
LIVRE BLANC

Améliorer l'efficacité du transport

Progrès et opportunités
pour accélérer le transport durable



Transporter plus de personnes et de marchandises avec moins d'énergie

Le transport est une partie essentielle et intégrante de nos vies, et le monde cherche des moyens de réduire les émissions et de s'affranchir des combustibles fossiles. C'est pourquoi nous avons besoin de modes de transport plus propres et plus durables.

Transport ferroviaire et efficacité

Lorsque nous réfléchissons à des méthodes de transport efficaces, nos premières pensées vont souvent aux voitures et camions électriques ou hybrides et rarement aux transports de masse. Les trains électriques sont utilisés depuis plus de 100 ans et constituent l'un des modes de transport les plus efficaces qui soient. Même lorsque les trains sont alimentés par des combustibles fossiles, ils restent nettement plus efficaces que les voitures et les camions. En réalité, seulement 3 % de l'énergie mondiale est consommée par les chemins de fer alors qu'ils assurent 9 % du transport mondial de passagers et 7 % du transport de marchandises.¹

Les chemins de fer sont très économes en énergie pour plusieurs raisons, dont les plus importantes sont leur grande capacité de transport de passagers et de marchandises, l'efficacité élevée de la chaîne de traction et la très faible résistance au roulement des roues en acier sur des voies en acier. En moyenne, les trains sont près de 12 fois plus efficaces sur le plan énergétique que les voitures par kilomètre-passager et 8 fois plus efficaces que les camions par tonne de fret.²



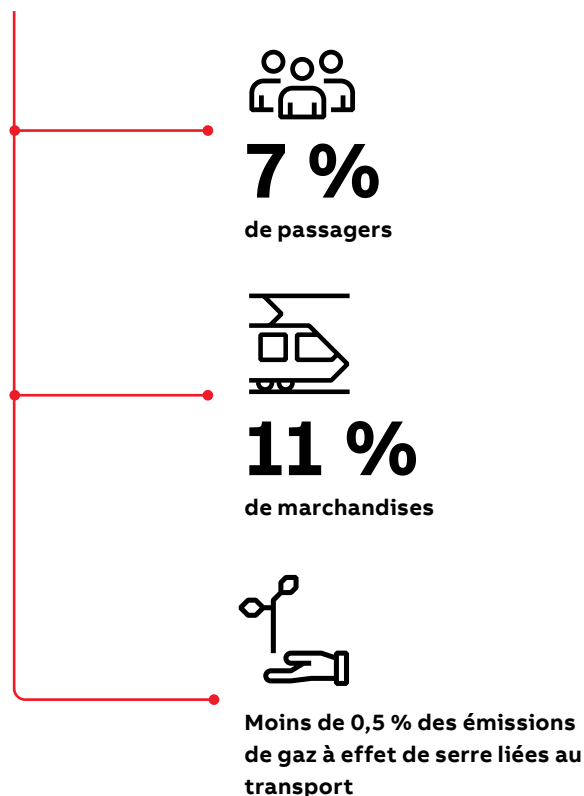
Les progrès technologiques ont permis aux chemins de fer de réduire régulièrement leurs émissions de gaz à effet de serre tout en améliorant leur efficacité énergétique.³ C'est pourquoi le rail est actuellement promu et développé dans de nombreuses régions du monde. Les infrastructures de transport urbain et de trains à grande vitesse se sont rapidement développées au cours de la dernière décennie, parallèlement à la poursuite du développement des services de banlieue et interrégionaux, jetant ainsi les bases d'un système de transport pratique et respectueux de l'environnement au sein des villes et entre elles.

