cloud sont organisées sous la forme d'un widget convivial

Du fait que la configuration est possible sans mettre l'appareil sous tension, les temps d'installation peuvent être nettement raccourcis.

pour la surveillance à distance de la température de divers équipements. Ce genre d'architecture permet de comparer les valeurs de la sonde de température, pour identifier des tendances, ce qui offre des informations précieuses sur le com-

portement de la température de l'équipement. De plus, l'utilisateur peut configurer des alertes par texto ou e-mail pour informer le personnel concerné en cas de déclenchement du relais ou d'erreur de capteur. Un rapport périodique des températures peut aussi être programmé.

**Réécrire les règles**

En surveillant les températures (depuis le cloud, dans une salle de commande ou localement), les opérateurs peuvent aider à réduire les coûts et les risques, tout en augmentant les performances et la sécurité. La configuration via l'écran LCD du relais ou via un smartphone est simple et comme la configuration est possible sans mettre l'appareil sous tension, les temps d'installation peuvent être nettement raccourcis. Étant donné que ce relais couvre une large plage d'applications, les frais d'inventaire sont réduits.

Le relais CM-TCN d'ABB réécrit les règles de la surveillance de la température en contexte industriel. •

---

# Agroali- mentaire



La surveillance et l'utilisation de l'énergie numérique connectée peuvent permettre d'augmenter la sécurité, l'efficacité opérationnelle et la conformité aux normes. ABB a une longue expérience des solutions intelligentes de comptage et de fabrication.

- 36 **L'énergie au régime**  
L'efficacité énergétique, grâce au comptage et à la surveillance intelligents
- 42 **Des mains sûres**  
Sécurité intelligente pour l'industrie de l'agroalimentaire



36



L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE, GRÂCE AU COMPTAGE ET À LA SURVEILLANCE INTELLIGENTS

# L'énergie au régime

La consommation d'énergie et les temps d'arrêt imprévus sont des problèmes majeurs dans l'industrie de l'agroalimentaire. Les produits de comptage et de surveillance intelligents d'ABB mesurent précisément le comportement électrique d'une installation agroalimentaire entière, afin d'optimiser l'utilisation de l'énergie et de garantir une production ininterrompue.

—  
01 Le comptage et la surveillance intelligents réduisent la consommation d'énergie et maintiennent la production dans les installations agroalimentaires.

—  
02 Disjoncteur à boîtier moulé Tmax XT d'ABB.

D'une taille étonnante et produisant des quantités énormes, les installations agroalimentaires modernes consomment sans surprise énormément d'électricité. Heureusement, les avantages de la numérisation offrent un moyen d'optimiser leur consommation d'énergie. La numérisation permet un comptage et une surveillance détaillés de tout le système électrique d'une installation. C'est le secret de l'amélioration de l'efficacité énergétique. Avec un système numérisé et le dispositif de comptage et de surveillance intelligent d'ABB en place [1], tous les paramètres

très précise des paramètres électriques et de la qualité de puissance à de nombreux points d'acquisition. Cela devrait motiver la numérisation.

Un comptage et une surveillance détaillés peuvent également garantir la disponibilité ininterrompue de l'électricité, ce qui est essentiel pour les entreprises de l'agroalimentaire. Les interruptions imprévues ou les interférences de l'alimentation électrique peuvent entraîner des coûts importants liés aux pertes de produit, aux

—  
La numérisation permet un comptage et une surveillance détaillés, éléments essentiels de l'amélioration de l'efficacité énergétique.

électriques appropriés peuvent être mesurés très précisément et les appareils peuvent librement échanger des informations entre eux, via le cloud, un système de gestion de l'énergie et une plateforme de gestion des performances des équipements. →01. Il est maintenant clair que les normes à venir exigeront une surveillance

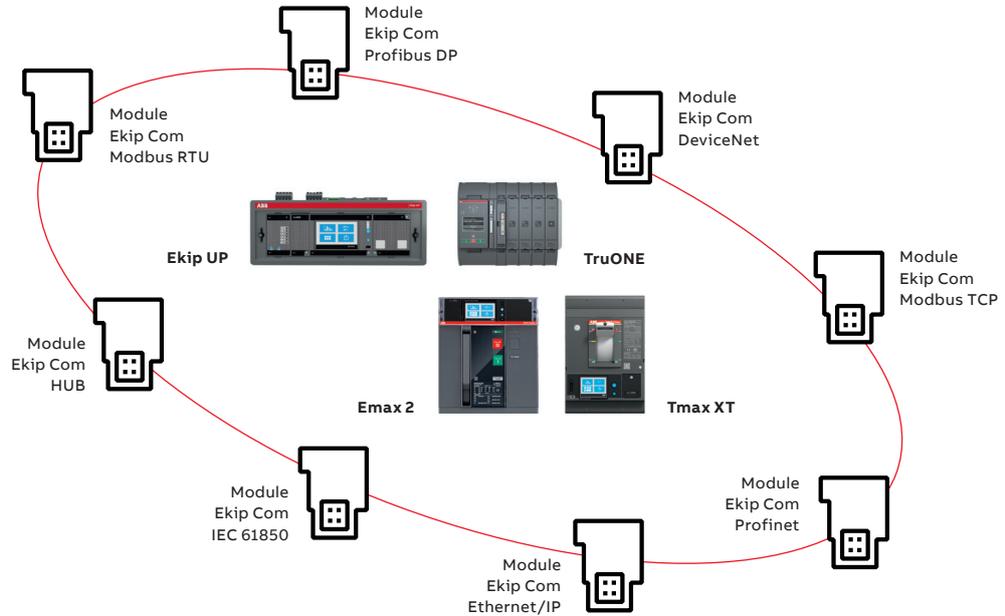


**Richard Daumas**  
ABB Food and Beverage  
Beynost, France

richard.daumas@  
fr.abb.com



02



03

temps d'arrêt de production ou à l'interruption de la chaîne d'alimentation.

Ce risque d'interruption de l'activité et de pertes financières est une raison de plus pour les entreprises de l'agroalimentaire de réfléchir avec soin au système de distribution électrique d'un site et à la manière dont il est surveillé et géré.

### Normes pour les systèmes de gestion de l'énergie

Les normes internationales, telles qu'ISO 50001 pour les systèmes de gestion de l'énergie, facilitent l'intégration de la gestion de l'énergie dans les efforts de qualité et de protection de l'environnement de l'industrie. Les exigences d'ISO 50001 aident les entreprises à développer une politique d'utilisation plus efficace de l'énergie, à définir des moyens de la respecter et à utiliser les données

## Les produits de comptage et de surveillance d'ABB sont généralement amortis rapidement.

pour prendre les bonnes décisions la concernant. ISO 50001 élargit les normes précédentes avec de nouvelles sections dirigées par les données, concernant la planification de l'énergie, le contrôle opérationnel, la mesure et la surveillance. En adoptant ISO 50001, les entreprises peuvent bénéficier :

- d'une réduction de la consommation d'énergie (jusqu'à 10 % en 12 mois),
- d'une réduction des émissions de GES et de l'empreinte carbone,
- d'une assistance à la conformité aux objectifs d'efficacité énergétique volontaires et/ou

obligatoires, actuels et à venir,

- d'une meilleure image d'entreprise et d'une plus grande crédibilité parmi les clients et les parties prenantes,
- de processus de prise de décisions éclairées, à toutes les étapes de la vie du système,
- d'un personnel mieux informé de la consommation d'énergie, à tous les niveaux,
- d'une meilleure efficacité opérationnelle et de meilleures pratiques de maintenance.

Pour les applications basse tension, la norme IEC 60364-8-3 établit les exigences de comptage et déclare que, pour la partie entrante de l'installation, il faut une surveillance détaillée de tous les paramètres électriques. Cette surveillance obligatoire comprend une surveillance avancée de la puissance et de sa qualité, ainsi qu'une analyse des performances du réseau, ce qui encourage les entreprises de l'agroalimentaire à se numériser.

### Des produits et une connectivité complets

Pour l'industrie de l'agroalimentaire, ABB dispose d'une gamme complète de solutions, logiciels, outils et appareils numériques qui mesurent et analysent en détails la consommation d'énergie, pour améliorer les décisions dirigées par les données et optimiser la programmation de la maintenance. Généralement, les produits de comptage et de surveillance d'ABB sont amortis rapidement, leur efficacité énergétique est améliorée de 7 % [2] et leur certification LEED (Leadership in Energy and Environmental Design – le système de notation des bâtiments verts le plus utilisé au monde) est assurée. De plus, ces produits permettent aux personnes autorisées de connecter une installation au cloud en moins d'un jour et de surveiller tout le système électrique. La connectivité au cloud devient nécessaire pour respecter les normes et réglementations internationales les plus récentes.

03 Modules de communication Ekip avec le commutateur de transfert automatique TruONE d'ABB qui englobe commutateur et contrôleur en une unité.

04 Widgets ABB Ability Energy et ABB Ability Asset Manager.





05

Les mesures précises des appareils de comptage et de surveillance d'ABB permettent à l'utilisateur de :

- mieux identifier les problèmes d'efficacité dans le système de distribution électrique,
- mieux identifier les problèmes d'efficacité dans un composant,
- prendre les bonnes décisions pour améliorer l'efficacité énergétique et éviter les actions inutiles,
- exploiter les fonctions prédictives pour anticiper et éviter les défaillances et problèmes potentiels dans l'infrastructure électrique. De cette manière, la continuité de la production est assurée, ce qui est crucial dans l'industrie agroalimentaire.

#### **Un ensemble complet d'outils de surveillance et de contrôle en local**

Pour la surveillance et le contrôle en local, ABB fournit des solutions flexibles complètes adaptées à tous les besoins des installations. Par exemple, les appareils de la famille du disjoncteur à boîtier moulé (MCCB) Tmax XT offrent des

—  
**ABB Ability Energy Manager facilite la surveillance de dispositifs multiples, les audits énergétiques et la gestion des coûts sur un seul tableau de commande.**

informations sur le courant, la tension et les paramètres opérationnels (température, pression, vibrations, etc.) qui peuvent être numérisées au niveau de l'appareil et enregistrées, analysées, visualisées ou téléchargées →02.

Ces disjoncteurs numériques ont un écran tactile couleur et se connectent à des applications sur smartphone ou tablette. L'utilisateur peut

alors consulter des informations sur la raison du déclenchement d'un circuit. L'utilisation est énormément facilitée et les clients disposent de beaucoup plus d'informations à valeur ajoutée.

Les MCCB Tmax XT disposent de protocoles de communication natifs (Modbus RTU, Profibus DP, DeviceNet, Modbus TCP, Profinet, Ethernet/ IP et IEC 61850) permettant les connexions entre tous les appareils ABB et tiers appropriés. La gamme de modules de communication Ekip d'ABB augmente encore les capacités du Tmax XT →03.

#### **Créer un tout**

ABB Ability™ Energy Manager et ABB Ability Asset Manager sont des solutions qui permettent de surveiller et d'analyser les équipements d'un site en cloud ou sur site. Ensemble, ces solutions permettent aux responsables de contrôler tout le système de distribution électrique d'un site (et de multiples sources d'énergie). ABB Ability Energy Manager facilite la surveillance de multiples dispositifs, les audits énergétiques et la gestion des coûts, à partir d'un tableau de commande unique et intuitif qui aide les entreprises à comprendre leur consommation d'énergie et à identifier les zones à améliorer, dans un point spécifique ou sur plusieurs sites à la fois →04. ABB Ability Asset Manager peut à lui seul réduire de 30 % les coûts d'exploitation.

Pour diverses installations, y compris les usines agroalimentaires, ABB Ability Energy Manager et ABB Ability Asset Manager permettent de visualiser les informations au niveau de l'appareil et de récolter des informations au niveau du système. L'architecture en cloud associée a été développée avec Microsoft, pour garantir une fiabilité haut de gamme et la sécurité à tous les niveaux.

L'une des fonctions les plus utiles d'ABB Ability Asset Manager est la maintenance prédictive qui permet de surveiller l'état général de l'installation grâce à une visualisation intelligente (feux de signalisation). Avec cette visualisation, l'utilisateur peut surveiller le système rapidement et bénéficier d'alertes proactives. L'optimisation de la programmation des tâches et la gestion des pièces de rechange permettent des économies opérationnelles. Les clients savent de quels composants ils peuvent avoir besoin, n'achètent pas de pièces inutiles et gagnent du temps.

#### **Fiorentini se repaît de ses économies d'énergie**

L'un des principaux fabricants européens de crackers, céréales et biscuits de riz soufflé, Fiorentini, a utilisé ABB Ability Energy Manager pour contrôler toute la distribution d'électricité dans sa nouvelle usine durable de 56 000 m<sup>2</sup> située à Trofarello en

—  
05 L'usine Fiorentini à Trofarello.

—  
06 Le système de surveillance de circuit CMS-700 d'ABB.

—  
07 L'Emax2 d'ABB.



06

Italie →05. L'installation soutiendra l'ambition de Fiorentini de réduire sa consommation d'énergie de 400 000 kWh chaque année.

Surveillant presque 100 appareils intelligents dans toute l'usine, l'ABB Ability Energy Manager fournit un jumeau numérique en temps réel pour surveiller à distance l'état de tous les points critiques de distribution et de consommation d'électricité, ainsi que les performances des équipements critiques dans l'usine. Avec cette visibilité totale de tous les équipements, Fiorentini peut prendre des décisions éclairées sur les performances des lignes de production et la consommation d'énergie, optimiser les économies d'énergie et rendre l'usine la plus durable possible.

Luca Perri, directeur de l'exploitation pour l'usine Fiorentini, a déclaré : « Grâce à notre nouvelle plateforme numérique ABB, nous pouvons



07

—  
**L'accès total aux données des équipements permet à Fiorentini de prendre des décisions éclairées sur les performances de production et la consommation d'énergie.**

planifier les coûts quotidiennement pour quantifier la consommation d'énergie en temps réel. Nous pouvons donc attribuer efficacement les ressources énergétiques et les équipements, ce qui nous aidera à atteindre nos ambitions d'économies d'énergie. »

Dans un contexte industriel, tel que celui de Fiorentini, l'ABB Ability Energy Manager peut non

seulement surveiller la consommation au niveau des commutateurs principaux de distribution d'électricité, mais, avec le système de surveillance de circuit ABB CMS-700 →06, il peut également tracer l'utilisation d'énergie jusqu'au point le plus bas du système électrique, comme l'éclairage du bâtiment. D'autres composants ABB, comme les disjoncteurs Emax 2 à l'air libre →07 ou les MCCB Tmax T4 et T5, aident encore plus les clients à atteindre leurs objectifs de consommation d'énergie.

Grâce à sa gamme complète de solutions intelligentes de comptage et de surveillance, ABB est bien placé pour mesurer et analyser la consommation d'énergie dans toute une installation agroalimentaire, voire dans plusieurs installations situées à des endroits différents [3]. Ainsi, les fabricants de produits agroalimentaires peuvent optimiser leur consommation d'énergie en respectant toutes les normes en vigueur, choisir la meilleure stratégie de maintenance et éliminer les temps d'arrêt imprévus, pour garantir que leurs installations continuent de fournir des produits de qualité pour leurs clients. •

#### Références

[1] ABB, « Smart Metering and Monitoring ». Disponible sur : <https://new.abb.com/low-voltage/launches/smart-metering-and-monitoring>. [Consulté le 16 février 2022.]

[2] N. Kampelis et D. Kolokotsamar, Eds., « Smart Zero-energy Buildings and Communities for Smart Grids. » New Jersey: John Wiley & Sons, 2022.

[3] ABB, « Food & Beverage ». Disponible sur : <https://new.abb.com/about/our-businesses/electrification/electrification-food-beverage>. [Consulté le 16 février 2022.]

SÉCURITÉ INTELLIGENTE POUR L'INDUSTRIE DE L'AGROALIMENTAIRE

# Des mains sûres

Les solutions intelligentes de fabrication d'ABB (contrôleurs de sécurité, modules de numérisation, dispositifs robustes de communication, etc.), offrent aux fabricants de produits agroalimentaires l'écosystème nécessaire pour améliorer leur efficacité opérationnelle et travailler en toute sécurité en respectant les normes.



