

## Trains légers. À la recherche d'un matériel adapté aux « petites » lignes

Le 20 février dernier, Jean-Baptiste Djebbari, le secrétaire d'État aux Transports, annonçait qu'il lancerait « très prochainement une filière industrielle du train léger permettant d'offrir de nouvelles solutions ferroviaires » pour les « lignes de desserte fine du territoire », le nom officiel des petites lignes, le plus souvent à voie unique (à 78 %) et non électrifiées (dans 85 % des cas). Tentons une définition du train léger et découvrons l'offre disponible chez les constructeurs.

Le Coradia Lint, grand succès en matière de trains régionaux en Allemagne, est l'acronyme de leichter innovativer Nahverkehrstrriebwagen.



## Analyse. Un train léger peut en cacher un autre...

*Dans l'idée louable de sauver les petites lignes menacées, le gouvernement sollicite l'industrie ferroviaire française pour développer un train léger. Derrière ce concept peut se cacher le meilleur comme le pire, ainsi que l'ont montré divers exemples en France et à l'étranger.*

**T**hucydide l'avait dit, l'histoire est un perpétuel recommencement. Ayant vécu au V<sup>e</sup> siècle avant notre ère, cet historien grec n'a jamais voyagé dans un train léger, mais sa célèbre citation pourrait à merveille s'y appliquer. Qu'une menace vienne à planer sur le devenir des petites lignes et, tout comme les champignons après la pluie, l'idée ressurgit. Mais qu'entend-on, au juste, par « train léger » ?

### L'économie, fondement de la réflexion

De longue date, les constructeurs ferroviaires ont eu coutume de pratiquer la chasse aux kilos, afin de réduire la consommation de leurs matériels roulants, pourtant faible par nature puisqu'une roue d'acier sur un rail du même métal constitue le mode de roulement, de loin, le plus économe en énergie. A priori les trains sont donc optimisés pour ne peser que le poids que leur utilisation va imposer...

Aujourd'hui, le gouvernement appelle de ses vœux le développement d'un « train léger », moins cher à l'achat et en maintenance. Le ministre délégué en charge des Transports, Jean-Baptiste Djebbari, évoque un matériel de 80 à 100 places, et d'une charge à l'essieu n'excédant pas les 10 tonnes. Il est amusant de voir que l'actuel Regio-Shuttle RS1 offre très exactement les mêmes caractéristiques en termes de capacité et

de charge à l'essieu. Ce remarquable autorail monocaïsse, monté sur deux bogies, avait été conçu à l'origine, puis fabriqué dès 1993, par ADtranz. Suite au rachat ultérieur du constructeur par Bombardier, ce dernier se retrouva finalement dans l'obligation, en 2001, de rétrocéder à Stadler son site berlinois de Wilhelmsruh, afin de ne pas enfreindre les règles de concurrence dans l'Union européenne. Du coup, c'est le constructeur suisse qui reprit le RS1 à son catalogue.

Jusqu'en 2013, quelque 500 RS1 ont ainsi été produits pour la Deutsche Bahn, les Chemins de fer tchèques, et différents opéra-

teurs privés. Leur faible charge à l'essieu représente un atout majeur pour réduire la maintenance des voies, puisque les efforts de ripage exercés par les roues sur les rails, lors du franchissement des courbes, sont proportionnels au carré de la vitesse de circulation, inversement proportionnels au rayon de courbure, et surtout directement proportionnels à cette charge.

En vérité, force est de constater que le train léger existe déjà. Et l'on peut d'ailleurs aisément le rencontrer. Mais pour cela, mieux vaut plutôt se rendre à l'étranger. Outre le RS1, d'autres formes de trains légers peuvent être rencontrées.

### L'Allemagne, précurseur du train léger ?

Songez aux différentes lignes allemandes désignées sous le vocable d'« *Überlandstrassenbahn* » (tramway rural), desservies par du matériel de type tramway ; aux chemins de fer secondaires suisses à voie métrique ; au BLT (Baselland Transport) dans la campagne bâloise ; ou encore aux WLB (Wiener Lokalbahnen) entre Vienne et la ville thermale de Baden (Autriche). Autant de trains légers particulièrement vertueux, qui s'appuient sur les canons de la construction ferroviaire, mais qui pourraient être cachés par d'autres trains



Le VT 670-005 « Elfriede », rebaptisé « Prince Franz », ouvrira le trafic ferroviaire sur la ligne Dessau-Wörlitz, le 19 juin 2011, après neuf mois de substitution routière due à l'indisponibilité de ses deux autres camarades de jeu, ce malgré la « cannibalisation » du troisième VT 670 initialement récupéré par la DWE.

## DOSSIER

légers dont la conception annoncée futuriste, en rupture avec l'existant, en a toujours précipité la fin...