2021 est « l'Année européenne du rail » et, par cette initiative, l'UE entend mettre en avant les avantages du rail en tant que moyen de transport durable, intelligent et sûr. Actuellement, l'UE appelle à des investissements massifs dans l'efficacité énergétique dans le but de décarboniser les transports, de soutenir le passage au rail et d'augmenter sa part dans le transport de passagers et de marchandises.³

L'importance du rail en tant que moyen de transport durable et efficace ne se limite pas à une région géographique particulière. Par exemple, le développement du métro et de lignes à grande vitesse se poursuit à un rythme étonnant en Chine, avec plus de 41 000 km de voies ferrées à grande vitesse construites au cours des dix dernières années.² D'autres grandes économies comme l'Inde électrifiant également rapidement leur réseau ferroviaire et s'apprêtent à tripler la longueur de leur réseau de métro au cours des prochaines années. En Russie, 84 milliards de dollars devraient être investis dans les chemins de fer d'ici 2026, tandis qu'aux États-Unis, près de 621 milliards de dollars seront dépensés au cours des huit prochaines années pour améliorer les infrastructures, notamment les systèmes ferroviaires. Le rail fait donc partie intégrante de la planification des infrastructures et de la transition durable dans le monde entier, avec des investissements plus importants dans les réseaux ferroviaires nouveaux et existants.

2021 est l'année européenne du rail.⁴

Dans l'UE, le rail représente :



Opportunités d'amélioration

Le rail, comme décrit ci-dessus, est un mode de transport propre et efficace par rapport à d'autres, mais cela ne signifie pas qu'il n'y a pas de possibilités d'amélioration. La question est donc de savoir comment améliorer l'efficacité du transport ferroviaire et en particulier celle du matériel roulant

Une méthode consiste à spécifier des exigences plus élevées en matière d'efficacité énergétique, qui peuvent être atteintes grâce aux technologies déjà disponibles aujourd'hui, lors de l'achat de nouveau matériel roulant. Pour les nouveaux investissements, les exploitants de trains devraient choisir les systèmes de traction les plus efficaces disponibles - cette sélection est particulièrement importante dans la phase d'investissement car la consommation d'énergie représente une part significative des coûts du cycle de vie d'un train. Ainsi, investir dans du matériel roulant économe en énergie permet non seulement d'accélérer la transition vers la mobilité durable, mais aussi de réduire le coût total de possession pour l'exploitant.

L'efficacité énergétique du matériel roulant existant qui n'a pas atteint sa fin de vie peut être améliorée en passant à des systèmes de traction plus efficaces, en ajoutant des systèmes de stockage d'énergie embarqués ou en réduisant la consommation d'énergie auxiliaire grâce à une gestion intelligente de la charge et à une propulsion et des auxiliaires plus efficaces sur le plan énergétique.

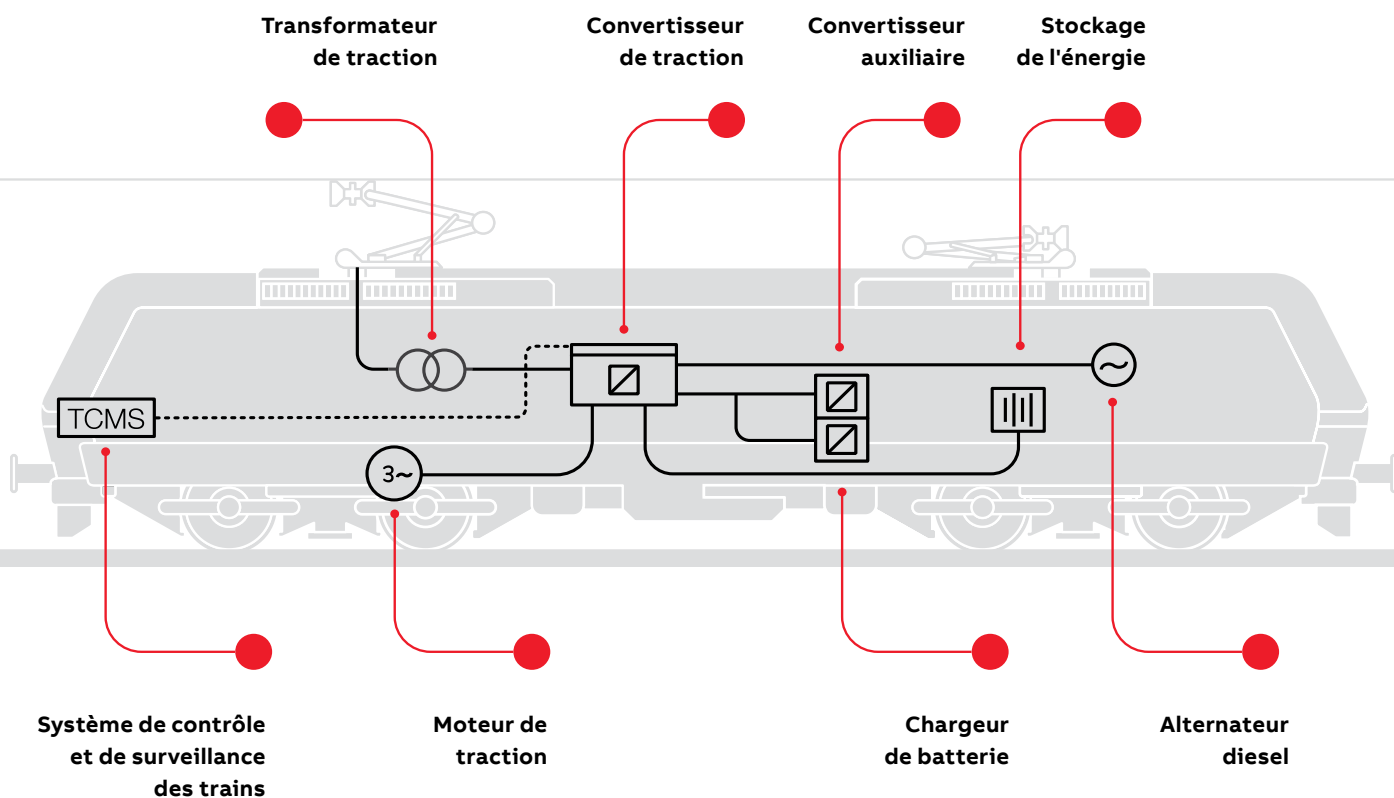
En outre, la mise en œuvre de systèmes d'assistance à l'éco-conduite permet également de réduire la consommation d'énergie.⁵

Jetons un coup d'œil à certaines des technologies disponibles pour améliorer l'efficacité des véhicules ferroviaires.

Les transports représentent 1/4 des émissions de gaz à effet de serre de l'UE.⁶

Des systèmes de traction plus efficaces

Les véhicules ferroviaires fonctionnent généralement avec de l'électricité (alimentation AC ou DC) fournie par une caténaire ou un troisième rail, ou avec des moteurs diesel embarqués. Sur un train électrique, le système de traction comprend un transformateur de traction (uniquement sur les véhicules alimentés en courant alternatif), un convertisseur de traction et des moteurs de traction. Dans les trains électriques diesel, le système de traction est composé d'alternateurs, de convertisseurs de traction et de moteurs de traction. Indépendamment du système d'alimentation électrique, la technologie utilisée dans le système de traction aura un effet significatif sur l'efficacité énergétique.



Améliorer l'efficacité de la chaîne de traction

Le convertisseur de traction convertit l'alimentation électrique provenant de la source d'énergie en une sortie à tension et fréquence variables en fonction des besoins du train. Le choix du convertisseur de traction est donc essentiel pour réduire la consommation d'énergie de tous les autres composants de la chaîne de traction.

—
Les convertisseurs de traction BORDLINE® d'ABB peuvent réduire la consommation d'énergie d'un train de banlieue jusqu'à 20 %.⁷

La chaîne de traction basée sur le convertisseur de traction multi-niveaux d'ABB est parmi les plus efficaces du marché. Les convertisseurs compacts BORDLINE® d'ABB utilisent la dernière génération de transistors bipolaires à porte isolée (IGBT). Cette caractéristique, associée à la topologie multi-niveaux, à une fréquence de commutation élevée et au contrôle de la meilleure efficacité (BEC), permet une optimisation totale du transformateur de traction et des moteurs et réduit considérablement les pertes dans la chaîne de traction, sans compter d'autres avantages tels que la réduction du bruit et des contraintes mécaniques de la chaîne dynamique. Un train de banlieue typique peut réduire sa consommation d'énergie jusqu'à 20 %, diminuant ainsi non seulement l'impact sur l'environnement mais aussi les coûts d'exploitation.⁸

Chaînes dynamiques hybrides

Bien que l'électricité soit couramment utilisée pour alimenter les trains, un grand nombre d'entre eux utilisent encore le diesel lorsque les lignes électriques aériennes ne sont pas disponibles. Par exemple, en Europe, si près de 100 % des réseaux ferroviaires urbains sont électrifiés, seuls 60 % des réseaux de grandes lignes le sont. Comme ces lignes supportent une faible densité de trafic, il est souvent non viable économiquement de les électrifier et, pour cette raison, il est peu probable qu'elles soient électrifiées dans un avenir proche.