**Richard Daumas**  
ABB Food and Beverage  
Beynost, France

richard.daumas@  
fr.abb.com

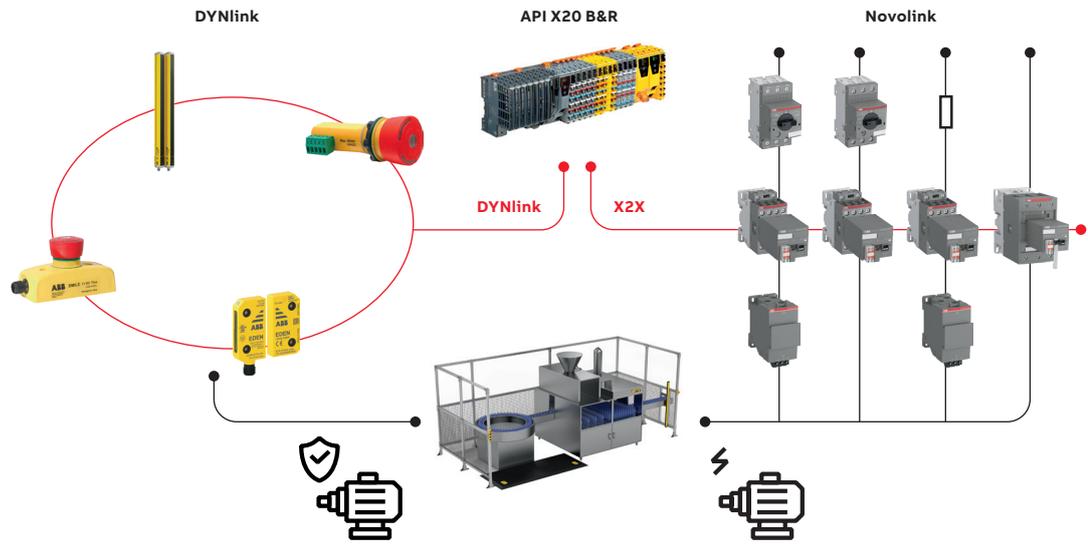
Chaque année, les fabricants de produits agroalimentaires réalisent d'importants investissements dans des équipements de production. Ces appareils doivent souvent être adaptés pour répondre aux besoins particuliers d'une ligne de production, ce qui peut faire augmenter encore les coûts et la complexité. Cependant, quelle que soit la ligne de production, deux facteurs importants affectent le choix de l'équipement : la sécurité et le besoin de respecter les normes toujours plus strictes en vigueur sur toute la chaîne de valeur, des matières premières au produit fini. Les solutions intelligentes de fabrication d'ABB apportent une solution à cela, par exemple via l'utilisation d'un système de contrôle intégré couvrant tout le processus de production, allié aux composants basse tension ABB et aux API X20 de B&R →01 – 02.

## La sécurité intelligente fournie par ABB

Si elle est mal gérée, une installation de production de produits agroalimentaires peut présenter des risques pour la santé et la sécurité, car les machines, produits chimiques, renversements, poussière, etc., peuvent être sources de dangers. Pour ces installations, ABB propose un ensemble de solutions pour gérer l'automatisation et la sécurité des machines, quelle que soit la configuration :

- machines de petite taille et applications de sécurité simples
- sécurité autonome indépendante de la plateforme de contrôle
- lignes de production complètes avec automatisation et sécurité intégrées dans l'ensemble de l'usine





02

Type/taille de machine

- Machines et lignes automatisées par des systèmes de contrôle B&R
- Solutions de sécurité autonomes indépendantes de la plateforme de contrôle
- Machines et lignes de production de taille moyenne
- Machines de petite taille et applications de sécurité simples

Type de contrôleur



- API X20 B&R avec sécurité intégrée
- Solution de sécurité autonome programmable Pluto
- Fonctions de sécurité de base prêtes à l'emploi avec Vital/Sentry

Type de capteur



- Protocole OSSD standard simple d'utilisation
- L'interface DYNlink ne nécessite que la moitié des entrées

- B&R
- ABB

03

01 L'écosystème d'ABB pour la fabrication intelligente aide à sécuriser l'industrie de l'agroalimentaire.

02 L'écosystème d'ABB pour une fabrication intelligente.

03 Présentation de la sécurité et des approches ABB/B&R en matière de sécurité dans la fabrication intelligente.

**Relais et contrôleurs de sécurité ABB**

Pour le système de sécurité le plus simple doté de seulement quelques E/S et aux besoins limités, des relais de sécurité standard suffisent. La série Sentry de relais de sécurité d'ABB est largement utilisée dans ces cas. La conception du Sentry est économique et simple. Il peut être mis en service immédiatement, car sa configuration est simple et sans programmation.

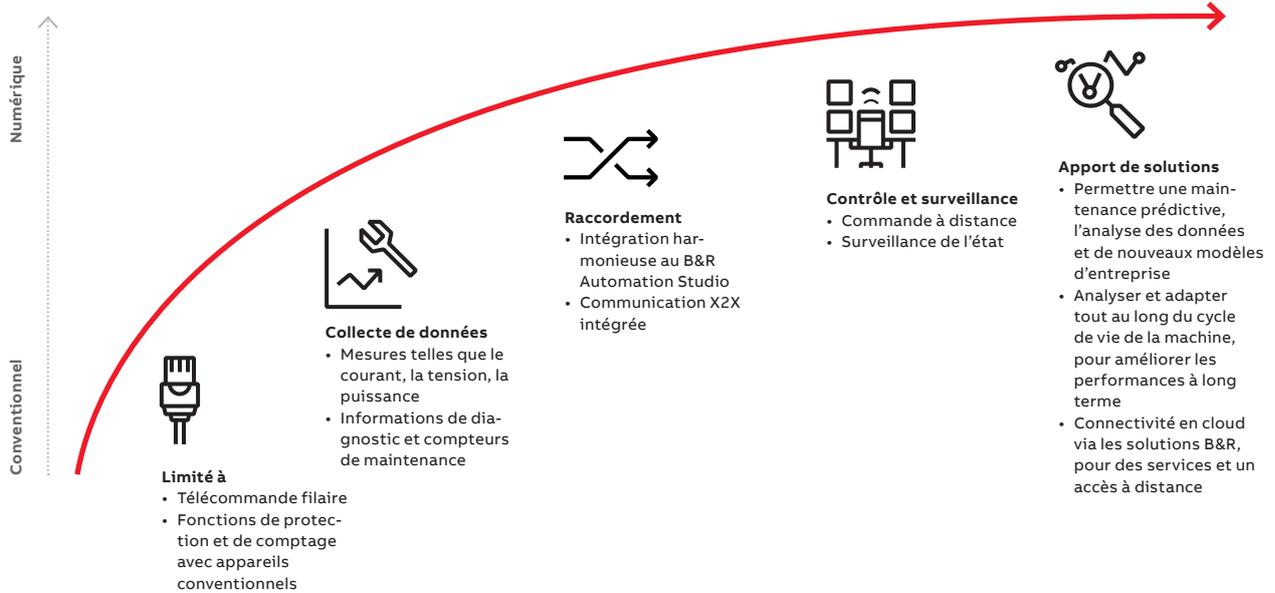
Si un grand nombre de capteurs de sécurité et d'E/S ou bien des fonctions plus avancées sont nécessaires, en particulier pour la communication avec l'API, des automates programmables de sécurité (APS) sont appropriés. Le Pluto d'ABB est un contrôleur de ce genre, pouvant être raccordé directement à l'appareil de sécurité le plus couramment utilisé. Pluto est un APS autonome puissant, simple d'utilisation et doté d'un logiciel de programmation gratuit.

Les API à sécurité intégrée sont utilisés pour les situations les plus complexes. Ils sont polyvalents

et offrent autant de fonctions de sécurité que les automates de sécurité. Les fonctions de contrôle et de sécurité des deux machines sont exécutées dans le même API. Les intercommunications fiables entre ces deux fonctionnalités sont donc facilitées et la configuration peut être exécutée dans un environ-

**Les API à sécurité intégrée sont utilisés pour les situations les plus complexes.**

nement de programmation cohérent. De plus, les fonctionnalités de diagnostic avancées disponibles dans ces API aident les techniciens et les utilisateurs finaux au quotidien. Le système B&R X20 est un exemple très puissant et compact de ce genre d'API à sécurité intégrée et compatible avec les capteurs de sécurité d'ABB →03.



04

### Interfaces de communication

Dans l'environnement parfois difficile d'une installation agroalimentaire, des systèmes de communication robustes sont essentiels à la sécurité et à la sécurisation des données liées à la conformité aux normes. Si les données de conformité sont perdues, la traçabilité peut l'être

—

**Les modules Novolink connectent des moteurs électriques dans des systèmes d'automatisation et de fabrication intelligente de pointe.**

aussi et la certification de l'installation remise en cause. ABB propose deux interfaces de communication qui connectent de manière fiable les capteurs de sécurité aux automates de sécurité : OSSD et DYNlink →03.

Le protocole de communication OSSD est très utilisé pour divers capteurs de sécurité. L'OSSD permet de raccorder plusieurs capteurs en série, tout en maintenant une grande sécurité. La plupart des automates de sécurité du marché (y compris les Sentry et Pluto d'ABB et le X20 de B&R) peuvent être raccordés aux capteurs de l'OSSD et les surveiller.

DYNlink est un protocole de communication unique à ABB. Il s'agit de l'approche de communication et de câblage de capteurs la plus sûre qui utilise le moins de câbles et d'entrées d'automates possible. DYNlink est compatible avec les contrôleurs Vital et Pluto d'ABB, ainsi qu'avec le X20 de B&R.

DYNlink nécessite moitié moins d'entrées que l'OSSD, tout en maintenant le plus haut niveau de sécurité dans les raccordements en série. De plus, DYNlink permet l'utilisation de fonctions complémentaires, telles que StatusBus, pour obtenir des informations d'état de chaque capteur, sans fil supplémentaire. Par exemple, avec un seul des fils d'un câble M12-5, StatusBus peut suivre l'état de tous les appareils raccordés en série. Cette fonctionnalité est un moyen économique de suivre l'état des portes, boutons d'arrêt d'urgence, etc.

### Les dispositifs ABB Novolink™ numérisent les moteurs électriques industriels

Les démarreurs moteur sont omniprésents dans les installations agroalimentaires. Cependant, ces éléments essentiels des lignes de production ne sont bien souvent pas intelligents. Les modules ABB Novolink peuvent résoudre ce problème en numérisant les démarreurs moteur pour obtenir des informations sur les charges raccordées et maintenir un environnement de travail sûr. Ils sont faciles à insérer dans des plans de câblage existants et s'accrochent sur un contacteur AF. Le travail des techniciens est facilité car il y a moins de câblage et de composants par rapport à la numérisation rétroactive traditionnelle.

Les modules Novolink raccordent des moteurs électriques à des systèmes d'automatisation et de fabrication intelligente de pointe, offrant aux clients les données et les analyses en temps réel nécessaires aux stratégies écoénergétiques et au travail en toute sécurité. Les modules permettent la maintenance prédictive, la télécommande, les diagnostics de défauts et les analyses de données nécessaires à l'Industrie 4.0.

Il y a deux modules Novolink : le SFM1 et le SCV10. Le module contacteur Novolink SFM1 surveille les

—  
04 L'itinéraire ABB pour passer du conventionnel au numérique.

—  
05 Logiciel Automation Studio de B&R.

statistiques de maintenance clés (heures de fonctionnement du moteur, cycles de commutation du contacteur, déclenchements, etc.).

Le module de courant et tension Novolink SCV10 protège le moteur et surveille l'état des équipements raccordés. Il se raccorde au module SFM1 et mesure les tensions de secteur, les courants par phase, la puissance, la fréquence, le taux d'harmoniques total, etc. Le SCV10 utilise

—  
**Les modules permettent la maintenance prédictive, la télécommande, les diagnostics de défauts et les analyses de données nécessaires à l'Industrie 4.0.**

un câble plat pour le raccordement, via un port X2X, au SFM1 qui l'alimente. Il fournit aussi une protection contre les surcharges thermiques selon la norme IEC/EN 60947 pour les moteurs à induction monophasés et triphasés. Cet appareil intègre aussi des transformateurs de courant qui mesurent le courant nominal jusqu'à 40 A et la tension jusqu'à 690 V CA.

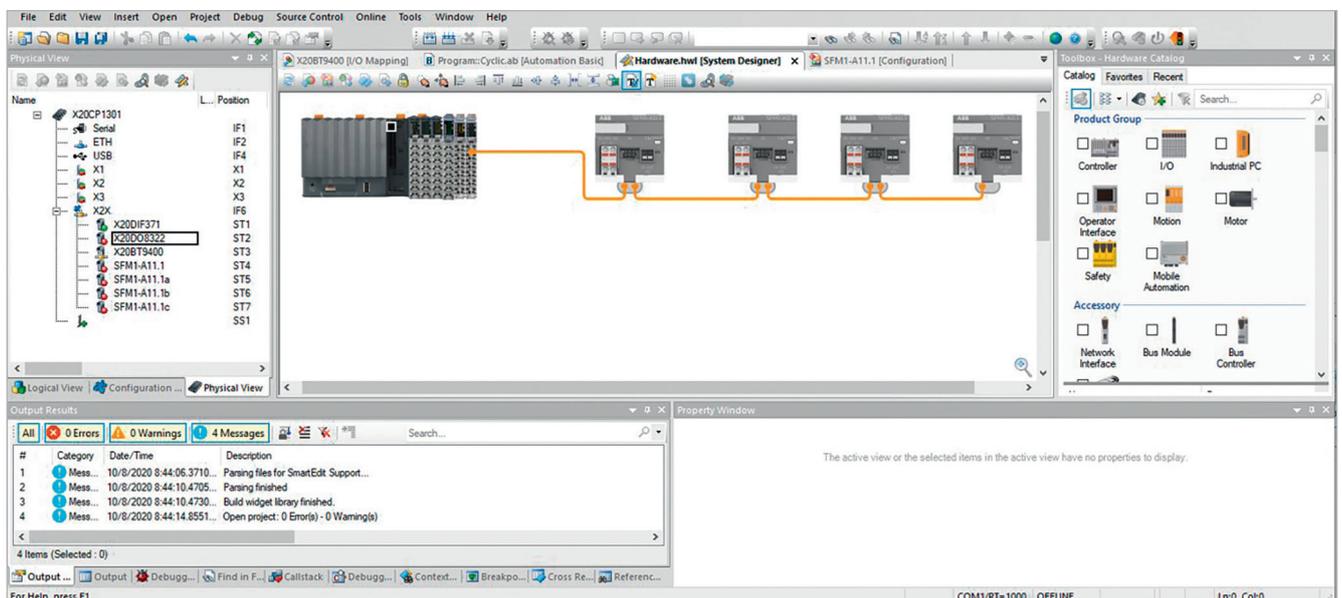
Les modules Novolink acceptent les contacteurs à bobine 24 V CC, de AF09 à AF96, dans les versions à visser, et de AF09 à AF38 dans les versions à ressort push-in. Les contacteurs

AF d'ABB comportent un système d'aimant à commande électronique qui couvre toute la gamme de puissance et ils sont complétés par de nombreux accessoires. Les modules Novolink peuvent être raccordés en guirlande avec plusieurs dispositifs en séquence, grâce à des câbles Ethernet standard.

Les modules Novolink sont entièrement intégrés au système d'automatisation B&R et aident à détecter les problèmes de charge, d'alimentation ou de dispositif d'alimentation, ce qui réduit le temps de dépannage.

### L'avenir s'inscrit sous le signe de la fabrication intelligente

Le passage de la fabrication traditionnelle à la fabrication numérisée, intelligente et sûre permet de réduire les temps d'installation, de simplifier l'ingénierie et d'appliquer facilement la maintenance préventive. Les mesures des paramètres principaux (courant, tension, puissance, consommation d'énergie, etc.), sont complétées par nombre d'informations de diagnostic. Les solutions décrites dans cet article sont entièrement compatibles avec B&R Automation Studio (un environnement de développement de logiciel) et la technologie de sécurité intégrée de B&R →04 – 05. La connectivité via les solutions B&R facilite accès à distance et entretien. Il n'a jamais été aussi simple d'appliquer des concepts de sécurité avec les protocoles de communication OSSD ou DYNlink. Les clients peuvent améliorer la sécurité, augmenter la souplesse de leurs lignes de production et respecter les normes. •





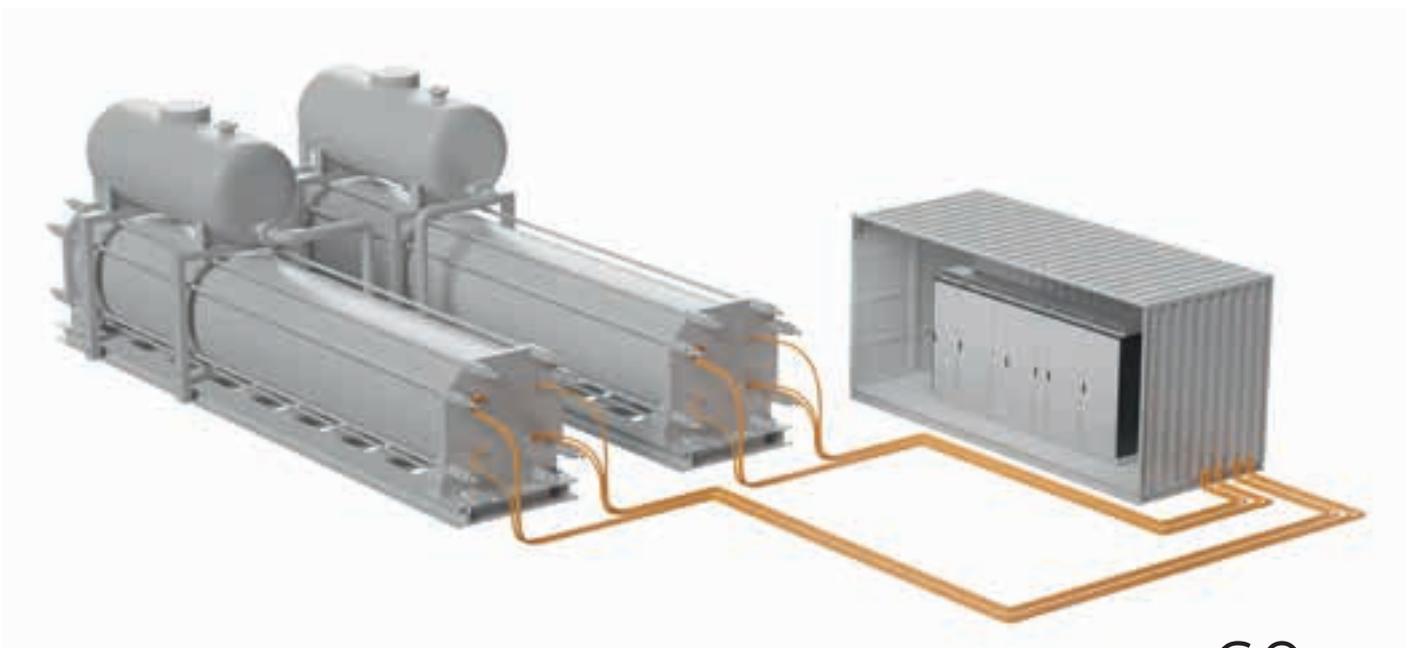
# Hydrogène





L'hydrogène est de plus en plus considéré comme une source d'énergie verte. ABB Review a demandé à quelques-uns de ses employés experts de ce sujet de nous en dire plus sur l'impact qu'il pourrait avoir sur la décarbonation d'applications majeures, sur les rôles associés des systèmes de détection avancés et des blocs d'alimentation, et de nous expliquer les plans de l'un de nos clients principaux pour produire et utiliser l'hydrogène pour la production d'électricité.

- 48**     **Décarboner l'avenir**  
L'hydrogène pour optimiser les applications
- 54**     **Molécule secrète**  
Comment les technologies de détection d'ABB garantissent la pureté et la sécurité du H<sub>2</sub>
- 60**     **Production d'hydrogène**  
Des blocs d'alimentation de pointe pour les électrolyseurs
- 64**     **Le courant passe !**  
Deux usines américaines vont produire 60 tonnes d'hydrogène vert par jour



60



---

DES SOLUTIONS À BASE D'HYDROGÈNE QUI OPTIMISENT LES APPLICATIONS

# Décarboner l'avenir

En tant que carburant renouvelable à combustion propre, l'hydrogène jouera un rôle majeur pour atteindre l'objectif de 'net zéro' d'émissions de dioxyde de carbone d'ici 2050. Les nouvelles applications, telles que le stockage d'énergie à proximité du réseau, la mobilité alimentée par des piles à combustible, le chauffage et la réduction directe du fer, vont se démocratiser au fur et à mesure que l'hydrogène remplacera les carburants classiques dans ces processus. ABB propose des solutions de mesure et d'analyse qui aident à optimiser tous ces domaines.



L'hydrogène pour les applications pétrochimiques et de raffineries compte pour environ 20 % de la consommation actuelle mondiale d'hydrogène. Bien que cette application diminuera sans doute au cours des décennies à venir, l'utilisation d'hydrogène dans la transformation des biocarburants liquides va sans doute augmenter. Dans les deux cas, la combinaison de capture et séquestration de carbone (CCS) et de la production d'hydrogène par des méthodes de vaporemformation de méthane (SMR) seront essentielles pour réduire l'impact environnemental de la production d'hydrogène.

Pour cela, il est essentiel de pouvoir déterminer précisément la composition de la matière première entrante de gaz naturel, afin de quantifier sa valeur énergétique. La valeur en BTU du gaz naturel utilisé dans un processus SMR peut être mesurée à l'aide d'un système de chromatographie de gaz à réponse rapide, tel que le PGC1000 d'ABB optimisé pour l'analyse des BTU de gaz naturel. Les analyseurs de gaz à infrarouges à lecture directe sont parfaitement adaptés à la

Il sera possible de réduire les coûts lorsque la puissance des électrolyseurs sera passée de la plage actuelle de 10 MW à une plage de 1 GW.



**Stephen Gibbons**  
Business Line Analytical,  
Measurement & Analytics  
Division  
Francfort, Allemagne

stephen.gibbons@  
de.abb.com

Aujourd'hui, la production d'ammoniaque compte pour environ 50 % de l'utilisation mondiale de l'hydrogène, alors que la production de méthanol en utilise elle 25 %. D'autres domaines d'utilisation importants sont les processus de raffinage et de traitement thermique pour produire des métaux et du verre, l'hydrogénation des huiles pour les transformer en graisses alimentaires et, de plus en plus, les applications de transports et de mobilité qui représentent cependant moins de 5 % de l'utilisation mondiale d'hydrogène.

Afin de faire de l'hydrogène une solution énergétique concurrentielle, il faut réduire le coût de financement des électrolyseurs. Il sera possible de réduire les coûts lorsque la puissance des électrolyseurs sera passée de la plage actuelle de 10 MW à une plage entre 100 MW et 1 GW. Par exemple, la raffinerie BP Lingen d'Emsland, en Allemagne, a des plans qui nécessitent le passage d'un électrolyseur de 50 MW alimenté par l'énergie éolienne à un électrolyseur de 500 MW, pour répondre au besoin actuel de l'usine en hydrogène et permettre la production de carburants de synthèse.



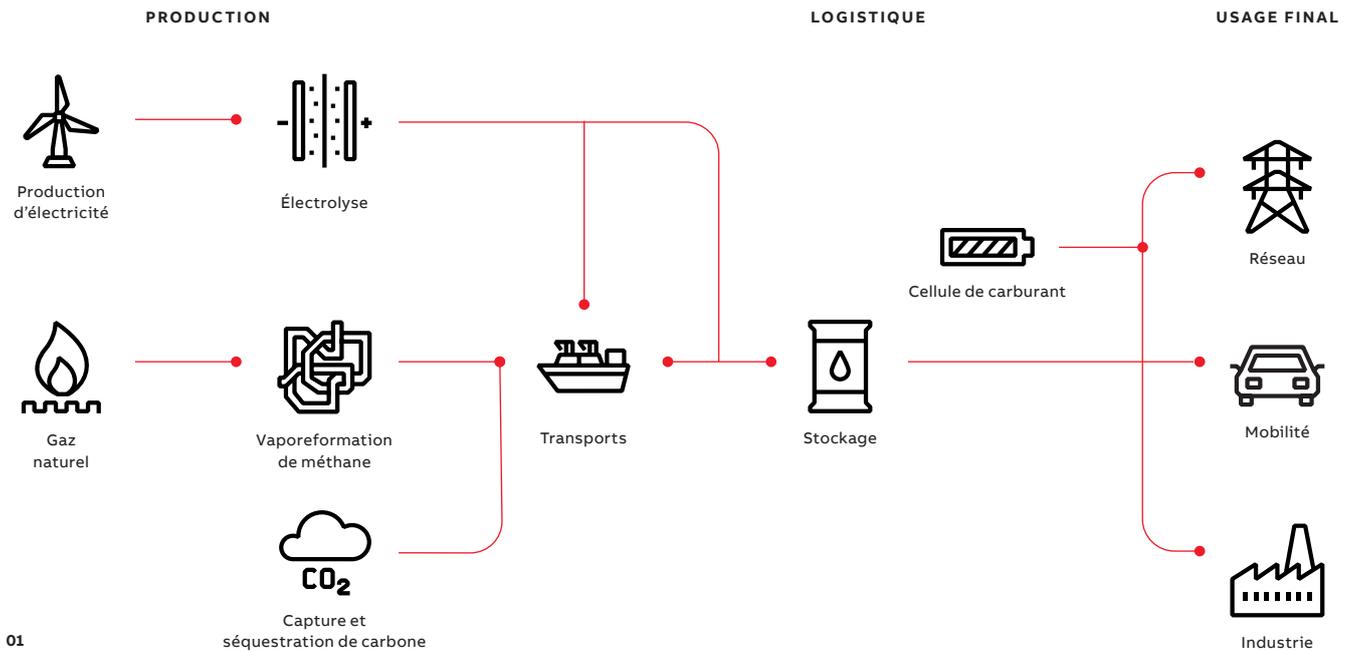
**Javier Figueras**  
Business Line  
Instrumentation,  
Measurement & Analytics  
Division  
Madrid, Espagne

javier.figueras@  
es.abb.com

mesure de la pureté finale de l'hydrogène. On tient généralement pour acquis que le gaz provenant du SMR sera de l'hydrogène, mais l'important est l'absence de CO et de CO<sub>2</sub> qui sont toxiques pour les catalyseurs d'hydrotraitement, dans les processus suivants où l'hydrogène est utilisé en raffinerie. En général, les spécifications du produit final de l'hydrogène ont une teneur maximale totale combinée en CO et CO<sub>2</sub> de 10 ppm volume. La mesure simultanée de ces deux composants est possible en utilisant le module d'analyseur de gaz à infrarouge Uras26 d'ABB, monté dans un système Advance Optima AO2000.

#### Production d'ammoniaque et de méthanol

Comme nous l'avons déjà dit, l'hydrogène sert surtout à produire de l'ammoniaque et du méthanol. L'ammoniaque est le premier produit pétrochimique en termes de volume de production, et c'est le deuxième produit chimique le plus courant à ce niveau. La consommation d'ammoniaque est liée directement à l'agriculture qui l'utilise comme engrais sous diverses formes (ammoniaque liquide, solutions d'azote, nitrate d'ammonium ou urée). Cependant, bien qu'environ 75 % de la capacité



01

de production mondiale d'hydrogène reposent dans les chaînes de valeur du méthanol et de l'ammoniaque, on observe un passage de plus en plus important vers l'hydrogène 'propre', que ce

Les tendances actuelles de décarbonation indiquent clairement que le secteur de l'acier va devenir un consommateur important d'hydrogène.

soit via la capture des émissions de dioxyde de carbone des SMR, le reformage autothermique ou le passage à une électrolyse alimentée par une énergie renouvelable. Voici quelques exemples d'industries clés qui illustrent ce point →01.

#### Décarbonation de la production de fer, acier et ciment

Les tendances actuelles de décarbonation indiquent clairement que le secteur de l'acier va devenir un consommateur important d'hydrogène dans les années à venir. Par exemple, comme alternative à la production très émettrice de CO<sub>2</sub> et à l'utilisation de coke, l'hydrogène peut être utilisé dans un processus appelé 'réduction directe du fer' ou DRI →02. L'hydrogène réagit avec le minerai pour produire du fer et de la vapeur d'eau. Une usine ArcelorMittal à Hambourg, Allemagne, est l'une des quelques usines dans le monde qui conduisent des essais pour établir la viabilité de ce processus.

Comme diverses études pilotes l'indiquent, on s'attend à ce que l'hydrogène joue un rôle majeur dans la décarbonation de la production de ciment. Les analyseurs et les instruments vont continuer à y jouer un rôle important pour garantir des opérations sûres, efficaces et conformes aux normes. La composition du gaz à différents points d'un processus de production de ciment peut varier, et des fournisseurs d'équipements tels qu'ABB doivent alors fournir des solutions adaptées ou nouvelles.

#### Décarboner l'aviation

En ce qui concerne les applications de mobilité à l'hydrogène, on s'est jusqu'à maintenant surtout intéressé aux camions, bus, voitures, trains et bateaux. Cependant, bien que l'aviation soit l'un des domaines les plus difficiles à décarboner, quelques drones à hydrogène et transporteurs de petite taille ont été proposés et des pilotes ont été réalisés. Des programmes gouvernementaux et quelques entreprises privées étudient d'éventuels carburants renouvelables pour le secteur de l'aviation, y compris l'hydrogène vert et les carburants de synthèse produits à l'aide d'un électrolyseur à oxyde solide (SOE) combiné à un réacteur Fischer-Tropsch.

#### Mélange d'hydrogène dans le réseau de gaz naturel

Le gaz hydrogène entre bien sûr dans la vie de chacun. Par exemple, dans un projet mené à Levenmouth, Fife, RU, de l'hydrogène vert chauffera bientôt 300 logements. L'idée est d'utiliser de l'électricité renouvelable provenant d'une ferme éolienne proche pour entraîner un électrolyseur devant produire de l'hydrogène. L'hydrogène sera

— 01 Bien qu'environ 75 % de la capacité mondiale de production d'hydrogène se trouve dans les chaînes de valeur du méthanol et de l'ammoniaque, on observe un passage de plus en plus important vers l'hydrogène 'propre'.

— 02 L'hydrogène peut être utilisé comme alternative à la production très émettrice de CO<sub>2</sub> et à l'utilisation de coke, dans un processus appelé 'réduction directe du fer' ou DRI.

ensuite mélangé à du gaz naturel et distribué dans le réseau de distribution de gaz existant. Cela est une évidence pour les pays qui ont choisi le gaz

—  
**Au final, une grande partie de l'infrastructure de gaz naturel sera convertie pour transporter 100 % d'hydrogène.**

naturel comme moyen de chauffage et ont investi lourdement dans des infrastructures de pipelines de distribution de gaz.

Mais l'hydrogène n'est pas une panacée, du moins, pas encore. Bien que le mélange d'hydrogène dans des réseaux de gaz naturel existants soit techniquement possible, plusieurs pays ont établi une limite haute de 2 % d'hydrogène dans leurs réseaux existants. En Australie, l'opérateur de pipelines de gaz Jemena a envisagé de mélanger jusqu'à 10 % d'hydrogène dans le réseau existant. Au fil du temps, une grande partie de l'infrastructure mondiale de gaz naturel en place sera convertie ou remplacée pour transporter 100 % d'hydrogène. Cependant, cela

nécessitera des investissements très importants pour construire des pipelines neufs ou les faire rénover, car, en fonction du type d'acier nécessaire, l'hydrogène peut causer une fragilisation pouvant entraîner des fissures et une rupture.

Une autre inquiétude est que la valeur énergétique de chauffage thermique de l'hydrogène par unité volume est inférieure à celle du gaz naturel. Cela signifie que les systèmes de comptage existants fourniraient moins d'énergie pour la même valeur facturée. Autrement dit, au fur et à mesure que la concentration d'hydrogène mélangé augmentera, les systèmes de mesure de la composition et de comptage de gaz devront être modifiés pour garantir une distribution juste de l'énergie et une facturation précise.

C'est pourquoi le PGC1000 d'ABB, un chromatographe de gaz de transformation à réaction rapide, doté d'un détecteur de conductivité thermique et idéal pour surveiller la composition des mélanges de gaz dans les systèmes de distribution et transmission de gaz naturel est une solution idéale. Des applications éprouvées pour ce type d'analyseur de gaz comprennent la surveillance de la valeur thermique du gaz naturel dans des systèmes de contrôle de brûleur, pour garantir une bonne stœchiométrie de combustion.



