

DOSSIER DE PRESSE

3 juillet 2009

LA RATP ET ALSTOM PRESENTENT EN EXCLUSIVITE LA NOUVELLE EXPERIMENTATION D'ECONOMIE D'ENERGIE TESTEE SUR LA LIGNE DE TRAMWAY T3



© RATP - Photo : Gilles ALIGON

7917d084 - 26/03/2007

Service de presse RATP • Myriam Gosselin
T 01 58 78 37 37 • servicedepresse@ratp.fr

1/11

Service de presse ALSTOM Transport • Cécile Dodat
T 01 57 06 91 48 • cecile.dodat@transport.alstom.com

1. L'EXPERIMENTATION

Une expérimentation significative d'économie d'énergie va être menée pendant le service commercial, entre 2009 et 2010, sur la ligne T3 du tramway « Pont du Garigliano-Porte d'Ivry ». Une rame CITADIS de cette ligne expérimente un nouveau système permettant d'optimiser l'économie d'énergie grâce à la technologie de super-condensateurs. Ce projet de Recherche et Développement, intitulé STEEM (Système de Tramway à Efficacité Energétique Maximisée), est une expérimentation en matière de Développement Durable.

Le projet fait l'objet d'une action de recherche appliquée et d'une **convention tripartite RATP, Alstom et INRETS**¹. Il est financé par le PREDIT² et l'ADEME³. Une expérimentation est d'abord réalisée sur une rame "aménagée" de la ligne de tramway T3 entre 2009 et 2010.

L'expérimentation a pour objectif de réduire la consommation d'énergie des tramways, en optimisant la récupération d'énergie issue des phases de freinage en la stockant directement et localement sur le tramway. L'utilisation de cette technologie permettra une recharge rapide du « réservoir d'énergie », de l'ordre de quelques dizaines de secondes et des cycles de décharge et charge répétitifs.

En inter-station, une marche en autonomie totale sur des parcours successifs sera possible grâce à la recharge rapide. Cette dernière s'effectue soit par la transformation de l'énergie au freinage (énergie cinétique) en énergie électrique, soit directement par captation par le pantographe en ligne ou à la station expérimentale de recharge rapide située à l'atelier de remisage (Lucotte).

Des essais en ligne, de nuit mais également pendant l'exploitation, ont eu lieu tout au long du mois de mai. En juin, le projet STEEM a été homologué CERTIFER, l'agence française de certification ferroviaire. A l'issue de ces essais, les voyageurs pourront découvrir cette nouvelle technologie à bord de ce tramway prototype.

L'expérimentation prévoit, d'une part de baisser de manière automatique le pantographe sur une interstation dans les deux sens de la ligne T3 « **Porte de Choisy/Porte d'Italie** ». D'autre part, **d'évaluer les économies d'énergie**

¹ L'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité

² Programme national de Recherche d'Expérimentation et d'Innovation dans les Transports Terrestres.

³ Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

et **de tester une station de recharge rapide** des super-condensateurs située à l'atelier de maintenance de Lucotte.

On peut estimer que les perspectives de réduction de consommation énergétique peuvent aller jusqu'à 30%.

Cette technologie permettra des fonctionnements en marche autonome partielle : carrefour, pont, édifice public, atelier de maintenance et de remisage pourraient s'affranchir de ligne aérienne de contact (caténaire). Mais également, un fonctionnement en autonomie totale à l'aide des stations de "biberonnage".

Une dernière perspective, la réduction des coûts d'investissement des installations fixes, la suppression des caténaires ou de toute autre alimentation externe seraient envisageables afin de faciliter l'insertion urbaine.

2. UN TRAMWAY ENCORE PLUS AUTONOME ET ECONOMIQUE

Le transport ferroviaire connaît un succès croissant à l'échelle de la planète, dans un contexte d'urbanisation massive et de contraintes environnementales majeures. Il dispose en effet d'atouts indéniables en matière de respect de l'environnement, notamment en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre. Le marché du tramway, mode de transport durable par excellence, représente plus de 2 milliards d'euros par an et s'annonce comme le secteur le plus prometteur du marché ferroviaire avec un taux de croissance de 4,5% par an pour les dix prochaines années⁴.

Alstom Transport, leader mondial du marché de la construction ferroviaire, place depuis plus de vingt ans la préservation de l'environnement au cœur de sa stratégie de développement. Dans le domaine du tramway, les travaux en Recherche et Développement menés par Alstom sont particulièrement avancés en matière de solutions sans fils et d'optimisation de l'utilisation de l'énergie, afin de répondre à une double exigence des opérateurs : préserver l'esthétique des centres-villes (par une alimentation électrique autonome, sans caténaire) et consommer moins d'énergie.

La RATP quant à elle, a fait de la question de la sobriété énergétique et de la réduction de ses émissions de gaz à effet de serre l'un des 4 axes principaux de sa politique environnementale. Ses modes de transport ferroviaire, métro, RER et tramway sont d'ores et déjà les modes motorisés de transport urbains les plus performants qui soient en Ile de France.

Ainsi, lorsqu'en 2008, un voyageur circulant en voiture particulière en Ile de France émet en moyenne émission de 55g de CO₂ à chaque kilomètre, il n'émet que 5,7g de CO₂ en circulant en tramway. Mais les enjeux du changement climatique sont si importants, que la RATP et Alstom estiment de leur responsabilité de les rendre plus performants encore, en innovant sans cesse. Le projet STEEM en est la parfaite illustration .

Un tramway encore plus autonome qui préserve l'esthétique urbaine

Dans le cadre de leur projet de tramway, de plus en plus de collectivités souhaitent installer des solutions sans caténaires. Ce fil où circule le courant d'alimentation continu à 750 volts, soutenu par des poteaux en série, éloignés les uns des autres d'une trentaine de mètres, peut constituer une gêne pour l'intégration du tramway dans la ville. C'est pourquoi Alstom développe depuis

⁴ Source : UNIFE, Rail Market Study, 2008.

les années 90 une gamme de solutions « sans fils » permettant au tramway de s'intégrer de façon harmonieuse dans son environnement urbain. L'expérimentation des supercondensateurs menée avec la RATP constitue l'une des pistes de recherches les plus prometteuses dans ce domaine.

Les supercondensateurs stockent l'énergie à bord du tramway grâce à 48 modules de 15 kilos installés dans un coffre situé sur le toit du tramway⁵.

Concrètement, lorsque le tramway s'arrête en station et que les passagers descendent et montent à bord, le pantographe est levé et le tramway est alimenté électriquement pour recharger les supercondensateurs : 20 secondes suffisent, soit le temps de l'arrêt du tramway en station. Puis, le pantographe est baissé et le véhicule redémarre normalement. Une fois la station quittée, en l'absence de caténaire pour poursuivre sa marche, le tramway est alimenté par les supercondensateurs pendant la phase de traction. Il peut ainsi atteindre la station suivante (quelques centaines de mètres) en mode autonome, sans caténaire et donc parfaitement intégré dans son milieu urbain. En rechargeant les supercondensateurs à chaque arrêt suivant, le tramway peut parcourir plusieurs interstations consécutives.

Le principe des supercondensateurs repose sur la création d'une double couche électrochimique, par l'accumulation de charges électriques à l'interface entre une solution ionique (électrolyte) et un conducteur électronique (électrode). Les supercondensateurs présentent l'intérêt de pouvoir se recharger très rapidement, en 20 secondes seulement. Cette prouesse technologique est rendue possible par une résistance interne très faible permettant une charge avec de forts courants. Les autres avantages de cette technologie sont leur puissance spécifique utile nettement plus élevée que celle des technologies de batteries, qui permet une plus grande autonomie. Enfin, ils se caractérisent par une faible sensibilité des performances énergétiques aux variations de température.

Outre les supercondensateurs, encore en expérimentation, Alstom dispose déjà d'une gamme de solutions de tramways sans caténaire éprouvée depuis plusieurs années, avec l'APS (Alimentation par le sol) et la batterie. Chaque ville souhaitant mettre en œuvre un projet de tramway doit en effet faire face à des contraintes d'exploitation qui lui sont propres : distance souhaitée des portions sans caténaires, relief et pourcentage des pentes, conditions environnementales (grands froids ou fortes chaleurs nécessitant une importante réserve d'énergie pour alimenter de puissants systèmes de climatisation par exemple)... C'est pourquoi Alstom propose des solutions permettant de répondre aux besoins spécifiques de chaque collectivité.

⁵ Les supercondensateurs testés sur la ligne T3 ont été fabriqués par l'entreprise Batscap (Groupe Bolloré).

L'APS est un système d'alimentation électrique révolutionnaire au moyen d'un troisième rail encastré au niveau des voies. Cette solution permet de supprimer les caténaires sur de longues distances et ainsi de préserver les centres historiques des villes, tout en maintenant un niveau de confort au niveau nominal (climatisation/chauffage). Déjà en exploitation à Bordeaux, où le tramway sans caténaire a effectué plus de 6 millions de kilomètres, l'APS a été choisie par les villes de Reims, Angers, Orléans en France et aussi par Dubai, pour la ligne du tramway d'Al Safouh, et Brasília (Brésil).

Quant à la batterie, elle permet aux tramways qui en sont équipés de franchir de courtes distances de façon autonome. A Nice, la municipalité souhaitait une solution permettant de traverser les places Massena et Garibaldi sans impact visuel et sans entraver le défilé des chars lors du carnaval.

Le tramway Citadis d'Alstom a donc été équipé en 2007 d'une batterie NIMH⁶ qui permet de recourir à l'énergie stockée dans des batteries embarquées. Alstom étudie également les batteries Li-Ion⁷ pour une application, entre autres, au tramway. Elles permettraient d'augmenter encore l'autonomie des tramways grâce à leur meilleure densité énergétique.

Associées, ces technologies devraient représenter une véritable révolution. C'est l'objectif d'un projet particulièrement innovant en cours de développement chez Alstom, le projet Flytram, pour le remplacement total et systématique des caténaires. Le but est de faire successivement appel à chacune de ces technologies selon les contraintes du réseau et leurs atouts respectifs. Ainsi, les supercondensateurs pourraient être alliés à l'APS. Le système d'alimentation par le sol pourrait par exemple être complété par des supercondensateurs, permettant une circulation autonome, donc plus aisée, dans certaines zones urbaines particulièrement denses comme les carrefours.

Un tramway encore plus économe en consommation d'énergie et en infrastructures

Les tensions sur le coût de l'énergie dans le contexte actuel d'urbanisation exponentielle imposent de réduire de façon drastique la consommation des énergies non renouvelables. Et, même si le train est dans ce domaine le moyen de transport motorisé le plus compétitif, les opérateurs accordent une attention de plus en plus grande au bilan énergétique global de leurs systèmes de transports.

Un tramway consomme très peu d'énergie. Pour autant, la consommation d'électricité d'un tramway est importante au moment du démarrage, et il en

⁶ Nickel Metal Hydrure.

⁷ Lithium Ion.

gaspille une grande quantité au freinage. C'est pourquoi les travaux les plus avancés d'Alstom Transport en matière d'optimisation de l'utilisation de l'énergie portent sur les transports urbains : ce sont en effet ceux qui présentent le plus de phase d'accélération et de décélération, du fait des intervalles réduits entre stations. Un des moyens de réduire la consommation d'électricité des trains est de récupérer l'énergie générée par les moteurs lors des phases de freinage. Avec un système de tramway classique alimenté par caténaire, l'énergie restituée par un train au freinage peut être réutilisée par un autre train présent sur le réseau. Mais si aucun train ne peut récupérer cette énergie, celle-ci est perdue en étant dissipée dans des rhéostats de freinage. Ainsi, le taux de déperdition d'énergie sur un réseau peut s'élever jusqu'à 15%.

En revanche, avec un système embarqué de stockage de l'énergie comme les supercondensateurs, l'énergie de freinage est récupérée par le tramway au moment du freinage puis stockée pour être réutilisée par le système ultérieurement. Cette récupération de l'énergie permet de réaliser des économies pouvant s'élever jusqu'à 30% par rapport à un système sans stockage.

De la même façon, les systèmes embarqués de stockage de l'énergie (supercondensateurs ou batteries) permettent de moins solliciter le réseau de sous-stations électriques et ainsi de réaliser des économies d'infrastructures : les sous-stations électriques étant moins sollicitées, elles peuvent être moins nombreuses et de taille plus réduite. Par ailleurs, ces technologies ne nécessitent aucune infrastructure au sol, contrairement à l'APS par exemple.

Une étape supplémentaire dans l'économie d'énergie avec le projet HESOP

Alstom mène enfin des recherches dans le domaine de l'optimisation de l'utilisation de l'énergie, notamment au sein du projet HESOP⁸. Ce projet porte sur les sous-stations électriques de tramway réversibles. Celles-ci devraient permettre, à terme, de restituer au réseau électrique la quasi totalité de l'énergie de freinage des tramways, même en l'absence d'un autre train sur le réseau.

Supprimé :

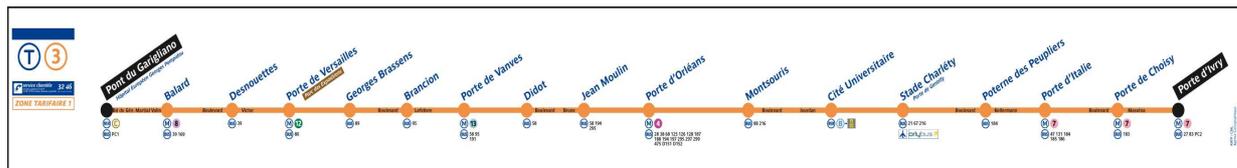
L'objectif principal du développement d'HESOP est donc l'économie d'énergie électrique. Sa conception lui permet des rendements améliorés et une maîtrise parfaite du courant et de la qualité de l'énergie consommée (choix plus précis de la puissance d'abonnement) puis réinjectée sur le réseau EDF.

⁸ Harmonic & Energy Saving Optimiser.

* * *

Avec le projet STEEM, Alstom et la RATP explorent une piste extrêmement prometteuse, tant en termes d'autonomie des tramways que d'économie d'énergie. Grâce à la gamme de solutions de tramways sans fils proposée par Alstom, APS, batterie et bientôt supercondensateurs, chaque municipalité pourra choisir la solution de tramway sans fil la mieux adaptée à ses spécificités.

3. LE TRAMWAY T3



Mise en service le 16 décembre 2006, la ligne de tramway des Maréchaux sud relie le pont du Garigliano à la porte d'Ivry en 26 minutes, sur 7,9 km et 17 stations.

Le T3, c'est l'alliance du pratique et de l'esthétique, le lien entre un transport efficace pour tous, parce que rapide et accessible, et une requalification du paysage urbain. Ecologique, régulier et confortable, le tramway répond aux besoins en mobilité des voyageurs et aux attentes citoyennes des riverains.

Depuis sa mise en service, 25 millions de voyageurs ont emprunté le T3. Il rencontre un vif succès tant au niveau de la **fréquentation** (110 000 voyageurs en semaine et 70 000 le week-end empruntent ce mode de transport) que de **l'amélioration du cadre de vie** (circulation apaisée, réduction de la pollution atmosphérique et sonore, boulevards transformés en véritables espaces de promenade...).

Trois arrondissements (13^e, 14^e et 15^e) et 7 communes limitrophes sont concernés (Issy-les-Moulineaux, Vanves, Malakoff, Montrouge, Gentilly, Le Kremlin-Bicêtre et Ivry-sur-Seine). En novembre 2009, le T3 sera en correspondance avec la ligne de tramway T2 prolongée, d'Issy-val de seine à la station Porte de Versailles.

Il est en correspondance avec 2 lignes de RER (B et C), 5 lignes de métro, 18 lignes de bus parisiennes et 19 lignes de bus de banlieue.

Le tramway participe à l'accroissement de l'offre de transports en Ile-de-France. Il a pour objectifs de répondre aux besoins croissants de dessertes performantes en rocade, d'optimiser le maillage des transports collectifs, d'améliorer l'accessibilité des transports et des cheminements, de réaménager le paysage urbain et la répartition de l'espace et enfin, d'améliorer la qualité de vie de tous.

Le tramway est une réponse adaptée à une augmentation croissante de la fréquentation par ailleurs des transports en commun. Le tramway contribue à un double objectif : la réduction de la pollution atmosphérique et la faible consommation énergétique. Le tramway utilise une énergie propre et de faible consommation électrique qui équivaut à une économie d'énergie de 950 tonnes de pétrole par an.

Le choix du matériel roulant s'est porté sur un modèle Citadis 402 d'Alstom silencieux et écologique. Il possède une capacité de 304 places dont 78 assises. Il est alimenté électriquement par une ligne aérienne de contact (LAC) située à une hauteur de 6 m des passages routiers. Elle permet, à des endroits spécifiques, le passage des convois exceptionnel.

Le système de gestion de l'énergie est entièrement automatisé, il assure l'alimentation du courant traction de manière fiable et parfaitement sécurisées. Le courant alternatif de 20 000 volts est transformé en 750 volts continus grâce à 6 postes de redressement répartis sur le parcours du tramway et un 7ème poste sur le site de Lucotte. L'énergie électrique est transmise au tramway par la ligne aérienne de contact (LAC).

La RATP a fait de la question de la sobriété énergétique et de la réduction de ses émissions de gaz à effet de serre l'un des 4 axes principaux de sa politique environnementale. Ses modes de transport ferroviaire : métro, RER et tramway sont d'ores et déjà les modes motorisés de transport urbain les plus performants qui soient en Ile de France. Ainsi, alors qu'en 2008, un voyageur circulant en voiture particulière en Ile de France émet en moyenne émission de 55 g de CO2 à chaque kilomètre, il n'émet que 5,7 g de CO2 en empruntant les lignes de tramway.

4. Etapes clés du projet STEEM

Dates	Etapes
Fin 2007	Début des travaux de recherche sur les supercondensateurs chez Alstom. Lancement du projet STEEM avec la RATP et l'INRETS, également intéressés par cette technique innovante.
Début 2008	Montage d'un banc d'essai dans l'usine Alstom de Tarbes. Objectifs : valider le fonctionnement des supercondensateurs et rendre cette technique compatible avec le système de contrôle-commande-traction des tramways Citadis.
Courant été 2008	Prêt par la RATP d'une rame Citadis de la ligne T3, afin d'installer un coffre de supercondensateurs en toiture du véhicule à l'usine Alstom de La Rochelle. Essais statiques puis dynamiques menés sur la voie d'essai de La Rochelle.
Fin 2008	Simulation et calculs effectués par les équipes Alstom de Saint-Ouen, notamment afin de calculer les gains en consommation d'énergie.
Fin déc 2008	Livraison à la RATP de la rame équipée de supercondensateurs.
Février 2009	Essais statiques, puis essais de performances de freinage de nuit.
Fin avril 2009	Délivrance d'une autorisation de rouler hors passagers, pendant et hors service commercial, afin de terminer la mise au point du système.
Juin 2009	Homologation du projet délivrée par CERTIFER, l'agence française de certification ferroviaire. Cette homologation permet de tester le système des supercondensateurs en exploitation commerciale