

**Zeitschrift:** Energeia : Newsletter de l'Office fédéral de l'énergie  
**Herausgeber:** Office fédéral de l'énergie  
**Band:** - (2014)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Des autobus hybrides avec gestion intelligente de l'énergie  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-643125>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Des autobus hybrides avec gestion intelligente de l'énergie

En collaboration avec l'entreprise suisse de carrosserie Hess AG, des scientifiques de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich ont développé des modèles mathématiques permettant d'améliorer l'efficacité énergétique des autobus hybrides. Des économies d'énergie de l'ordre de 25 à 30 % par rapport à un bus diesel traditionnel sont possibles. Le projet a été soutenu par la Commission pour la technologie et l'innovation ainsi que par l'Office fédéral de l'énergie.

En 2008, l'entreprise Hess AG recevait le prix Watt d'Or de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) dans la catégorie «Mobilité économie en énergie» pour avoir mis sur le marché le premier autobus à double articulation et propulsion hybride du monde. Le véhicule fonctionnait parfaitement et avait été mis en service sur différentes lignes de transport public, en conditions réelles. Etais-il encore possible d'en améliorer l'efficacité énergétique au moyen d'un programme innovant de gestion intelligente de l'énergie? C'est de cette simple question qu'est né, fin 2008, le projet AHEAD («Advanced Hybrid Electric Autobus Design»).

Fondée il y a plus de 130 ans, l'entreprise suisse de carrosserie Hess AG a toujours su rester à la pointe du développement technologique. C'est ainsi qu'elle est en contact régulier avec les ingénieurs de l'Institut des systèmes dynamiques et de contrôle (IDSC) à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ). En octobre 2008, ils décident de démarrer ensemble le projet de recherche AHEAD pour améliorer l'efficacité énergétique des autobus hybrides commercialisés par l'entreprise. La Commission pour la technologie et l'innovation (CTI)

soutient le projet dès son lancement. Elle a été suivie par l'Office fédéral de l'énergie.

### Récupérer l'énergie de freinage

La technologie hybride permet de construire des véhicules particulièrement économies en énergie, notamment grâce à la récupération de l'énergie de freinage. Les voitures de tourisme qui misent sur cette technologie occupent régulièrement les premières places de l'EcoMobiliste, le classement des voitures les plus écologiques de l'Association transports et environnement (ATE). C'est maintenant au tour des transports publics de miser sur cette technologie particulièrement bien adaptée pour de petits trajets nécessitant de nombreux changements de régime.

«Les bus hybrides développés par l'entreprise de carrosserie Hess AG sont équipés de moteurs électriques puissants pour assurer la traction», précise Christopher Onder, chef du projet à l'EPFZ. L'énergie de freinage est stockée dans des supercondensateurs. Elle est complétée par l'énergie électrique du groupe électrogène diesel. D'une part, cette technologie met à profit les avantages de la traction

électrique, qui est normalement utilisée uniquement par les trolleybus, tandis que, d'autre part, le groupe électrogène diesel fonctionne presque uniquement à son meilleur niveau de performance.

### GPS embarqué

«Quels sont les meilleurs composants qui doivent équiper un autobus hybride prévu pour circuler sur un parcours donné? Quelle est la meilleure manière de gérer l'énergie pour un autobus hybride sur un parcours donné?» L'ingénieur Philipp Elbert énumère les deux questions clés qui sous-tendent le projet de recherche AHEAD, un projet qui aura également permis au jeune ingénieur d'effectuer son travail de thèse à l'EPFZ.

