



HAL
open science

Ff 0 : retour sur un rétrofutur

Goeffrey L'Heudé

► **To cite this version:**

Goeffrey L'Heudé. Ff 0 : retour sur un rétrofutur. Architecture, aménagement de l'espace. 2019. dumas-02492050

HAL Id: dumas-02492050

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02492050>

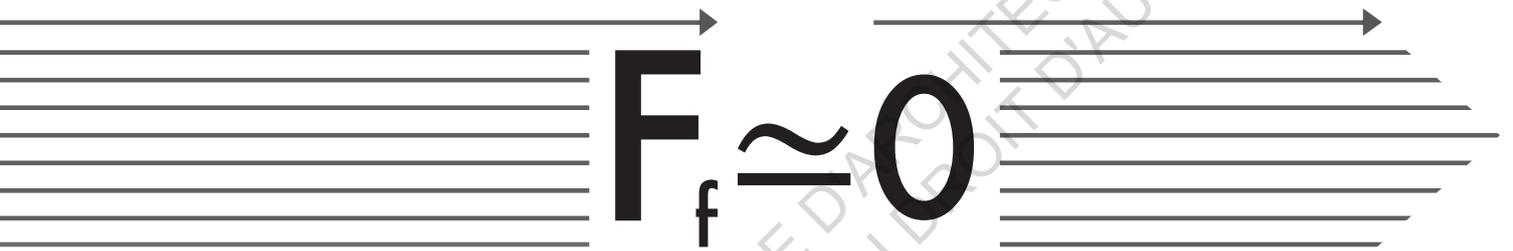
Submitted on 26 Feb 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



RETOUR SUR
UN RÉTROFUTUR

GEOFFREY L'HEUDÉ

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

$$\vec{F}_f \approx \vec{0}$$

RETOUR SUR
UN RÉTROFUTUR

– REMERCIEMENTS –

Je tiens à remercier la médiathèque de Saran pour le prêt du précieux ouvrage commencé par Jean Bertin avant sa disparition, et poursuivi par Raymond Marchal.

Je remercie l'association des Amis de l'Ingénieur Jean Bertin pour leur passion.

Je remercie Charlotte Jurus, Responsable Affaires Publiques de la société Spacetrain, pour m'avoir accordé du temps pour un entretien.

Je remercie l'équipe pédagogique encadrant le séminaire Architecture en représentation.

Pour finir, je remercie ceux qui m'ont soutenu tout au long de l'écriture de ce mémoire.

INTRODUCTION

Dans la commune de Saran, à quelques pas de la ville d'Orléans, se trouve la maison dans laquelle j'ai grandi. J'y ai vécu à temps complet jusqu'à ce que je parte pour entreprendre mes études supérieures. J'y suis retourné pour une période de recherches et d'écriture afin de mettre au point ce mémoire, que ces premières lignes inaugurent.

Orléans et son agglomération forment, depuis mai 2017, Orléans Métropole, regroupant vingt-deux communes dont Saran dans la partie nord. À un peu plus de cent kilomètres au sud de Paris, cette ville du Loiret, dont Jeanne d'Arc en est toujours l'héroïne, détient un passé historique particulièrement riche remontant jusqu'à l'antiquité. La libération de la ville sous le siège des Anglais en 1489 durant la guerre de Cent Ans en est un exemple phare, c'en est d'ailleurs un atout touristique. Construite au bord de la Loire, là où le fleuve est le plus au nord, Orléans disposait d'une position fortement stratégique. Non loin de Paris, les activités marchandes fluviales et terrestres de la ville ont contribué à sa fortune. Quant à Saran, son territoire est habité depuis le II^e siècle avant J.-C. Elle est devenue commune en 1793 avec l'apparition de son premier Maire. Évidemment bien loin de ce que j'ai connu et de ce que je connais aujourd'hui, Saran a été pendant longtemps rurale. C'était une ville de la Beauce caractérisée par son relief peu prononcé et ses grandes plaines céréalières, son bourg était entouré de fermes et de cultures. Elle est passée de ville rurale à ville semi-urbaine à la fin des années 70. Elle s'est développée et densifiée au fil du temps et, encore aujourd'hui, peut-être plus que jamais, elle s'étend et se transforme fortement. J'ai encore quelques souvenirs d'un champ en face de chez moi, juste de l'autre côté de la rue, les terres cultivées ont laissé place à un lotissement pavillonnaire depuis un bon nombre d'années.

Au nord de Saran, un hypermarché a ouvert en 1971 le long de l'ex-route nationale 20 reliant Paris à Toulouse, très convoitée à cette période, notamment par les vacanciers faisant route vers le sud et vers l'Espagne. Peu à peu, d'autres enseignes se sont installées autour créant ainsi une zone commerciale en entrée de ville. Petit, je m'y suis rendu un bon nombre de fois avec mes parents, parfois contre mon gré. Baptisé Cap Saran, le centre commercial avait déjà profité d'un agrandissement en 2007, mais c'est très récemment, en avril 2018, que la conséquente extension du « Parc » a été inaugurée. Conçue comme un *retail park* sur 29 000 m² relié au centre commercial existant, l'extension forme un ovale, un parc fermé sur lui-même pour la consommation et la détente. Il consolide, une fois de plus, la migration des commerces vers la périphérie. La marée de bitume en son centre est agrémentée de mobiliers, d'arbres et de végétaux permettant d'oublier que des efforts sont menés pour changer les habitudes liées à l'usage de l'automobile et à la consommation. Quand je m'y suis rendu pour la première fois, et que j'ai aperçu un petit train chargé de clients, ou plutôt de visiteurs du « Parc », j'ai ressenti une certaine amertume. Il circulait sur le cheminement piéton prévu comme une promenade au pourtour intérieur de l'ovale, distribuant les entrées des nouvelles enseignes. Des visages d'enfants s'animaient et leurs parents en étaient ravis. J'espère qu'il s'agira des dernières constructions ajoutées à ce centre commercial, que cet ovale restera clôt et qu'aucun autre projet d'extension, sous une quelconque forme venue d'une culture ultra-consommatrice, ne verra le jour.

De multiples commerces et restaurants sont implantés sur le linéaire de l'ancienne RN 20, cette pénétrante devenue une route départementale. De part et d'autre de la voie,

les supports publicitaires attirent les regards et appâtent les clients. De l'autre côté de la RD 2020, à peu près au même niveau que Cap Saran, la commune a développé un parc de loisirs au début des années 90. Un groupe de parallélépipèdes au bardage d'acier ondulé rappelle la zone commerciale adjacente. Il offre la possibilité de s'adonner à diverses activités en intérieur ou en extérieur, dont j'ai pu profiter à plusieurs reprises en fonction de mon âge. Mais ce parc localise surtout le point de départ de ce mémoire.

Quand mes copains et moi étions petits, nos parents nous conduisaient à Rigolou, un bâtiment abritant des structures gonflables et des jeux en tout genre. Les châteaux gonflables nous paraissaient géants. C'était une aire de jeu convoitée, notamment pour célébrer des anniversaires, peut-être qu'elle l'est encore. En repassant devant le bâtiment, le volume intérieur et ce qui s'y trouve me paraissent vraiment petit par rapport au souvenir que j'en gardais. Passé un certain âge, je me rendais au Complex, juste à côté, un bowling où se trouve aussi une salle de billard et une salle d'arcade. Il existe depuis la création du parc et a été agrandi en 2003 pour proposer plus de pistes et accoler un restaurant. Le lieu a également pour vocation de servir de bar de nuit avec une piste de dance, des banquettes et un podium pour le DJ. Cet emmêlement lui confère une ambiance particulière, assez sombre, une décoration plutôt kitsch ornée de rose fluo, avec quelques spots, gyrophares et boules à facettes pour garantir les jeux de lumière, et une musique trop présente selon moi pour profiter d'une partie de bowling.

Ce qui est intéressant avec ce parc, au-delà de proposer des activités, c'est qu'il représente un point d'entrée pour se rendre sur les chemins de la forêt d'Orléans se trouvant juste derrière lui. Nous nous trouvons ici, au nord-est d'Orléans Métropole, à une extrémité de la plus grande forêt domaniale de France répartie en trois massifs s'étendant jusqu'à Dampierre-en-Burly, à un peu plus de cinquante kilomètres au sud-est. Ce domaine privé de l'État est structuré par des routes de calcaires, des carrefours et des fossés créés à partir du début du XIX^{ème} siècle. Les grands axes organisent des parcelles dans lesquelles des sentiers plus confinés sont empruntables.

Marche, course à pied, vélo, je m'y rends encore quand j'en ai l'occasion pour profiter de ce vaste plateau. Je m'aventure parfois dans une partie de la forêt appelée les fosses Guillaume pour parcourir la topographie altérée par des déflagrations de bombes larguées durant la seconde guerre mondiale. Lorsque les pluies se répètent, elles se transforment en mares inaccessibles. Dans cette partie du massif forestier, je me retrouve toujours confronté, à un moment donné, à un imposant objet en béton : un long tablier d'au moins trois mètres de large supporté à sept mètres de haut par des pylônes espacés tous les vingt mètres. Il s'immisce dans la forêt et ressurgit pour enjamber les routes de calcaire. Jusqu'à un certain temps, je ne m'étais jamais vraiment posé de question à son propos, il semblait avoir toujours été là, je l'avais assimilé au lieu mais je n'avais jamais vu une chose semblable ailleurs. Une portion de sentier le longe en pleine forêt, s'y promener sous un temps aussi grisâtre que son béton peut provoquer une atmosphère particulière, tout un imaginaire en émane. Nous pourrions presque imaginer nous retrouver illicitement à ses côtés, mais il n'y a pas de danger, cette infrastructure semble bien abandonnée mais n'est pas en quarantaine contrairement à une autre partie de la forêt.

Certains chemins sont balisés pour avertir d'une zone militaire. À quelques pas d'ici se trouve un centre de la DGSE¹ gardé sous haute surveillance. Du fait de cette proximité, il y a peut-être un lien entre ce camp de préparation pour les services secrets et l'ouvrage. Après la deuxième guerre mondiale, dans le contexte de la guerre froide, des soldats

américains étaient basés à Orléans. La ville faisait partie des trois états-majors français choisis, sa localisation dans le centre était stratégique, entre les ports de l'Atlantique et l'Allemagne où les soviétiques étaient déployés. Des émetteurs et récepteurs radio, des dépôts de matériels, des logements ont été installés. Sur un ancien aérodrome, toujours à Saran, une piste et des infrastructures étaient en activité. L'idée que cet étrange objet en béton ait appartenu à un domaine militaro-industriel en était que plus renforcée. S'apparentant à un viaduc, il servait forcément à acheminer quelque chose, le support d'une liaison, peut-être un réseau. Il pourrait faire partie d'un décor de techno-thriller, conduire à un lieu dont l'accès est formellement interdit, vers le repère d'un mégalomane affublé à la *Dr. No*, comme l'aurait si bien imaginé sir Ken Adam², le chef-décorateur auteur, entre autres, des décors de sept missions de la saga James Bond et de la fameuse *War Room* pour *Dr. Strangelove* de Stanley Kubrick.



Route multidimensionnelle, 30 mars 2019.

1. Direction Générale de la Sécurité Extérieure

2. Une discussion avec le chef-décorateur britannique né en Berlin pour appréhender son parcours et sa carrière, voir Frayling Christopher, *Ken Adam and the Art of Production Design*, Londres, Faber & Faber, 2005, 316 p.

D'où ce viaduc part-il et jusqu'où va-t-il ? Pour le savoir, il suffit simplement de le longer, remonter le fil. Il débute, ou se termine, juste derrière le Complexe avec une grande plateforme surélevée par une structure poteaux-poutres. Un grillage entoure cet ouvrage, de la végétation pousse au sol et des déchets, souvent des canettes ou des bouteilles de verre, montrent le délaissement de cet endroit. Le tablier s'échappe de cette dalle carrée, il longe le parc de loisirs, puis s'engouffre au milieu des arbres. Il se prolonge bien plus loin que la portion de forêt d'Orléans, il traverse quatre communes du territoire communautaire de Beauce Loirétaine : Cercottes, Chevilly, Artenay puis Ruan. Il prend fin soudainement, dix-huit kilomètres plus tard, au milieu d'une parcelle cultivée où une autre plateforme, identique à celle se trouvant derrière le bowling de Saran, clôt son trajet parcouru. Arrivé à ce point, nous avons bel et bien la sensation d'être au milieu de nulle part.

Ne trouvant aucune explication rationnelle ni à sa fonction, ni à sa présence ici, évidemment, j'ai fini par demander. Que s'est-il joué là-haut ? La véritable raison de l'existence de cet objet m'a alors été donnée : l'Aérotain. Jusque dans les années 70, une société française, dirigée par l'ingénieur Jean Bertin, a développé un système de transport de personnes expérimental circulant sur coussin d'air. Le procédé, inédit à l'époque, a permis des vitesses jamais atteintes auparavant. La longue infrastructure fut la voie d'essai pour un véhicule non-conventionnel, tout à fait intrigant. Des techniciens, ingénieurs, aménageurs, décideurs, ont eu la volonté, de parcourir le territoire séparant Orléans de Paris sur une voie surélevée en béton, dans un temps record. L'infrastructure représente un épisode fascinant dans la course pour la progression des mobilités. Elle se fait toujours remarquer malgré son silence.

Après avoir désigné quelques-uns de ses antécédents, nous allons retracer son parcours. Nous parlerons d'innovations, de technologies au service des déplacements, de systèmes bien différents de ceux qui sont principalement exploités, projetant d'autres organisations spatiales. Nous allons suivre un objet fictionnel, qui a été mis dans une réalité puis abandonné, et tenter de répondre à la question suivante : comment sommes-nous passés à côté de l'opportunité de passer par au-dessus ?

INTRODUCTION	5
1. DES (MONO)RAILS POUR FANTASMER	13
1.1. INNOVER LE TRANSPORT TERRESTRE	
1.1.1. Le bouleversement des mobilités	14
1.1.2. Guidages futuristes	20
1.2. L'AVÈNEMENT DU VÉHICULE GLISSANT	
1.2.1. Des hybridations inédites	28
1.2.2. La libération de la roue	32
2. UN TRAIN D'AVANCE	39
2.1. UNE FRANCE À TOUTE ALLURE	
2.1.1. Des essais concluants	40
2.1.2. Une ligne grandeur nature	48
2.1.3. Applications et perspectives	56
2.2. DÉRAILLEMENT IMPOSÉ	
2.2.1. Les difficultés de collaborations	66
2.2.2. Un concept non infailible	70
2.2.3. La concurrence de fer	76
3. ENCORE DE QUOI SE SUSTENTER	85
3.1. UN PATRIMOINE INCROYABLE	
3.1.1. La mémoire de l'Aérotrain	86
3.1.2. Que faire de cette infrastructure ?	92
3.1.3. Un bien convoité	96
3.2. DES CONCEPTS QUASIMENT NOUVEAUX	
3.2.1. Hyper-espace dépressurisé	104
3.2.2. <i>Speed et Smart</i>	112
CONCLUSION	117
BIBLIOGRAPHIE	119

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

1. DES (MONO)RAILS POUR FANTASMER

1.1. INNOVER LE TRANSPORT TERRESTRE

1.1.1. LE BOULEVERSEMENT DES MOUVEMENTS

L'avènement des propulsions mécaniques à marquer un tournant dans l'évolution de la civilisation, bouleversant fondamentalement les déplacements des hommes et des biens, les interactions, les comportements et les organisations spatiales des villes et des territoires. Au fil du temps et des avancées techniques, la notion de distance s'est métamorphosée, tout comme la manière d'aborder le voyage et le rapport entre l'homme et son environnement.

La machine à vapeur a pleinement participé à la première révolution industrielle et à l'accélération qui lui est associée. Elle a introduit de nouvelles répétitions, de nouvelles cadences, le travail de nouveaux matériaux, de nouvelles presses pour l'impression, et également de nouveaux transports.

En France, l'ingénieur et inventeur Marc Seguin fabriqua la première locomotive à chaudière tubulaire à partir d'un modèle anglais, conçu par Georges Stephenson. En 1827, ce matériel était destiné à relier Saint-Étienne à Andrézieux pour le transport du charbon. Quatre années plus tard, cette fois-ci entre Saint-Étienne et Lyon, des voyageurs étaient transportés. Le chemin de fer est devenu un symbole de modernité absolue, bien qu'à ses débuts, les avis étaient fortement partagés, Marc Desportes écrivait :

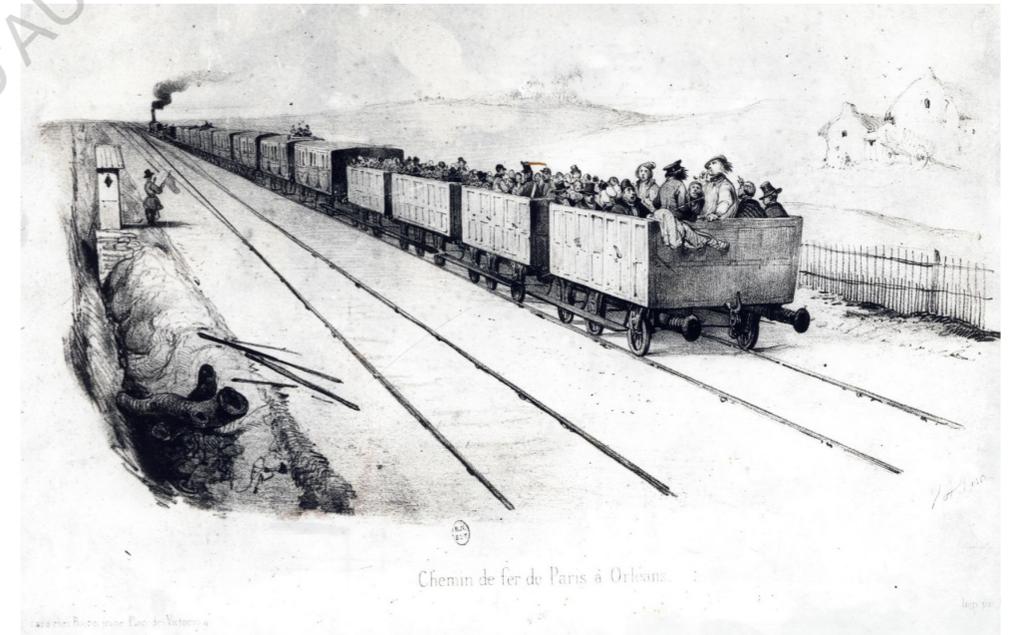
« D'un côté le train est glorifié ; c'est l'instrument du progrès, certes matériel, mais aussi spirituel, puisque, reliant tous les peuples du monde, il est facteur de paix. De l'autre, on redoute cette innovation, considéré comme dangereuse, voire inhumaine. »¹

L'invention du chemin de fer oscillait entre le tragique et le merveilleux. Dans sa réflexion sur « l'accident intégral », Paul Virilio expliquait, dans un premier temps, le phénomène rationnel qui est que « le progrès et la catastrophe sont l'avant et le revers d'une même médaille. [...] Inventer le train s'est inventer le déraillement [...] »². La confrontation déclenchée par cette technologie s'est exprimée jusqu'au vocabulaire architectural des gares, entre tradition et modernité, où les nouvelles portées permises par le métal étaient démontrées dans les volumes dédiés aux quais. Elles sont devenues les nouvelles entrées des villes avec la prestigieuse fonction d'embarcadère, où la société côtoie le monde technique, où les machines sifflent leur départ dans d'impressionnantes halles. Une réaction en chaîne a découlé de cette conversion de l'énergie du feu en énergie mécanique de propulsion, troublant les sens par de nouvelles ambiances.

En mai 1843, la Compagnie d'Orléans inaugurait la nouvelle voie ferrée plaçant Orléans à quelques heures de Paris. Le passage de la ligne a d'ailleurs coupé la commune de Saran en deux parties inégales. L'ouverture à l'exploitation a été un vrai succès commercial. La construction des gares d'Orléans et des Aubrais, situées à quelques kilomètres l'une de l'autre, permettait de transiter jusqu'au terminus à Paris, près du quai d'Austerlitz. La ligne fut évidemment reprise, plus tard, par la Société Nationale des Chemins de Fer français, devenue l'unique concessionnaire par la convention établie en 1937 entre l'État et les six grandes Compagnies régionales.

1. Desportes Marc, *Paysages en mouvement. Transport et perception de l'espace XVIIIe – XXe siècle*, Paris, Gallimard, 2005, p. 123

2. Paoli Stéphane, *Paul Virilio : penser la vitesse* [documentaire], France, La Générale de Production, Arte France, 2009, 1h31min

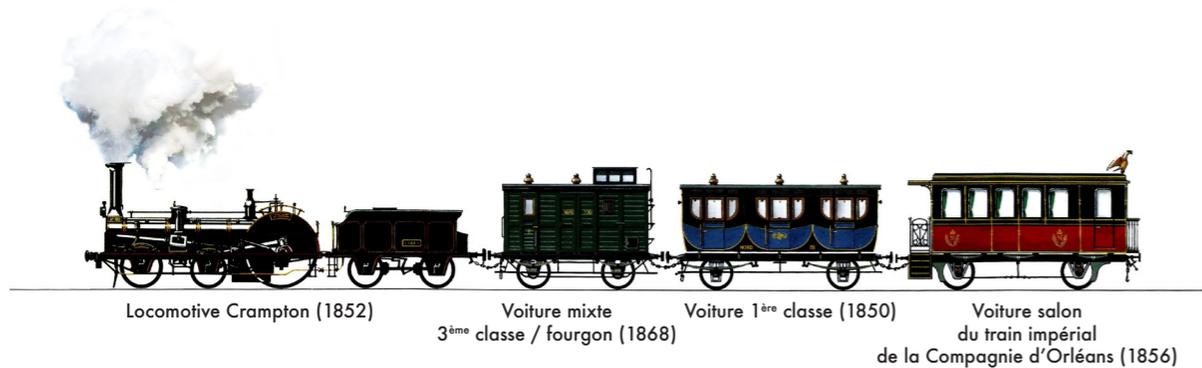


Train de voyageurs sur la ligne de Paris à Orléans, wagons ouverts pour la 3^{ème} classe, circa 1850.
© SARDO/DR

Au fil des années, des trains se développaient et s'amélioraient sur différents aspects, notamment la vitesse, l'économie, le confort. Les constructeurs et exploitant faisaient en sorte que le voyage devienne plus sécuritaire et rassurant, Marc Desportes énumérait :

« Le public est également rassuré par les progrès accomplis dans le domaine de la sécurité. De nouveaux dispositifs matériels (freins, signaux...) et organisationnels (procédures, transmission de l'information...) sont introduites par les compagnies, tandis que, de son côté, l'État impose des règlements qui tendent à uniformiser les conditions d'exploitation sur toutes les lignes. »³

Certaines locomotives sont devenues mythiques. L'arrivée de la locomotive Crampton en France, sous le Second Empire, a accéléré les vitesses. Employée pour le réseau de trains express roulant à 80 km/h, sa puissance permettait de remorquer un train à 120 km/h. Elle connaît un vif succès à l'Exposition Universelle de Paris en 1855, un modèle a également été exposé à celle de 1889, à titre rétrospectif.



Des trains mythiques.

Source : Affiche de 1990, SNCF/Direction de la communication

Les déplacements modifiés par ces nouvelles vitesses ont eu de lourdes répercussions sur la mobilité, que Yves Crozet a développé en trois composantes liées les unes aux autres :

« Le transport n'est qu'une des trois composantes de la mobilité, laquelle intègre aussi un panel de localisations et un programme d'activités. Lorsque la vitesse augmente, ce n'est pas seulement le transport qui change, mais aussi les deux autres composantes. Une vitesse accrue modifie les localisations accessibles et autorise par là même d'autres programmes d'activités. »⁴

Les motifs du trajet évoluaient, certains empruntaient les wagons pour le travail, d'autres pour les loisirs. Avant que chacun ne prenne place dans son wagon respectif, la classe bourgeoise partageait les quais avec la classe populaire. Les voyageurs allaient plus loin, découvraient de nouveaux paysages, passaient plus de temps dans les transports.

D'importants moyens ont été nécessaires pour déployer ces rails et ces trains, l'industrie du fer s'activait pour ce marché florissant. Des pôles dédiés à la construction du matériel sont apparus. Au Creusot, des fumées s'échappent des grandes cheminées de briques, les activités sidérurgiques et mécaniques dirigées par les frères Schneider tournent à plein

3. Desportes Marc, *Paysages en mouvement. Transport et perception de l'espace XVIIIe – XXe siècle*, Paris, Gallimard, 2005, p. 126

4. Crozet Yves, *Économie de la vitesse : Ivan Illich revisité, L'Économie politique*, Scop Alternatives économiques, 2017, N° 76, Les révolutions de la mobilité, p. 26

régime. Une première locomotive sort des usines en 1838. Jusqu'en 1952, en dehors des modèles utilisant d'autres énergies, Schneider & Cie, qui était devenue la Société des Forges et Ateliers du Creusot présidée par Charles Schneider, a construit 4 959 locomotives à vapeur. Durant les dernières années, les ateliers construisaient les 241 P, les machines les plus puissantes d'Europe. Comme écrit dans l'ouvrage de Claudine Cartier et d'Emmanuel de Roux :

« Le Creusot a été l'un des premiers centres de fabrication de matériel ferroviaire. Il l'est toujours : c'est ici que la firme Alstom élabore ses bogies qui sont montés sur des trains de différents types dont des motrices assemblées à Belfort. »⁵



Un mécanicien et un chauffeur dans la locomotive à vapeur 241 P 25, ligne Paris-Chaumont, 1964.

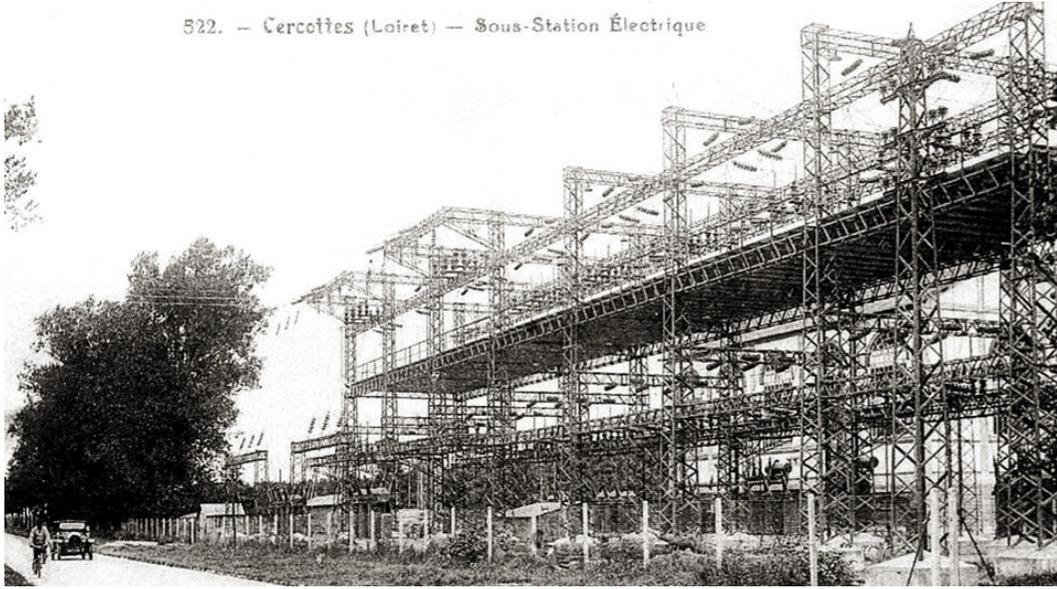
© Revue *La Vie du Rail*/SNCF

Les gares, les ouvrages d'art, les ateliers de construction et de maintenance, les logements pour le personnel des compagnies, l'ampleur des bâtiments, des infrastructures et des multiples espaces qui y sont raccordés, dédiés à l'univers ferroviaire, est considérable. Cette longue aventure sur deux rails a laissé derrière elle un patrimoine riche, remarquable, parfois prestigieux ou, au contraire, anodin. La sous-station électrique à Saran, située le long de la RD 2020, face au centre commercial Cap Saran, en est un exemple. Implantée dans les années 1930 sur un terrain marécageux, cette charpente métallique en cathédrale,

5. Cartier Claudine, Roux Emmanuel de, *Patrimoine ferroviaire*, Scala, 2007, p. 208

reposant sur des pieux en bois, recevait et transformait le voltage nécessaire à l'électrification de la ligne de chemin de fer.

522. — Cercottes (Loiret) — Sous-Station Électrique



Sous-station électrique de Saran construite dans les années 1930.

© DR

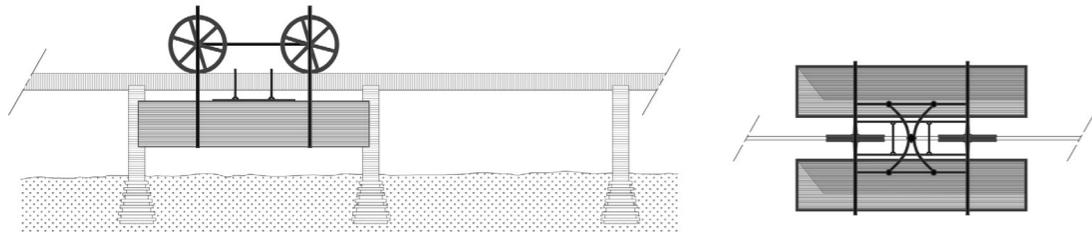
Le transport de masse par excellence s'était déployé sur le territoire français. Le plan Freycinet de 1879, où il était question de relier chaque sous-préfecture, a étendu le réseau, encore et encore, le désenclavement était assuré. Le nombre de paysages traversés ne cessa d'augmenter, pour arriver, en 1913, à une toile de trente-neuf mille kilomètres. Les faisceaux et les gares s'agrandissaient.

De leur côté, les voitures et les omnibus, hippomobiles, ont été libérés de leur attelage pour être équipés d'une machine, les transformant en véhicules automobiles, propulsés par des chevaux-vapeur. Le tramway et le métro sous-terrain sont arrivés en ville, les modes de transports, en commun ou non, s'accumulaient.

1.1.2. GUIDAGES FUTURISTES

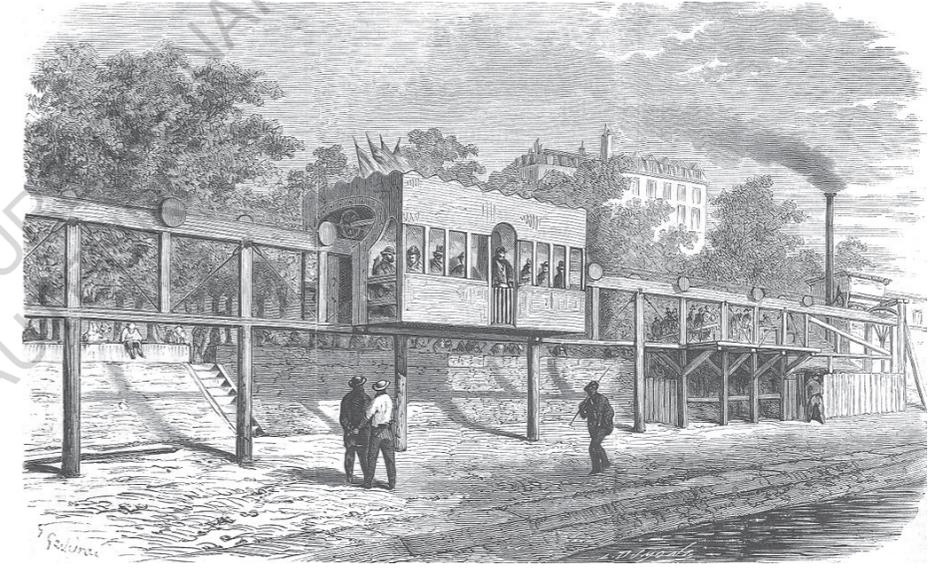
En parallèle du développement des chemins de fer, des systèmes alternatifs guidés sur rail(s) ont été expérimentés. Certains d'entre eux gardaient leur centre de gravité au-dessus du rail de support, pour d'autres, il était désaxé, ou alors se retrouvait en-dessous, c'est-à-dire suspendu.

En 1821, Henry Robinson Palmer, ingénieur anglais, membre de l'*Institute of Civil Engineers*, dépose un brevet pour un système de transport de marchandise d'un nouveau genre évoluant sur un monorail, pour la première fois la voie était surélevée.



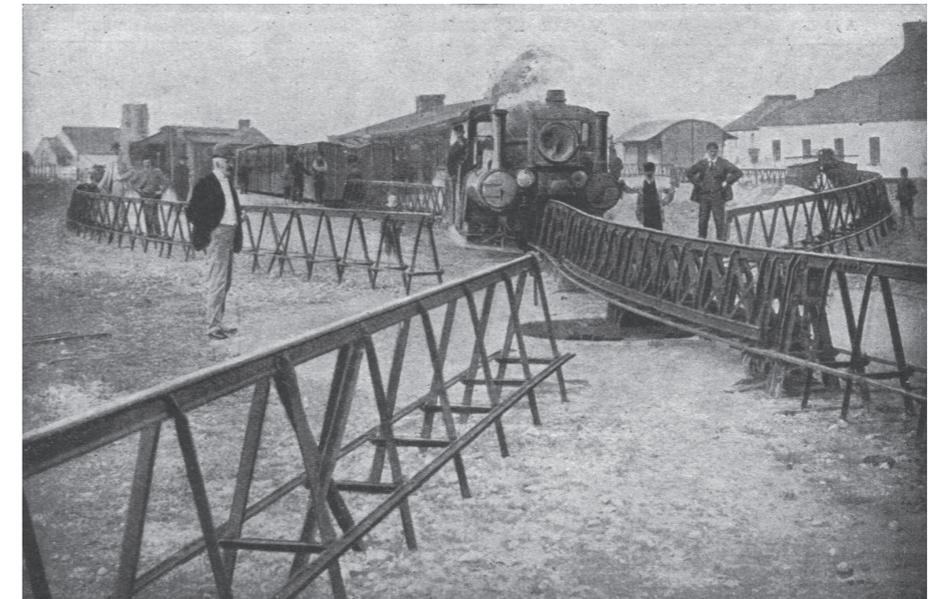
Monorail de Henri Robinson Palmer, schéma de principe.

Plusieurs systèmes sur un seul rail, surélevé ou non, sont présentés et expérimentés dans les années qui suivent. Pour beaucoup, ils sont spectaculaires, mais éphémères, comme celui expérimenté à Lyon durant l'Exposition Universelle de 1872. Mais en 1881, soixante ans après le brevet de l'ingénieur anglais, Charles Lartigue, ingénieur français, a construit un système relativement simple sur un rail de guidage de quatre-vingt-dix kilomètres dans le désert algérien. Mis en mouvement par la traction animale, il servait au transport de denrées agricoles. L'ingénieur Fritz Bernhard Behr, naturalisé anglais, s'était en quelque sorte associé à Lartigue. Convaincu de la pertinence du principe, il a établi une voie de démonstration à Londres en 1886, en utilisant, cette fois, une machine à vapeur. Cette étape a permis d'ouvrir, à partir de 1888, une ligne de quatorze kilomètres en Irlande, dans le comté de Kerry. En France, une autre ligne d'un peu plus de seize kilomètres est installée en 1894 entre Feurs et Panissières dans le département de la Loire. Malheureusement, un déraillement est survenu au cours des premiers essais. La mise en exploitation a été annulée, les travaux n'ont jamais été achevés, faute de ressources. Au cours de l'Exposition internationale de Bruxelles de 1897, F. B. Behr promouvait le système sur rail unique en « A », avec une voie de 4,8 kilomètres, et une propulsion électrique. Il espérait diffuser cette solution par l'ouverture d'une ligne Manchester-Liverpool, parallèle au chemin de fer, pour ainsi démontrer ses avantages d'économie, de sécurité, de légèreté et de possible rapidité. Mais elle n'a jamais été construite.



Monorail surélevé construit dans le parc de la Tête d'Or pour l'Exposition Universelle de Lyon en 1872.

© L'illustration, novembre 1872



Monorail de Behr, type Lartigue, installé entre Listowel et Ballybunion de 1888 à 1924, comté de Kerry, Irlande.

© DR

Beaucoup de villes ont été dotées de transports en commun mécanisés, soit en surface, prenant parfois un peu de hauteur, ou soit en sous-terrain. À Wuppertal, en Allemagne, un système urbain inédit a été construit. Le *Wuppertaler Schwebebahn* traverse les rues et la rivière Wupper par le dessus, sur treize kilomètres. En 1898 a débuté la construction des portiques et du support des rails. Les voitures, fonctionnant à l'énergie électrique, mises au point par l'ingénieur allemand Eugen Langin, sont entrées en service en 1901. Elles circulaient dans un sens puis dans l'autre, suspendues dans le vide, guidées par la voie aérienne. Ce géant de métal, animant la ville, solutionne les problématiques de franchissement locales en offrant un transport en commun efficace.



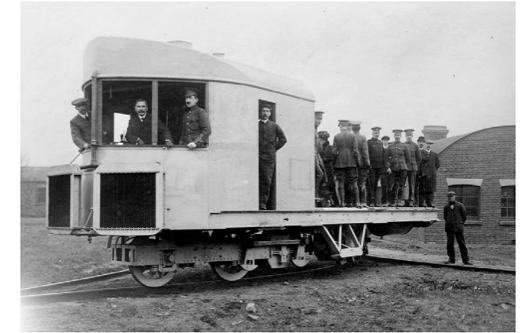
Voitures prototypes installées sur un tronçon d'essai du monorail suspendu de Wuppertal, système Langin, circa 1898.
© Picture-Alliance

À Londres, l'ingénieur Louis Brennan semblait défier la gravité. Il avait testé en modèle, puis en vraie grandeur en 1909, un véhicule dont les roues sont placées en dessous, au centre et toutes sur le même axe, sans pour autant tomber. Il avait inventé le monorail gyroscopique, dont l'apparence était très éloignée d'une locomotive classique. Cette étonnante technologie n'a pas donné suite.

Plus tard en 1930, près de Glasgow, sur une ligne d'essai de cent vingt mètres passant au-dessus d'une ligne de chemin de fer, l'ingénieur écossais George Bennie présentait le « *Railplane* » : un engin suspendu, guidé par un monorail métallique, mis en mouvement par une hélice. Les propositions de liaisons entre Blackpool et Southport et dans le sud de la France, ainsi que celles qui ont suivi, n'ont pas été poursuivies. Malgré une faillite en 1937, le système n'a pas été enterré. Via deux nouvelles sociétés, d'autres propositions sont apparues, notamment entre Bagdad et Damas et entre le Nil et la mer Morte. Il y a eu de l'optimisme et des tentatives, mais aucun projet n'a été concrétisé, seul le prototype a fonctionné.



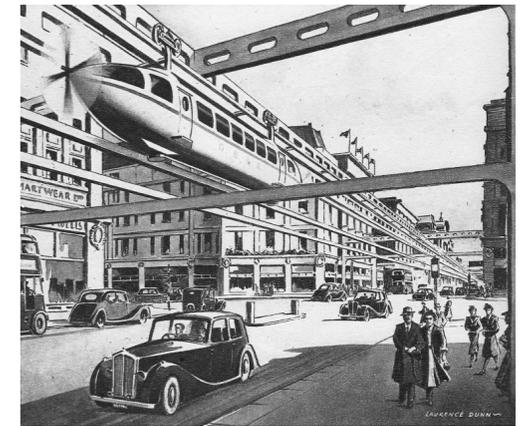
Monorail gyroscopique de Louis Brennan, 1909.
© Getty images



Militaires à l'arrière du véhicule, démonstration à Gillingham, Angleterre, 1909.
© Library of congress/Science photo library



Le George Bennie Railplane, 1930.
© Getty images



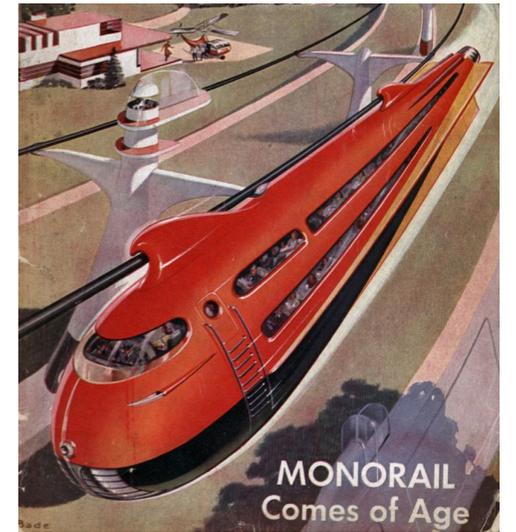
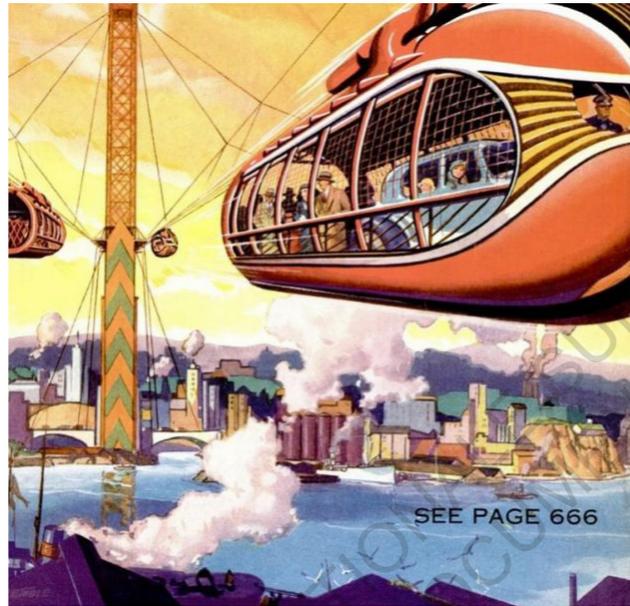
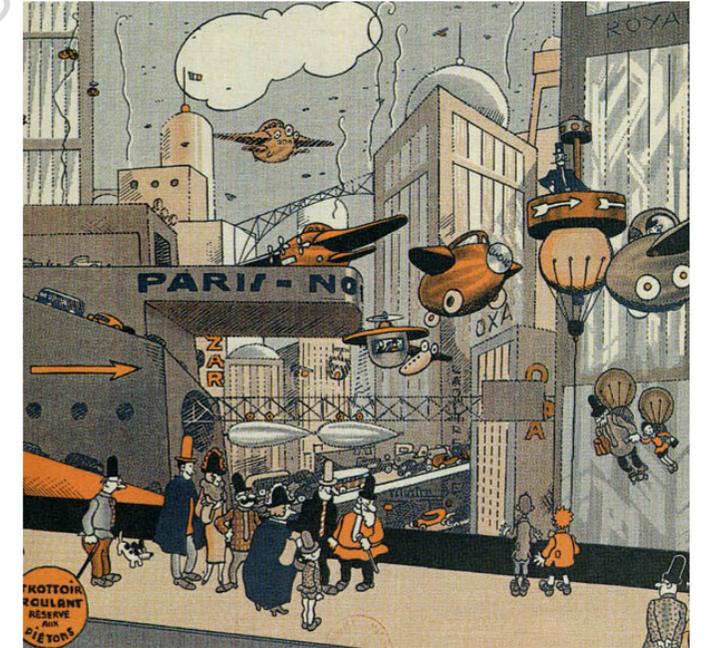
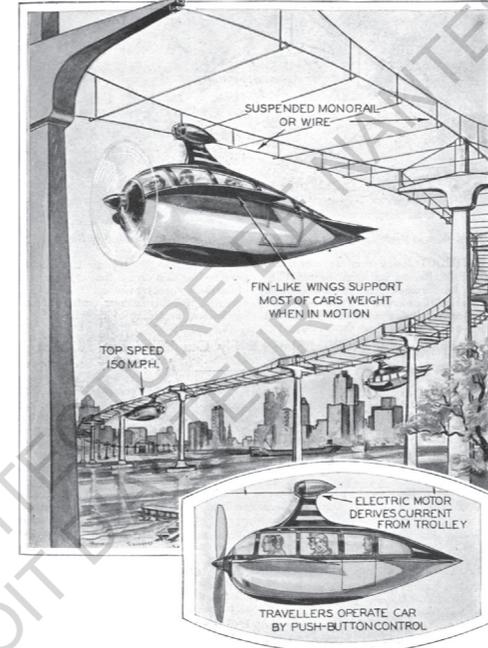
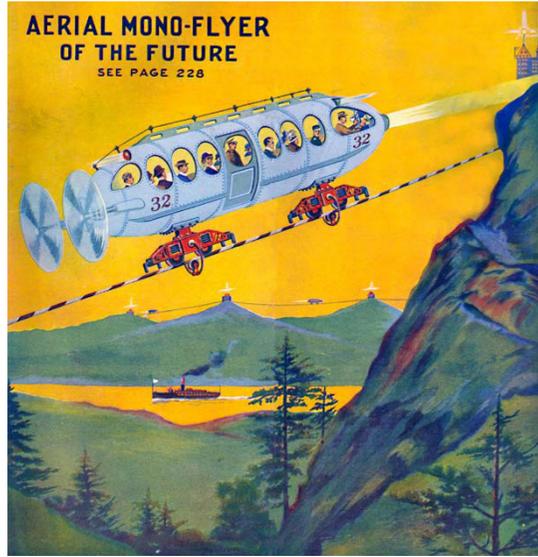
Projection du George Bennie Airspeed Railway sur la Oxford Street, Londres.
© Laurence Dunn

Différents systèmes apparaissent pour diverses raisons, ils étaient mieux adaptés à des contraintes géographiques et topographiques, ils étaient plus simples, leur établissement et leur exploitation étaient moins coûteux, ils garantissaient plus de vitesse, et, tout simplement, ils fascinaient. Les démonstrations de technologies spectaculaires se sont enchaînées, la course à l'innovation du transport est palpitante.

Les villes, confrontées aux nouveaux modes de transports mécaniques, ont dû s'adapter. Les mouvements de plus en plus rapides, divers, et denses, permis par le progrès, sont placés au centre des considérations dans la composition des espaces urbains. Les villes se développaient à partir des réseaux et de leurs flux associés.

Les inventions laissent un répertoire très fourni sur la manière de parcourir un milieu pour relier des lieux, sur l'énergie exploitée, sur les ambiances. Comme l'annonce Giordano Tironi dès l'introduction d'une revue consacrée aux transports non-conventionnels¹, l'icône urbaine populaire et la pseudo-science-fiction apportent au monorail surélevé, une place de premier choix dans l'imaginaire collectif. La presse et les revues de vulgarisation scientifique et technique ont donné comme reflet à l'innovation dans le domaine des transports de masse, des systèmes libérés de la « tyrannie du sol », s'affranchissant des trafics et de tout ralentissement, renforçant l'idée d'une ville tridimensionnelle.

1. Tironi Giordano (dir.), *Unconventional transport*, *Rassegna*, Milan, septembre 1989, N° 39, p. 5



Couverture de *Electrical Experimenter*, août 1918.
© *Electrical Experimenter*

Monorail de montagne dans «World Transportation Invention Competition », *Shōnen Club*, 1936.
© Kikuzō Itō/*Shōnen Club*

Couverture de *The Modern Boy*, N° 138, 27 sept. 1930.
© *The Modern Boy*

Couverture de *Popular Mechanics Magazine*, mai 1933.
© *Popular Mechanics Magazine*

Système de l'ingénieur Joseph Archer dans « Fast Electric Air Trolleys Planned by French Inventor », *Modern Mechanics and Inventions*, mai 1930, p. 51.
© Norman Saunders/*Modern Mechanics and Inventions*

Alain Saint-Ogan, *Zig et Puce au XXI^e siècle*, Hachette, Paris, 1935.
© Alain Saint-Ogan

Extrait de l'affiche publicitaire pour la Société américaine Bohn Aluminium and Brass Corporation, octobre 1946.
© Bohn

Couverture de *Science and Mechanics*, février 1946.
© *Science and Mechanics*

Dans *Fahrenheit 451*², adapté du roman de science-fiction de Ray Bradbury, il est interdit de lire, les livres sont brûlés. Certains sauvent la culture en se transformant en hommes-livres. Parmi les pompiers déclencheurs de feu, Montag fait de la résistance, c'est une course vers la liberté. Pour son cinquième long métrage, François Truffaut tournait une partie du film en France, plus précisément à Châteauneuf-sur-Loire, à quelques kilomètres à l'est d'Orléans. Dans cette ville du Loiret se trouvait une ligne d'essai de 1,3 kilomètres pour le métro aérien suspendu de la Safege, Société Anonyme Française d'Études et de Gestion d'Entreprises, devenue aujourd'hui SUEZ. Elle apportait une certaine ambiance pour le film dont l'époque se voulait indéterminée.

En 1959, la société locale Baudin Châteauneuf a débuté la construction de l'infrastructure implantée le long d'une voie ferrée. La cabine automotrice expérimentale est, elle, fabriquée par la Régie Renault à Choisy-le-Roi, dans le Val-de-Marne. En février 1960, les premiers essais débutent. La visite prestigieuse de George Christopher, Maire de San Francisco, dès le premier mois de fonctionnement, annonce un réel enthousiasme pour ce système. Le réseau routier n'ayant cessé de se développer, il se présentait en solution aux problèmes de fréquentation des routes en milieu urbain. En mai 1964, avant de devenir Président du Præsidium du Soviet suprême de l'URSS, Nikolai Podgorny s'y était rendu également.



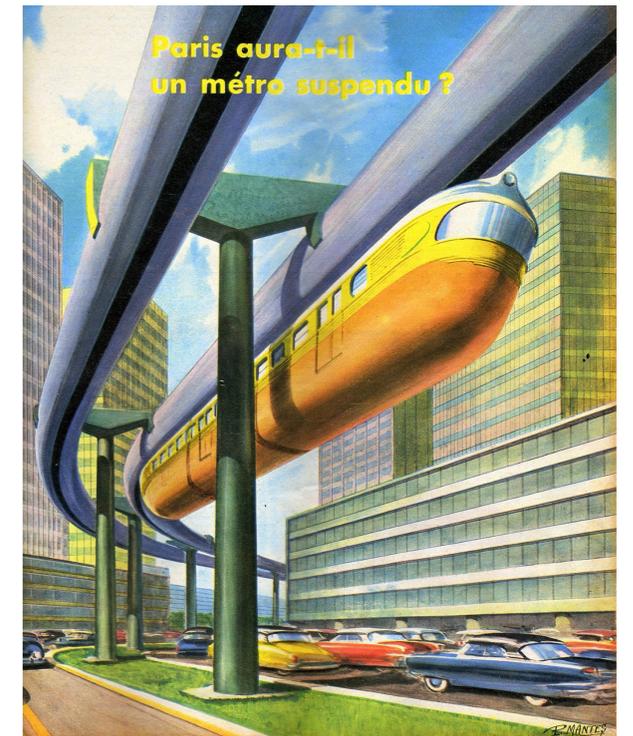
Visite du Secrétaire du Parti communiste de l'Union soviétique, 05 mai 1964.
© Larep/DR



Métro aérien suspendu de Châteauneuf-sur-Loire, circa 1960.
© Larep/DR



ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT



Couverture de *Science et Avenir*, N° 158, avril 1960.
© P. Mantes/Science et Avenir

2. Truffaut François, *Fahrenheit 451* [film cinématographique], Grande-Bretagne, Vineyards Film Ltd., 1966, 1h50min

1.2. L'AVÈNEMENT DU VÉHICULE GLISSANT

1.2.1. DES HYBRIDATIONS INÉDITES

Jean Bertin, diplômé de l'X¹ et de SupAéro², a fait ses armes à la SNECMA³ durant onze années jusqu'à ce qu'il quitte son poste de Directeur Technique Adjoint chargé des Études Spéciales sur les moteurs et la propulsion. La société qu'il a fondée en 1956 avec une quinzaine de collaborateurs, après s'être retiré de la société nationalisée, devenue aujourd'hui Safran Aircraft Engines, avait pour ambition de se spécialiser dans les transferts de technologie. Dans ses écrits, poursuivis et finalisés par son ami et ancien professeur à l'X, Jean Bertin constatait un regrettable manque de communication et d'échanges entre les différents domaines et voyait en cela une opportunité à saisir :

« Le moment était sans doute venu d'envisager la création d'une société ayant cet objectif du transfert interbranches industrielles des connaissances acquises. »⁴

Plus récemment, l'architecte-urbanisme Marcel Bajard avançait également un manque d'échanges et de concertations mais au sein d'un domaine en particulier, celui des transports :

« Sous l'action des logiques fonctionnelles et administratives, les systèmes de transports se sont développés indépendamment les uns des autres. Le résultat a produit des réseaux étanches de plus en plus séparés des besoins réels des utilisateurs. »⁵

Dans ses nuances apportées entre le progrès technique et la mobilité, à une époque où certains mettent en garde de la menace d'une longue période de non-croissance économique, ce qui était loin d'être le cas du contexte économique florissant d'après-guerre, Yves Crozet en venait à écrire :

« Dans la comptabilité nationale, la branche des transports se trouve dans la catégorie des services. Or, quand nous parlons des transports, nous pensons surtout aux biens, qu'il s'agisse des objets transportés mais surtout des véhicules de transport. Ce biais explique les raisons pour lesquelles les recherches sur l'innovation dans les transports s'intéressent d'abord au vecteur : le train, le camion ou l'avion. Ceux-ci ont connu des progrès décisifs, et ils en connaissent encore, mais ils portent sur des dimensions oubliées. »⁶

1. L'X, surnom donné depuis le milieu du XIX^{ème} siècle à l'École Polytechnique soit en raison de l'enseignement des mathématiques au sein du cursus ou soit pour symboliser le croisement de deux canons, la formation étant militaire.

2. Surnom donné à l'École Nationale Supérieure d'Aéronautique devenue aujourd'hui l'Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace-Supareo.

3. Société Nationale d'Étude et de Construction de Moteurs d'Aviation

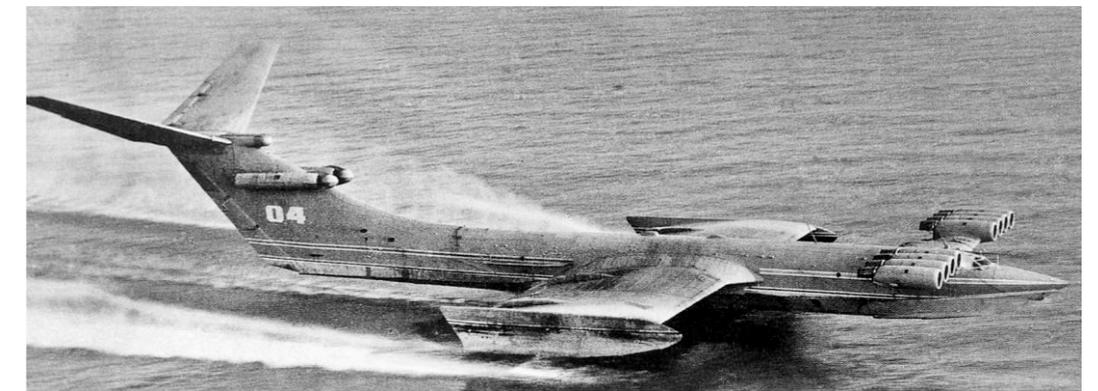
4. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 14

5. Bajard Marcel et Amarre François, *De la gare à la ville - Arep, une démarche de projet*, Archives D'Architecture Moderne, 2007, p. 13

6. Crozet Yves, Vitesse et mobilité : au-delà du désenchantement d'un «monde fini», *Transports*, janvier - février 2016, N^o spécial vitesse, hommage à Marc Wiel, p. 58

Bertin & Cie entame son activité avec une première commande pour la firme Aerojet basée à Los Angeles, devenue aujourd'hui Aerojet Rocketdyne après sa fusion avec Rocketdyne, le fameux fournisseur de moteurs à ergols liquides de la NASA impliqué dans la conquête spatiale des États-Unis. Dans leurs premiers locaux rue des Pâtures, dans le 16^{ème} arrondissement de Paris, l'équipe développe un silencieux pour les moteurs à réaction fabriqués par le motoriste américain. L'ingénieur Louis Duthion procédait à une expérimentation sur une tuyère à éjection annulaire dans le cadre de recherches pour un silencieux utilisable en vol lorsqu'un phénomène physique inattendu est venu affecter les données recueillies. La poussée mesurée proche de la tuyère, supérieure à la valeur maximale théorique du jet de gaz, s'est substituée en force de sustentation. À partir de ce montage d'essai, la société a redécouvert l'effet de sol, l'ingrédient principal de ce qui fera, quelques années plus tard, le succès de l'Aérotrain.

Lorsqu'un avion avance, une dépression se produit au-dessus des ailes et une surpression en dessous. Cette différence de pression génère le phénomène de portance, une force verticale, perpendiculaire à l'écoulement de l'air et opposée au poids, qui, arrivée à une certaine intensité, provoque le décollage. L'avion, comme tout autre corps, génère une force qui s'oppose au mouvement de l'air, la traînée, d'où l'intérêt porté à son profilage. Lorsqu'il est proche du sol, à une certaine vitesse, l'écoulement de l'air sous l'aile est encore plus lent, ce qui augmente la surpression, l'effet de sol peut apparaître. Dans cette condition, il y a une meilleure aptitude à la portance, l'appareil nécessite donc moins de puissance pour être maintenu en l'air, ou alors il peut se permettre une masse plus importante. Sur ce principe, l'Ekranoplan expérimental a été développé, un mystérieux hydravion soviétique, entre l'avion et le bateau. Le très lourd modèle KM, conçu par l'ingénieur Rostislav Alekseïev au début des années 60, pouvait s'élever à quelques mètres au-dessus de l'eau. C'était un mastodonte ailé, long de cent mètres, surnommé «the Caspian Sea Monster» par les américains après l'avoir repéré en 1967 par images satellite.



Ekranoplan KM, l'avion à effet de sol de l'Union soviétique expérimenté en mer Caspienne.

© CNN/DR

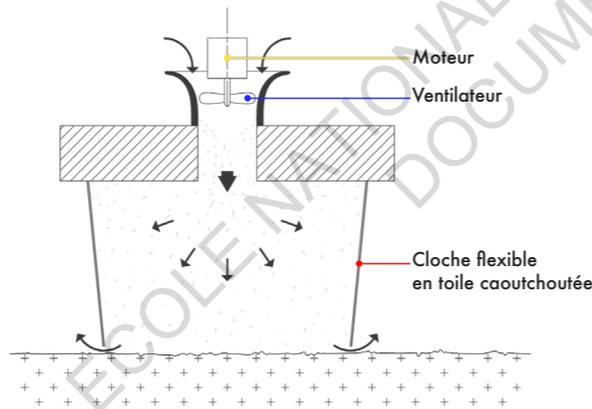
En effet, ce phénomène aérodynamique avait déjà été découvert dans le passé mais a très peu été diffusé, il y avait eu des tentatives d'applications navales notamment. Ce fut le cas durant la première guerre mondiale où l'austro-hongrois Dagobert Müller von Thomamühl a mis au point un prototype de bateau à effet de sol pour un usage militaire. Malgré la prometteuse démonstration et les essais sur un lac à partir d'octobre 1915, le projet a été abandonné compte tenu des difficultés de conception et d'investissement dans un contexte plus que tendu.



La vedette marine sur coussin d'air construite par Dagobert Müller von Thomamühl.
© Visionaer/DR

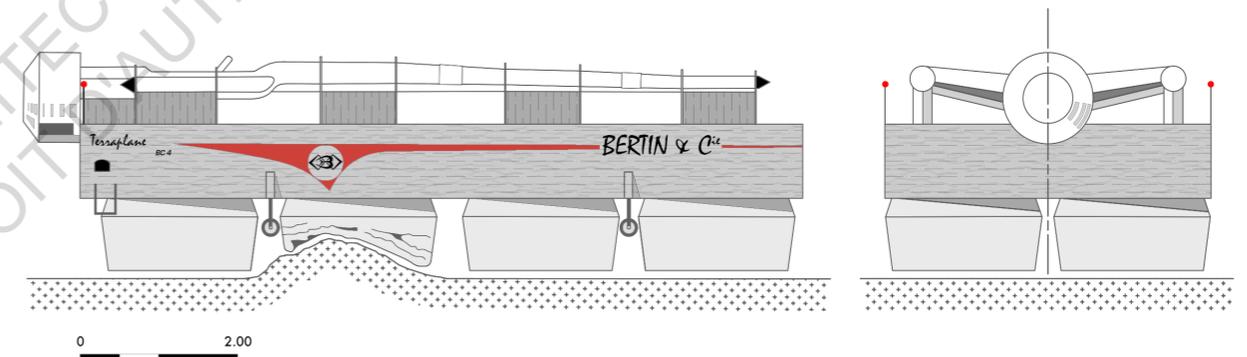
Lorsque l'on s'intéresse aux aéroglisseurs, des engins capables de se déplacer aussi bien sur la terre que sur l'eau, le nom de l'ingénieur britannique sir Christopher Cockerell apparaît sur les devants de la scène. Il a lui aussi redécouvert l'effet de sol, mais quelques mois plus tôt. Il est considéré comme l'inventeur de ce système sur coussin d'air avec un premier prototype SR.N1 en démonstration dès 1959. La société de Jean Bertin avait émis cette idée d'exploitation de ce phénomène physique sur un véhicule, mais jugé non économiquement viable, le développement s'est arrêté. Cependant, la diffusion de cet *Hovercraft* anglais a stimulé le développement et accéléré les recherches. Le principe de jupe souple a émergé au sein de Bertin & Cie.

De l'air est injecté dans une cloche faite en toile caoutchoutée, le volume se remplit sous l'augmentation de la pression. La surpression est telle que l'objet, en l'occurrence un véhicule, se soulève légèrement pour laisser échapper de l'air entre l'extrémité de la toile et le sol. Il se retrouve donc sustenté par un coussin d'air confiné où la hauteur du débit de fuite est très faible. L'air insufflé en continu, grâce à un ventilateur, permet de le maintenir dans un état d'équilibre au dessus du sol.



Coussin d'air à jupe souple, schéma de principe.

Cette technique a donné lieu le 7 janvier 1962 au Terraplane BC4 équipé de huit cloches en toiles caoutchoutées, le premier engin du monde à adopter cette technologie capable d'engloutir les obstacles. Pas vraiment prévu pour se rendre à la quincaillerie du coin, il était en revanche plutôt adéquat pour du déplacement militaire sur un terrain non préparé. C'est dans la continuité de développement de ces aéroglisseurs à jupes souples qu'a muri l'idée de faire circuler un appareil sur un rail, comme celui débutant derrière le bowling de Saran, autrement dit, sur un site propre prévu à cet effet. Le dépôt du brevet français le 26 juin 1962 a marqué la naissance officielle de l'Aérotrain et d'une grande aventure pour cette société grandissante qui ne compte plus vingt, mais un peu plus de deux cents collaborateurs.



Le Terraplane BC4, un véhicule terrestre à jupes souples.

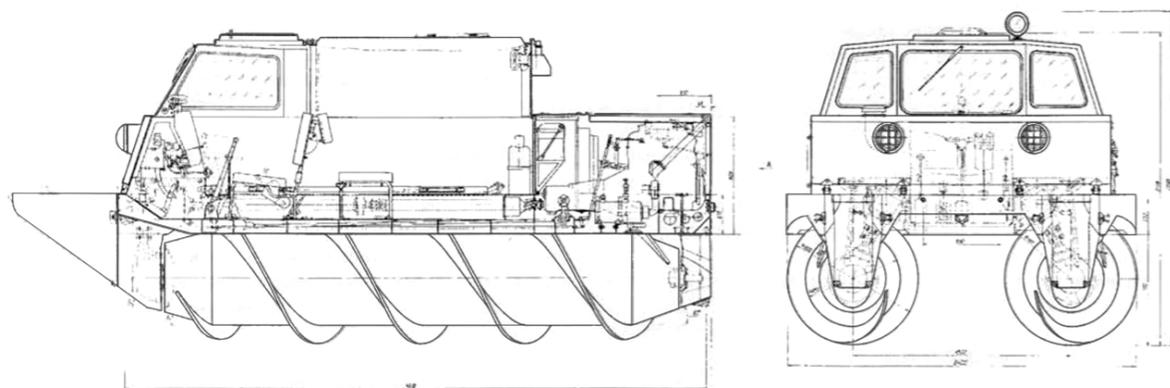
Qu'il s'agisse de l'Aérotrain ou de l'aéroglisseur, il y a ce concept fondamental d'hybridation entre le véhicule terrestre ou navale et l'avion, bien sûr compte tenu de cette capacité à flotter au-dessus de la surface sur laquelle l'appareil se déplace mais également par rapport au mode de propulsion par hélice ou par réacteur aéronautique. Le système guidé sur rail connote d'autant plus le domaine de l'aviation de par ses lignes et sa matérialité en Duralumin⁷, un alliage léger largement employé dans les carénages et fuselages d'aérodynes et même dans ceux d'aérostats rigides. Son profilage renvoie à un design d'avant-garde, où l'emploi de l'aérodynamisme devenait plus formel qu'utile, bien qu'il soit fonctionnel ici⁸. Les véhicules expérimentés étaient relativement courts comparés à un train de plusieurs wagons, un traitement de la résistance à l'air était d'autant plus justifié pour une recherche de vitesse et d'économie de carburant. Les lignes élancées, les reflets brillant, le cockpit, les hublots et les orifices de captations d'air placés à l'avant pour alimenter les ventilateurs, engendrent des formes singulières appartenant presque à un univers fictionnel. Ces ovnis français, vainqueurs des plus faibles rase-mottes, ont d'ailleurs nécessité une autorisation préalable auprès de l'Aviation Civile bien que la hauteur de vol ne soit que de quelques millimètres.

7. Pour plus d'informations sur cet alliage d'aluminium, voir Hardouin-Duparc Olivier, Alfred Wilm et les débuts du Duralumin, *Cahiers de l'histoire de l'aluminium*, 2005, n°34, p. 62-77

8. Pour plus d'informations sur l'aérodynamisme dans le design outre-Atlantique, voir Noblet Jocelyn de, *L'aérodynamisme, le chrome et le rêve américain*, *Culture Technique*, 1981, n°5, p. 136-146

1.2.2. LA LIBÉRATION DE LA ROUE

L'Aérotrain ne touche pas la terre, ni ne vole dans le ciel, il se situe dans l'intervalle délimité par ces deux bornes tant convoitées. Le concept était donc en opposition avec des techniques très anciennes, la roue disparaissait après un nombre d'années de suprématie presque immémorial. Bien sûr, il existait des véhicules utilisant d'autres techniques, souvent afin d'être tout-terrain, notamment pour le domaine militaire ou celui du génie civil. Il y a, par exemple, les chenilles ou les vis sans fin, comme celles montées de part et d'autre du perturbant ZIL-29061, un engin amphibie soviétique conçu pour récupérer les astronautes du programme spatial Soyouz atterris en capsule sur un terrain difficile d'accès. Le procédé, ici, était sans roues, mais surtout sans frottements.



ZIL-29061, véhicule à vis sans fin.

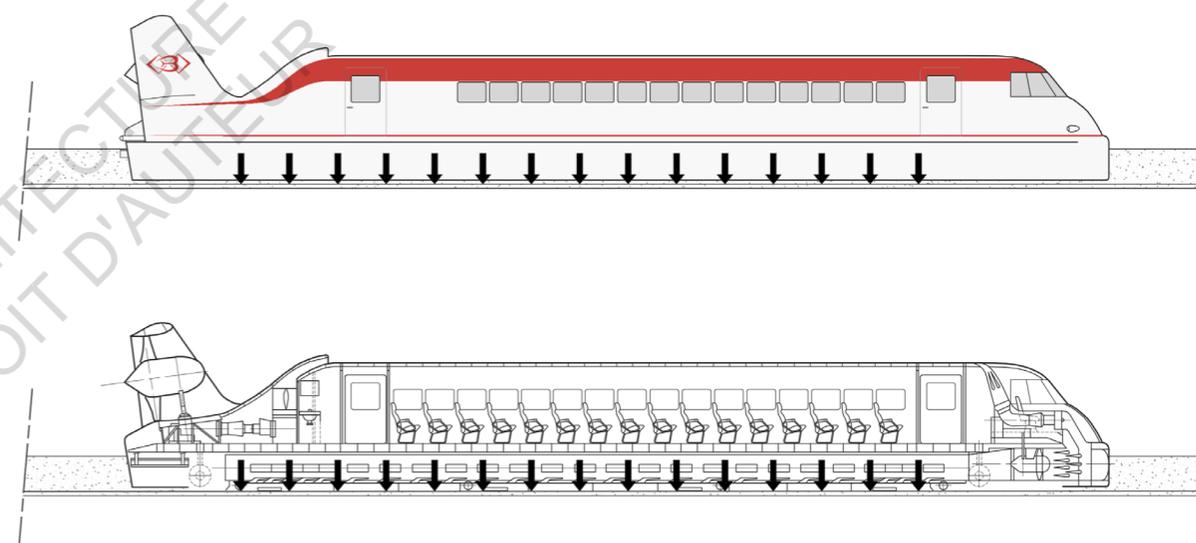
© DR

Robert Hutchings Goddard est considéré comme le père de la fusée à ergols liquides, bien des années plus tard, le combo kérosène et oxygène liquide a fait trembler plus que le pas de tir LC-39 et le Centre spatial Kennedy à l'allumage du premier étage de Saturn V, le lanceur lourd pour le programme Apollo. L'ingénieur et physicien américain avait identifié, déjà en 1904, les points durs empêchant un véhicule terrestre d'atteindre des hautes vitesses : les frottements des roues sur le rail et la résistance à l'air¹.

L'effet de sol marque une différence majeure avec les véhicules traditionnels, il n'y a plus de surface en contact avec le support. Autrement dit, aucun organe du véhicule ne touche la voie, dans des conditions normales de fonctionnement tout du moins. Alors qu'un train roule, l'Aérotrain glisse. Cette révolution permet de dégager de précieux avantages que l'ouvrage commencé par Jean Bertin et complété par son ami Raymond Marchal ne se prive pas de défendre. À n'importe quelle vitesse, le frottement est exceptionnellement faible, la mise en mouvement se retrouve donc facilitée. L'absence de contact diminue fortement l'usure du matériel. Les efforts appliqués au support étant uniformément répartis sur l'ensemble des surfaces des coussins d'air, la construction du véhicule et de la

voie peuvent être allégées, Raymond Marchal illustre ce point :

« On imagine mal qu'une route en béton puisse être notablement usée et, moins encore, déformée par le passage même répété, de troupes circulant à pied sans chaussures. »²



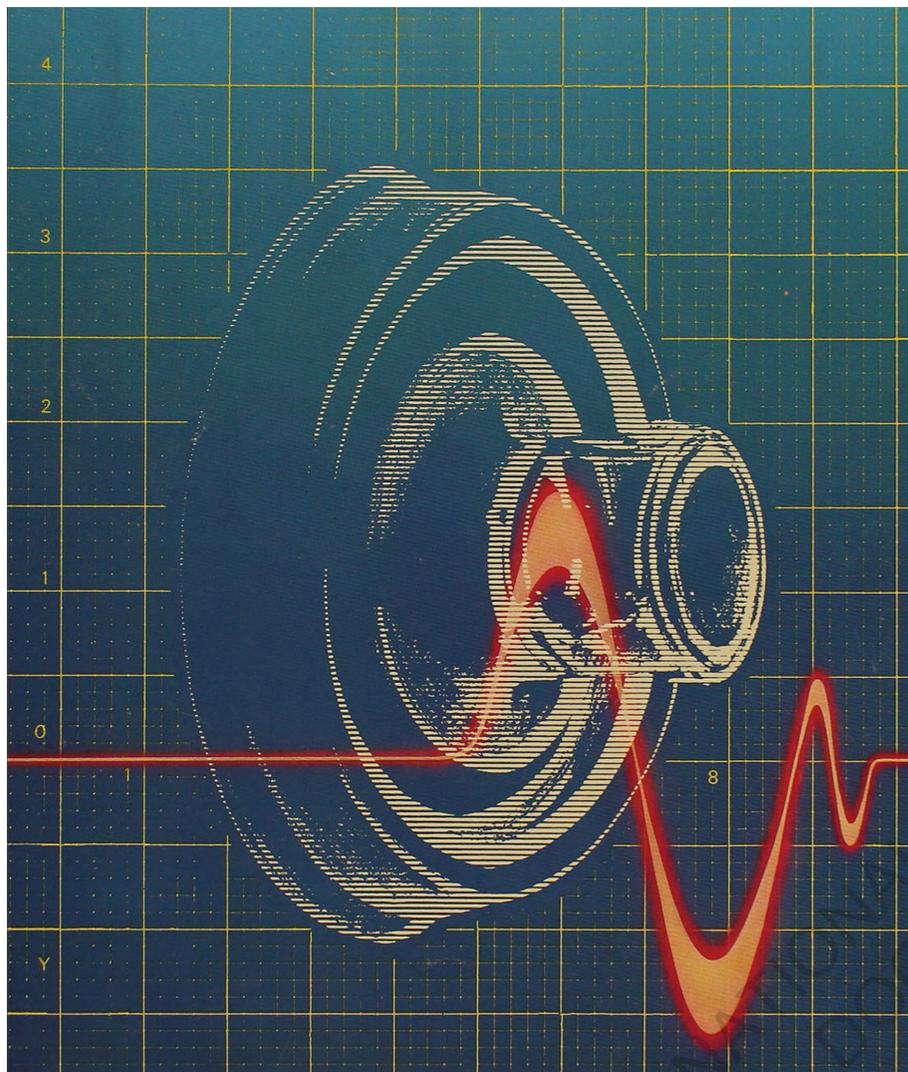
Dans le véhicule à coussins d'air, les efforts sont répartis.

Certains précurseurs avaient mis au point des systèmes de transport en commun utilisant le glissement. À une époque où il n'était pas possible d'élever un véhicule directement en comprimant de l'air, l'hydraulicien Louis-Dominique Girard avait alors eu l'idée, en 1854, d'utiliser l'eau, ce qu'il mit en application sur une installation près de chez lui, il avait construit un chemin de fer glissant à propulsion hydraulique³. Son système a été repris plus tard par un de ces anciens collaborateurs avec un spécimen expérimental composé d'un train et d'une voie de cent trente mètres, il était installé sur l'Esplanade des Invalides pendant l'Exposition Universelle de Paris en 1889. Le wagon de manœuvre était doté de réservoirs d'eau et d'air comprimé, un circuit acheminait l'eau sous pression dans des patins en fonte placés sous quatre voitures, un filet d'eau se créait entre les patins en fonte et les deux larges rails de la voie. Ainsi, le train glissait.

2. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 67

3. Pour plus d'informations sur le fonctionnement du train glissant sur coussin d'eau, voir Tissandier Gaston, *Le chemin de fer glissant à l'Esplanade des Invalides*, de Paris, La Nature. Revue des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie, Paris, 1889 : 17ème année 2ème semestre, N° 835 à 861, p. 150-151. Disponible sur <http://cnum.cnam.fr/redir?4KY28.33>

1. Goddard H. Robert, *The Limit of Rapid Transit*, *Scientific American*, 20 Novembre 1909



Couverture d'un dépliant sur le centre d'essais de Vitry-sur-Seine, 1983.
© SNCF/Direction du matériel et de la traction

Sur un train comme le Mistral, fleuron de l'industrie ferroviaire française de l'époque, les efforts des roues métalliques sur les rails sont concentrés sur les surfaces de contacts très faibles, inférieures au centimètre. Une pression élevée est exercée sur la voie, ce qui engendre des fatigues mécaniques importantes. Les roues prennent en charge le soutien du véhicule sur son support, c'est-à-dire une voie ferrée, une route, ou autre. Elles assurent également le guidage et transmettent le mouvement. Pour l'Aérotrain, ces fonctions sont séparées, la sustentation et le guidage sont garanties par différentes séries de coussins d'air. Quant à la propulsion, elle peut être aérienne, électrique ou utiliser un système prenant appui sur le rail.

Malgré une volonté de maîtrise géométrique, des corps étrangers, des défauts, des faiblesses ou des déformations apparaissent toujours. Même si les techniques de production et de mise en œuvre évoluent, une perfection, maintenue intemporelle par de l'entretien, est inatteignable au vu des sollicitations et des perturbations de diverses natures agissant tout au long de la durée de vie de l'ouvrage. La roue réceptionne ces imperfections de plein fouet, et contribue aussi bien à les aggraver qu'à en créer de nouvelles. Pour contrer les chocs et les vibrations, les véhicules sont pourvus de suspensions. Pour cela, le rôle des pneus est bien connu, la RATP a inauguré le premier métro sur pneus de Paris sur la ligne 11. La rame gagnait en confort, elle transmettait moins de vibrations et pouvait accélérer et freiner plus aisément grâce à une bien meilleure adhérence, ce qui demandait en revanche plus d'énergie. Par contre, les trains ne pouvaient employer cette technique, les efforts étaient trop importants. Leur suspension est assurée par les bogies, ces chariots, mobiles par rapport au châssis du wagon, où sont fixées généralement quatre roues. Pour l'Aérotrain, elle pouvait être réalisée par des cloisons mobiles et la toile souple du dispositif de coussin d'air. Les irrégularités de la voie étaient ainsi absorbées, ce qui améliorait le confort. Il se posait une question de compromis directement lié aux possibilités technologiques et à l'économie du projet, un rapport de Juin 1968 le présentait :

« Il est bien évident que les défauts de voie engendrent des mouvements du véhicule qui dépendent de l'amplitude des défauts, de leur répartition, et des caractéristiques des coussins qui jouent le rôle d'une suspension. On peut donc avoir des conceptions très différentes – Par exemple, tolérer des défauts importants et nombreux (voie bon marché, peu entretenue) avec des coussins très évolués – ou à l'inverse une voie très soignée et des coussins rudimentaires. »⁴

Marc Desportes reprenait les commentaires de l'écrivain Jules Janin lors de l'inauguration en août 1837 du Paris-Saint-Germain⁵, la première liaison ferroviaire de France exclusive au transport de voyageurs, auxquels il ajoutait :

« Ce glissement continu, uniforme, lisse, est à l'image des rails sur lesquels le train roule ou encore de ces longues parois maçonnées qui retiennent la terre des tranchées. »⁶

Le polytechnicien et ingénieur des Ponts et Chaussées écrivait trois paragraphes plus tard que « le glissement ferroviaire supprime toute sensation de frottement, d'aspérité, de rétention, de progression. »⁷. Ici il ne s'agit pas du phénomène physique, mais d'une sensation induite du contact fer-fer rompant avec les autres types de voyage. Qu'aurait ressenti le chroniqueur pour le *Journal des débats* d'un voyage à bord d'un Aérotrain?

4. Situation des recherches et expérimentations [en ligne], SNCF, Direction Générale, Service de la Recherche, Paris, Juin 1968, Rapport C02.01, p. 32, http://openarchives.sncf.com/sites/default/tr_sardo_249.pdf

5. Janin Jules, Inauguration du chemin de fer de Paris à Saint-Germain, *Journal des débats politiques et littéraires*, Paris, 25 août 1837, p. 2. Disponible sur <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k439590n/f2.item.zoom>

6. Desportes Marc, *Paysages en mouvement. Transport et perception de l'espace XVIIIe – XXe siècle*, Paris, Gallimard, 2005, p. 151

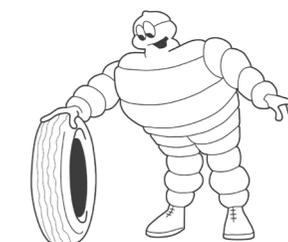
7. *Ibid.*, p. 152

L'effet de sol n'était pas indissociable d'un système utilisant des roues. Bertin & Cie, qui continuait en parallèle le développement d'engins libres, avait conçu un nouveau Terraplane, le BC6. Achevé en mai 1963, il avait été présenté au public sur le salon du Bourget. C'était un aéroglisseur mixte, la sustentation était assurée par des coussins d'air, mais ce modèle-ci employait une roue à l'arrière pour la propulsion et une autre à l'avant pour le guidage.

Dans le domaine du sport automobile, l'appui aérodynamique améliore l'adhérence, la déportance plaque la voiture au sol et permet de rouler plus rapidement. Pour augmenter les performances, l'effet de sol a fait son entrée sur le plateau Formule 1 en 1977 avec la Lotus 78. En 1978, Mario Andretti aux commandes de la Lotus 79 a remporté le championnat. L'écurie britannique, fondée par l'ingénieur Colin Chapman a fait gagner pour la première fois une F1 utilisant l'effet de sol. Cela se passait sous la monoplace, le flux d'air était exploité à travers de larges pontons enfermant des ailes inversées de chaque côté du cockpit, ils propageaient une dépression sous le bolide maintenue par des jupes rigides réduisant un maximum les fuites latérales. La voiture était aspirée vers la piste. L'effet de sol a par la suite été banni, la réglementation a imposé le fond plat en 1983. Les équipes mettent au point d'autres systèmes aux géométries complexes pour que les monoplaces restent accrochées au sol.



Mario Andretti dans sa Lotus 79, vainqueur du championnat du monde de F1 en 1978.
© formula1



ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

2. UN TRAIN D'AVANCE

2.1. UNE FRANCE À TOUTE ALLURE

2.1.1. DES ESSAIS CONCLUANTS

La matérialisation du concept avait commencé par une échelle réduite, facilement présentable et transportable. Un modèle dynamique au un-vingtième et une voie en bois contre-plaqué, déjà en « T » inversé, longue d'une vingtaine de mètres, surélevée par des pylônes tronconiques, ont été fabriqués en février 1963. Des personnalités françaises et étrangères, économiques et industrielles, venaient découvrir l'installation ; il s'agissait de convaincre différents acteurs et partenaires potentiels mais aussi, dans un premier temps, l'ensemble de l'équipe de Bertin & Cie qui ne devait pas douter de la pertinence du développement d'un tel concept ni de l'investissement prélevé sur les résultats de la société. De l'air comprimé faisait sustenter l'objet sans roues sur sa piste dont une simple impulsion permettait de le faire glisser sur plusieurs mètres, force était de constater que la solution était valable.

Ce support de présentation avait permis un premier contact convaincant avec les prémices d'un moyen de transport inédit, de mettre en lumière les enjeux qu'il prétendait solutionner et d'échafauder les divers arguments clés sur l'intérêt d'un prototypage de plus grande échelle. L'étape initiatique d'une aventure marquante. La maquette s'est retrouvée, en mai 1965, en action à l'hôtel Matignon sous les yeux convaincus du Premier Ministre Georges Pompidou.

Sur l'accord du Ministre des Travaux Publics et du Délégué à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale, service du Premier Ministre créé par décret en février 1963, une subvention du Fonds d'Intervention pour l'Aménagement du Territoire venant compléter la participation de cinq sociétés privées, comprenant évidemment celle de Bertin & Cie, a permis de lancer le programme de Gometz.

La Société d'Etudes de l'Aérotrain, constituée spécialement pour la poursuite des opérations, avec Léon Kaplan¹ à sa présidence, a conçu un nouveau modèle à l'échelle demi capable d'embarquer six personnes avec quatre sièges passagers en vis-à-vis placés derrière la cabine de pilotage. Deux moteurs Renault Gordini accouplés pour le fonctionnement des huit coussins d'air de sustentation et de guidage, un moteur d'avion léger pour la propulsion par hélice à pas réversible, des sièges de Citroën DS, des poignées de Citroën 2 CV, les ingrédients du nouveau véhicule étaient assemblés près du Bourget. Entre Gometz-la-Ville et Limours, dans l'Essonne, sur l'emplacement de la ligne ferroviaire Paris-Chartres désaffectée, un rail unique en béton armé composé d'une semelle horizontale et d'une âme verticale était construit par tronçons de six mètres par les Grands Travaux de Marseille, une des sociétés engagées dans l'affaire. Le tracé était rectiligne excepté la portion la plus proche de Limours admettant une courbe.

Le véhicule expérimental 01, prêt en décembre 1965, a été positionné sur un premier kilomètre de voie prêt lui aussi. Tout était en place quand, tout à coup, la sustentation ne fonctionne pas. Les manœuvres en blouse de travail ont vite réagi pour comprendre ce flop malencontreux. Ce n'était qu'un problème survenu durant le transport de l'appareil mais l'enthousiasme général avait eu le temps de se transformer en sueurs froides, Jean Bertin rapporte de cette anecdote

1. Léon Kaplan est directeur adjoint de la société Shell française de 1953 à 1963, la compagnie pétrolière au logo de coquille Saint-Jacques. Après avoir pris une retraite anticipée, séduit par le projet, il accepte le poste de Président-Directeur Général de la Société de l'Aérotrain basée les Yvelines, à Plaisir.



Modèle dynamique présenté par M. Bertin au Premier Ministre M. Pompidou, au centre M. Guichard, Délégué à l'Aménagement du Territoire, et M. Delouvrier, responsable du District de la région de Paris, 1965.
© Keystone/SNCF



Aérotrain expérimental 01, échelle un demi, voie d'essai entre Gometz-la-Ville et Limours.
© Association AJB

que « beaucoup de spectateurs sont pris d'un doute fondamental ; une faute a été commise et la formule elle-même est peut-être en jeu ! J'ai rarement vu une société industrielle et technique aussi peu stable que l'est la société française. On passe de l'enthousiasme le plus délirant au doute profond ou même au découragement en quelques instants. »²

Deux mois après, le matériel probatoire avoisinait les 200 km/h sur le rail finalisé, c'est-à-dire les 6,7 km prévus par le contrat FIAT passé à l'initiative de la DATAR. Cette vitesse atteinte en moins de trois jours d'essais validait les objectifs fixés dans la fourchette des 180 à 200 km/h. Par similitude, la vitesse souhaitée de 400km/h d'un véhicule opérationnel, qui est donc environ deux fois plus grand, est validée. Parmi les premiers visiteurs, Olivier Guichard, Délégué à l'Aménagement du Territoire était venu prendre acte des bons résultats. Des journalistes et des Ministres, dont Edgar Pisani, Ministre de l'Équipement et André Bettencourt, Secrétaire d'État aux Transports, vinrent sur le site observer le wagon automoteur d'un nouveau genre.

Évidemment les allers-retours sur la ligne étaient plus poussés que le simple transport de six cobayes à son bord, une batterie d'essais dynamiques et la récolte d'un maximum de données techniques et technologiques étaient essentielles. Le comportement des organes de l'Aérotrain, la stabilité, le confort, la sécurité, le bilan de puissance, divers axes devaient être approfondis pour la préparation de la formule d'un prototype à échelle un. Différentes configurations de coussins d'air ont été testés ; des lèvres rigides, élastiques et flexibles suspendues étaient expérimentées pour atteindre une raideur des coussins satisfaisante et affaiblir la dépense d'énergie.

En vue d'analyser, non pas par similitude, mais par une réelle mise en situation le comportement du véhicule à des vitesses plus élevées, un supplément de propulsion a été ajouté au dispositif initial. En décembre 1966, un an après la première lancée sur la voie, le 01 atteint 303 km/h, du jamais vu. La presse y assistait, ainsi que Olivier Guichard et André Ségalat, Président Directeur Général de la SNCF. La fumée qui traînait derrière l'ovni s'échappait d'une fusée d'appoint enclenchée durant la traversée de la ligne, le spectacle était impressionnant.

Pour aller encore plus loin, ou plutôt plus vite, l'hélice aérienne a été déposée en juillet 1967 pour laisser place à un turboréacteur Marboré de la firme française Turbomeca, aujourd'hui Safran Helicopter Engines. La nouvelle variante est devenue plus puissante et aussi plus bruyante. En décembre 1967, deux ans après la première lancée sur la voie, elle était équipée, non pas d'une, mais de deux fusées à poudre. Allumées successivement, le corps projeté aboutit à une pointe de 345 km/h lors d'une présentation à la presse en présence de Jean Chamant, Ministre des Transports, de Raymond Marcellin, Ministre Délégué chargé du Plan et de l'Aménagement du territoire, et de Maurice Schumann, Ministre d'État chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales. La voie étant courte, deux parachutes auxiliaires se sont déployés pour une décélération plus performante ; un moyen de freinage qui pourrait être utilisé sur un Aérotrain commercial pour une situation de détresse.

Ce matériel, sous sa première forme, a fonctionné plus de 700 heures et a transporté plus de 10000 passagers.

2. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 53



Aérotrain expérimental 01, base d'essai de Gometz.

© Association AJB



Le 01 équipé d'un réacteur et de deux fusées d'appoint, décembre 1967.

© Hulton-Deutsch/Corbis Historical

Pendant que les études autour du 01 se poursuivaient, un véhicule expérimental 02 avait été signé sous un nouveau contrat avec la DATAR et le Ministère des Transports en mars 1967 avec un apport financier supplémentaire. L'Aérotrain le plus surprenant a peut-être été ce deuxième prototype, non pas construit pour transporter davantage de public mais pour explorer la grande vitesse, donnant lieu à une allure encore plus non-conventionnelle, entre l'avion de combat et le super-véhicule d'un justicier masqué. Propulsé cette fois-ci par un turboréacteur Pratt & Whitney JT12, un modèle relativement petit qui équipait, entre autres, les biréacteurs T-39 Sabreliner dédiés à l'US Air Force et l'US Navy, le ressenti dans le cockpit biplace devait être encore plus saisissant et plus proche d'un aéronef. Ce programme complémentaire d'Aérotrain 02 a entamé ses premières longueurs à des vitesses toujours phénoménales en avril 1968. En janvier 1969, toujours sur la voie de Gometz de moins de sept kilomètres, sous la poussée d'une fusée additionnelle, le redoutable bolide a atteint 422 km/h. À ce moment là, Jérôme Monod, Délégué de la DATAR ayant succédé à Olivier Guichard en 1968, avait eu la chance de vivre la performance depuis le second siège, juste derrière le pilote. Bertin & Cie et sa filiale ont d'autant plus contribué à la frénésie des Trente Glorieuses, cette version expérimentale, très convaincante, avait été empruntée par la SNECMA pour un ensemble d'études et de tests sur les tuyères du Concorde³ en plein développement, l'avion commercial supersonique jamais égalé qui aura marqué les esprits. La société pluridisciplinaire avait également participé en parallèle au grand boum de l'énergie nucléaire civile, icône de l'essor technologique de cette période. Comme l'a écrit Jean Bertin sur les activités exercées dans ce domaine :

« Des organismes d'Etat comme le C.E.A (Commissariat à l'Energie Atomique) avaient apprécié son efficacité et lui faisaient chaque jour davantage confiance pour des programmes d'importance nationale comme l'Usine de Séparation Isotopique de Pierrelatte, la protection thermique des réacteurs électro-nucléaires ou l'analyse des gaz issus d'expérimentations atomiques. »⁴

« Après les véhicules expérimentaux «demi-grandeur» et «haute-vitesse», la Société de l'Aérotrain a entrepris la réalisation de deux véhicules opérationnels et des tronçons de voie nécessaires à leur expérimentation.

- à Orléans le véhicule interurbain de 80 places,
- à Gometz le véhicule suburbain à moteur linéaire de 44 places »⁵



Aérotrain expérimental 02, 21 décembre 1968.

© Keystone/Getty images

3. L'appareil fuselé Franco-Britannique, stoppé définitivement depuis 2003, a débuté son premier essai avec le Concorde 001 depuis Toulouse-Blagnac en mars 1969. Les vols commerciaux, permis par les compagnies Air France et British Airways, ont eu lieu en 1976 par les décollages coordonnés à la seconde près des liaisons Paris-Rio de Janeiro et Londres-Bahreïn. Propulsé par quatre turboréacteurs élaborés conjointement par la SNECMA et Rolls-Royce, il permettait une vitesse de croisière supersonique à 2200 km/h, à Mach 2,02.

4. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 40

5. Tessier Marcel, Point des essais de l'Aérotrain [compte rendu d'exposé], SNCF, Direction Générale, Service de la Recherche, Mémento n°42, 5 juin 1970, Annexe 1, p. 1. Disponible sur <http://openarchives.sncf.com/archive/0231lm0366-0>

Durant l'été 1969, un véhicule de vingt-cinq mètres de long brillait sur une grande aire au Bourget devant les journalistes, il venait de sortir des ateliers de la compagnie française UTA, Union des Transports Aériens, qui sera d'ailleurs cédée à Air France en 1990. Comme son flochage rouge soulignant ses lignes allongées le laissait apparaître, il s'agissait du nouvel Aérotrain I-80 pour le contrat d'Orléans, construit en collaboration entre l'UTA et la SECAN, Société d'Etudes et de Constructions Aéronavales. À la fin de l'année 1967, un marché entre le Ministre des Transports et la Société de l'Aérotrain présentait l'engagement de construire et de fournir, cette fois-ci en vraie grandeur, un véhicule et une voie de dix-huit kilomètres au nord de Saran, dans le Loiret.

En septembre 1969, deux mois après être sorti du Bourget, le modèle de type opérationnel lançait la rotation de sa grande hélice carénée à pas variable de 2,30 m de diamètre depuis la base de Chevilly. Il scintillait sur le tronçon Nord de la voie en « T » inversé flambant neuve, élevée en campagne, dont les travaux allaient se terminer durant ce même mois. Enfourché sur les neuf premiers kilomètres réalisés jusqu'à hauteur de Ruan, avec ses seize coussins d'air de sustentation et de guidage alimentés par une turbine libre Turbomeca Astazou, il a atteint au bout de quelques jours la vitesse de croisière de 250 km/h qu'il devait être capable de soutenir à pleine charge. Toujours au cours de ce premier mois de fonctionnement, Dr Lee Dubridge, Conseiller Scientifique du Président Nixon, s'était rendu jusqu'au site d'essai du Loiret, l'avènement de cette version interurbaine à échelle réelle rayonnait.

De multiples délégations étrangères, présentations et démonstrations à des tiers et à la presse se sont enchaînées ainsi que différents temps d'essais. Une phase de mise au point s'est achevée en mai 1970 pour basculer ensuite sur une phase d'investigation puis terminer par une phase d'endurance. Le véhicule a été soumis à des essais en tout genre, plus ou moins intenses, sous des régimes plus ou moins élevés, dans des conditions météorologiques variées. Des situations d'urgence ont été simulées comme la perte de la sustentation ou encore un freinage de détresse durant lequel, en plus de l'inversion du pas de l'hélice permettant une contre-poussée et des mâchoires appliquant des garnitures de frein sur l'âme centrale en béton, la coupure d'alimentation des ventilateurs de sustentation s'enclenchait afin de permettre au véhicule de se poser progressivement sur la voie au moyen de patins. Pendant la période d'endurance qui a duré trois mois, de février à avril 1971, il est arrivé que 1200 km soient parcourus sur une journée, ce qui correspond à plus de trente allées et venues sur une voie de dix-huit kilomètres.

Son activité s'est étendue jusqu'à décembre 1972, date jusqu'à laquelle l'Aérotrain d'Orléans, disposant de quatre-vingts places, aura comptabilisé 13013 voyageurs à son bord. Comme l'avancait Raymond Marchal, déjà à l'été 1970, « un très grand nombre de personnalités : Ministres, Hommes politiques, Hauts Fonctionnaires, Hommes de Science, Dirigeants d'Industrie, avaient expérimenté les AEOROTRAINS 01 et I-80 et émis, à l'issue de ces essais, les appréciations les plus élogieuses »⁶.

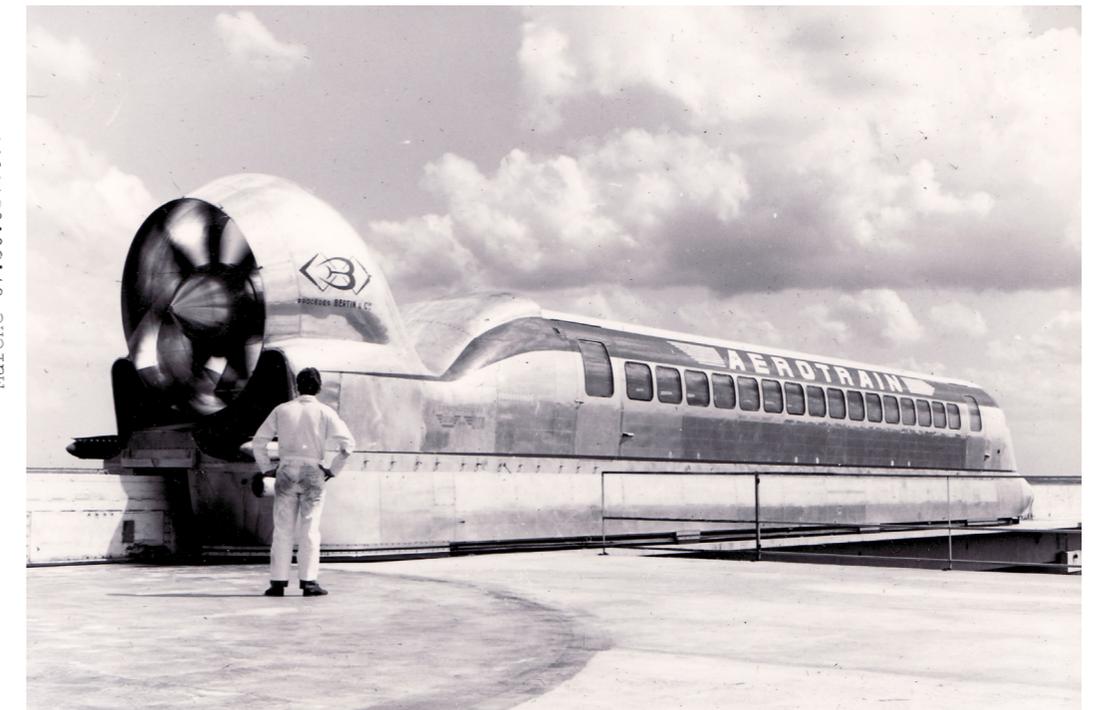
En janvier 1973, la première version de l'I-80 a arrêté les translations pour regagner les ateliers UTA où il devait être opéré d'une profonde transformation. Le mois de septembre suivant, il était ressorti sous la nouvelle appellation I-80 HV, une nouvelle variante haute vitesse pour laquelle, un peu comme l'avait subi l'Aérotrain 01, l'ensemble turbopropulseur à hélice a été remplacé par un groupe turboréacteur, cette fois-ci un modèle JTD8 7 du motoriste américain Pratt & Whitney. Ce type de moteur à réaction double flux avait

été utilisé dans la première version du Boeing 737 qui a décollé pour la première fois du *Boeing Field* à Seattle en 1967, les débuts de l'avion commercial le plus vendu dans le monde. Forcément, l'application n'avait pas les mêmes contraintes qu'un biréacteur s'élançant dans l'espace aérien depuis des pistes dégagées, l'impact sonore était un sujet important à traiter. Pour parvenir à une formule davantage silencieuse, un dispositif amortisseur de bruit selon les procédés Bertin & Cie avait été réalisé. Le système d'insonorisation se terminait par une tuyère en forme de « queue de carpe » à l'arrière du véhicule venant agrémenter les lignes courbes de l'ensemble d'un élément rectangulaire, elle intégrait un dispositif inverseur de poussée pour assurer le freinage. La silhouette changée était toujours autant aérodynamique.

Le véhicule guidé sur rail, dans sa deuxième version, a lui aussi enduré une phase de mise au point puis d'investigation. Le 5 mars 1974, plus fulgurant que jamais, il a atteint une vitesse maximale enregistrée à 232,4 nœuds, ou plutôt 430,4 km/h, avec une moyenne de 417,6 km/h sur trois kilomètres parcourus dans les deux sens ; c'était un record mondial de vitesse pour un véhicule terrestre à coussins d'air, homologué officiellement par la Fédération Aéronautique Internationale.

« Au cours des présentations ce matériel a transporté plus de 2900 personnes à des vitesses comprises entre 350 et 400 km/h et a parcouru 9106 km. »⁷

Marché 67.30.037.00.231.45.11



Aérotrain interurbain I-80.

© Association AJB

6. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 134

7. *Ibid.*, p. 127

2.1.2. UNE LIGNE GRANDEUR NATURE

Tandis que la première voie expérimentale de Gometz était mise en place au niveau du sol, simplement posée sur des plots de béton, la voie d'Orléans, aux dimensions plus importantes, puisqu'elle était le support d'un véhicule à échelle un, a été construite surélevée.

C'était la configuration souhaitée par la Société de l'Aérotrain car elle présentait de multiples avantages : le risque de corps étrangers sur le site propre était grandement réduit, ce qui augmentait la sécurité, les expropriations étaient minimisées et les parcelles, agricoles notamment, n'étaient pas coupées, les éléments la constituant étaient standardisés, la hauteur sous poutre minimale permettait le passage de véhicules, le passage au-dessus de certains axes existants en milieu urbain pouvait être envisagé.

La voie est constituée de poutres isostatiques en béton précontraint de vingt mètres de long. Elles ont été regroupées par six pour former des ensembles hyperstatiques de cent vingt mètres, séparés par des joints de dilatation. Les extrémités de chaque poutre reposent sur un des trois types de piles. Les appuis d'extrémité d'un élément hyperstatique sont les plus larges, les appuis au centre le sont moins, et les appuis intermédiaires sont les plus fins. L'infrastructure était toute en béton, mais des structures mixtes étaient possibles, notamment en raison des très faibles vibrations communiquées à l'ouvrage au passage de l'Aérotrain.

Les poutres dites en « T » inversé, ont été renforcées par deux âmes sous la table de sustentation. Les profils admettent de légers déversements dans les courbes, l'appareil compensait ainsi la force centrifuge. Le rayon de courbure admis était directement lié aux capacités du système mais également au confort des voyageurs, surtout à une gamme de vitesses élevées. Des rayons de courbure trop faible, limitant la vitesse, étaient en contradiction avec un véhicule interurbain rapide.

Aux extrémités de la voie de dix-huit kilomètres se trouve une plateforme de retournement, où le rail central de guidage pivote autour d'un axe placé au centre. L'Aérotrain pouvait ainsi tourner sur lui-même pour naviguer dans un sens puis dans l'autre. À Chevilly, une plateforme plus conséquente a été construite, elle comportait un hangar de remisage pour l'appareil et des locaux administratifs.

Suite à un décret en conseil d'État en date du 22 janvier 1968, déclarant d'utilité publique et d'extrême urgence la construction de la première ligne expérimentale, les travaux ont débuté. Le jour où la presse témoignait des secousses depuis les tribunes sous la puissante poussée des cinq moteurs-fusées F-1 de Saturn V, en pleine combustion pour le lancement de la mission spatiale habitée Apollo 8, il était également possible d'entendre aux actualités :

« Paysage inattendu dans la région d'Orléans ; c'est la voie expérimentale de l'Aérotrain. Le chantier produit chaque jour quatre-vingts mètres de poutres en béton en « T » renversé. Longue de quatre kilomètres aujourd'hui, la future voie Paris-Orléans fera dix kilomètres au printemps prochain. Cet élément de vingt mètres de long pèse quarante-quatre tonnes. »¹

1. Durandet Daniel, Essais aérotrain dans la région d'Orléans [vidéo en ligne], JT 20H, office national de radiodiffusion de télévision française, 21 décembre 1968, 02min09s. Disponible sur <https://www.ina.fr/video/CAF97076040>



Pendant ce temps, personne ne fumait dans les ateliers de l'UTA au Bourget.
© Association AJB



L'Aérotrain à hélice carénée est construit conjointement par l'UTA et la SECAN.
© Association AJB



Des grues sur chenilles et divers engins de chantier circulaient le long du tracé.
© Association AJB



La première phase a été la réalisation de la section la plus au Nord, entre Chevilly et Ruan.
© Association AJB



Les dégagements et la voie d'accès nécessaire aux travaux s'étendent dans la Beauce.
© Association AJB



Chaque pile est assemblée à une semelle reposant sur des fondations sur puits.
© Association AJB



Deux engins de levage installent les poutres de 20 m.
© Association AJB



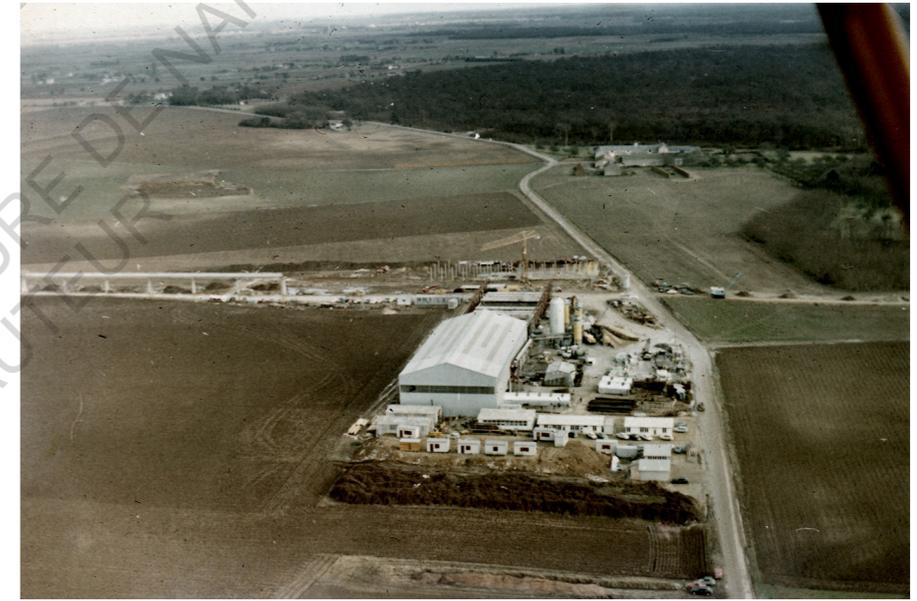
Sur la voie de 3,40 m de large,
la bordure centrale de 90 cm de
hauteur assure le guidage.
© Association AJB



L'assemblage des poutres de 44 tonnes n'a pas été sans accroc.
© Association AJB



La voie se profile à l'horizon.
© Association AJB



Les éléments en béton armé sont préfabriqués dans une usine à Chevilly, au centre du chantier.
© Association AJB



Au centre de la ligne expérimentale, à côté de l'usine, le chantier pour la plateforme progresse.
© Association AJB



L'1-80 est monté dans son hangar sur la plateforme par une trappe.
© Association AJB



L'Aérotrain arrive à Chevilly, été 1969.
© Association AJB



L'aire plane, où l'Aérotrain évoluait sans guidage, accueillait parfois des engins volants.
© Association AJB



Les démonstrations s'enchaînaient, juillet 1970.
© Marc Garanger/Corbis



Les spectateurs et cobayes se rendaient à Chevilly.
© Association AJB



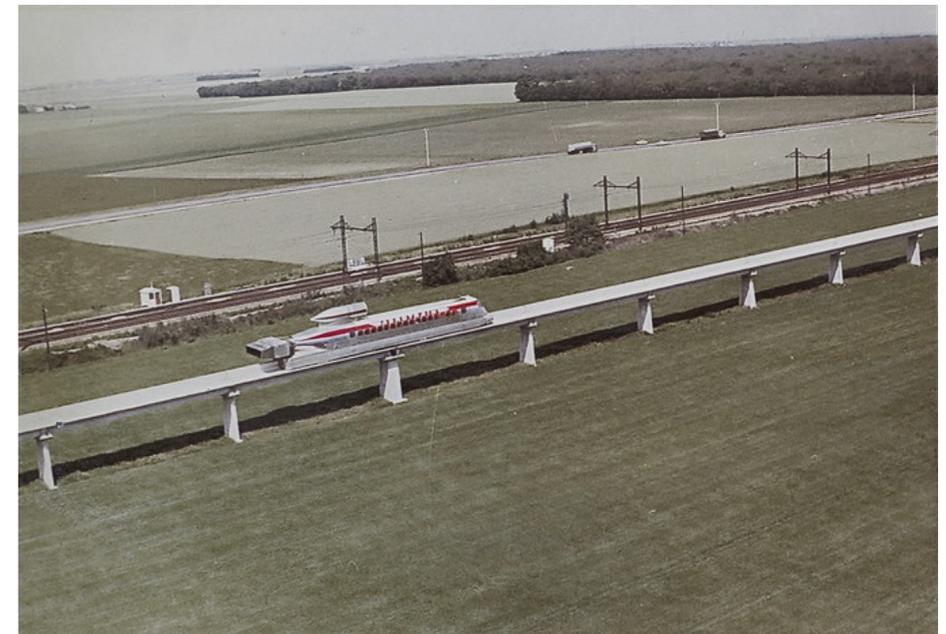
Sous la plateforme, la trame de poteaux organise un parking.
© Association AJB



En 1973, la variante haute vitesse débute les essais.
© SNCF/DR

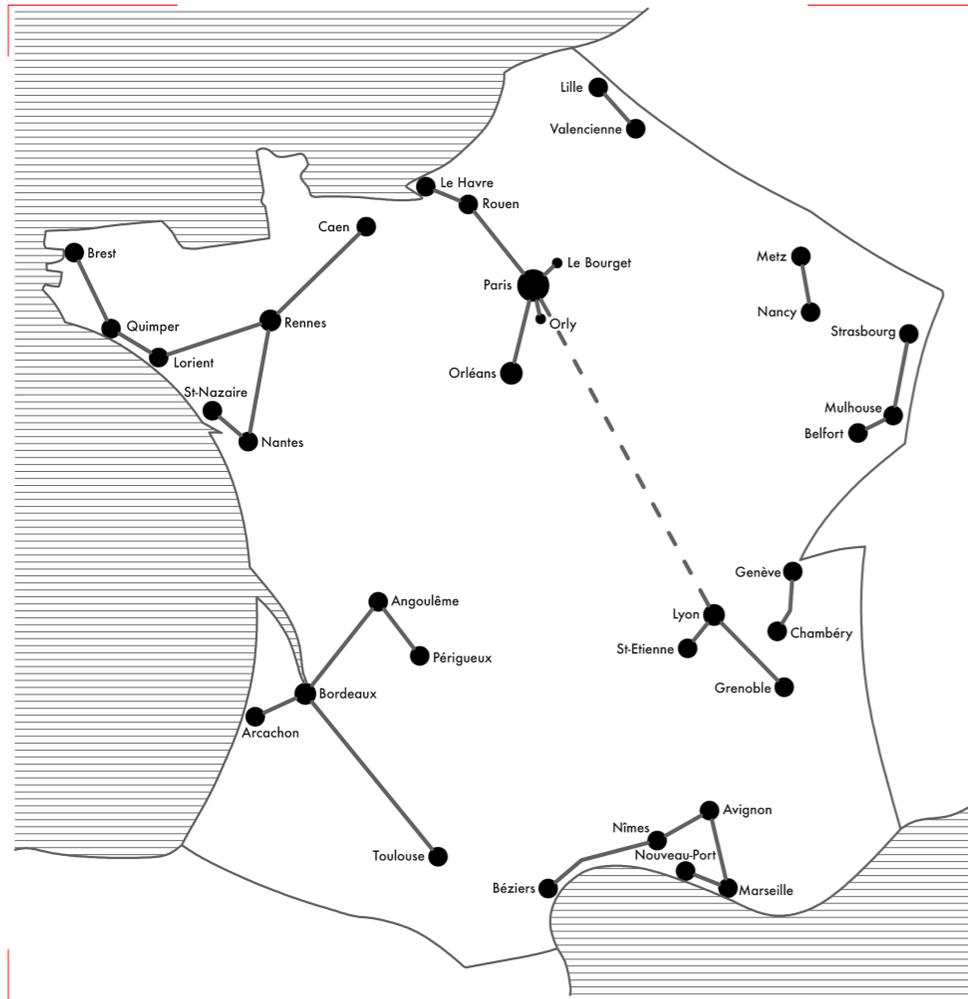


L'appareil à turboréacteur impressionne depuis le sol, 1974.
© Daniel Bedrunes



L'I-80 HV a traversé la campagne à plus de 400 km/h.
© Association AJB

2.1.3. APPLICATIONS ET PERSPECTIVES



Carte imaginaire de la France par la Société de l'Aérotrain.

Exemples de liaisons possibles :

Lyon - Grenoble	87 km	20 à 26 min
Paris - Orléans	120 km	25 à 35 min
Paris - Lyon	450 km	1h10 à 1h30
Paris - Orly	12 km	4 à 5 min
Lyon - Givors - St-Etienne	55 km	14 à 16 min
Metz - Nancy	57 km	15 à 17 min
Paris - Le Bourget - Paris Nord	30 km	10 à 12 min
Marseille - Marignane	25 km	6 à 8 min
Marseille - Nouveau-Port	50 km	12 à 15 min
Rennes - Lorient - Quimper - Brest	260 km	1h à 1h10
Bordeaux - Angoulême - Périgueux	175 km	35 à 40 min

Ce qui a été mis en évidence à Gometz ne présupposait pas un moyen de transport en commun défini pour un type de liaison particulier. Dès le début, il a été envisagé que l'Aérotrain puisse trouver des applications dans divers domaines, mais toujours pour rendre service aux voyageurs terrestres. Pierre Patin, ami de Jean Bertin et lié aux aventures de l'Aérotrain, commençait ainsi son déroulement des projets :

« La première tentative d'application de l'Aérotrain fut une ligne de Lyon-Bron à Grenoble destinée à faciliter l'accès aux jeux Olympiques de 1968. Mais le lancement tardif de l'idée, en mars 1966, les inévitables délais d'étude et surtout de décision rendaient manifestement cette réalisation impossible. »¹

Dans un contexte similaire d'urgence lié à l'approche d'un événement d'ampleur, que Corinne Tiry-Ono relate dans *L'architecture des déplacements : gares ferroviaires au Japon*, les mises en service en 1964 du Monorail de Tokyo reliant la gare Hamamatsuchō à l'aéroport international Haneda et de la célèbre ligne à grande vitesse Tōkaidō du service Shinkansen, entre Tokyo et Osaka, étaient liées à l'arrivée des Jeux Olympiques d'été de Tokyo la même année².

Les principaux responsables de la région Rhône-Alpes avaient été convaincus de la pertinence d'une telle technologie pouvant prétendre à une liaison inter-ville très rapide lorsque Jean Bertin et ses collaborateurs étaient venus la leur présenter. Au delà des Jeux Olympiques, une telle ligne entre le chef-lieu et Grenoble avait été envisagée comme un réel atout améliorant les communications sur le long terme. Un véhicule de quatre-vingts passagers, comme le modèle testé plus tard à Orléans, flottant à une vitesse de croisière de l'ordre de 200 km/h avait été proposé dans l'avant-projet déposé dans de brefs délais par la Société de l'Aérotrain. Cette application illustre le domaine interurbain auquel pouvait répondre le procédé, c'est-à-dire des voyages de ville à ville sur des distances comprises entre soixante et cinq-cents kilomètres au maximum. Il offrait une aptitude à la grande vitesse tout en assurant des fréquences élevées avec une distance entre chaque convoi pouvant être relativement faible, sans oublier une souplesse de mise en œuvre compte tenu des pentes acceptées par le système. Il se prêtait très bien aux contraintes de certains territoires, c'était le cas avec ce premier projet de liaison où le relief est très marqué, la voie surélevée permettait un tracé efficace. Dans sa contribution, Vincent Guigueno annonce dans la genèse du projet au travers de l'Aménagement du Territoire :

« L'aérotrain participe donc d'un projet de contraction spatiale et temporelle du territoire national, parcouru quotidiennement par des hommes d'affaires et des fonctionnaires pressés, à l'image des chargés de mission de la DATAR. »³

Dans ce thème de liaison interurbaine, une ligne entre Paris et Lyon était projetée ainsi qu'une autre entre Paris et Orléans à laquelle le tronçon prototype livré en 1969 devait être intégré. Un intérêt de ce service se trouvait également dans le fait de relier la future Université Paris-Sud à l'Université de La Source implantée en 1966 au sud d'Orléans. Avec cette interconnexion, les étudiants de la capitale pouvaient ainsi profiter de ce nouveau campus excentré, moderne, conçu pour étudier dans de parfaites circonstances. Dans son histoire, Orléans a eu des écoles réputées, des universitaires y venaient pour étudier le droit romain entre autres, une discipline qui était interdite d'enseigner à Paris entre 1273

1. Patin Pierre, L'Aérotrain, un essai réussi mais non transformé, *Culture Technique*, 1989, n°19, p.78

2. Tiry-Ono Corinne, *L'architecture des déplacements. Gares ferroviaires au Japon*, Paris, Infolio, Collection Archigraphy Poche, 2017, p.58

3. Guigueno Vincent, Un objet en quête de territoire : l'aérotrain de Jean Bertin et la ville nouvelle de Cergy-Pontoise, Vadelorge Loïc (dir.), *Habiter les villes nouvelles*, Paris, Le Manuscrit, 2006, p. 69

et 1679. « D'ailleurs, la construction de la ligne d'essai a entraîné une inflation du prix de l'immobilier à Orléans, car beaucoup de gens ont commencé à acheter pensant qu'ils seraient bientôt à un quart d'heure de Paris »⁴, ajoutait Philippe Bertin dans une correspondance, le fils du Président Directeur Général de la Société Bertin & Cie. Le viaduc entre Saran et Ruan aurait pu se poursuivre d'un côté en desservant deux gares dans l'agglomération d'Orléans, puis de l'autre vers un arrêt intermédiaire dans l'agglomération parisienne avant d'atteindre le terminus. La pré-étude de cette desserte, dans l'hypothèse d'une fréquentation journalière de cinq mille voyageurs, prévoyait une durée n'excédant pas les quarante-cinq minutes pour se rendre d'une ville à une autre, temps d'attente moyen inclus.

Evidemment, un déplacement pour relier une ville à une autre n'introduisait pas les mêmes nécessités et les mêmes possibilités qu'une liaison aux abords des villes. La technique du véhicule sur coussin d'air guidé sur rail, par sa souplesse, pouvait aussi bien prétendre aux liaisons de grandes distances qu'aux liaisons en zones urbaines et suburbaines. Des considérations telles que le niveau de bruit admissible, la pollution, le nombre de dessertes, la capacité, l'espace par voyageur variaient. La vitesse n'avait pas non plus le même facteur d'intérêt, la capacité de haute vitesse d'un véhicule de type inter-ville devenait superflue dans un contexte en périphérie et encore plus en milieu urbain dense.

Alors que l'I-80, en plus qu'au travers la campagne, brillait sous le feu des projecteurs, son intervention à grande échelle dans le paysage étant prédominante, un autre marché avait été signé pour expérimenter un véhicule suburbain dédié à des distances comprises entre cinq et cinquante kilomètres. Sur le site d'essai de Gometz, une deuxième voie au sol de trois kilomètres a été construite à partir d'avril 1968. Toujours en « T » inversé, elle différait cependant de sa voisine en béton avec une surface horizontale de glissement plus large faite de bitume et un rail central en profilés d'aluminium. Cette partie verticale de la voie, dédiée au guidage et également au freinage avec une zone d'application des patins de freins, était, cette fois-ci, dans un matériau métallique conducteur. Elle jouait directement un rôle dans le fonctionnement du nouveau système de propulsion, il ne s'agissait plus d'un moteur aéronautique mais d'un moteur électrique linéaire alimenté par un courant triphasé fourni via un rail conducteur placé le long de la voie. L'âme centrale, qui est donc la partie fixe, interagissait avec le groupe de bobines du moteur asynchrone en « U » inversé, la partie mobile.

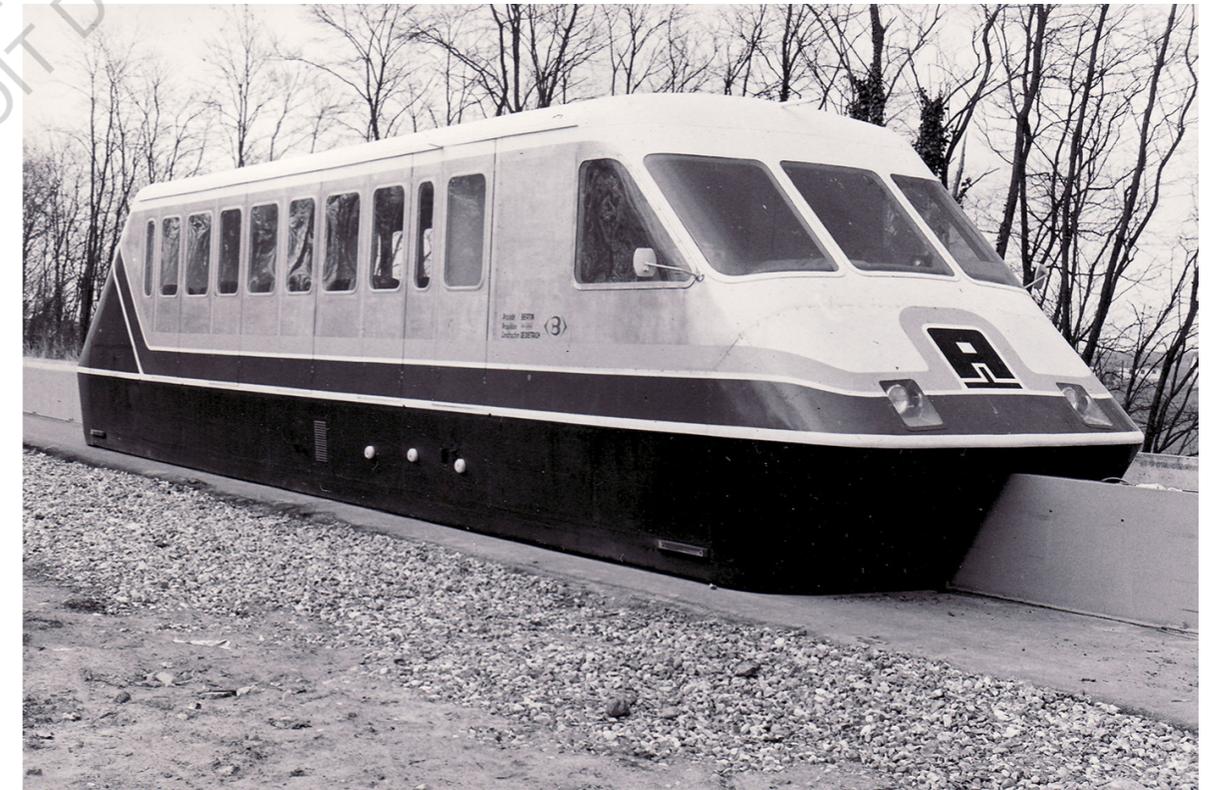
En août 1969, environ un mois après que le modèle I-80 ait été acheminé vers son hangar à Chevilly, l'Aérotrain suburbain de quarante-quatre places, le S-44, est sorti de l'usine De Dietrich de Reichshoffen en Alsace, aujourd'hui un site Alstom. Un premier essai d'un tel dispositif a été testé non pas sur le nouveau prototype expérimental, mais avec un montage sous forme de chariot. Il était pourvu d'un moteur linéaire réduit, fourni par la société LML, Le Moteur Linéaire, créée par la firme Merlin Gerin spécialisée dans le matériel électrique. La motorisation du véhicule s'est faite ultérieurement après la réception d'une version fournissant plus de watts. À la fin de l'année 1969, lorsque les essais de l'Aérotrain 02 se clôturaient, l'électrification de la seconde voie parallèle se terminait, c'était au tour du S-44 d'entrer dans sa période d'expérimentation. Il fournissait une idée du matériel pouvant opérer dans ce domaine de liaison.



Essais du moteur électrique linéaire sur un chariot expérimental.
© Association AJB



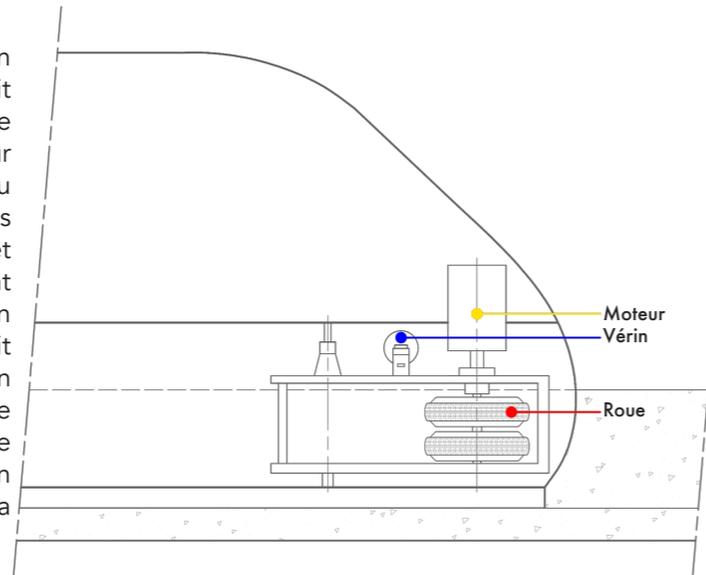
Livraison du S-44 à la base de Gometz.
© Association AJB



Aérotrain suburbain S-44.
© Association AJB

4. Demouveau Gautier, « Comment l'Aérotrain a failli révolutionner le transport », *L'édition du soir*, Ouest France, 05 décembre 2017, <https://www.ouest-france.fr/leditiondusoir/data/14765/reader/reader.html#!preferred/1/package/14765/pub/21438/page/14>

Pour les déplacements suburbains, un mode de propulsion alternatif était proposé. En 1972, le modèle 01 a encore été modifié pour recevoir un générateur hydraulique et un dispositif à l'avant du véhicule comportant deux roues. Elles prenaient appui sur le rail de guidage et pour plus d'efficacité tout en minimisant la dégradation des pneumatiques, un vérin hydraulique ou magnétique adaptait la pression qu'elles exerçaient en fonction de l'accélération et de la vitesse. Cette solution par roues pressées a été essayée de septembre à novembre 1972 mais en raison de la motorisation hydraulique, la vitesse n'a pas dépassé les 157 km/h.



Propulsion par roues pressées, schéma de principe.

Dans ce thème-ci, des tracés pour une ligne desservant l'aéroport d'Orly ont été étudiés. La saturation des axes routiers devenant problématique, une liaison par Aérotrain à grande fréquence solutionnait potentiellement l'accès. Sur cette tentative, Pierre Patin concluait : « Mais, finalement, tous ces projets furent abandonnés : la mise en service de Roissy requérait d'autres moyens et on se rendit compte que des échanges entre les deux aéroports seraient sans doute nécessaires. »⁵. En effet, l'Aéroport de Paris, établissement public, passa un marché en décembre 1969 avec la Société de l'Aérotrain et les Grands Travaux de Marseille pour une étude poussée sur une liaison Orly-Roissy. Le tracé mesurait cinquante-six kilomètres, il était parcourable en vingt minutes. Une station intermédiaire et multimodale à Joinville prévoyait une correspondance avec une ligne du RER passant par le niveau inférieur, ce qui permettait de rejoindre Paris. Avec cette connexion, Orly et Roissy auraient peut-être formé qu'une seule aérogare. Elle offrait un voyage intermédiaire, en sustentation, donnant la possibilité de s'adapter progressivement du passage de la terre au ciel, ou du ciel à la terre.

Les contours de la capitale, ainsi que d'autres grandes villes, se dissolvaient, les cités dortoirs en pleine expansion engendraient une décentralisation des foyers par rapport aux lieux de travail. Cela avait pour effet d'augmenter les échelles, donc les temps de trajet, et la densité des trafics. Les services de transports publics étaient étroitement liés à ces transformations, l'urbanisme étant inséparable de la mobilité. Dans un reportage de novembre 1971 exposant l'état des transports en commun à Paris, le journaliste Jean-Pierre Guérin donnait quelques chiffres :

« Quinze millions de déplacements quotidiens dans la région parisienne, trois milliards d'heures par an dans les transports en commun, autant de temps de transport que de loisir, un parc automobile qui croît de 8% par an, la situation s'aggrave. [...] Deux millions de personnes prennent l'autobus tous les jours [...] »

5. Patin Pierre, L'Aérotrain, un essai réussi mais non transformé, *Culture Technique*, 1989, n°19, p.78

Mais la vitesse moyenne diminue, elle est de 10 km/h, un peu supérieure à celle d'un omnibus à cheval au XIXème siècle. Quatre millions de voyageurs prennent le métro tous les jours, quatorze lignes desservent trois cent trente-six stations. [...] Vitesse moyenne des trains : 25 km/h. Neuf cents nouvelles voitures en dix ans ; malgré cela, 74% des voitures datent d'avant 1939 et 13% d'avant 1914. [...] Beaucoup d'efforts pour transporter les quatre millions de voyageurs quotidien, mais toujours huit personnes au mètre carré aux heures de pointe et un milliard quatre cents millions de déficit de la RATP avant la dernière augmentation des tarifs. Le train de banlieue transporte un million quatre cent mille voyageurs tous les jours. Là aussi, la SNCF a beau augmenter les véhicules de 30% en dix ans, électrifier et moderniser le matériel, les conditions de confort restent insuffisantes et les trains bondés aux heures de pointe. Le Réseau Express Régional, ou RER, est la grande nouveauté des transports en commun. [...] L'année prochaine, le RER ira jusqu'à Saint-Germain-en-Laye. Mais il ne rendra vraiment service que quand il traversera complètement Paris. »⁶

Comme l'expliquait Jean Bertin pour compenser le phénomène de «nébuleuse» en proche banlieue :

« Dans ces conditions, il a semblé préférable à certains aménageurs d'offrir une politique de décentralisation de l'emploi dans de véritables villes-satellites et non de simples cités dortoirs de l'agglomération principale. Pour cela, il fallait que ces villes soient situées suffisamment loin pour éviter l'urbanisation intermédiaire, mais en même temps bien reliées au centre principal par un moyen rapide et fréquent. »⁷



Maquette du S-44, Jean Bertin et la préfecture du Val-d'Oise, 1974.

© Archives départementales du Val-d'Oise

6. Martinez Enrique, Guérin Jean-Pierre, Pourquoi ça marche mal [vidéo en ligne], *L'hexagone*, ORTF, 08 novembre 1971, 22min32s. Disponible sur <https://www.ina.fr/video/CAF06029117/pourquoi-ca-marche-mal-video.html>

7. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 30

En juillet 1971, durant une réunion interministérielle, le projet de ligne Orly-Roissy a été remplacé par un autre projet reliant le quartier d'affaires de La Défense, dont le plan masse et le programme étaient en pleine restructuration, à la ville nouvelle Cergy-Pontoise en pleine construction. Le commentateur Alain Bedouet pour *Inter actualités* annonçait ce soir là :

« Tout n'est pas gagné cependant, la décision a été prise sous réserve de l'accord du District de la région parisienne auquel, du reste, on ne demandera aucune contribution financière supplémentaire. Il faut dire que le second projet, celui de la liaison Orly-Roissy en France, n'est pas abandonné pour autant, il est seulement retardé. »⁸



Double page centrale d'une brochure promotionnelle de l'EPA, circa 1974.
© ADVO

Le tracé de vingt-sept kilomètres, contournant la forêt de Saint-Germain-en-Laye pour la préserver au maximum, était deux fois moins long que celui à l'Est entre les aéroports, son coût était également moitié moins cher. Le concept Aérotrain avait conquis les décideurs de la ville nouvelle depuis quelques années déjà ; Bernard Hirsch, nommé à la tête de l'Établissement Public d'Aménagement de Cergy-Pontoise, et André Chadeau, Préfet Délégué pour le Val-d'Oise, avaient découvert le prototype expérimental 01 dans sa version hélice en octobre 1966 à Gometz. Le Conseil d'Administration du District de la région parisienne s'était prononcé en novembre 1971. Alors que certains craignaient qu'un tel projet fasse le contre-schéma directeur car trop rapide, trente-trois voix contre

8. Valette Bernard (présentateur), Bedouet Alain (commentaire), La futur ligne d'aérotrain entre Cergy Pontoise et la Défense [écoute en ligne], *Inter actualités de 20h00*, 29 juillet 1971, 5min. Disponible sur <https://www.ina.fr/audio/PHF04017574/inter-actualites-de-20h00-du-29-juillet-1971-audio.html>

onze en faveur de cette nouvelle ligne ont été votées. Un moyen de transport aussi nouveau que Cergy-Pontoise, pour mettre en réseau deux pôles ; l'un rattaché à la ville centre, l'autre beaucoup plus excentré sur d'anciennes cultures de betteraves.

Pour des étendues construites plus denses et plus complexes ou en zone urbaine, une solution de transport en commun encore plus souple a été expérimentée. L'Aérotrain Tridim a fonctionné sur une voie de deux cent quinze mètres au Centre d'Essais des Renardières de l'EDF⁹ qui a participé au financement avec Bertin & Cie. Son nom, il le tenait de sa capacité à accepter des virages serrés et des fortes pentes, de 20%, voir de 30%, c'est-à-dire des mouvements plus agiles dans les trois dimensions. Avec un besoin de vitesse nettement revu à la baisse, bien plus que pour le prototype suburbain, le système de propulsion testé pouvait être encore d'un autre genre. Sur la voie, une double crémaillère souple faite en structure mixte composée de caoutchouc et d'une fine lame métallique, atténuait significativement le bruit. Des roues dentées, commandées par des moteurs électriques, s'y engrenaient pour faire mouvoir un petit wagon automatique d'une capacité de quatre voyageurs. Les coussins d'air, employés seulement pour la sustentation et non pour le guidage, étaient du même type que ceux utilisés pour de la manutention, une autre application trouvée à ce phénomène physique. Ce modèle testé à partir de mai 1973 était compact et de petite dimension mais une plus grande capacité était tout à fait envisageable. Cette version avait intéressé d'autres cas en lien avec la politique nationale d'aménagement du territoire de cette époque, Vincent Guigueno écrit :

« On note également que Cergy n'est pas la seule ville nouvelle pour laquelle on envisagera l'arrivée de l'aérotrain : les sites de L'Isle d'Abeau et de Villeneuve d'Asq – dans la version dite « tridim », un mini-aérotrain capable de franchir des dénivelés importants – font l'objet d'études de faisabilité. »¹⁰



Aérotrain Tridim, site des Renardières.
© Association AJB

9. Le site des Renardières créé en 1964 à Moret-Loing-et-Orvanne, en Seine et Marne, est l'un des trois centres de recherches et développement d'EDF.

10. Guigueno Vincent, Un objet en quête de territoire : l'aérotrain de Jean Bertin et la ville nouvelle de Cergy-Pontoise, Vadelorge Loïc (dir.), *Habiter les villes nouvelles*, Paris, Le Manuscrit, 2006, p. 70

En septembre 1974, une société américaine, avec l'aide d'ingénieurs de la NASA, avait expérimenté l'Aérotrain Rohr sur une voie à l'abri des regards, en plein désert du Colorado. Une collaboration entre la Société de l'Aérotrain et la société californienne Rohr Industries, Inc. spécialisée dans le secteur aérospatial, devenue aujourd'hui Collins Aerospace, la nouvelle entité du conglomérat United Technologies, avait été conclue dès décembre 1969. Avec l'aide de plusieurs contrats passés avec le *Department Of Transportation*, un Aérotrain expérimental de soixante places, conçu pour une vitesse de 240 km/h et propulsé par un moteur linéaire Merlin Gerin s'est retrouvé sur un site à Pueblo.

Ce partenariat illustre l'ouverture à l'international auquel le procédé Aérotrain était voué. Alors que Jean Bertin se réjouissait que le comité interministériel ait pris une décision, bien que ce ne soit pas la ligne Orly-Roissy longuement étudiée, il accueillait Sam Yorty, Maire de Los Angeles, sur la plateforme de Chevilly en cette fin de juillet 1971. Les États-Unis envisageaient cette technique sur coussin d'air pour des liaisons entre les villes et les aéroports principalement, d'où la pertinence qu'aurait été la décision favorable pour le projet avec l'Aéroport de Paris.

Un accord de coopération technique n'avait pas seulement été signé avec la firme américaine, il y avait également le groupe suédois Salèn. Les délégations internationales avaient suscité l'intérêt de plusieurs pays. Dans une lettre de Jean Bertin datée du 2 juillet 1971 et adressée à Jacques Chaban-Delmas, Premier Ministre, faisant part de l'impasse délicate dans laquelle se trouvait la Société, il rendait compte de l'effet des retards et des hésitations sur les clients potentiels en dehors de l'hexagone. Le Brésil, le Japon, la Hollande, l'Italie, l'Australie, le Venezuela, des études pour sept liaisons d'Aérotrains à travers six pays avaient été lancées et cinq autres étaient en attente¹¹. Une entrée en phase d'exploitation en France était primordiale pour espérer un déploiement sur un autre sol. Les décideurs étrangers auraient été confortés dans leurs intuitions et davantage confiants. Le feu serait passé au vert pour l'exportation de cette technologie française et l'avance sur la concurrence étrangère aurait été consolidée.

11. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 137



Aérotrain construit par Rohr Industries, Inc. à Chula Vista en Californie, circa 1973.
© DR



Démonstration de l'I-80, Jean Bertin, Marcel Cavaillé, Secrétaire d'État aux Transports, et Tom Bradley, Maire de Los Angeles, 10 septembre 1974.
© Daniel Bedrunes

2.2. DÉRAILLEMENT IMPOSÉ

2.2.1. LES DIFFICULTÉS DE COLLABORATIONS

Le métro aérien suspendu de la Safège, testé à Châteauneuf-sur-Loire à l'est d'Orléans, à quelques kilomètres du viaduc entre Saran et Ruan, pourtant prometteur, s'est stoppé net en 1966. Un rail aérien, semblable à celui fabriqué dans l'usine de la société Baudin Châteauneuf spécialisée dans les ouvrages d'arts et les charpentes métalliques, n'a été répété ni pour le projet de trois kilomètres entre Charenton et Créteil au sud-est de Paris¹, ni ailleurs. Le brevet n'a eu aucun débouché. Bien que le cas de l'Aérotrain se soit déroulé sur un laps de temps plus long et que les perspectives d'applications ne soient comparables, il a malgré tout connu le même sort.

Déjà sur la première tentative de véhicule sans roues sous forme d'aéroglesseur, établie après avoir redécouvert le phénomène grâce à un heureux hasard, Bertin & Cie n'avait reçu la manifestation d'aucun véritable intérêt. Effectivement, l'ouvrage commencé en 1975 par Jean Bertin, et complété par la suite par Raymond Marchal, regrettait les difficultés de l'innovation en France. La montée de l'*Hovercraft* avec les engins désignés SR.N en était un exemple. Philippe Demigné, Président Directeur Général du groupe Bertin Technologies, anciennement Bertin & