

L'efficacité énergétique chez les CFF

Coordination des mesures liées à l'efficacité énergétique et sensibilisation | Les CFF acheminent chaque jour 1,2 million de voyageurs et 200 000 tonnes de marchandises. Ils sont ainsi à la fois le principal fournisseur de services de mobilité et, avec une consommation d'électricité annuelle de 2,1 TWh, le plus grand consommateur d'énergie du pays. Outre l'aspect écologique, la gestion responsable de l'énergie des CFF poursuit un objectif clairement économique.

TEXTE STEFFEN SCHRANIL

L'augmentation de l'efficacité énergétique dans le domaine des transports publics constitue l'objectif de la « Stratégie énergétique 2050 des transports publics » de l'Office fédéral des transports. D'ici à 2025, les Chemins de fer fédéraux suisses (CFF) visent en outre une réduction de 20 % de leur consommation énergétique par rapport aux prévisions de 2012, soit une économie de 600 GWh par an, tous agents énergétiques et groupes de besoin confondus. Cet objectif ambitieux est réalisable si l'on considère, analyse et optimise le système ferroviaire dans son ensemble. La hausse de

l'efficacité énergétique dans cet ensemble complexe passe par une optimisation des systèmes. Des considérations de base pour la planification aux activités opérationnelles en passant par la détermination des paramètres techniques: les efforts de tous sont requis pour améliorer l'efficacité énergétique. C'est pour cette raison que, dans le cadre du programme Top « Économies d'énergie », les CFF ont créé une plateforme permettant de coordonner les différents thèmes liés à l'efficacité énergétique. La **figure 1** montre les domaines d'action du programme d'économie d'énergie des CFF. La sen-

sibilisation des parties prenantes joue ici un rôle déterminant: l'ancrage à tous les niveaux de l'entreprise des thèmes liés à l'efficacité énergétique constitue en effet un facteur de réussite décisif.

Projet

Le programme partiel Efficacité énergétique de l'offre ferroviaire vise à créer les conditions propices à un trafic énergétiquement efficace en vue de contribuer à la mobilité durable. Toutes les planifications à la base de la production ferroviaire sont regroupées dans le projet. Ce dernier comprend des mesures orientées sur quatre axes stratégiques:

● L'ordre dans lequel les transports circulant à des vitesses moyennes différentes sont planifiés a une influence sur la consommation d'énergie et l'utilisation de la capacité des lignes. Par exemple, il faut prévoir des arrêts pour les trains de marchandises circulant à une vitesse donnée derrière des trains régionaux. Suite à la modification de l'ordonnance sur l'utilisation du réseau, le trafic planifié a désormais la priorité sur le trafic cadencé pour l'utilisation des capacités. Ceci permet ainsi de créer de nouvelles possibilités, comme celle d'ordonner les sillons horaires en fonction de la vitesse moyenne (ordre décroissant) ou encore celle d'accélérer le trafic marchandises entre le trafic grandes lignes et le trafic régional.

● Le système des points nodaux des transports publics suisses présente l'avantage de proposer une offre ferroviaire transparente et facilement mémorisable. Il comporte cependant aussi un inconvénient, à savoir le fait qu'une offre homogène sur toute la journée a tendance à entraîner des surcapacités en dehors des heures de pointe. L'une des pistes identifiées pour réaliser des économies d'énergie consiste par exemple à renoncer à la conduite parallèle de trains (du trafic grandes lignes) pendant les heures creuses. Dans ce cadre, il est essentiel de garantir la chaîne de voyage, autrement dit d'assurer que les trains arrivent à destination avec un temps de trajet quasi inchangé.

● Les accélérations et freinages fréquents contribuent fortement à augmenter la consommation d'énergie lors d'un trajet. Il est possible d'économiser de l'énergie en réduisant les baisses de vitesse liées à l'utilisation de la voie grâce à des mesures de construction ainsi qu'en évitant les augmentations de vitesse de courte durée. La résistance de l'air augmentant au carré avec la vitesse, le fait de diminuer les hautes vitesses de conduite permet d'économiser de l'énergie. Ce phénomène est encore plus important lorsque les trains circulent à haute vitesse à l'intérieur de tunnels. L'optimisation des vitesses est effectuée de manière à éviter toute influence sur les services offerts aux clients.

● Les fortes fluctuations de la demande au cours de la journée, de la semaine et de l'année représentent un défi de taille

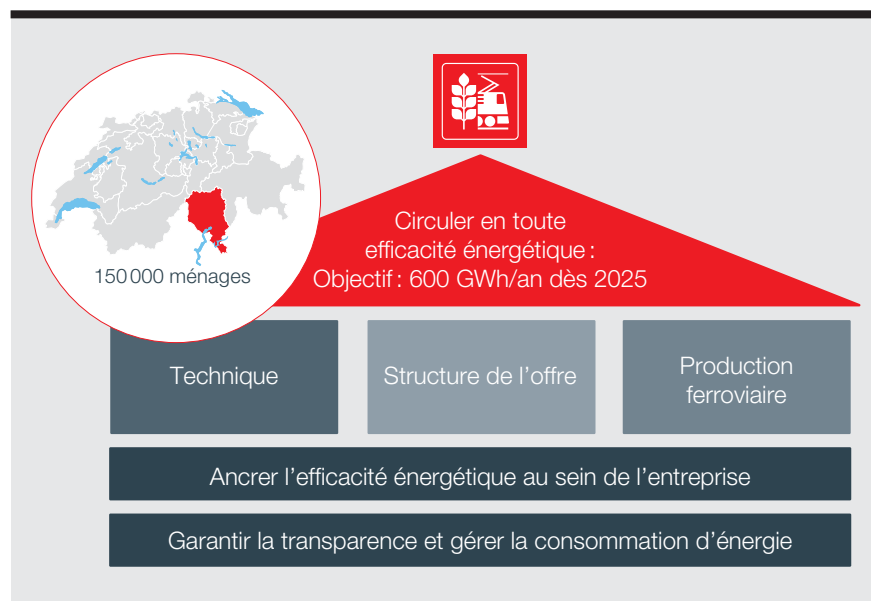


Figure 1 Piliers du programme Top « Économies d'énergie » des CFF destiné à augmenter l'efficacité énergétique.

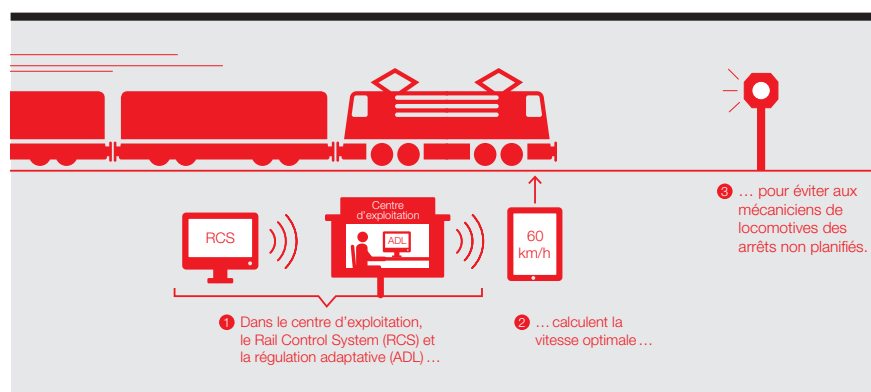


Figure 2 Principe de fonctionnement du système ADL.

pour le dimensionnement de l'offre. Le recours à des trains adaptés à la situation permet de réduire les tonnes-kilomètres bruts, d'économiser de l'énergie et de ralentir l'usure du matériel roulant et de la voie ferrée. Par ailleurs, l'utilisation de matériel roulant énergétiquement efficace offre un potentiel certain en matière d'économie d'énergie, par exemple sur les voies en pente présentant une bonne capacité de récupération de l'énergie.

Les réflexions en matière d'offre ferroviaire énergétiquement efficace se caractérisent par une longue phase de planification. Ceci mène à un fort potentiel d'économies d'énergie ainsi qu'à de grands efforts pour la mise en œuvre de ces mesures. Les thématiques liées à l'efficacité énergétique sont identifiées et traitées en collaboration avec des planificateurs des divi-

sions Infrastructure, Voyageurs et Cargo. Les axes stratégiques définis dans ce cadre sont assortis de nombreuses mesures qui jettent les bases nécessaires à la planification du réseau ferroviaire en trafic mixte le plus sollicité au monde.

Technique

Les connaissances requises pour permettre l'électromobilité sur les rails sont disponibles depuis 1879 et, en Suisse, les chemins de fer sont électrifiés depuis 1899. La question de l'optimisation de l'efficacité énergétique d'un point de vue technique est essentielle pour les nouveaux véhicules et lors de l'élaboration de concepts de rééquipement pour les véhicules existants. Les CFF ont toujours cultivé dans ce domaine une collaboration étroite avec les milieux industriels afin de

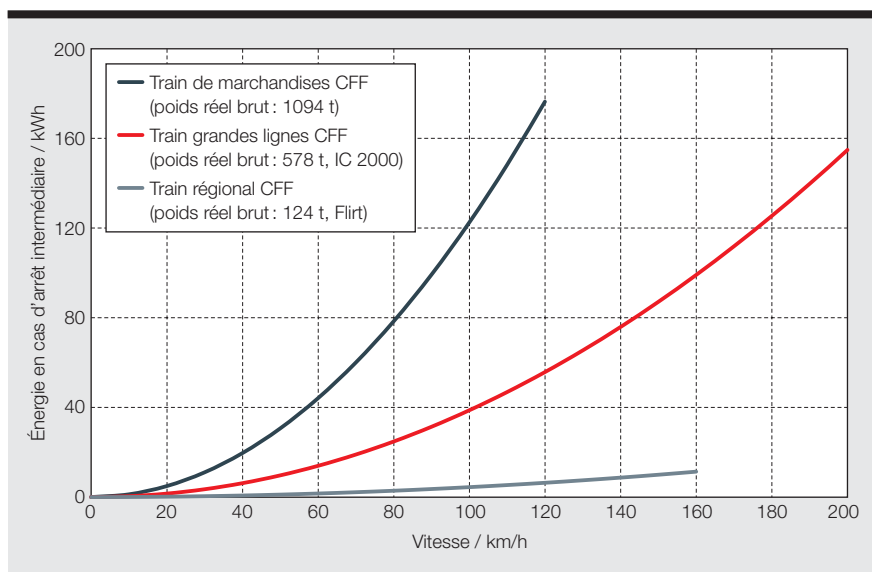


Figure 3 Impact énergétique d'une régulation de conflit : consommation d'énergie en cas d'arrêt conflictuel pour le trafic marchandises, le trafic grandes lignes et le trafic régional.

bénéficier de véhicules de qualité et énergétiquement efficaces pouvant être optimisés ultérieurement en partenariat avec le constructeur. Suivent trois exemples dans ce domaine.

La Re 460, aussi appelée « Loc 2000 », est le véhicule moteur le plus connu de la flotte des CFF, et ce, au niveau international également. Ce véhicule à quatre essieux possède une puissance de traction de 6,1 MW et est autorisé à circuler à la vitesse maximale de 200 km/h. Entre 1991 et 1996, 119 exemplaires de la Re 460 ont été construits pour les CFF. De 1994 à 1997, 18 exemplaires modifiés ont été fabriqués pour le BLS. À l'heure actuelle, les 119 véhicules des CFF font l'objet d'un « refit ». Dans ce cadre, les convertisseurs de courant de traction GTO sont remplacés par des modèles plus efficaces faisant appel à la technologie IGBT. L'efficacité énergétique a motivé le programme de refit initié dans le cadre de la lutte contre l'obsolescence grâce auquel les économies d'énergie réalisées se chiffrent à environ 27 GWh/an.

Une attention particulière a été accordée à l'efficacité énergétique dès le début du processus de développement et d'acquisition des rames automotrices à deux niveaux Duplex Regio (RABe 511.0/1 « Kiss »). Les aspects liés à l'efficacité énergétique sont ainsi devenus un critère décisif lors de l'achat de véhicules par les CFF. En fixant de manière contractuelle les valeurs éner-

gétiques prévues, l'industrie et les exploitants ferroviaires concrétisent leur intérêt commun à disposer de véhicules énergétiquement efficaces. L'entreprise a ainsi procédé à l'acquisition de véhicules équipés du même système de traction, en version quatre et six éléments, et a même commandé des véhicules supplémentaires dans cette dernière catégorie. L'ensemble des 24 véhicules à quatre éléments commandés et une grande partie des 69 rames automotrices à six éléments ont été livrés. Les Duplex Regio sont équipés d'origine de groupes motopulseurs, de systèmes auxiliaires de traction ainsi que d'un mode confort optimisés au niveau énergétique. Les valeurs énergétiques enregistrées lors des courses de vérification sont encore meilleures que celles fixées contractuellement.

Les rames automotrices du trafic régional Flirt des CFF possèdent deux chaînes d'entraînement composées d'un transformateur de traction, d'un convertisseur de courant et des moteurs de traction. Suite à l'exercice d'une option sur sept véhicules pour la région d'Olten, des transformateurs de type sec vont être utilisés pour la première fois aux CFF. Ces transformateurs ne nécessitent pas de système de refroidissement à l'huile. À masse identique, ils disposent ainsi d'une partie active plus importante et donc plus efficace du point de vue énergétique.

Le potentiel d'économie d'énergie attendu s'élève au total à près de 7%, un chiffre très élevé sachant qu'il s'agit d'un système déjà en grande partie optimisé.

Production ferroviaire

Le système de régulation adaptative ADL permet aux CFF de mieux gérer la sollicitation croissante du réseau ferroviaire. Cet outil informatique met en lien la répartition effectuée au niveau des centres d'exploitation et la situation opérationnelle dans la cabine de conduite, soutenant ainsi les mécaniciens de locomotive dans l'accomplissement de leurs tâches quotidiennes. Il contribue donc à améliorer la précision de la production ferroviaire et à réaliser des économies d'énergie. La figure 2 montre le principe de fonctionnement du système.

Le système ADL comporte deux types de conduite : la régulation des conflits et l'optimisation de l'efficacité des trajets. Le système de régulation des conflits permet d'éviter un freinage important ou un arrêt provoqué par des signaux en émettant une recommandation de vitesse optimisée. Cette dernière se situe entre la vitesse autorisée et la vitesse de conflit et est déterminée de manière à supprimer l'incompatibilité entre les itinéraires. L'effet principal est constitué par la suppression de la réaccélération à partir de la vitesse de conflit.

Dans le cadre de l'optimisation de l'efficacité des trajets, les avances de plus d'une minute sur l'horaire sont compensées via l'émission d'une recommandation de conduite à une vitesse inférieure. De cette manière, une arrivée ponctuelle à destination reste garantie. La réduction de la vitesse permet avant tout de diminuer la résistance à l'air et donc de réduire la consommation d'énergie de traction. L'évaluation des économies d'énergie réalisées est établie grâce à des calculs de dynamique de conduite portant sur chaque pilotage effectué avec l'ADL.

Les économies d'énergie réalisées grâce au système de régulation des conflits avec réduction de la vitesse par rapport à un trajet effectué sans l'ADL avec arrêt dû à un signal dépendent des rapports de vitesse, des dimensions du train et du type de véhicule (ou du type de trafic). La figure 3 montre l'impact

énergétique d'une régulation à différentes vitesses (trafic grandes lignes, trafic régional et trafic marchandises) par rapport à un arrêt d'exploitation effectué au cours d'un trajet.

Dans le cadre de l'automatisation des calculs énergétiques, un rapport détaillé sur les différentes mesures d'optimisation de l'efficacité est réalisé. Il présente un volume de calcul acceptable et permet de mesurer les effets directement imputables aux mesures. Par ailleurs, les bases élaborées par l'équipe Gestion de l'énergie des CFF sont adaptables à de nombreuses problématiques portant sur la quantification de l'énergie.

Au cours de l'année 2016, l'ADL a permis des économies d'énergie s'élevant à près de 50 GWh pour un total de

467 000 acheminements, soit une hausse de 19% par rapport à 2015. Ce chiffre continuera à évoluer au cours des prochaines années en fonction de la situation d'exploitation ainsi que des conflits qui en résulteront. C'est pour les trains de marchandises lourds pour lesquels la récupération d'énergie est relativement faible que le système ADL se révèle le plus efficace. Le système de régulation adaptative ADL contribue donc directement à l'objectif du groupe en matière de durabilité écologique.

Perspectives

Les mesures destinées à augmenter l'efficacité du système ferroviaire, comme celles mises en place aux CFF, requièrent une collaboration intensive entre toutes les unités de l'entreprise.

La sensibilisation des collaborateurs au sein de chaque unité, via la communication d'informations sur les possibilités offertes par l'efficacité énergétique, constitue dans ce cadre un bon point de départ. En effet, il est décisif pour la réalisation des objectifs en matière d'efficacité énergétique que chacun apporte sa contribution. Une gestion rationnelle de l'énergie et des ressources fait partie intégrante du professionnalisme et permet de générer une plus-value tant d'un point de vue écologique que sur un plan économique.



Autor

Dr. Steffen Schranil est cadre spécialiste dans la division Gestion de l'énergie depuis 2013.

→ CFF, 3052 Zollikofen
→ steffen.schranil@sbb.ch

Hausanschluss von Swisscom. Raccordement domestique de Swisscom.

Intelligent bauen für die Zukunft beginnt heute.
Setzen Sie auf die Nummer 1 für Ihren Hausanschluss.

Bâtir l'avenir avec intelligence commence aujourd'hui.
Visez le n° 1 pour votre raccordement domestique

swisscom.ch/hausanschluss
swisscom.ch/raccordement