Le système de stockage d'énergie embarqué peut être utilisé pour stocker l'énergie régénérée lors du freinage. L'énergie stockée peut alors être réutilisée pour fournir une force motrice au véhicule pendant la phase d'accélération mais également pour alimenter les charges auxiliaires embarquées lors des arrêts en station, évitant ainsi de faire fonctionner le moteur diesel et réduisant ainsi les émissions locales. L'utilisation d'un système de stockage d'énergie embarqué permet également de réduire la taille du moteur diesel et de le faire fonctionner plus souvent à un rendement optimal, le système de stockage d'énergie faisant office de stockage tampon et fournissant la puissance de pointe.

—
En utilisant un système hybride, un train hybride diesel-électrique à deux voitures peut réduire sa consommation d'énergie de **15 à 20 %**.⁸



L'hybridation des chaînes dynamiques diesel-électrique contribue certes à réduire l'impact sur l'environnement, mais ne permet pas de s'affranchir totalement des combustibles fossiles. C'est pourquoi deux autres solutions ont vu le jour et gagnent en popularité sur le marché ferroviaire :

- a. trains équipés de piles à combustible à hydrogène en combinaison avec des batteries
- b. trains électriques équipés de batteries embarquées pour une exploitation sans caténaire.

ABB sert déjà ces deux approches grâce à des convertisseurs de traction et des batteries de traction qui sont particulièrement optimisés pour ces technologies hybrides.

Batteries pour le transport de masse

Les systèmes de stockage de l'énergie deviennent une partie intégrante des véhicules électriques dans le transport routier et ferroviaire, et ils joueront un rôle clé dans la transition vers une mobilité économe en énergie. La prévalence croissante de ces technologies contribuera à décarboniser les transports et à offrir de nombreux autres avantages, notamment une meilleure flexibilité opérationnelle et un coût total de possession plus faible.

Les exigences relatives aux batteries utilisées dans les véhicules de transport public sont très différentes de celles utilisées dans les voitures électriques. Les batteries utilisées dans les applications de transport de masse, comme les chemins de fer, les trolleybus et les bus électriques, doivent avoir des capacités de charge de grande puissance, supporter une utilisation continue et résister à de multiples cycles de charge plus élevés. En effet, alors que les voitures particulières sont généralement utilisées moins de quelques heures par jour, les véhicules de transport public sont utilisés en moyenne 16 à 18 heures par jour. Ils doivent également répondre à des exigences de sécurité tenant compte du nombre de passagers transportés et de l'infrastructure sur laquelle ils sont déployés (comme une exploitation dans des tunnels et sur des ponts).

Pour répondre à ces exigences, ABB a développé le système de stockage d'énergie (ESS) BORDLINE®, une nouvelle technologie puissante de batterie lithium-ion. BORDLINE® ESS est déjà utilisé dans de nombreux véhicules ferroviaires et routiers, qu'il s'agisse d'unités multiples hybrides diesel, de véhicules légers sur rail, d'unités multiples électriques ou de trolleybus.



Trolleybus

Tout comme les véhicules ferroviaires, les trolleybus sont généralement alimentés par des lignes aériennes. Et, comme pour les véhicules ferroviaires, leur rayon d'action est limité aux routes qui disposent d'un réseau électrique aérien. C'est pourquoi les villes utilisent souvent des bus diesel pour desservir des itinéraires qui ne disposent pas d'une infrastructure électrique aérienne. Grâce aux progrès de la technologie des batteries, l'autonomie d'un trolleybus peut désormais être étendue au-delà des limites du réseau électrique aérien. Ces avancées permettent de réduire la pollution, le bruit, les émissions, les investissements dans les réseaux et la consommation d'énergie.

RÉFÉRENCES CLIENTS



Les avantages du stockage de l'énergie à bord

La ville de Zurich a récemment remplacé ses bus diesel sur la ligne 83 par huit trolleybus électriques équipés de convertisseurs de traction, de moteurs électriques et de batteries ABB. Les trolleybus utilisent les lignes aériennes lorsque cela est possible et les batteries lorsque les lignes aériennes ne sont pas disponibles. Les batteries sont chargées par les lignes aériennes lors de l'exploitation normale. Le système de batterie permet également un freinage régénératif à 100 % qui réduit la consommation d'énergie d'environ 15 % par rapport à un trolleybus classique. Au total, le passage de véhicules diesel à des véhicules électriques permet d'économiser plus de 200 000 litres de diesel et 540 tonnes d'émissions de CO₂ par an.

Modernisations

Dans les réseaux ferroviaires existants, le matériel roulant peut dater de plusieurs décennies. Même si les systèmes de traction de ces trains sont encore en état de marche, l'électronique de puissance et les techniques de contrôle ont fait d'énormes progrès depuis leur mise en service. Ainsi, la modernisation des anciens trains avec des composants de pointe permet non seulement de prolonger leur durée de vie opérationnelle, mais aussi d'améliorer considérablement leur efficacité et leur fiabilité, et de réduire les coûts d'exploitation et de maintenance. En fonction de leur état et de leur âge, un ou plusieurs des composants de la chaîne de traction (par exemple le convertisseur de traction) peuvent être mis à niveau pour améliorer les performances, ou de nouveaux systèmes tels que ESS peuvent être ajoutés.

RÉFÉRENCES CLIENTS



Modernisation des locomotives CFF

Dans le cadre d'un projet de modernisation du parc ferroviaire des Chemins de fer fédéraux suisses (CFF), ABB a équipé 119 locomotives de convertisseurs de traction et de systèmes de commande modernes. Les travaux de modernisation comprennent le retrait des convertisseurs GTO (thyristor interrupteur) plus anciens et moins efficaces et leur remplacement par des convertisseurs IGBT plus efficaces et plus flexibles. Les améliorations devraient permettre d'économiser environ 27 GWh/an, ce qui équivaut à la consommation de 6 750 ménages suisses.⁷

Conclusion

Poursuivre le voyage vers une meilleure efficacité

Les trains électriques sont utilisés depuis plus de 100 ans, et la technologie a beaucoup évolué depuis. Aujourd'hui, nous disposons d'équipements de traction beaucoup plus puissants et efficaces, qui permettent de réduire encore l'impact environnemental du matériel roulant ferroviaire et des autres véhicules utilisés pour le transport de masse. À l'heure actuelle, les changements et les améliorations dans le secteur des transports sont fortement motivés par l'urbanisation et par les objectifs et les réglementations qui visent à mettre en place des solutions durables et à faible émission de carbone. En outre, les progrès technologiques sont également susceptibles de transformer davantage le secteur.

Dans le monde entier, le secteur ferroviaire s'efforce d'atteindre les objectifs en matière d'efficacité et d'émissions, et la technologie permettant d'apporter des améliorations significatives est déjà disponible. Bien que nous ayons parcouru un long chemin, l'amélioration de l'efficacité de nos systèmes de transport est un voyage qui doit se poursuivre.

(1) <https://www.iea.org/reports/rail>

(2) IEA, The Future of Rail, Opportunities for energy and the environment, https://iea.blob.core.windows.net/assets/fb7dc9e4-d5ff-4a22-ac07-ef3ca73ac680/The_Future_of_Rail.pdf

(3) Fiche d'information sur la durabilité de l'UE, <https://www.unife.org/wp-content/uploads/2021/04/Sustainability-Factsheet-February.pdf>

(4) EU press release, The journey begins – 2021 is the European Year of Rail!, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_2528

(5) <https://uic.org/sustainability/energy-efficiency-and-co2-emissions/>

(6) Page de l'UE sur le transport durable, https://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable_en

(7) Basé sur les calculs d'ABB

(8) Basé sur les calculs et les mesures d'ABB



Pour en savoir plus ou nous contacter :

ABB France - Business Area Motion
Activité Moteurs et Variateurs

324 rue du Chat Botté
CS 20400 Beynost
01708 Miribel cedex / France

Centre de contact ABB France

Tél. : 0 810 020 000 (service 0,06 €/min + prix appel)
E-mail : contact.center@fr.abb.com



<https://www.energyefficiencymovement.com/fr/>