«En général, poursuit l'ingénieur, lors de la conception des autobus diesel, on prend avant tout en considération la puissance maximale nécessaire du moteur. Dans le cas des autobus hybrides, d'autres paramètres comme la taille des batteries ont un très grand impact sur l'efficacité énergétique globale du véhicule et les coûts de production. En effet, une batterie de grande taille se traduit généralement par une

moindre consommation de carburant, mais également par des coûts plus élevés, alors qu'à l'inverse, une batterie de petite taille entraîne des coûts moins importants, mais aussi une plus grande consommation de carburant. A un parcours donné correspond une dimension optimale des batteries, explique Philipp Elbert. Comme un autobus de ville emprunte généralement toujours le même parcours, il est possible d'optimiser les composants du véhicule en fonction de celui-ci.»

Une fois la première question résolue et la composition de l'autobus connue, il s'agit alors de répondre à la deuxième question. «Quelle est la gestion optimale de l'énergie pour un parcours donné? A quel moment précis faut-il faire appel au moteur thermique du véhicule et à quel moment précis faut-il rouler en mode de propulsion purement électrique, afin de minimiser la consommation de carburant? En connaissant le parcours au préalable et en sachant exactement où se situe l'autobus grâce à un GPS embarqué, il est possible de minimiser la consommation énergétique grâce à une gestion prédictive de l'énergie», ajoute l'ingénieur (voir graphique, ndlr).

#### Modélisation mathématique complexe

Les scientifiques de l'IDSC à l'EPFZ ont développé des modèles mathématiques permettant de simuler les flux d'énergie du groupe motopropulseur de l'autobus. Ces modèles

ont ensuite été validés par des mesures effectuées sur un véhicule de démonstration construit par l'entreprise Hess.

Deux outils de simulation ont été développés à partir de ces modèles validés. Ces outils sont aujourd'hui déjà employés par les ingénieurs de l'entreprise de carrosserie Hess. Le premier permet au constructeur de choisir la meilleure configuration de véhicule possible en fonction du parcours qu'il aura à accomplir. Le deuxième permet, une fois l'autobus hybride construit, de maximiser l'efficacité énergétique du véhicule grâce à une gestion prédictive de l'énergie.

#### Gain d'efficacité de près de 30 %

Les premiers résultats témoignent d'un important potentiel d'économie d'énergie de 27,5 % sur un parcours en ville entre un autobus hybride de 12 m et un autobus diesel traditionnel. L'économie d'énergie, de l'ordre de 17,5 %, est légèrement inférieure sur un parcours en zone rurale. Cette observation vient confirmer les bonnes prédispositions de la technologie hybride pour la ville. Les nombreuses phases de freinage permettent de récupérer beaucoup d'énergie de freinage qui serait perdue avec des autobus diesel conventionnels. Depuis septembre 2013, le nouvel autobus hybride est testé en conditions réelles sur une ligne de transport public à Heidenheim, en Allemagne.

«Le projet est une réussite», se réjouit Christopher Onder. Avant de détailler son propos: «L'étroite collaboration avec des sociétés industrielles suisses est très importante pour l'EPFZ. Des projets de ce type permettent de mettre en pratique les dernières découvertes scientifiques. Par ailleurs, l'IDSC a besoin de jeunes chercheurs d'exception. Ce projet passionnant et axé sur la pratique a permis de convaincre un très grand nombre de bons étudiants motivés de se joindre à nous. Dans le cadre d'AHEAD, un travail de doctorat, cinq travaux de master, six travaux de semestre, deux travaux de bachelor et six stages ont pu être effectués.»

En outre, le système de gestion prédictive de l'énergie développée par les ingénieurs de l'EPFZ a également été implémenté dans un autre projet de mobilité portant sur la mise en service du premier autobus de grande capacité 100 % électrique sans ligne de contact (projet TOSA – «Trolleybus Optimisation Système Alimentation»). Le bus, construit également par l'entreprise Hess, a été mis en service en mai 2013 par les Transports publics genevois sur un parcours test entre Palexpo et Genève Aéroport. L'énergie est stockée dans des batteries relativement petites. Une recharge partielle s'effectue aux arrêts en une vitesse record de 15 secondes. Une recharge plus complète de 3 à 4 minutes est faite au terminus. (bum)