Retour un beau jour de 1993. Le président des Chemins de fer allemands, Heinz Dürr, déjeune au restaurant, en compagnie de ses plus proches collaborateurs. Il sort alors son stylo, et se met à dessiner sur la nappe en papier. Bientôt prend forme, sous l'œil intrigué de ses invités, l'esquisse d'un étrange autorail monocaisse à deux niveaux, qui ne repose pourtant que sur deux essieux. « *Voilà ce que je veux !* », lance le président à ses collaborateurs. Étrange idée en vérité, et qui ne rentrait franchement pas dans les canons de la construction ferroviaire habituelle. Comment pouvait-on ainsi associer à l'objectif d'un minimum de capacité, que suggérait le recours à une architecture à deux niveaux, cet impératif, pour le véhicule, d'être court et léger, puisqu'il ne devait posséder, en tout et pour tout, que quatre roues ? Serait-ce les autobus à étage de la BVG (Berliner Verkehrsgesellschaft, les transports en commun de Berlin) qui avaient inspiré au grand patron cette transposition, assez osée, de l'univers urbain vers le monde ferroviaire ? Bien plus tard, d'aucuns s'étonneront de la célérité avec laquelle le constructeur allemand DWA s'était alors emparé de l'idée, sans apparemment la discuter, et pour finalement réussir, assez vite, à la concrétiser. En fait, il n'y avait là rien de si surprenant. Lorsqu'un « *opérateur historique* » (comme les nomme aujourd'hui l'Union européenne) sollicite les industriels avec un projet plutôt singulier qu'il compte bien lancer, ces der-

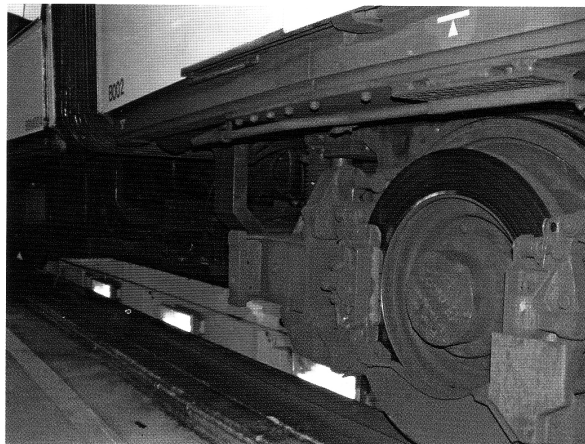
niers ne sont guère enclins à répondre par une fin de non-recevoir, fussent-ils qu'à demi convaincus de sa pertinence. Chez ANF (Ateliers du Nord de la France, rachetés ensuite par Bombardier), quelques-uns murmuraient, à l'époque de l'arrivée du métro « *fer* » MF 88 à caisses ultra-légères, que la solution avec essieux indépendants orientés dans les courbes à l'aide d'un système mécanique triangulé, lui-même commandé par un bissel en extrémité de rame, n'était pas celle qui aurait emporté leurs suffrages s'ils avaient été consultés. Le MF 88, qui était issu de longs dévelop-

pements techniques menés *intra muros* par la RATP avec, notamment, le fameux prototype appelé « *Boa* », a certes introduit des dispositions constructives révolutionnaires – telle l'intercirculation ouverte, d'une section presque égale à celle des caisses – qui ont d'ailleurs été reprises sur les générations ultérieures du métro parisien. Toutefois, côté organes de roulement, ce fut le « *flop* ». De fait, l'abandon du vrai bogie à deux essieux avait obligé les concepteurs à devoir considérablement alléger les structures de caisses, aux seules fins de demeurer dans des charges à l'es-

sieu acceptables, mais avec, pour corollaire, de rendre les dites structures très susceptibles d'entrer en vibration. Secoués alors plus que de raison, les tiroirs de l'électronique embarquée n'appréciaient guère le traitement auquel ils étaient soumis, ce qui occasionna de nombreuses pannes sur les rames, surtout dans les débuts. Remarquons, au passage, qu'on voit ici apparaître l'un des premiers inconvénients de cet essieu indépendant qui, trop souvent, s'avérera, tant en ferroviaire régional qu'en métro ou en tramway, un très mauvais choix...

*Ci-contre : Une roue orientable et l'attelage entre la motrice et la remorque, au premier plan. Essieu d'un train MF 88 aux ateliers de Choisy.*

*Ci-dessous : Précurseur des métros parisiens les plus modernes, et tout premier à disposer de l'intercirculation « *Boa* », le matériel « *fer* » MF 88 reposait hélas sur des essieux radiants (et non sur de classiques bogies), ce qui se révéla très préjudiciable à sa fiabilité*





En gare centrale de Dessau (Allemagne), le VT 670-003 « Princesse Louise » est l'un des deux autorails à deux niveaux et deux essieux à avoir originellement repris du service sur la ligne Dessau - Wörlitz, chez l'opérateur privé DVE (Dessauer Verkehrs und Eisenbahn Gesellschaft, société des transports et du chemin de fer de Dessau). À la Deutsche Bahn, cet autorail portait, en réalité, le numéro 006 (1<sup>er</sup> juin 2018)