D'autres chromatographes de gaz de transformation d'ABB, tels que ceux de la gamme NGC8200 de haute précision, peuvent être utilisés pour surveiller les pipelines de gaz naturel contenant de l'hydrogène.

### **Raison pour laquelle la pureté de l'hydrogène est essentielle**

Parmi ses nombreuses applications révolutionnaires, l'hydrogène pourrait être utilisé pour résoudre le déséquilibre saisonnier entre la génération d'électricité renouvelable et la demande énergétique. La production et le stockage à long terme de l'hydrogène vert produit sur les électrolyseurs est une solution potentielle. Cependant, une condition préalable à ce scénario est l'application de la norme internationale « ISO14687:2019 Qualité du carburant hydrogène - Spécification de produit » qui comprend un ensemble de spécifications de pureté spécifiques à l'application. Par exemple, pour l'hydrogène pour véhicules électriques à pile à combustible et d'autres piles à combustible, les impuretés telles que le CO et le H<sub>2</sub>S sont limitées à des niveaux

## L'hydrogène pourrait résoudre le déséquilibre saisonnier entre la génération d'électricité renouvelable et la demande énergétique.

garantissant la compatibilité de l'hydrogène avec des piles à combustible modernes standard et non toxiques pour les catalyseurs sensibles. Il faut également gérer l'azote, car ce gaz inerte risque de s'accumuler dans les piles à combustible, entraînant la formation d'une zone moins active pour la production d'électricité, ce qui diminuerait graduellement les performances des piles à combustible. La plupart des spécifications habituelles sont faciles à atteindre avec de l'hydrogène produit dans un électrolyseur, mais cela devient plus difficile lorsqu'il est produit à partir d'un SMR ou d'un ATR, des processus nécessitant une analyse précise du gaz avec un équipement sensible.

ABB fournit des appareils et solutions d'analyseurs pour applications d'hydrogène depuis des années et sa gamme comporte diverses solutions pour ce marché de plus en plus important →03. Elle englobe, par exemple, le 'H-shield' pour les produits

de mesure de pression, niveau et débit, ce qui garantit une résistance extrême à la perméation de l'hydrogène. Dans le domaine des analyseurs de gaz, les produits ABB garantissent la sécurité, l'efficacité et la fiabilité de la production d'hydrogène et des processus en aval, dans des centaines d'installations à travers le monde. De plus, en ligne avec l'évolution de l'environnement de l'hydrogène, ABB propose des solutions logicielles associées qui utilisent la puissance des données de mesure et de diagnostic pour surveiller l'état des appareils et fournir des informations à ce sujet.

### **Conclusion**

L'hydrogène jouera forcément un rôle important dans un futur décarboné. L'hydrogène vert produit à partir d'une électricité renouvelable et d'eau fera partie de la solution. L'hydrogène bleu, produit à partir de gaz naturel, combiné à la CCS, sera également important. Nous ne savons pas encore précisément comment nous atteindrons cet objectif et chaque région suivra sans doute ses propres plans pour atteindre les objectifs de 2050 et au-delà. Toutes les méthodes de décarbonation nécessiteront des analyseurs de gaz et il faudra des appareils pour garantir des opérations sûres, efficaces et écologiques. Les produits et services des solutions de mesure et d'analyse d'ABB seront au cœur de l'action, tout comme de nombreuses solutions de gestion de l'électricité et systèmes de contrôle de processus de tout le groupe ABB.

ABB s'active à développer la technologie de capteurs, afin de répondre aux besoins de mesure en constante évolution. Nous traçons le chemin des solutions logicielles numériques, pour utiliser la puissance des données, afin d'améliorer l'efficacité énergétique des clients. •

—  
03 Le portefeuille de produits d'ABB offre une large gamme de solutions pour le marché de l'hydrogène.

## SOLUTIONS « PRÊTES POUR L'HYDROGÈNE » D'ABB



### — ANALYSEURS

- Analyseurs de gaz continus
- Systèmes de mesure des émissions en continu (CEMS)
- Technologie laser ICOS
- Chromatographes de gaz de transformation
- Solutions de systèmes standardisées — « Chambres d'analyseurs » en conteneurs



### — APPAREILLAGE

- Débitmètres massiques thermiques
- Débitmètre à section variable
- Capteur de pression et sonde de température
- Transmetteurs et contacteurs de niveau
- Produits numériques dotés des normes de communication les plus récentes
- Concept de plateforme : Aspect et convivialité identiques sur toute la gamme



### — SERVICE & NUMÉRIQUE

- Contrats de services Measurement Care
- My Measurement Assistant
- ABB Ability™ Remote Insights for service
- ABB Ability™ Condition Monitoring for measurement devices
- ABB Ability™ Verification for measurement devices



### — ENTREPRENEURS PRINCIPAUX POUR L'ÉLECTRICITÉ ET L'AUTOMATISATION (MEC, MAC)

- Contrôle de l'installation (Solutions DCS)
- Infrastructure électrique et d'automatisation modulaire en conteneur
- Contrôle des compresseurs/de la station de pompage
- Télécommunication, sécurité et surveillance pour les pipelines
- Exécution complète du projet
- Services au cours du cycle de vie

COMMENT LES TECHNOLOGIES DE DÉTECTION D'ABB  
GARANTISSENT LA PURETÉ ET LA SÉCURITÉ DU H<sub>2</sub>

# Molécule secrète

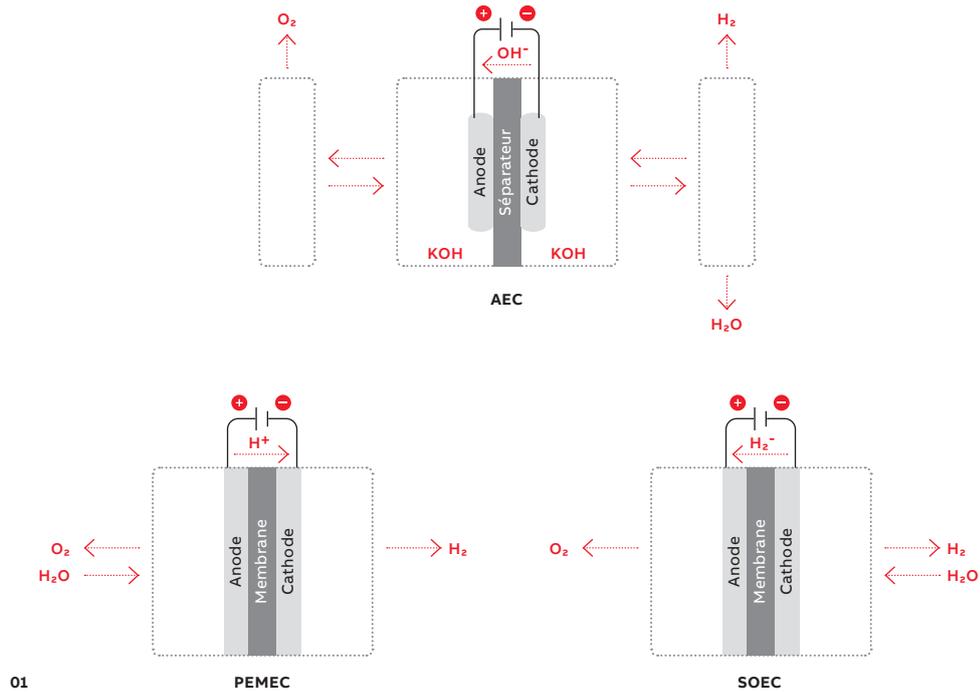
La production d'hydrogène à partir d'électricité verte pourrait révolutionner les marchés des transports, de l'électricité, du gaz, des produits chimiques et des carburants. Mais, cette molécule, qui est la plus petite et la plus secrète du tableau périodique, pose divers défis de détection en termes de production, de transport, de stockage et d'usage final. ABB propose une gamme d'appareils et d'analyseurs.

L'hydrogène sera au cœur d'un système énergétique décarboné. Il peut stocker de l'énergie, apporter de la souplesse et transporter de grands volumes d'énergie sur de grandes distances, par pipeline ou navire, ce qui permet d'exploiter des sources d'énergie renouvelables (RES) dans des lieux éloignés.

Cependant, l'hydrogène dépasse de loin le stockage de l'énergie, car il peut être transformé en carburants et en produits chimiques. De plus, la production d'hydrogène à partir d'électricité révolutionnera les marchés de l'électricité, du gaz, des produits chimiques et des carburants [1]. L'hydrogène est le mieux placé pour devenir la 'molécule propre' venant compléter les 'électrons propres'.

Bien que l'utilisation de l'hydrogène ne produise quasiment pas de CO<sub>2</sub>, il est fabriqué à l'aide de diverses sources d'énergie et technologies affectant les émissions de GES.

Cependant, c'est l'électrolyse qui change tout dans la production d'hydrogène qui est alors fabriqué via un processus électrochimique qui divise l'eau en hydrogène et oxygène, sans



01

01 Écoulements d'eau et de gaz dans les types principaux d'électrolyseurs commerciaux.

aucune émission de  $CO_2$ . Si l'on peut certifier que l'électricité provient uniquement de sources d'énergie renouvelables, le produit final peut être défini comme de l'hydrogène vert.

Bien que moins de 0,1 % de la production mondiale d'hydrogène vienne de l'électrolyse de l'eau et qu'il serve surtout dans des marchés aux exigences de pureté élevées et spécifiques (électronique et élastomère polysilicone, etc.) [2], l'hydrogène vert attire tous les regards et toujours plus d'investissements. Par exemple, la Commission européenne a attribué des ressources inédites pour développer une stratégie de l'hydrogène visant à augmenter la valeur ce secteur, en passant de 2 milliards d'euros à 140 milliards d'euros d'ici 2030, avec 140 000 emplois prévus à la clé [3].

Techniquement, trois technologies de production de  $H_2$  sont actuellement disponibles :

- cellule d'électrolyseur alcalin (AEC),
- membranes électrolyte polymère (PEM ou PEMEC), aussi nommées membranes à échange de protons, et
- électrolyseurs à oxyde solide (SOE ou SOEC) →01.

Les électrolyseurs AEC ont un CAPEX inférieur à celui des deux autres technologies. C'est aussi la technologie la plus éprouvée des trois, ce qui signifie que les électrolyseurs AEC ont une fiabilité éprouvée que les processus PEM et SOE n'ont pas encore eu le temps d'accumuler.

Les systèmes PEM offrent une montée en puissance rapide. À des pressions maximum

de 30 bar, que d'autres électrolyseurs peuvent aussi atteindre, leur empreinte physique est plus faible que celle des systèmes à électrolyse sous pression atmosphérique. Les coûts ultérieurs de compression des gaz à haute pression sont donc réduits si l'hydrogène est injecté dans le réseau de gaz ou utilisé pour le stockage à haute pression.

Les cellules électrolytiques à oxyde solide (SOE) sont l'inverse des piles à combustible à oxyde solide. La plupart des équipements SOE fonctionnent entre 650 et 850 °C avec de l'eau sous forme de vapeur et tirent une grande partie de

— La Commission européenne veut faire passer la valeur de son secteur hydrogène de 2 milliards d'euros à 140 milliards d'euros d'ici 2030.

leur énergie de la chaleur de la vapeur. L'électrolyse à haute température est beaucoup plus avantageuse que les technologies à basse température ; elle est très efficace et ne nécessite aucun électrocatalyseur en métal noble et cher. Il faut donc environ un tiers d'électricité en moins qu'avec un électrolyseur PEM ou AEC, pour produire autant d'hydrogène [4]. Cependant, le développement industriel de la SOE est encore en retard.



**Nunzio Bonavita**  
ABB Process Automation  
Measurement and  
Analytics  
Genève, Italie

nunzio.bonavita@  
it.abb.com

### La chaîne de valeur de l'hydrogène vert

La production n'est que le début de la chaîne de valeur de l'économie de l'hydrogène qui comprend aussi le transport, le stockage et l'usage final → 02. La plupart des problèmes commerciaux et techniques liés au H<sub>2</sub> proviennent des propriétés chimiques et physiques de cette molécule qui est la plus petite et la plus légère

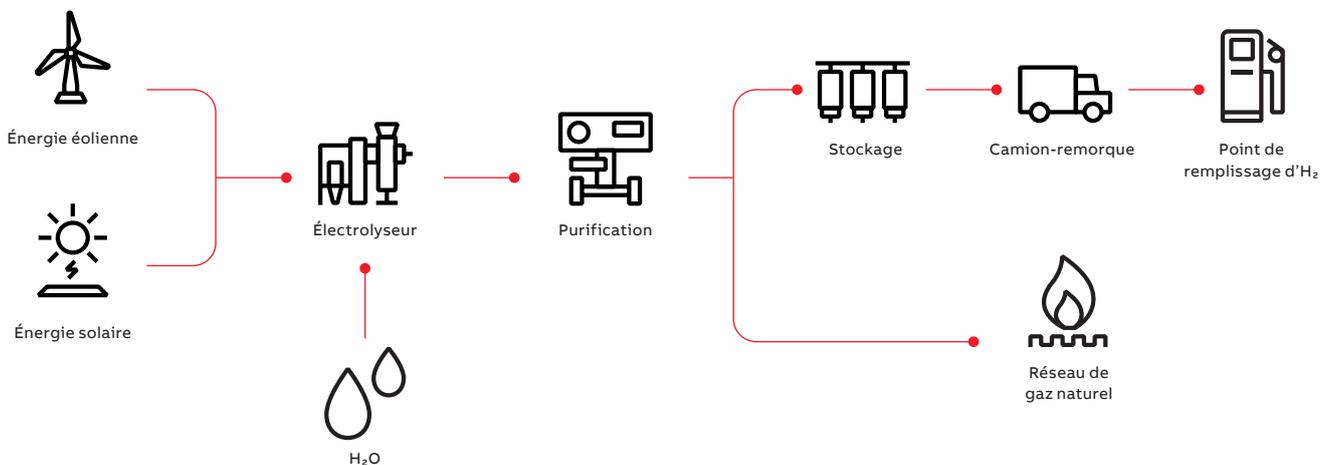
L'hydrogène vert a un rôle crucial à jouer pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> dans les industries où cela est un défi, comme dans la production d'acier.

présente dans la nature. L'hydrogène a donc un point d'ébullition très bas et, dans des conditions normales, une masse volumique très faible. Afin d'en faire un vecteur d'énergie important, il faut le mettre sous pression et le liquéfier ou le convertir en un autre support chimique.

En général, le H<sub>2</sub> est transporté d'un site de production jusqu'à son site d'usage final par pipeline, camions-citerne chargés de liquide cryogénique ou remorques à tubes de gaz, par train ou barge. Les pipelines sont le moyen le plus économique de transport en vrac dans les terres, mais pour rester économique sur les distances plus importantes et pour le transport maritime, le H<sub>2</sub> doit être liquéfié ou converti en un autre support (ammoniaque, benzyltoluène, etc.).

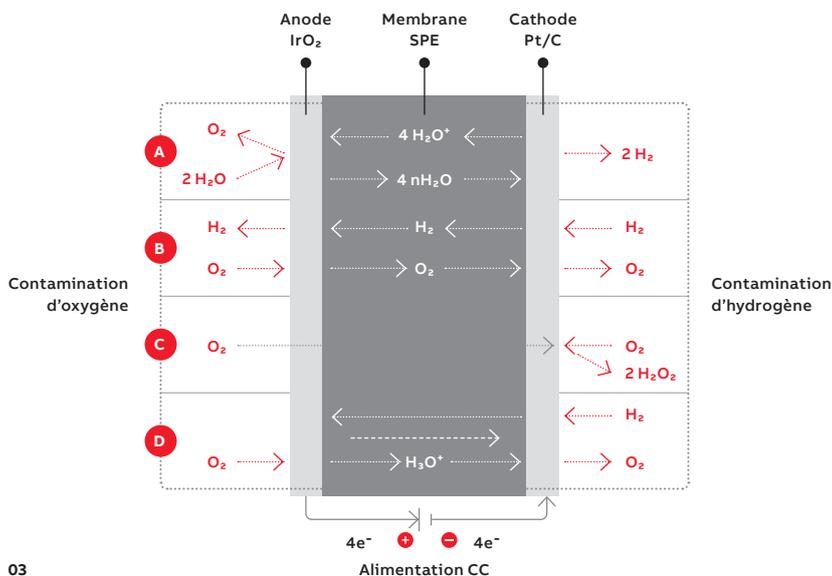
En fonction des besoins en termes de durée de stockage, on peut traiter l'hydrogène :

- sous forme gazeuse : c'est l'option la moins chère. Sous cette forme, il peut être stocké dans des mines de sel, des champs de gaz épuisés, ou des réservoirs sous pression, comme dans les véhicules à pile à combustible.
- sous forme liquide : l'hydrogène gazeux est converti sous sa forme purement liquide, pour augmenter sa densité d'énergie. Ce mode de stockage est plus efficace que celui sous forme gazeuse, mais il est plus cher, car il nécessite trois étapes : une phase de liquéfaction (l'hydrogène gazeux est refroidi en dessous de -253 °C, puis converti en liquide), une phase liquide, puis une phase de regazéification.
- sous forme chimique : dans ce cas, le H<sub>2</sub> est lié à un autre atome ou une autre molécule. L'ammoniaque et les liquides organiques porteurs d'hydrogène (LOHC) font partie des molécules les plus prometteuses permettant le stockage liquide.
- la dernière étape de la chaîne de valeur de l'hydrogène vert est son usage final. En résumé, il est possible d'identifier trois domaines principaux d'application :
- la mobilité : l'hydrogène vert est utilisé dans le transport via des technologies à pile à combustible. Les véhicules électriques à piles à combustible ont des réservoirs d'hydrogène qui alimentent une pile à combustible qui génère l'électricité du moteur. Actuellement, on se concentre sur les transports publics et d'autres véhicules spécifiques pour les aéroports, les centres commerciaux, etc.
- l'utilisation industrielle : en plus de remplacer l'hydrogène gris dans les secteurs traditionnels (raffinage, engrais, etc.), l'hydrogène vert est



—  
02 Mode de production de l'hydrogène et domaines d'utilisation

—  
03 Réactions et mécanismes de transfert de masse de l'hydrogène. SPE : électrolyte polymère solide. Pt/C : catalyseur de particules.



03

essentiel pour réduire les émissions de  $\text{CO}_2$  dans les industries dans lesquelles l'électricité n'est ni utilisable ni pratique (production d'acier, de verre ou de céramique).

- l'utilisation domestique : le mélange de l'hydrogène au gaz naturel (GN) pour les applications domestiques génère efficacement de la chaleur et de la puissance avec des émissions inférieures à celles du GN seul. De nombreuses compagnies gazières investissent dans ce domaine. L'ajout d'hydrogène dans des réseaux de GN existants est techniquement possible et autorisé dans certains pourcentages, dans de nombreux pays. À l'heure actuelle, plusieurs pays ont établi une limite haute de 2 % d'hydrogène dans les réseaux de pipelines existants.

#### Les défis des mesures

L'hydrogène est le plus petit et le plus secret élément du tableau périodique et il présente des propriétés physiques/chimiques particulières qui posent certains problèmes de mesure. Pour créer l'économie de l'hydrogène, il faut résoudre plusieurs problèmes de détection présentés ci-dessous.

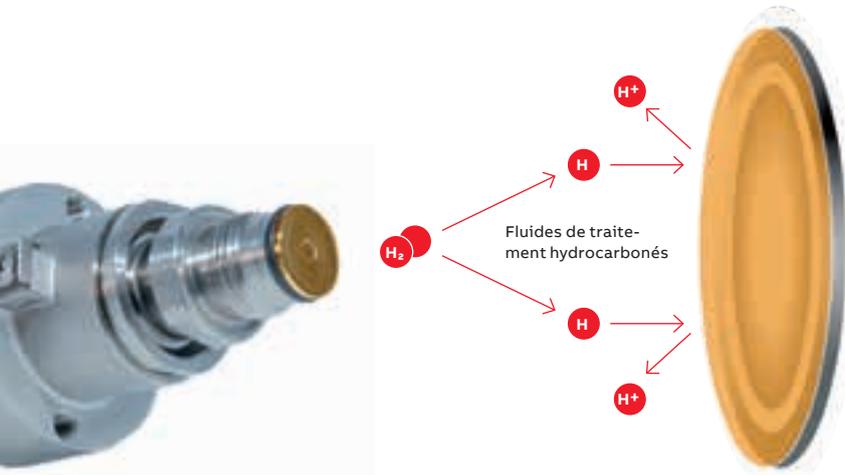
Les électrolyseurs nécessitent des analyseurs de gaz sensibles pour fonctionner de manière sûre. Ils produisent de l'oxygène au niveau de l'anode et de l'hydrogène au niveau de la cathode, mais l'électrochimie nécessaire est extrêmement complexe. De nombreuses réactions se produisant dans un électrolyseur peuvent causer l'accumulation de petites concentrations d'oxygène dans le flux d'hydrogène, et vice-versa. De plus, du gaz peut fuir de la pile formant l'électrolyseur, d'un côté de la cellule d'électrolyseur à l'autre, ce qui pose de graves risques de sécurité →03.

#### Production

Le contrôle du processus d'un électrolyseur d'hydrogène a plusieurs rôles : fonctionnement sûr, conversion efficace de l'électricité en hydrogène et contrôle qualité de la pureté de l'hydrogène et de l'oxygène sous forme gazeuse. ISO22734:2019 spécifie explicitement de nombreux paramètres à mesurer pour garantir le fonctionnement sûr et fiable de l'électrolyseur d'hydrogène [5]. Bien que la plupart des paramètres mesurés soient communs à tous les électrolyseurs (température dans la pile d'électrolyseur pour éviter les surchauffes, impuretés de

—  
Du fait que les électrolyseurs produisent l'oxygène au niveau de l'anode et l'hydrogène au niveau de la cathode, il faut des analyseurs de gaz pour rendre le fonctionnement sûr.

gaz, etc.), d'autres sont spécifiques à la technologie d'électrolyseur présentée dans la première section de cet article. Par exemple, la détection des fuites de liquide dangereuses est plus importante lorsque l'on traite des solutions d'hydroxyde de potassium fortement concentrées sur un électrolyseur AEC que lorsque l'on traite de l'eau pure sur un système PEM pour lequel la pureté de l'eau est essentielle. Utilisée à haute température, la technologie SOE est plus exigeante en termes de mesure de gestion de l'alimentation en vapeur.



04

### Stockage et transport

Le stockage et la manipulation de l'hydrogène posent des problèmes de sécurité qu'il faut comprendre et limiter pour garantir des opérations sûres. L'hydrogène présente certains dangers potentiels car :

- son énergie d'inflammation est faible (0,017 mJ contre 0,25 mJ pour les hydrocarbures). Les fuites dans les brides de tuyaux, par exemple, sont extrêmement dangereuses, car la simple friction produite par la fuite suffit à causer l'inflammation. De plus, en cas d'inflammation, l'hydrogène peut brûler avec une flamme invisible et en émettant peu de chaleur. La flamme est donc difficile à trouver.
- $H_2$  est une molécule minuscule qui se dissocie en ions. À hautes températures, il peut se diffuser et perméer les métaux, ce qui fragilise les équipements et les pipelines [6].

Une surveillance précise et fiable de l'infrastructure est donc obligatoire. De plus, il existe encore de nombreux problèmes, tels que la surveillance des pipelines longs et/ou souterrains [7]. En plus de la détection rigoureuse des fuites, les installations de stockage nécessitent un séchage préliminaire pour supprimer l'humidité et ont donc besoin d'analyseurs de pureté d'hydrogène.

### Usage final

Des usages finaux différents posent des problèmes différents. Pour la mobilité, les défis principaux sont liés à la mesure précise du débit et à la protection de la pile à combustible par la mesure des impuretés de  $H_2$  à très faibles concentrations (par exemple, un niveau total de soufre à 4 nmol/mol) à chaque station de ravitaillement [8]. La solution la plus évidente pour l'utilisation de l'hydrogène est sans doute son mélange dans des réseaux de distribution de gaz naturel. Les principaux problèmes de mesure à ce niveau sont :

- l'apport d'un ratio précis et efficace de mélange et la mesure de la qualité de  $H_2$ ,
- l'extension et la spécialisation des procédures de transactions commerciales pour le mélange ; cela est essentiel car la valeur énergétique de chauffage thermique de l'hydrogène par unité volume est inférieure à celle du GN,
- la prévention des fissures dues à l'hydrogène. Pour certaines qualités d'acier, une quantité trop importante d'hydrogène, en particulier à des températures plus élevées, peut causer une fragilisation pouvant entraîner des fissures et une rupture.

### Les solutions et réussites d'ABB

ABB dispose d'une gamme bien établie d'appareils et de solutions d'analyseurs pour les applications d'hydrogène. Parmi les produits conçus spécifiquement pour résoudre les problèmes liés à l'hydrogène vert, on compte l'option de bouclier 'H-shield' pour les produits de mesure de pression, niveau et débit, qui garantit une résistance extrême à la perméation de l'hydrogène →04. Utilisé avec le processus de déposition

—  
L'option 'H-shield' d'ABB pour les produits de mesure de pression, niveau et débit garantit la résistance à la perméation de l'hydrogène.

de vapeur, par exemple, le H-shield forme un revêtement protecteur d'une épaisseur uniforme sur toute la surface de la membrane, tout en offrant une souplesse suffisante pour permettre à la membrane de bouger pour répondre aux changements de pression [9].

Pour les véhicules à pile à combustible, ABB propose le Sensyflow FMT700-P, un débitmètre massique thermique compact qui est le dernier né d'une gamme de produits ayant fait ses preuves dans la mesure de l'air d'admission des moteurs sur les bancs d'essai. L'appareil est parfaitement adapté au réglage de précision de l'efficacité des piles à combustible. Grâce à son temps de réaction sans égal (25 millisecondes), les plus grands fabricants automobiles du monde l'utilisent pour mesurer l'air d'admission lors des tests d'assurance qualité, dans les applications de bancs d'essai et pour la recherche et le développement [10].

—  
04 Membrane d'isolement avec revêtement et pression H-shield d'ABB.

—  
05 Un chromatographe de gaz ABB doté d'un détecteur de conductivité thermique.



05

ABB contribue à la gestion sûre des électrolyseurs grâce à ses analyseurs qui sont capables de mesurer précisément les impuretés dans les flux d'O<sub>2</sub> et de H<sub>2</sub> dans les zones à atmosphère explosive. Ces mesures peuvent être rassemblées dans un appareil si la mesure semi-continue est acceptable [11].

Enfin, le mélange d'hydrogène dans le réseau de GN est déjà une option applicable pour réduire l'impact du CO<sub>2</sub>. Le PGC1000 d'ABB est parfaitement adapté à la surveillance de la composition de mélange de gaz dans les systèmes de distribution et de transmission de gaz naturel. Il s'agit d'un chromatographe de gaz de transformation à réaction rapide à détecteur de conductivité thermique. Les applications éprouvées pour ce type d'analyseur de gaz comprennent la surveillance de la valeur thermique du gaz naturel dans des systèmes de contrôle de brûleur et l'assurance d'une bonne stœchiométrie de combustion → 05.

—  
Le PGC1000 d'ABB est parfaitement adapté à la surveillance de la composition de mélange de gaz dans les systèmes de distribution et de transmission de gaz naturel.

Les informations de suivi développées par ABB avec ces analyseurs de gaz peuvent être transférées pour surveiller les pipelines de gaz naturel contenant de l'hydrogène. L'accueil du marché est très encourageant. En Italie, où les compagnies de transmission et de distribution de gaz investissent dans d'ambitieux programmes de mélange de H<sub>2</sub>, plus de 35 analyseurs ont été fournis ces derniers mois. •

#### — Références

[1] Hydrogen Council, McKinsey & Company, Nov-2021. « Hydrogen for Net-Zero. » Disponible sur : <https://hydrogen-council.com/wp-content/uploads/2021/11/Hydrogen-for-Net-Zero.pdf> [Consulté le 11 août 2022].

[2] McKinsey & Company, Janvier 2022. « The net-zero transition: what it would cost, what it would bring. » Disponible sur : <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-what-it-could-bring> [Consulté le 11 août 2022].

[3] « EU aims to make green hydrogen cost-competitive within two years: leaked strategy document, » Recharge 19/6/2020 Disponible sur : <https://www.rechargenews.com/transition/eu-aims-to-make-green-hydrogen-cost-competitive-within-two-years-leaked-strategy-document/2-1-829768> [Consulté le 11 août 2022].

[4] Livre blanc ABB, 2021. « Green Hydrogen, Instrumentation and analyzer solutions for a sustainable future. » Disponible sur : <https://campaign.abb.com/1/501021/2021-09-28/v9lq6p> [Consulté le 11 août 2022].

[5] ISO22734:2019 Septembre 2019. « Hydrogen generators using water electrolysis – Industrial, commercial, and residential applications. » Disponible sur : <https://www.iso.org/standard/69212.html> [Consulté le 11 août 2022].

[6] Livre blanc ABB, 2022. « Hydrogen safety – Hydrogen handling and key process safety steps. » Disponible sur : <https://new.abb.com/process-automation/energy-industries/hydrogen/white-paper-process-safety-and-hydrogen> [Consulté le 11 août 2022].

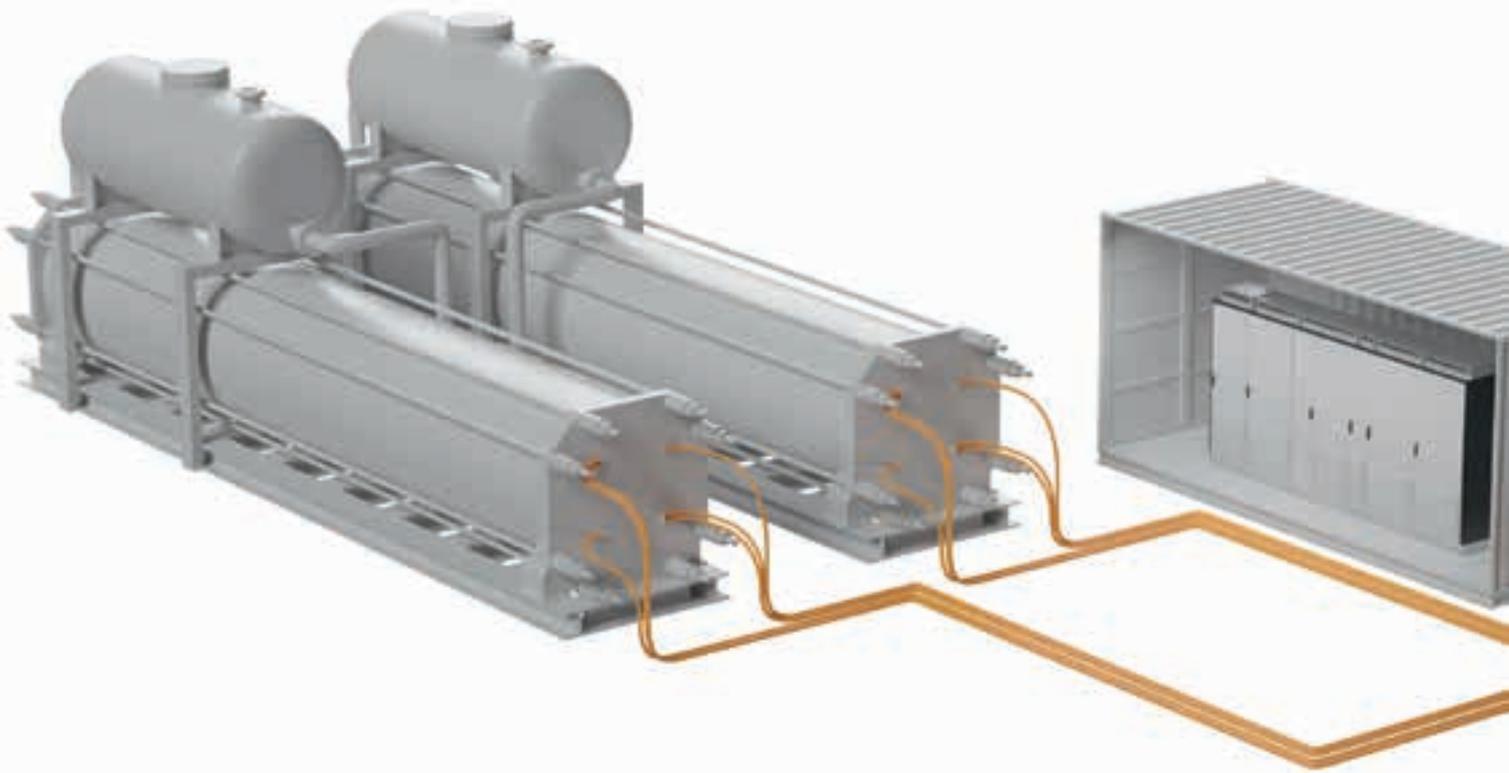
[7] S. Elaoud, E. Hadj-Taïeb. « Leak detection of hydrogen-natural gas mixtures in pipes using the characteristics method of specified time intervals. » *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Septembre 2010, pp. 637-645.

[8] « Energy transition: Measurement needs within the hydrogen industry. » National Physical Laboratory report Décembre 2017. Disponible sur : <https://www.npl.co.uk/getattachment/bebd3592-e413-43e7-9556-e4dc2c0533d7/energy-transition-measurement-needs.pdf?lang=en-GB&ext=.pdf> [Consulté le 11 août 2022].

[9] Livre blanc ABB, 2021. « Tackling the issue of hydrogen permeation in pressure transmitters. » Disponible sur : <https://campaign.abb.com/1/501021/2021-11-05/vpy3nk> [Consulté le 11 août 2022].

[10] G. Weppner, « Doper la recherche sur la pile à hydrogène » *ABB Review* 04/2021, pp. 48-49.

[11] S. Gibbons, « Gas analysis in the circular economy. » *Gasworld* Juin 2021. Disponible sur : <https://www.gasworld.com/gas-analysis-in-the-circular-economy/2021176>. article [Consulté le 11 août 2022].



DES BLOCS D'ALIMENTATION DE POINTE POUR LES ÉLECTROLYSEURS

# Production d'hydrogène

L'hydrogène est l'une des sources d'énergie les plus propre au monde et jouera donc un rôle essentiel dans la décarbonation de plusieurs secteurs industriels. Le développement des blocs d'alimentation pour électrolyseurs est essentiel dans ce processus en rapide développement. Ils doivent pouvoir gérer des tensions CC basses non régulées, à des niveaux de puissance de l'ordre du mégawatt. Cet article présente des blocs d'alimentation de pointe pour électrolyseurs et examine les avantages et inconvénients de chaque configuration.

La décarbonation des principaux secteurs consommateurs d'énergie et l'une des priorités des accords de Paris de 2015 et du rapport 2022 sur le changement climatique du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). L'une des stratégies les plus prometteuses pour résoudre ce problème est sans doute la mise en place de technologies de production d'hydrogène. On considère qu'elles formeront une solution pour de nombreux secteurs, y compris les domaines difficiles, pour lesquels l'hydrogène pourra servir de matière première ou directement de carburant [1].

L'hydrogène est la source d'énergie la plus propre au monde, avec environ 80 millions de tonnes produites chaque année [2]. De plus, la production devrait dépasser 200 millions de tonnes d'ici 2030, et 500 millions de tonnes d'ici 2050 [3].

Il y a différentes manières de produire de l'hydrogène, mais l'électrolyse de l'eau, qui ne représente actuellement qu'environ 0,3 GW, devrait atteindre plus de 60 % de la production mondiale d'ici 2050 [3]. On s'attend donc à ce que la capacité mondiale des électrolyseurs atteigne 850 GW d'ici 2030 et 3 600 GW d'ici 2050 →01.

Les blocs d'alimentation font partie des nombreux facteurs importants à prendre en compte pour améliorer les performances des électrolyseurs et réduire les coûts. Différentes configurations de blocs d'alimentation peuvent être utilisées. Elles ont chacune des avantages et des inconvénients, du point de vue du réseau et des électrolyseurs.

Pour expliquer ces circonstances complexes, cet article offre un classement général et une présentation des blocs d'alimentation de pointe pouvant être utilisés avec les systèmes d'électrolyse de l'eau raccordés au réseau, et indique clairement les avantages et inconvénients de chaque configuration.

### La technologie d'électrolyse de l'eau et les différents types d'électrolyseurs

L'électrolyseur et la pile à combustible sont très semblables, mais ils ont aussi une différence fondamentale. Le premier utilise l'énergie électrique pour décomposer les liaisons entre l'eau et l'oxygène →02, alors que les piles à combustible utilisent l'hydrogène pour produire l'électricité.

Il existe différents types d'électrolyseurs, les électrolyseurs alcalins, à membranes d'échange de protons (PEM) et à oxyde solide étant les plus utilisés. Les électrolyseurs alcalins sont une technologie éprouvée par rapport aux systèmes PEM, et leurs coûts d'investissement sont moindres. Actuellement, les électrolyseurs PEM sont moins performants que leurs homologues alcalins en termes d'efficacité et de coûts car ils

dépendent de matériaux nobles. Cependant, cela devrait changer dans les prochaines années. Par contre, les électrolyseurs PEM présentent une meilleure dynamique et une puissance volumique plus importante. Ils prennent donc de 20 à 25 % moins de place que les systèmes alcalins [1].

Par rapport aux électrolyseurs alcalins et PEM, les systèmes à oxyde solide peuvent être plus efficaces et être inversés pour devenir des piles à combustible, générant ainsi de l'électricité à partir de l'hydrogène en utilisant environ 25 % de la capacité de l'électrolyseur [1]. D'un autre côté,

—  
D'ici 2050, l'électrolyse de l'eau devrait être utilisée pour produire plus de 60 % de l'hydrogène au niveau mondial.

les électrolyseurs à oxyde solide fonctionnent à des températures beaucoup plus élevées que leurs homologues alcalins et PEM qui se limitent aux kW.

### Classement des blocs d'alimentation pour électrolyseurs

Les électrolyseurs sont des équipements basse tension (BT) dans lesquels une unité type de 5 MW peut présenter une tension CC maximale de 1 kV en fin de vie. On les raccorde donc généralement à un réseau moyenne tension (MT) à l'aide d'un transformateur de soutirage et d'un convertisseur CA/CC. Il peut s'agir d'une solution à étage unique, dans laquelle la puissance CA est convertie en CC en une seule étape, comme l'indique →03a, où la puissance CC doit correspondre aux besoins de l'électrolyseur.

Le convertisseur peut également être une solution à deux étages, dans laquelle la puissance CA est convertie en puissance CC, à son tour convertie en un autre niveau de CC correspondant aux besoins d'un électrolyseur, comme l'indique →03b.

Chacune de ces configurations peut utiliser différents convertisseurs, comme illustré par les options de pointe présentées dans cet article. En plus des systèmes alimentés en CA mentionnés plus haut, on peut accoupler les électrolyseurs à un système de distribution CC. Il suffit alors de convertisseurs CC/CC pour faire correspondre le niveau de tension.

### Blocs d'alimentation à étage unique

Comme nous l'avons déjà dit, les solutions à étage unique convertissent la puissance CA d'un transformateur en puissance CC correspondant



—  
01 On s'attend à ce que la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau augmente considérablement.

—  
**Ahmed Abdelhakim**  
ABB Corporate Research  
Västerås, Suède

ahmed.abdelhakim@se.abb.com

**Tero Viitanen**  
ABB Motion System Drives  
Helsinki, Finlande  
tero.viitanen@fi.abb.com

**Francisco Canales**  
ABB Corporate Research  
Baden, Suisse

francisco.canales@ch.abb.com

aux besoins de l'électrolyseur dans des conditions de fonctionnement différentes.

On peut utiliser différents convertisseurs pour cela, comme l'indique →04, où quatre configurations sont utilisées comme options de pointe.

La première option est le redresseur à thyristor à six impulsions, dont la topologie est présentée dans l'illustration →04a. Malgré sa simplicité, cette option introduit davantage d'harmonique de ballast du côté du réseau et des rides de courant importantes du côté de l'électrolyseur, tout en nécessitant une forte puissance réactive. Cette quantité d'harmonique peut être réduite à l'aide de l'option de redresseur à thyristor à douze impulsions, présenté dans l'illustration →04b. De plus, le redresseur à thyristor à douze impulsions peut permettre de générer plus de puissance grâce au fonctionnement en parallèle de deux redresseurs à six impulsions, bien que cela nécessite un transformateur plus complexe.

Il est aussi possible d'utiliser des options à contrôle total, dans lesquelles, on peut, par

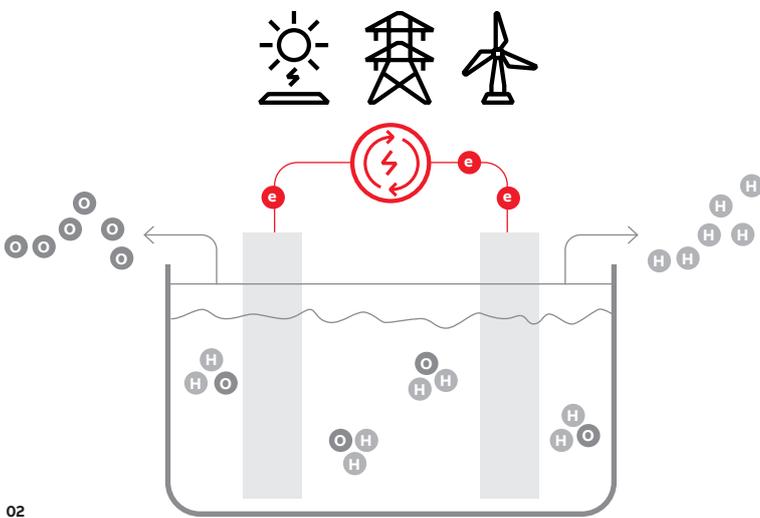
exemple, utiliser des redresseurs actifs à source de tension à deux ou trois niveaux, comme l'indique →04c – d. Ces deux options fournissent un courant d'électrolyseur plus régulier, alors que les autres options ont une basse fréquence dans le courant d'électrolyseur. De plus, ces deux options améliorent largement les performances du réseau, en termes de puissance réactive et d'harmoniques de ballast. Cependant, ces options sont moins efficaces à cause des pertes plus importantes des semi-conducteurs. De plus, les deux options actives souffrent d'une contrainte de courant plus élevée due à la nature amplificatrice de ces topologies.

**Blocs d'alimentation à deux étages**

Par rapport aux options à étage unique précédentes, les options à deux étages convertissent la puissance CA du transformateur en puissance CC à l'aide d'un convertisseur CA/CC, puis convertissent cette puissance CC en un autre niveau de tension CC correspondant aux besoins de l'électrolyseur, comme l'indique →05.

La première option est présentée sous →05a. Elle est basée sur un redresseur à diode à douze impulsions faisant office de convertisseur CA/CC non contrôlé, suivi par un transformateur de soutirage CC/CC entrelacé. Cette solution améliore la quantité de puissance réactive présente sur le réseau, par rapport à un redresseur à thyristor à 12 impulsions, ce qui permet d'obtenir une solution compatible, bien que légèrement moins efficace, pour alimenter l'électrolyseur.

Malgré ces résultats positifs, les harmoniques de ballast restent problématiques et il faut des filtres d'harmoniques supplémentaires, en



02

—  
La solution à deux étages utilise un convertisseur CC/CC supplémentaire pour améliorer les performances générales du système.



03a



03b

particulier pour les réseaux faibles. Le remplacement du redresseur à diode à 12 impulsions par un redresseur actif à source de tension à deux niveaux peut permettre de résoudre plus avant les défis posés par la puissance réactive et les harmoniques de ballast, comme l'indique →05b. Cette solution, comparée au redresseur de source de tension à deux niveaux à étage unique pour amplification, permet d'éviter les augmentations de contraintes de courant lors de la conversion CA/CC. Autrement-dit, le

—  
02 Illustration de la théorie de l'électrolyse de l'eau.

—  
03 Classification générale des blocs d'alimentation d'électrolyseurs.

03a Solution à étage unique.

03b Solution à deux étages.

—  
04 Des blocs d'alimentation à étage unique de pointe pour les électrolyseurs.

04a Redresseur à thyristor à six impulsions.

04b Redresseur à thyristor à douze impulsions.

04c Redresseur de source de tension à deux niveaux.

04d Redresseur actif de source de tension à trois niveaux de structure NPC.

—  
05 Blocs d'alimentation à double étage de pointe pour les électrolyseurs.

05a Transformateur de soutirage entrelacé alimenté par redresseur à diode à douze impulsions.

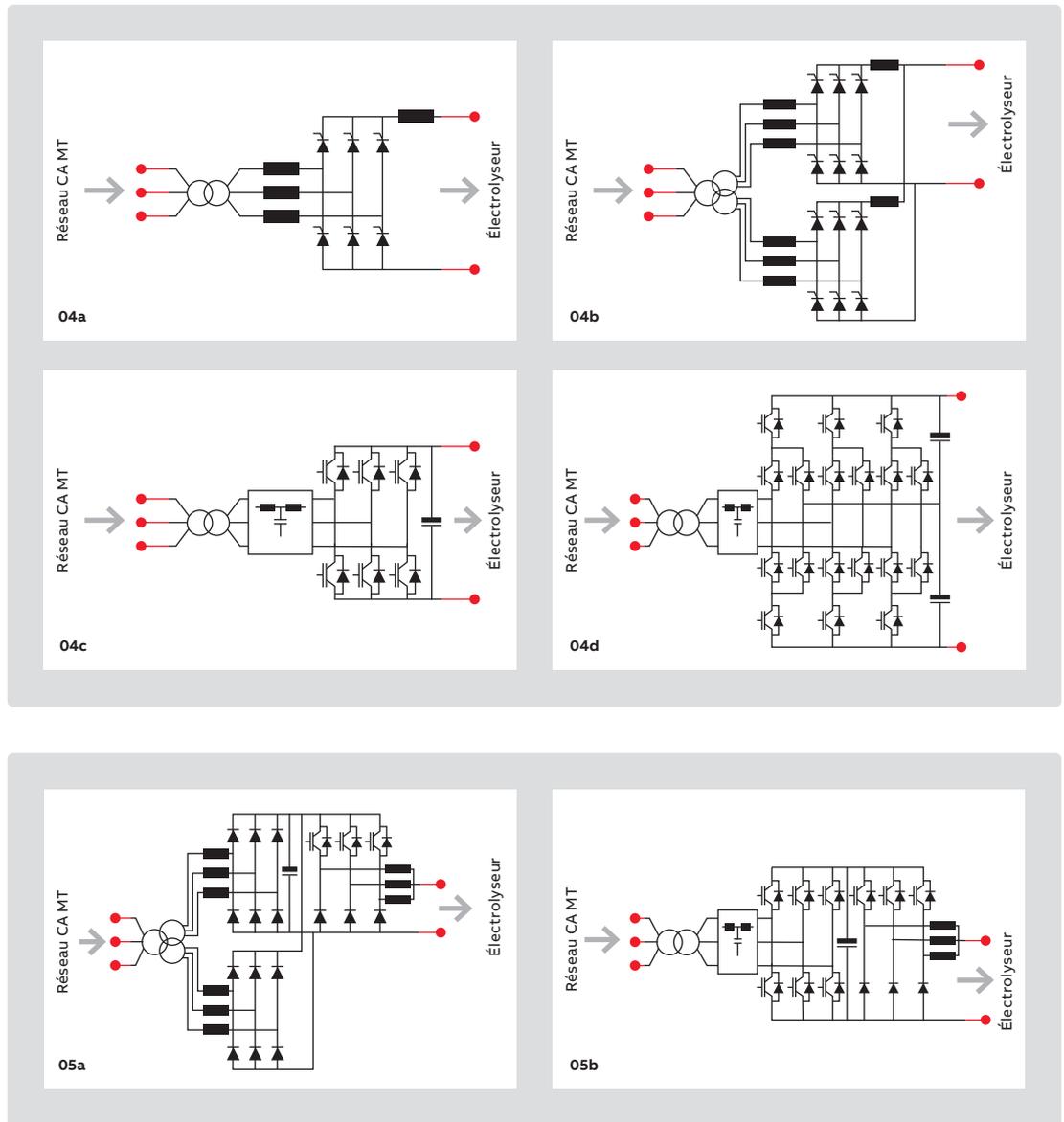
05b Transformateur de soutirage entrelacé alimenté par redresseur de source de tension à deux niveaux.

## Références

[1] « Green hydrogen supply, a guide to policy making. » International Renewable Energy Agency (IRENA) Mai 2021, p. 39.

[2] AIE. The future of hydrogen, seizing today's opportunities. Juin 2019. Disponible sous : [https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The\\_Future\\_of\\_Hydrogen.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The_Future_of_Hydrogen.pdf) [Consulté le 11 août 2022].

[3] AIE. Net zero by 2050, a roadmap for the global energy sector. Octobre, 2021. Disponible sous : [https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector\\_CORR.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf) [Consulté le 11 août 2022].



redresseur actif à deux niveaux à étage unique nécessite une tension plus faible du côté CA par rapport à l'option à deux étages présentée dans l'illustration →05b. De plus, la solution à

—  
**L'électronique de puissance jouera un rôle important pour gérer et accélérer les plans actuels et futurs de production d'hydrogène.**

deux étages introduit une contrainte de courant supplémentaire aux condensateurs CC, car les étages CA/CC et CC/CC partagent la même liaison à courant continu.

## Conclusion

L'électronique de puissance jouera un rôle important pour gérer et accélérer les plans actuels et futurs de production d'hydrogène. Bien que les architectures de blocs d'alimentation de pointe qui ont été présentées ici puissent gérer le comportement dynamique d'un électrolyseur, des solutions d'une puissance volumique et d'une efficacité plus importantes, moins lourdes et moins chères seront aussi fondamentales.

Les applications dans lesquelles l'hydrogène est produit à partir d'énergies renouvelables méritent une attention particulière. Les fluctuations inhérentes à ces sources d'énergie nécessitent aussi de nouvelles structures électriques. Les méthodes de contrôle et les matériaux de semi-conducteurs, tels que le carbure de silicium et les convertisseurs de puissance innovants peuvent former des solutions compatibles avec le réseau et l'électrolyseur, tout en réduisant simultanément la complexité. •

DEUX USINES AMÉRICAINES VONT PRODUIRE  
60 TONNES D'HYDROGÈNE VERT PAR JOUR

# Le courant passe !

La demande en hydrogène, qui a plus que triplé depuis 1975, continue d'augmenter. Mais bien que l'hydrogène vert, produit sans carburants fossiles, ne représente qu'une partie infinitésimale de la production actuelle d'hydrogène, il profite d'un engouement nouveau selon l'Agence internationale de l'énergie [1]. Deux nouveaux centres de production d'hydrogène vert, en cours de construction aux États-Unis, utiliseront de nombreux systèmes ABB, ce qui illustre la montée d'une source d'alimentation potentiellement révolutionnaire.

Grâce, en grande partie, à la baisse régulière du prix des énergies renouvelables, l'hydrogène vert devrait jouer un rôle essentiel pour la réalisation des objectifs d'émissions de GES au niveau mondial. En effet, l'augmentation de la production pourrait permettre de vendre l'hydrogène à un prix repère de 2 \$/kg en 2030 et 1 \$/kg en 2050, dans de nombreuses parties du monde [2], il concurrencerait alors

L'augmentation de la production pourrait permettre de livrer l'hydrogène à un prix repère de 2 \$/kg en 2030 et 1 \$/kg en 2050.



**Scott McKay**  
ABB Energy Industries  
Houston, TX,  
États-Unis

scott.mckay@  
us.abb.com

le gaz naturel. Entre-temps, la croissance exponentielle de l'économie de l'hydrogène devrait s'accélérer, pour atteindre entre 500 et 800 millions de tonnes par an d'ici à 2050 [3], satisfaisant ainsi potentiellement 20 % de la demande énergétique mondiale.

Au vu de ces tendances, Plug, le fournisseur principal de solutions prêtes à l'utilisation complètes de piles à combustible d'hydrogène, a établi le premier réseau d'approvisionnement en hydrogène

vert d'Amérique du Nord. Il est prévu d'agrandir ce réseau avec deux nouvelles usines de production qui produiront ensemble 60 tonnes d'hydrogène vert par jour. L'hydrogène remplacera quelque 170 tonnes de carburants fossiles dans les secteurs de la logistique et des transports.

Étant déjà le plus grand acheteur d'hydrogène liquide au niveau mondial, Plug a construit plus de stations d'approvisionnement en hydrogène que toute autre entreprise au monde. Lorsque ses nouvelles usines de production d'hydrogène entreront en service, l'une à Alabama, dans l'état de New-York, et l'autre à Peachtree, dans l'état de Géorgie, elles aideront l'entreprise à fournir un hydrogène vert à des prix concurrençant les énergies fossiles, à ses clients souhaitant atteindre des objectifs de durabilité. L'usine de l'état de New York, qui sera la plus grande usine de production d'hydrogène vert en Amérique du nord, se trouvera dans le Science, Technology and Advanced Manufacturing Park (STAMP) de New York et disposera de son propre poste électrique. Produisant chaque jour 45 tonnes métriques d'hydrogène liquide vert pour le nord-est des États-Unis, l'équivalent de 126 tonnes d'essence, l'usine utilisera 120 MW d'électrolyseurs à membrane à échange de protons (PEM) de pointe de Plug pour diviser l'eau en hydrogène et oxygène, via un processus électrochimique, en utilisant de l'hydroélectricité propre.



L'usine de production sera une installation de pointe pour la décarbonation du transport de fret et de la logistique dans l'état de New York, ce qui aidera l'état à atteindre la neutralité carbone d'ici 2050.

Située dans le comté de Camden, dans l'état de Géorgie, la deuxième usine de Plug produira 15 tonnes d'hydrogène vert liquide par jour pour ses clients du sud-est des États-Unis.

Les usines de production des états de New York et de Géorgie rejoindront les autres usines de Plug en construction dans le sud et l'ouest des États-Unis, ainsi que son centre d'innovation pour piles PEM et électrolyseurs, basé à Rochester, dans l'état

d'automatisation et auxiliaires qui alimentent le site et les processus en électricité. La cabine eHouse préalablement testée est conçue pour réduire les coûts et le temps nécessaires pour l'installation et la mise en service.

ABB fournira aussi un appareillage de commutation à isolation contre l'air et le gaz, des centres de commande des moteurs basse tension et un variateur de vitesse (VSD) basse tension pour les applications auxiliaires. De plus, un VSD moyenne tension sera appliqué à de multiples moteurs en mode de dérivation synchronisée. Servant de démarreur de compresseur, il contrôlera le processus harmonieusement et réduira la contrainte sur les équipements et les charges sur les réseaux en limitant les courants d'appel et la demande de puissance pendant le démarrage du processus.

L'usine de Géorgie suivra un modèle similaire. Comme dans l'usine de New York, son hydrogène sera utilisé par les secteurs des transports et de la logistique, ce qui permettra aux utilisateurs de remplacer les carburants fossiles dans les applications de transport sur route.

En conclusion, les projets de New York et de Géorgie sont une partie importante des plans de Plug pour construire d'autres installations aux États-Unis pour fournir un hydrogène vert concurrençant l'énergie fossile.

Pour sa part, ABB collabore avec ses clients et partenaires à travers le monde pour développer et intégrer une technologie qui fera de l'hydrogène une partie accessible et abordable des énergies à faibles émissions de carbone dans le monde. •

---

## Les nouvelles usines rejoindront un réseau qui vise à fournir 500 tonnes par jour d'hydrogène vert d'ici 2025.

de New York. L'objectif du réseau est de fournir 500 tonnes par jour d'hydrogène vert d'ici 2025 et 1 000 tonnes par jour au niveau mondial d'ici 2028. Lorsqu'il sera terminé, le réseau concurrencera le diesel auprès de ses clients du domaine des carburants de transport.

### Toujours plus

Afin d'aider Plug à développer ses technologies tout en diminuant ses coûts généraux de production, ABB fournit à l'usine d'Alabama un système électrique complet, dans une solution ABB eHouse, une cabine préfabriquée contenant un centre de distribution d'électricité d'extérieur modulaire pour un ensemble d'équipements électriques,

---

#### Références

[1] AIE. The future of hydrogen. Seizing today's opportunities. Juin 2019. Disponible sur : <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen> [Consulté le 11 août 2022].

[2] BloombergNEF. Hydrogen Economy Outlook Key messages, 30 mars 2020. Disponible sur : <https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/BNEF-Hydrogen-Economy-Outlook-Key-Messages-30-Mar-2020.pdf> [Consulté le 11 août 2022].

[3] Reuters. \$15 trillion global hydrogen investment needed to 2050-research. Disponible sur : <https://www.reuters.com/business/energy/15-trillion-global-hydrogen-investment-needed-2050-research-2021-04-26/> [Consulté le 11 août 2022].

## RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE 2022 AUPRÈS DES LECTEURS

# Tendances du lectorat

ABB Review est publiée sans interruption depuis 1914, ce qui en fait probablement l'une des plus anciennes revues techniques spécialisées au monde, avec 899 numéros publiés à ce jour. Elle a beaucoup changé au cours de cette période. Afin de pouvoir continuer à développer la revue et mieux répondre aux attentes de ses lecteurs, une enquête de lectorat a été réalisée dans le numéro 2/2022.



**Andreas Moglestue**  
ABB Review  
Zurich, Suisse

andreas.moglestue@  
ch.abb.com

Parmi les thèmes abordés, citons la satisfaction générale du contenu de la publication, le choix des langues dans lesquelles la revue devrait être proposée et l'équilibre entre l'édition papier traditionnelle et les formats numériques en plein développement. L'enquête n'était disponible qu'en ligne, et favorise donc peut-être les lecteurs en ligne.

### Langues

ABB Review est actuellement proposée en cinq langues (anglais, chinois, allemand, espagnol et français). Toutes ces langues sont proposées à la fois en version imprimée et numérique, à l'exception du chinois, au format numérique uniquement.

Selon l'enquête, plus d'un tiers des lecteurs souhaitent lire ABB Review en anglais →01.

Outre les cinq langues de publication, un petit nombre de lecteurs ont exprimé leur intérêt pour (par ordre d'importance) l'italien, le suédois, le finnois, le néerlandais, le turc, le grec, le japonais, le russe, l'ourdou, le cinghalais, le croate, l'arabe, le norvégien, le portugais brésilien, le danois, le polonais, le hongrois, le roumain, le lithuanien, le persan, l'hindi et le marathi, ce qui témoigne de la diversité des lecteurs de la revue, à travers le monde.

### Contenu

77 % des lecteurs utilisent ABB Review pour mieux comprendre les technologies d'ABB →02. En grande majorité, les lecteurs sont aussi satisfaits de la longueur des articles →03, du contenu technique →04 et de la fréquence de publication →05.

### Numérique ou papier

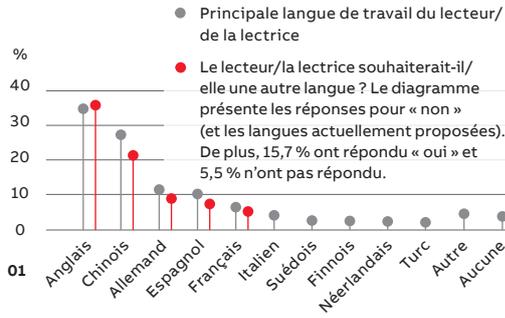
La principale méthode de distribution des versions papier reste l'abonnement personnel →06-09. L'enquête a montré que davantage de lecteurs lisent au format numérique, bien que ce résultat puisse être faussé par le fait que l'enquête était en ligne. On constate aussi que de nombreux lecteurs utilisent à la fois l'édition papier et l'édition numérique.

Enfin, l'enquête évoquait le sujet d'une « nouvelle offre plus interactive » de la version numérique →10, et permettait aux lecteurs d'indiquer comment ils envisageaient ce type d'offre. Les articles mis à jour ont été préférés, suivis par les mises en valeur des sujets et du contenu vidéo →11.

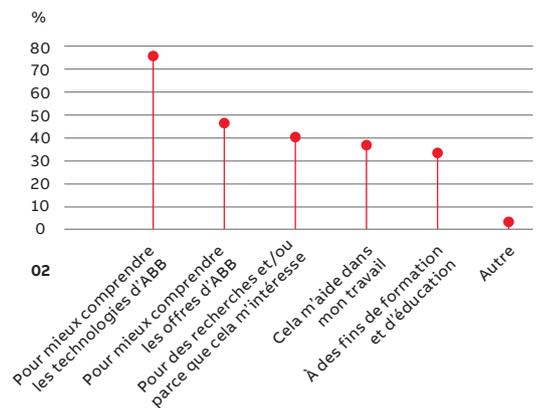
### La participation compte

Le personnel d'ABB Review remercie tous les lecteurs qui ont participé à cette enquête pour le temps qu'ils ont consacré à nous faire part de leur opinion. Les résultats de l'enquête sont pris en compte dans le processus éditorial et les premiers changements seront mis en œuvre l'année prochaine. Ils comprennent une augmentation du contenu numérique et une réduction du nombre de langues proposées. Nous avons le profond regret d'annoncer l'arrêt des éditions en français et en espagnol. La très faible distribution dans ces langues nous a forcé à prendre cette décision. La distribution était en réalité beaucoup plus faible que ce que ne suggèrent les résultats de cette enquête. À partir du numéro 1/2023, ABB Review sera proposé en anglais, allemand et chinois uniquement. Le personnel d'ABB Review ne doute pas que nombreux seront les lecteurs qui continueront à lire et à soutenir ABB Review. •

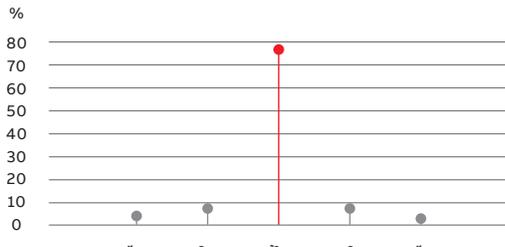
**01** « Quelle est votre langue de travail principale ? »  
 « Souhaitez-vous avoir accès à ABB Review dans d'autres langues que celles que vous lisez actuellement ? »  
 (Notez que les langues actuellement proposées sont l'anglais, le chinois, l'allemand, le français et l'espagnol)



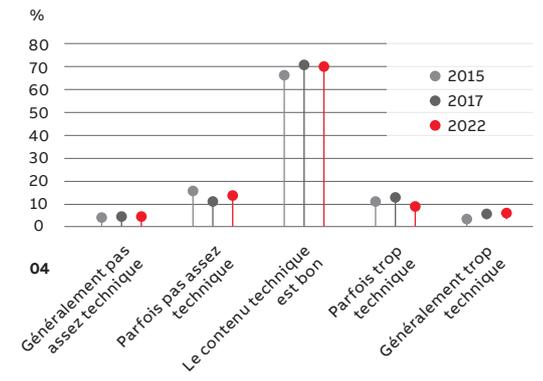
**02** « Quelles sont les raisons principales pour lesquelles vous lisez ABB Review ? » (plusieurs réponses permises)



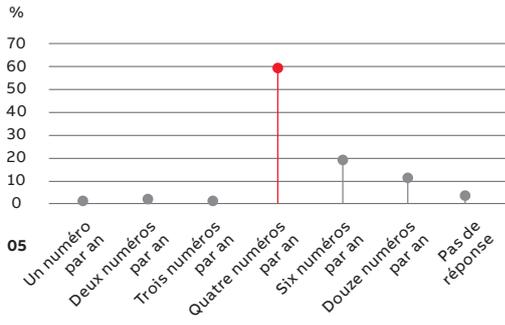
**03** « Dans quelle mesure êtes-vous satisfait(e) de la longueur type des articles d'ABB Review ? »



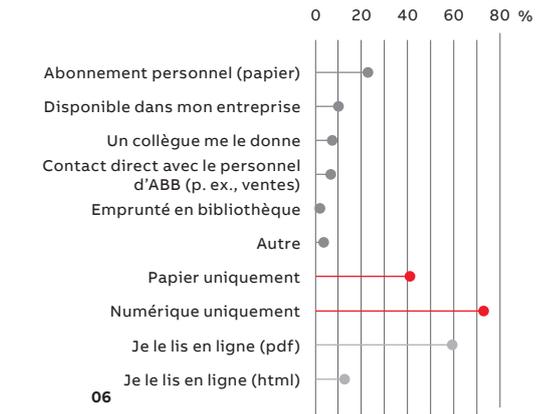
**04** « Dans quelle mesure êtes-vous satisfait(e) du niveau du contenu technique des articles d'ABB Review ? »



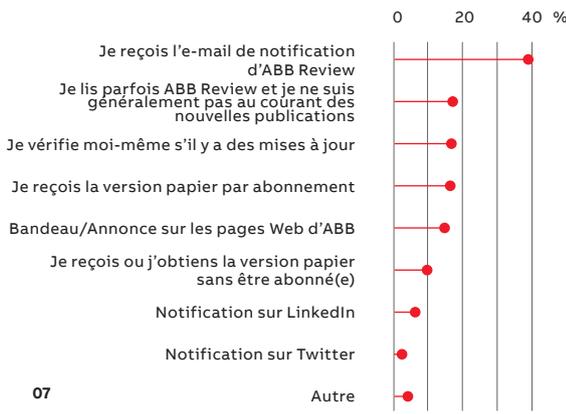
**05** « Êtes-vous satisfait(e) de la fréquence actuelle des publications (quatre par an) ou souhaiteriez-vous... ? »



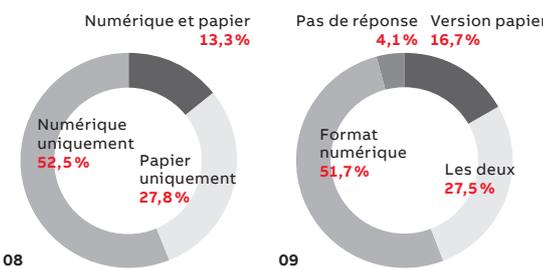
**06** « Comment recevez-vous votre copie d'ABB Review ? » (plusieurs réponses permises)



**07** « Comment êtes-vous généralement informé(e) de la parution d'un nouveau numéro ? » (plusieurs réponses permises)

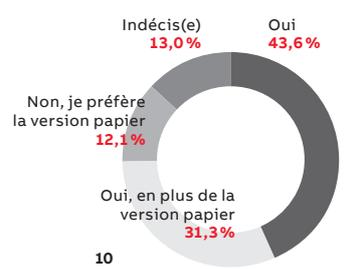


**08** « Comment recevez-vous ABB Review ? »

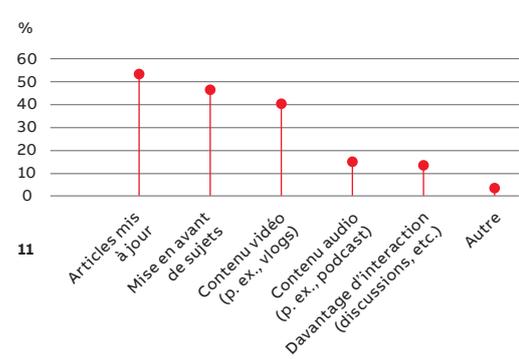


**09** « Comment préférez-vous recevoir ABB Review ? »

**10** « Nouvelle offre en ligne : seriez-vous intéressé(e) pour recevoir une version en ligne plus interactive d'ABB Review ? »



**11** « Nouvelle offre en ligne : seriez-vous intéressé(e) pour recevoir une version en ligne plus interactive d'ABB Review ? »





---

## LE MOT DU MOMENT

# 6G

Le déploiement de la 5G publique est en cours et les offres de valeur de la 5G concernant l'industrie sont bien connues. Mais qu'en est-il de la 6G ? Quel rôle la 6G jouera-t-elle dans la numérisation de l'industrie et la convergence IT/OT ?



**Dirk Schulz**  
ABB Corporate Research  
Ladenburg, Allemagne

dirk.schulz@de.abb.com

Les capacités révolutionnaires de connectivité et d'échange de données de la 5G transforment le monde. La communication ultra-fiable, à faible latence et haute bande passante, l'universalité, l'extensibilité, le déterminisme et la haute densité de l'appareil ne sont que quelques-unes des caractéristiques de la 5G que les entreprises de technologie telles qu'ABB cherchent à adopter.

Alors que la standardisation, le développement et le déploiement de la 5G prendront la majeure partie de cette décennie, l'industrie des télécommunications et les chercheurs travaillent déjà sur la 6G. Quels nouveaux horizons la 6G pourrait-elle ouvrir dans le monde du numérique ?

La 5G fournit une infrastructure universelle de 'connexion et d'informatique' dont les performances dépassent largement celles de la 4G. Par contraste, on peut résumer la 6G comme un écosystème de 'perception, localisation et compréhension' alimenté par l'intelligence artificielle (IA) et les innovations radio, mais plus limité à la technologie cellulaire. La connectivité et l'informatique sont partout et illimitées, et l'expérience humaine est plus que jamais au centre de tout.

Du point de vue technique, la 6G vise à consolider et dépasser les aspects que la 5G maîtrise déjà : intégration de la connectivité (en temps réel) avec l'informatique (en périphérie), mise en réseau virtualisée, définie par des logiciels, partage de réseaux entre opérateurs et utilis-

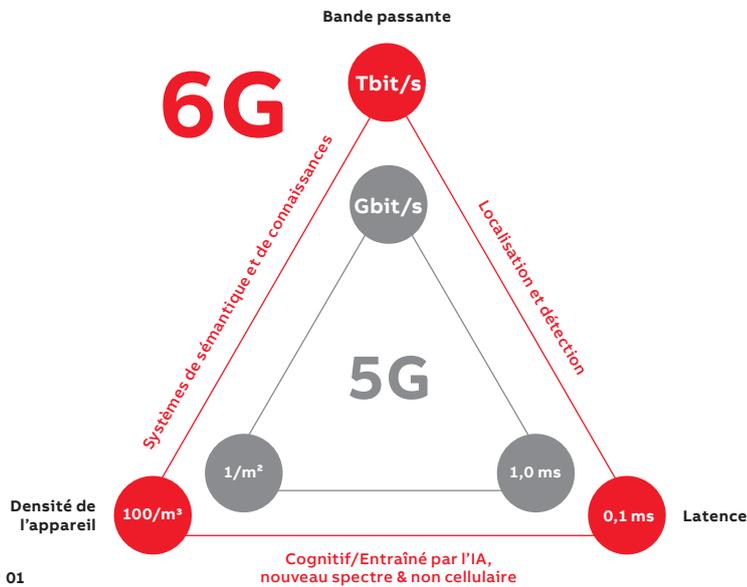
---

La 6G adoptera la communication non cellulaire et fournira de l'intelligence plutôt que de simples données.

teurs, intégration de réseaux sans fil et filaires (externes), localisation et communication entre machines. De plus, la 6G adoptera la communication non cellulaire et fournira de l'intelligence et non plus de simples données.

La 6G vise spécifiquement à innover dans les technologies et fonctionnalités suivantes pour évoluer et interrompre le 'triangle 5G' dans l'illustration →01 :

- Radio térahertz et nouvel espace du spectre, menant à une augmentation de la bande passante (de 100 Gbit/s à 1 Tbit/s) et des latences plus faibles (0,1 ms)
- Ultra-fiabilité extrême (à quantifier)
- Densité de l'appareil ultra-massive (100 par m<sup>3</sup>)
- Détection et localisation haute résolution (10 cm en intérieur)
- Co-conception de la communication et de l'informatique, dirigée par l'IA
- Communications sémantiques et systèmes de connaissances, fournissant de l'intelligence et pas seulement des données



—  
01 Évolution et interruption de la 6G.

- Communication non-cellulaire (WiFi 6, satellites, surfaces réfléchissantes, etc.)

La 6G n'en est qu'à l'état de concept initial, la standardisation devant commencer aux alentours de 2025 et la mise sur le marché n'étant pas prévue avant la fin de la décennie, au plus tôt.

Si, au fil du temps, 'tout passera par la 6G', cela pourrait terminer la tendance de convergence IT/OT, dans laquelle les infrastructures d'automatisation et de télécommunication fusionnent. Ainsi, la surveillance de la progression de la standardisation de la 6G et le maintien de partenariats stratégiques

La 6G n'en est qu'à l'état de concept initial, la mise sur le marché n'étant pas prévue avant la fin de la décennie, au plus tôt.

sont des tâches importantes dans lesquelles ABB s'est déjà lancé avec la 5G et l'informatique en cloud. S'engageant dans les propositions de valeur de la technologie cellulaire, l'étape suivante vise à valider les capacités et la valeur de la 5G dans des pilotes avec les clients ABB. Cela doit être le point de départ de l'intégration continue de la technologie cellulaire, qu'elle soit 5G ou 6G, dans le cadre de l'offre de solutions d'ABB. •

#### RECEVOIR ABB REVIEW

##### S'abonner

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

Publié sans interruption depuis 1914, ABB Review paraît quatre fois par ans en anglais, français, allemand, espagnol et chinois. La revue est diffusée gratuitement à tous ceux et celles qui s'intéressent à la technologie et à la stratégie d'ABB.

##### Garder le contact

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



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

#### PUBLICATION ABB

##### Rédaction

**Bernhard Eschermann**  
Chief Technology Officer,  
ABB Process Automation

**Amina Hamidi**  
Global Product Group  
Manager Division  
Measurement & Analytics  
ABB Process Automation

**Daniel Smith**  
Head of Media Relations

**Adrienne Williams**  
Senior Sustainability  
Advisor

**Reiner Schoenrock**  
Technology and Innovation

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

##### Édition

ABB Review est publiée par  
ABB Switzerland Ltd.

ABB Ltd.  
ABB Review  
Affolternstrasse 44  
CH-8050 Zurich  
Suisse  
[abb.review@ch.abb.com](mailto:abb.review@ch.abb.com)

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

Édition et droits  
d'auteur ©2022  
ABB Ltd.  
Zurich (Suisse)

##### Impression

Vorarlberger  
Verlagsanstalt GmbH  
6850 Dornbirn (Autriche)

##### Maquette

Publik. Agentur für  
Kommunikation GmbH  
Ludwigshafen (Allemagne)

##### PAO

Indicia Worldwide  
Londres (Royaume-Uni)

##### 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.

4/2022 est la 899<sup>e</sup> édition  
d'ABB Review.

ISSN: 1013-3119

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





01|2022

L'inspiration technologique



02|2022

ABB Ability™

### À la une de l'innovation 2022

- 06 **Innovations ABB**
- 08 Du sur-mesure pour doper l'automatisation industrielle
- 09 ACOPOS 6D : la production entre dans la 6e dimension
- 10 Disjoncteur à semi-conducteurs pour courants forts
- 11 Plus sûr, plus rapide, plus simple : GoFa™ CRB 15000 facilite le travail collaboratif
- 12 Sécuriser la mine
- 13 Télécommande des navires, avec ABB Ability™ Marine Pilot
- 14 ABB Ability™ Genix Datalyzer™ pour une surveillance continue des émissions
- 15 Utilisation de nouvelles sources de données
- 16 ABB révèle l'avenir de la peinture automobile personnalisée, avec PixelPaint
- 17 Harmonisation de l'ingénierie des systèmes de commande
- 18 Utilisation des sources d'information des villes
- 19 Les analyses avec lot de référence, ou Golden batch, produisent toujours la même qualité de haut niveau
- 20 Alarmes contextuelles basées sur la topologie
- 21 Stockage de l'énergie pour le transport de masse

### Des solutions bien inspirées

- 24 **Le bon moment**  
Mise en réseau au moment le plus judicieux, du point de vue d'ABB
- 30 **Allier les solutions**  
Combiner les outils de simulation pour prévoir la longévité à la fatigue des pièces des disjoncteurs
- 36 **Des économies d'énergie au bout des doigts**  
Identifier les meilleures mesures d'efficacité énergétique
- 42 **Façonner l'avenir**  
Des alliages à mémoire de forme magnétique dans un disjoncteur miniature
- 48 **On vous aide**  
GoFa™ CRB 15000
- 54 **Bien plus que la surveillance des émissions**  
ABB Ability™ Genix Datalyzer™
- 62 **Suivre le débit**  
Modélisation multiphysique de débitmètre à vortex
- 68 **La connexion en toute simplicité**  
Le dispositif ABB Novolink™ facile à installer permet de numériser les démarreurs moteurs

### Le mot du moment

- 74 **ABB Ability™**

### ABB Ability™

- 08 **ABB Ability™**  
Avec ABB Ability™, des décisions meilleures, par milliards
- 10 **Naviguer vers le futur**  
Des décisions meilleures pour les opérations maritimes, avec la famille de produits ABB Ability™ Marine Pilot
- 18 **Vers l'avenir**  
Des décisions meilleures concernant la puissance des remorqueurs électriques
- 24 **Connaître l'intérieur**  
Des décisions meilleures pour les bâtiments intelligents
- 28 **L'eau mieux gérée**  
Des décisions meilleures grâce à un système expert
- 32 **Cimenter la périphérie**  
Des décisions meilleures en matière de prévision de la résistance du ciment, grâce à l'intelligence artificielle
- 38 **Passer au numérique**  
Des décisions meilleures grâce au passage à un appareillage de commutation numérique
- 44 **Plus haut**  
Des décisions meilleures concernant la sécurité, pour le transport des mineurs et du matériel
- 50 **Gérer les performances d'équipements**  
Des décisions meilleures avec le logiciel de gestion des performances des équipements ABB Ability™ Genix
- 56 **Produire efficacement**  
Des décisions meilleures en termes d'automatisation pour l'électromobilité
- 62 **L'énergie gérée intelligemment**  
Des décisions meilleures de gestion de l'énergie avec ABB Ability™ Energy Manager
- 66 **Des données approfondies**  
Des décisions meilleures, grâce à OCTOPUS

- 69 **Infrastructures intégrées**  
Des décisions meilleures pour des villes intelligentes
- 70 **Consommation réduite**  
Comment des décisions meilleures optimisent l'efficacité énergétique des centres de données
- 71 **Des bâtiments équilibrés**  
Tout faire pour atteindre la neutralité énergétique

### Raccordements puissants

- 74 **Un lien avec le client**  
Lug Link relie les raccordements d'alimentation électrique de son client
- 75 **Sortir du moule**  
Un appareillage de commutation qui s'installe en un clin d'œil
- 76 **L'exploitation sûre des machines**  
Les API et entraînements ABB améliorent la sécurité et la productivité

### Le mot du moment

- 82 **Économie circulaire**



## 03|2022

### De meilleures décisions

#### De meilleures décisions

- 08 **App. RobotStudio® AR Viewer**  
La réalité augmentée pour planifier les installations de robots
- 12 **Choix éclairé**  
Alarmes contextuelles basées sur la topologie
- 18 **Exploitation en douceur**  
L'Opérateur augmenté apporte efficacité et cohérence
- 24 **Blocs de construction**  
Installations pilotes modulaires d'automatisation de procédé

#### Énergie

- 34 **Contrôle qualité**  
Une puissance de meilleure qualité pour la productivité agroalimentaire
- 40 **Efficacité énergétique des centres de données**  
Tout est dans la précision de la mesure
- 46 **Meilleures décisions**  
Solutions numériques pour les performances des équipements rotatifs électriques
- 52 **Forer les grands fonds**  
Technologie automatisée de forage des fonds marins en conditions extrêmes

#### Transport

- 60 **Analyse de suivi**  
Analyse de l'usure des roues dans la traction ferroviaire
- 66 **Réimaginer la recharge des véhicules**  
L'électricité dans un nouveau contexte
- 70 **Voyages à distance**  
Avec les technologies d'ABB, les navires ne sont jamais seuls

#### Le mot du moment

- 74 **Informatique en périphérie**



## 04|2022

### Connexions

#### Alimentation et protection

- 08 **Alimenter la durabilité**  
Produits ABB ayant obtenu le PEP Ecopassport®
- 14 **Unique en son genre**  
SACE Infnitus pour l'avenir de la distribution électrique
- 20 **Les joints du futur**  
Étude du système d'étanchéité de la propulsion Azipod®
- 28 **Prendre la température**  
Relais intelligent de surveillance de la température

#### Agroalimentaire

- 36 **L'énergie au régime**  
L'efficacité énergétique, grâce au comptage et à la surveillance intelligents
- 42 **Des mains sûres**  
Sécurité intelligente pour l'industrie de l'agroalimentaire

#### Hydrogène

- 48 **Décarboner l'avenir**  
L'hydrogène pour optimiser les applications
- 54 **Molécule secrète**  
Comment les technologies de détection d'ABB garantissent la pureté et la sécurité du H<sub>2</sub>
- 60 **Production d'hydrogène**  
Des blocs d'alimentation de pointe pour les électrolyseurs
- 64 **Le courant passe !**  
Deux usines américaines vont produire 60 tonnes d'hydrogène vert par jour

#### Tendances du lectorat

- 66 **Résultats de l'enquête 2022**  
auprès des lecteurs

#### Le mot du moment

- 68 **6G**



---

# Bienvenue dans l'économie circulaire.

Les ressources de notre planète sont limitées.  
Notre potentiel ne l'est pas.  
Rendez-vous sur [go.abb/progress](https://go.abb/progress)

**ABB**