### Le VT 670, un autorail léger malmené

Mais revenons à notre surprenant autorail léger allemand. Le constructeur DWA était alors un industriel ferroviaire renommé, fort d'un riche passé, et connu autrefois sous le nom de Dessauer Waggonfabrik. C'est justement dans son usine originelle de Dessau qu'il entreprend la construction d'un prototype du futur « autorail *Diirr* », baptisé VT 670. Le prototype est officiellement dévoilé dès l'automne 1994, sous le numéro 670 000. Deux ans

plus tard, en octobre 1996, ce démonstrateur, qui ne sera autorisé à circuler en service commercial à la DB que sous régime dérogatoire, se trouve exposé au salon Innotrans de Berlin. Le moins que l'on puisse dire est qu'il n'y passe pas inaperçu. Dans sa livrée rouge, le voilà qui étonne par son allure de gros jouet, et par ses étranges mensurations, dont une hauteur inhabituelle de 4,63 m – le gabarit allemand est généreux ! – pour une longueur hors tampons de seulement 16,33 m. On croit y voir alors

une solution intéressante pour pouvoir multiplier les haltes équipées de quais extra-courts, tout en conservant une capacité de transport suffisante en voyageurs. Le VT 670 pouvait transporter 78 voyageurs assis et 32 debout. Sa construction ultra-légère, avec une masse en ordre de marche à peine supérieure à 34 tonnes, compliqua beaucoup son homologation. En attendant, elle permit déjà de réduire de moitié le poids à la place assise, par rapport à un engin conventionnel. Six autorails de ce type vont donc être

construits, cette fois à l'usine DWA d'Ammendorf, et sous la forme d'une présérie dont on espère alors qu'elle va connaître une longue descendance. Cruelle déception ! En attendant, lesdits autorails de présérie, d'abord en livrée ICE blanc à filets rouges (avant qu'ils ne soient peints, un peu plus tard, en rouge DB), sont progressivement mis en service, à partir de 1996, essentiellement en Thuringe, Saxe, Rhénanie, et dans le Bade-Wurtemberg. Ils s'approprient bientôt des sections de ligne comme Weimar-

Kranichfeld, Trèves-Perl, Bul-lay-Traben-Trarbach, ou encore Stendal-Tangermünde. Et ils sont d'emblée particulièrement appréciés sur les itinéraires les plus touristiques, grâce à l'excellente vue sur les paysages dont on peut jouir à l'étage. Mais, très vite, les ennuis commencent. La climatisation tombe en panne, transformant

peu accidenté. Il n'y a finalement qu'en plaine qu'il semble à son aise pour circuler. Lassée par la multiplication de ces incidents, la DB finit par retourner les engins à leur constructeur, entre-temps racheté par Bombardier, qui les revendra ensuite à des entreprises ferroviaires privées. En Allemagne aussi, le modèle économique de

lignes secondaires d'outre-Rhin. Dans les trois dernières décennies du vingtième siècle, le mirage d'un mariage réussi entre l'autocar et l'autorail ne faisait déjà plus recette.

**Le Pacer, une tentative d'outre-manche**

L'exemple extrême nous vient de Grande-Bretagne, avec les autorails dénommés « Pacer », apparus au milieu des années 80. Ils étaient construits à partir d'un châssis de wagon de marchandises à deux essieux légèrement adapté, et sur lequel était fixée une caisse élaborée à partir des éléments de carrosserie de l'autobus Leyland National. C'était alors l'autobus urbain et interurbain à un seul niveau le plus répandu au Royaume-Uni, conçu selon les spécifications et avec la collaboration de l'opérateur public numéro un de ce pays, l'omniprésente NBC (National Bus Company, Compagnie nationale des autobus). Inutile de

préciser que le vent de libéralisme qui allait bientôt souffler outre-Manche, ferait voler en éclats, quelques années plus tard, la NBC, mais ceci est une autre histoire... Le collage « bus sur wagon plat » du Pacer avait tout du mariage de la carpe et du lapin. C'était, certes, l'autorail économique par excellence, d'autant qu'il n'aura pas non plus coûté bien cher en développement. En période de difficultés budgétaires, il arrivait donc à point nommé. Mais là était, sans nul doute, son seul avantage. Autrement, le Pacer présentait les deux inconvénients majeurs, emblématiques de tous les autorails légers. Le premier est, justement... la légèreté ! Il faut toujours garder à l'esprit que le roulement « route d'acier sur rail d'acier » est, à la différence du pneumatique sur l'asphalte, un roulement dur, qui transmet facilement des sollicitations importantes à la caisse. Si la structure de cette

*suite page 28*

**En Allemagne, le modèle économique de l'autorail léger peine à convaincre. Très vite, on lui reproche son manque de capacité**

l'espace voyageur du niveau supérieur en un véritable sauna. Le refroidissement du moteur thermique MTU de 250 kW manifeste, quant à lui, de sérieux signes de faiblesse. C'est le début d'une série de pannes récurrentes, provoquées par des mises en sécurité à tout bout de champ. Clairement l'autorail, bien qu'ultra-léger, ne sait absolument pas s'accommoder d'un profil un tant soit

l'autorail léger peine donc à convaincre. Très vite, on lui reproche son manque de capacité pour le véhicule ferroviaire qu'il est censé être resté. Le temps n'est décidément plus où des centaines – pour ne pas dire des milliers – de motrices et de remorques de type « Schienenbus » à deux essieux, et à la silhouette si caractéristique de l'Allemagne ferroviaire d'après-guerre, irriguaient toutes les



Apparu au tout début des années 50, et utilisé commercialement par les Chemins de fer allemands jusqu'en 2000, le célèbre « Schienenbus » (autobus sur rail) fut l'un des très rares autorails légers à deux essieux à avoir connu un retentissant succès, avec plus de 3 000 caisses construites. Ici, deux d'entre elles parfaitement préservées, à Coblenze, le 22 août 2009.



*En haut : le Pacer a été conçu dans les années 80 par Associated Rail Technologies, un consortium réunissant British Rail pour le châssis issu d'un wagon de marchandises et Leyland Bus pour la caisse élaborée à partir d'éléments du Leyland National, l'autobus plus répandu à l'époque au Royaume-Uni.*

*Ci-dessus à gauche : les autorails britanniques doubles Pacer étaient un peu plus élaborés dans leur conception, mais ils reconduisaient le principe d'un châssis à deux essieux et d'une structure de caisse inspirée de la construction plus légère des autobus.*

*Ci-dessus à droite : les aménagements intérieurs des Pacer, avec leurs banquettes et leur habillage des cadres de baies ainsi que des faces latérales et du plafond, évoquaient tout à fait ceux de l'autobus Leyland National des années 70*

## DOSSIER



© callier01



© Albert Bridge

Entre l'autobus Leyland National 2 (ci-dessus) préservé dans sa livrée rouge coquelicot NBC Ribble (National Bus Company) et l'autorail Leyland Railbus RB3 (ci-contre) des Chemins de fer d'Irlande du Nord en gare de Ballymena. La ressemblance saute aux yeux. La forme la plus basique de l'autorail serait-elle une carrosserie d'autobus posée sur un wagon plat à deux essieux ?

suite de la page 26  
dernière est trop légère, elle entre alors en vibration, pour le plus grand inconfort des voyageurs, sans parler de la fatigue mécanique de ses éléments constitutifs et assemblages, et des risques pour les équipements techniques les plus fragiles, comme évoqué plus haut. Quant au second inconvénient, il est lié aux organes de roulement, dès lors qu'on entend s'écarter des solutions éprouvées. Qui dit véhicule à deux essieux, dit empattement rigide très important avec, pour conséquence, une inscription en courbe nettement moins favorable qu'avec un matériel à

bogies. L'autorail va avoir tendance à « brider » dans les courbes de faible rayon et sur les aiguilles prises en déviation, augmentant l'usure des rails et des roues, et dégageant parfois des bruits de crissement désagréables pour les voyageurs comme pour les riverains. C'est d'autant plus ennuyeux que les lignes secondaires sur lesquels ces autorails auraient vocation de circuler, ont davantage de propensions à avoir des tracés en plan sinueux. De plus, un véhicule à empattement rigide important va être beaucoup plus sensible aux gauches de la voie, qui vont impacter son confort et sa stabilité. Là en-

core, il y a malheureusement antinomie avec une circulation sur de « petites lignes », où ni la qualité géométrique de la voie, ni son armement, ne sont généralement à l'égal de ceux des lignes principales. En vérité, sur les véhicules ferroviaires, les ingénieurs n'ont, jusqu'ici, jamais trouvé mieux que le bogie. C'est lui qui permet une parfaite inscription en courbe, et qui procure le meilleur comportement dynamique.

### L'A2E, une analyse française

Dans le cas de l'A2E, autorail léger français à deux essieux construit à la fin des années 80

par les établissements Soulé pour les lignes Guingamp-Paimpol et Guingamp-Carhaix, ses concepteurs étaient hautement conscients que la première et plus grande difficulté à résoudre serait le roulement et la suspension. Comment pourrait-on avoir des essieux indépendants dont le fonctionnement individuel s'approcherait de celui du bogie ? Sur un classique wagon de marchandises à deux essieux, il ne peut y avoir, par construction, de déplacement transversal de l'un des essieux par rapport à l'autre. Le fret transporté s'accommode sans mal de cette rigidité. Mais on a peine à imaginer les voyageurs accepter le confort dynamique d'un wagon.

L'idée fort astucieuse pour pallier cette réelle difficulté, c'est un certain Guy Thomas, alors directeur général adjoint de Soulé, qui l'a eu. En charge du management des grands projets, il avait fait breveter, avec l'un de ses ingénieurs auteur des calculs correspondants, un dispositif fort original, qui transpose sur l'essieu les éléments caractéristiques du roulement et de la suspension de la plupart des bogies. Ainsi, la suspension adoptée sur l'A2E se décomposait selon deux étages, pour former un ensemble à grande flexibilité. Chacune des deux boîtes de l'essieu se trouvait liée à un même cadre intermédiaire mobile par une paire de ressorts coniques métal-caoutchouc, qui constituaient une suspension primaire très raide dans les directions transversale et longitudinale. Ce cadre, que l'on peut tout à fait assimiler au classique châssis de bogie, portait le mécanisme de freinage : par roue, deux sabots à semelle fonte actionnés



Paimpol, le 30 juillet 1990, il est un peu plus de 13h09 : les autorails A2E X 97151 et X 97153 en unité multiple quittent lentement la gare à destination de Guingamp.

par un seul bloc-frein avec timonerie de renvoi. À chaque bloc-frein se trouvait associé un distributeur différent, monté sous la caisse. En cas d'arrachement d'un flexible de liaison pneumatique, une telle disposition constructive sauvegardait donc le freinage sur les trois autres roues. Entre ledit cadre et le châssis de caisse, une suspension secondaire relativement souple dans les directions verticale et transversale, mais assez raide en longitudinal, autorisait un débattement latéral important. Elle se composait de quatre blocs caoutchouc « Bolster », de type sandwich et de forme circulaire, chacun d'eux s'attachant sur l'un des angles du cadre. Ces blocs étaient disposés en « V » ouvert de part et d'autre de l'essieu, selon une inclinaison de 11°, et ils assuraient également l'entraînement du système. Limité par

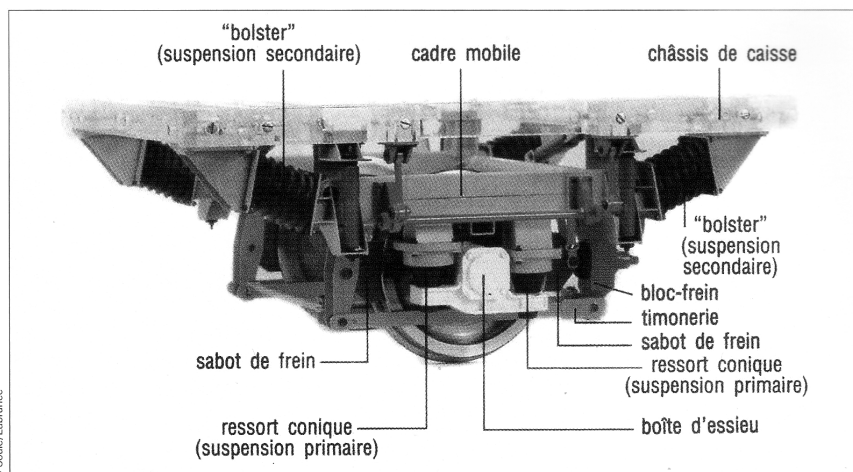
ces butées progressives, le déplacement transversal autorisé pouvait alors aisément atteindre les 45 mm ! Une performance assez remarquable sur un véhicule de 15 m de long, si l'on songe que les valeurs des déplacements transversaux propres aux bogies Y 24 et Y 32 (celui des Corail) s'établissent respectivement à 30 et 60 mm alors que ces mêmes bogies équipent des voitures d'une longueur de 26 m... L'amortissement de la suspension secondaire était assuré, en vertical, par deux groupes de deux amortisseurs télescopiques hydrauliques montés entre la caisse et le cadre mobile, et qui s'opposaient à tout éventuel mouvement de galop de ce dernier. En transversal, le dispositif retenu par Guy Thomas mettait en œuvre deux amortisseurs symétriques liant caisse et cadre mobile.

### Les essais, efficacité au rendez-vous

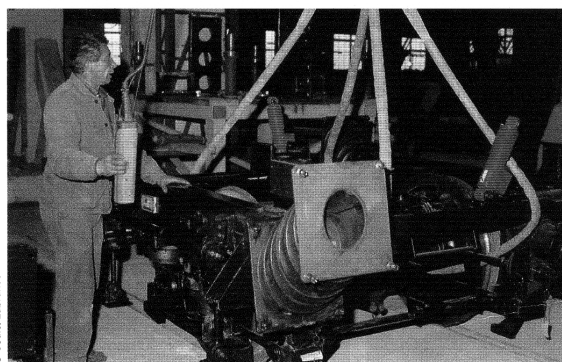
Le recours à une telle solution nécessitait, bien sûr, une vérification préalable en pratiquant *in situ* des essais de faisabilité. La firme Soulé construisit donc un autorail prototype, encore dépourvu de motorisation et d'aménagements intérieurs. La direction du Matériel de la SNCF, agissant alors au titre de prestataire de services, organisa les essais durant l'été 1985, sous couvert d'un contrat signé entre la Société nationale et le constructeur. Elle rédigea d'ailleurs un compte rendu détaillé, remis à Soulé à l'issue de la campagne. Les essais de faisabilité, menés sous l'angle du risque de déraillement et de la stabilité, se déroulèrent en trois phases. Après réglage des suspensions, la première phase intéressa principalement l'étude expérimentale du comportement de

l'engin sur la « voie des gauches » de la base d'essais de Villeneuve. Elle permit la mesure classique de l'effort exercé par la roue sur le rail, l'évaluation de l'orientation en courbe de l'essieu d'attaque, et la recherche des gauches limites acceptables par l'engin. La seconde phase visa l'étude de la stabilité de marche en alignement à 120 km/h, avec détermination des accélérations dans la caisse ainsi que des déplacements des différents éléments constitutifs des suspensions primaire et secondaire, et se déroula sur la section de ligne de Gretz à Longueville. Quant à la troisième phase, elle concerna l'exploration du comportement dynamique en courbe de faible rayon, à la vitesse maximale de 70 km/h. Il s'agissait là de tester l'engin dans des conditions proches de celles qu'il pourrait rencontrer sur des lignes secondaires au tracé défavorable. Les





© Soulé/Labrunée



© Soulé/Labrunée

En cours de maintenance, le cadre mobile de l'essieu des autorails A2E, dont l'un des « Bolsters » est parfaitement visible au premier plan

marches correspondantes eurent lieu entre Coulommiers et La Ferté-Gaucher, itinéraire où les rayons de courbure descendent fréquemment à 300 m, voire 290 m. Le train d'essai se composait d'un diesel BB66400 remorquant l'ensemble indéformable constitué d'une voiture de mesure attelée au chaudron A2E, lui-même lesté de gueuses pour reproduire l'état « vide en ordre de marche » de l'autorail projeté.

### L'autorail léger, une idée abandonnée

Les essais de faisabilité s'achevaient sur une ultime vérifica-

tion, celle de l'aptitude de l'engin à shunter correctement les deux files de rail, garantissant le bon fonctionnement des circuits de voie.

On se demande d'ailleurs si la seule idée d'un nouvel autorail à deux essieux pourrait aujourd'hui encore s'exprimer, après les problèmes de déshuntage vécus ces dernières années sur des autorails qui en comportent pourtant quatre...

Cela dit, la campagne de 1985 avait démontré la viabilité du dispositif de roulement et de suspension adopté. L'industriel Soulé pouvait désormais s'attacher aux études de motorisa-

tion et d'aménagement de son « autorail léger », ainsi que les responsables du projet l'avaient eux aussi, à l'époque, appelé. Une désignation au demeurant parfaitement fondée, puisque le rapport de la masse de l'engin au nombre de voyageurs transportés, en charge normale, allait à peine excéder 310 kg, même si, en charge exceptionnelle, la charge à l'essieu s'approchait des 15 tonnes. Mais certaines réalités ont décidément la peau dure, et l'on serait tenté de croire qu'elles ont fini

### En France, l'autorail léger A2E développé par le constructeur Soulé dans les années 80 a été abandonné

par rattraper l'autorail léger. Et qu'elles ont finalement eu sa peau, en France comme à l'étranger.

En revanche, le tram-train serait, lui, plein d'avenir, pour autant qu'on se décide enfin à le mettre en œuvre, chez nous, selon le fameux modèle de Karlsruhe. Quant aux concepteurs de l'A2E, ils avaient accompli un fantastique travail d'ingénieur, que l'on se doit de saluer.

Mais sur les dessertes Guingamp-Paimpol et Guingamp-Carhaix, comment ne pas imaginer qu'en exploitant, à l'époque, les creux de roulement des autorails monocaisse X 2100 du dépôt de Rennes (qu'il aurait éventuellement fallu modifier pour l'EAS - Exploitation à agent seul), il eut été possible de jouer la carte de la modularité, de la mutualisation des moyens et des effets d'échelle, autant d'éternels facteurs de performance pour le chemin de fer, mais qu'on aurait de plus en plus tendance, en France, à oublier ?

Sans parler que les Régions, ces dernières années, ont beaucoup investi dans différents matériels TER.

Seront-elles enclines à en financer encore un supplémentaire, au domaine d'utilisation limité, et dont elles risquent de devoir aussi payer le développement ?

Les autorails monocaisse X 73500 ne sont peut-être pas les plus légers qui soient, mais ils représentent néanmoins un excellent compromis, fut-ce à

court terme, pour l'exploitation des petites lignes. Envisager dès à présent la génération qui les remplacera est, à l'évidence, empreint d'une grande sagesse, mais à la condition toutefois de s'inspirer d'un benchmark européen des solutions ayant déjà fait leurs preuves, plutôt que risquer de se lancer dans le développement d'un futur « zinzin » qui resterait sans lendemain... *Philippe HÉRISSE*

## Marché. L'offre de « trains légers » pour la France

*Destiné à transporter de 80 à 100 voyageurs avec moins de 10 tonnes par essieu, le « train léger » existe-t-il déjà en France ? Tour d'horizon des solutions envisageables par les constructeurs.*

Une offre de « trains légers » pour le réseau ferré français existe-t-elle déjà ou pourrait-elle être présentée rapidement ? On pourrait penser que oui en évoquant le projet Taxi-rail proposé par Exid Concept et Développement ou le véhicule léger NGV Rail. Ultralégers, de petite capacité et sans conducteur, ces concept trains (virtuels), censés sauver les « petites lignes » selon leurs promo-

teurs, ont fait un léger buzz dans la presse généraliste en 2018-2019. Faut-il maintenant voir dans ce buzz l'origine de l'idée, émise début 2020, de lancer une filière du train « léger » en France ? On notera que l'autonomie (au sens de l'absence de conducteur), concept en vogue dans le ferroviaire et proposée par les concept trains évoqués ci-dessus, est absente du cahier des charges du « train léger ».

Du côté des constructeurs plus connus qu'Exid Concept ou NGV Rail, la prudence est plutôt de règle. La plupart des industriels n'ont que peu d'expérience dans la construction de matériels roulants ferroviaires de moins de 10 tonnes par essieu et transportant de 80 à 100 voyageurs, hormis dans le domaine des tramways. En France, toutefois, un constructeur était devenu « le » spécia-

liste de l'autorail léger : Soulé, à Bagnères-de-Bigorre. Aujourd'hui reprise par CAF, l'usine de Bagnères a récemment livré les autorails AMG 800 corses et AMP provençaux, mais pour voie métrique. Toutefois, comme nous allons le voir dans ce rapide tour d'horizon, CAF a aussi une réponse pour la voie normale.

Patrick LAVAL

### Alstom

#### « Léger », mais un peu trop « lourd » quand même



Le Citadis Dualis, qui assure entre autres des relations entre Nantes et Clisson, présente une charge à l'essieu maximale de 11,5 tonnes.

« On a suffisamment de technologies disponibles dans notre portefeuille pour pouvoir répondre aux besoins », indiquait à l'AFP Yannick Legay, directeur technico-commercial chez le constructeur national Alstom, l'hiver dernier.

Si l'on cherche l'adjectif « léger » dans le portefeuille d'Alstom, on le trouve, en langue allemande : le Coradia Lint, grand succès en matière de trains régionaux, est l'acronyme de leichter innovativer Nahverkehrstriebwagen, soit « automoteur léger et innocent pour le transport de proximité ». Conçu pour 70 voyageurs par le constructeur LHB avant son rachat par Alstom et toujours au catalogue, le Lint 27 est plus léger de 9 tonnes que son cousin français X 73500 (et de 7 tonnes que sa version allemande, le VT 641). Mais malgré sa légèrè-

té, il pèse quand même un peu plus de 10 tonnes par essieu... à vide. D'une certaine façon, on peut dire qu'un autre matériel produit par Alstom est déjà utilisé comme « train léger » sur le réseau ferré national en France : le Citadis Dualis, qui assure les TER entre Nantes et Clisson, ainsi que les dessertes dans l'Ouest lyonnais au départ de la gare de Lyon Saint-Paul. Également en service sur la ligne de Nantes à Châteaubriant, qui n'est plus tout à fait un chemin de fer « lourd » mais garde toutes les caractéristiques d'une « petite ligne », le Citadis Dualis présente toutefois une charge à l'essieu maximale de 11,5 tonnes. Et à moins de développer une version à stockage d'énergie (nécessairement plus lourde), le Citadis Dualis ne peut être utilisé que sous caténaire.

## DOSSIER

### Bombardier Répondre au cas par cas et ne pas oublier l'AGC

Les experts de Bombardier en sont convaincus : pour le matériel roulant destiné aux « petites lignes », une solution unique ne convient pas à tous les cas. « Il s'agit avant tout de déterminer les besoins précis de chaque ligne : fréquence des trains, en heures de pointe mais aussi en heures creuses, présence de passages à niveau, état de la ligne, signalisation etc. », afin de pouvoir offrir une solution adaptée à chaque situation, au cas par cas.

Réaliser de tels états des lieux ne signifie pas pour autant faire du sur-mesure : pour les experts de Bombardier, il faut également rechercher à regrouper des besoins similaires pour dégager un effet de volume, critère important d'un point de vue industriel. Le constructeur cherche donc à offrir un panel de solutions « portant à la fois sur le matériel roulant, la signalisation, l'exploitation ».

Dans l'immédiat, et sous réserve des études de besoin évoquées par Bombardier, le constructeur « dispose déjà de plusieurs solutions de trains de plus faible capacité, plus légers et écologiques », au premier rang desquelles il cite son train régional AGC. Commandé fin 2001 par la SNCF à Bombardier, qui l'a conçu puis fabriqué sur son site français de Crespin (Nord) à 700 unités, l'AGC a été déployé durant la deuxième moitié des années 2000. Prenant en compte les besoins émis par les régions pour les « petites lignes » l'AGC a indubitablement fait un premier pas vers une traction plus écologique en mettant en œuvre, sur sa version bimode, une motori-



L'AGC, sorti au début des années 2000, a fait un premier pas vers une traction plus écologique, dans sa version bimode, électrique et diesel, pour les lignes non-électrifiées, ce qui était alors une première mondiale.

sation permettant (en principe) de limiter le recours à la traction diesel aux lignes non-électrifiées, ce qui était alors une première mondiale. Revers de la médaille : un tel train intégrant à la fois une chaîne de traction électrique (bicourant dans la version dite Bibi) et un diesel n'est pas léger, flirtant avec les 17 tonnes par essieu,

emprunte une ligne a priori robuste, car autorisée à des trains de fret à 17 tonnes par essieu. D'où l'intérêt (par exemple pour prolonger la carrière de l'AGC bimode) des études préconisées par Bombardier.

Le constructeur de l'AGC souligne que depuis 15 à 20 ans, les régions et l'État ont fortement investi dans le parc de matériel

trains propres », idée à l'origine du projet visant à convertir des AGC diesel en AGC à batteries. Mené par Bombardier en partenariat avec la SNCF et cinq régions, le projet d'AGC à batteries devrait se matérialiser par un démonstrateur en 2023. Enfin, lorsque l'on évoque le tram-train comme forme déjà existante de matériel roulant ferroviaire « léger », il ne faut pas oublier que tous les jours depuis près de 23 ans, ce qui était une première à l'époque en France, le Flexity Link de Bombardier relie Sarrebruck à la gare de Sarreguemines. Un tel matériel, sollicitant peu la voie avec sa charge par essieu de 10 tonnes en pleine charge et offrant des coûts d'exploitations modérés, serait adapté à des dessertes de type périurbain... mais sans doute pas pour de longs parcours en milieu rural. À chaque type de desserte sa solution !

### « Il y a une logique économique et de développement durable à capitaliser sur les actifs existants », selon les experts de Bombardier

soit bien plus que les 10 à 11 tonnes par essieu des matériels qu'il a remplacés (« caravelles » des années 1960-70 ou X 2100 et 2200 des années 1980). Ceci dit, il n'est sans doute pas nécessaire de prévoir un matériel aussi léger que 10 tonnes par essieu pour toutes les « petites lignes » : une relation comme Nancy - Contrexéville

roulant, aujourd'hui important et encore relativement jeune (13 ans d'âge moyen, c'est-à-dire approchant de la mi-vie). « Il y a une logique économique et de développement durable à capitaliser sur les actifs existants », estiment les experts de Bombardier. « Cela consiste à transformer les trains les moins capacitaires et les plus légers du parc existant en

## CAF De la voie métrique à la voie normale



CAF qui construit les AMG (ici la rame 805 des Chemins de fer de la Corse) à voie métrique, produit aussi le Nexio à voie normale pour un réseau allemand.

Les Chemins de fer de la Corse et le Chemin de fer de Provence se distinguent de la plupart des voies ferrées en France par leur écartement métrique et ne sont pas concernés par les actuelles réflexions sur les « petites lignes ». Et pourtant, la revitalisation de ces dernières pourrait bénéficier du retour d'expérience de la desserte de la Corse intérieure ou du haut pays provençal. En effet, la reprise en main des Chemins de fer de la Corse et du Chemin de fer de Provence par leurs collectivités territoriales respectives s'est accompagnée de la mise en service de matériels roulants satisfaisant dans les grandes lignes au cahier des charges du « train léger » : l'AMG 800 (12 rames bicaisses) et l'AMP (4 rames bicaisses), dont la charge à l'essieu ne dépasse pas les 10 tonnes.

En tant que reprenneur de l'usine ex-Soulé de Bagnères-de-Bigorre, d'où sont sortis l'essentiel des autorails légers produits en France ce dernier demi-siècle, dont les AMG et AMP, CAF est donc déjà en mesure de produire un « train léger », à un détail près : ces matériels pour la Corse et la Provence sont à voie métrique. Mais CAF, qui produit aussi des automotrices électriques légères pour les voies métriques espagnoles (parmi lesquelles les rames « de métro » S 900 et S 950 d'Euskotren, que l'on peut voir en France au terminus du « Topo » d' Hendaye), a aussi un matériel à proposer pour la voie normale, le Nexio, dont la première rame vient d'être livrée à la Schönbuchbahn, antenne ferroviaire située dans la région de Stuttgart et souvent prise comme modèle pour la réactivation des « petites lignes ». Rouverte fin 1996, la Schönbuchbahn est maintenant en cours d'électrification et c'est dans ce cadre que 9 rames CAF – ne dépassant pas les 10 tonnes par essieu – ont été commandées par le Zweckverband Schönbuchbahn (ZVS) et sont en cours de livraison. Avec ce nouveau matériel tricaisse, long de 39 m et pouvant transporter 212 personnes, la « petite ligne » change de dimension et se transforme en desserte périurbaine... À noter que le parc actuel de la Schönbuchbahn est constitué de quatre autorails Regio-Shuttle RS1, dont il est question au paragraphe suivant.

**L'AMG 800 (12 rames bicaisses) et l'AMP (4 rames bicaisses) de CAF ont une charge à l'essieu de moins de 10 tonnes.**

## Stadler Tous les jours, à Strasbourg !

Le Regio-Shuttle RS1 de Stadler présente des caractéristiques relativement proches du cahier des charges du « train léger » souhaité par Jean-Baptiste Djebbari. Mais comme indiqué [dans le texte de Philippe Hérisse], il n'est plus produit depuis 2013... Assez typique des « petites lignes » allemandes, il est également connu des Strasbourgeois qui l'empruntent quotidiennement sur la liaison TER entre la gare centrale et la partie est de la ville, voire l'autre rive du Rhin, vers Kehl et Offembourg.



Le Regio-Shuttle RS1 de Stadler pourrait répondre au cahier des charges, mais n'est plus produit depuis 2013.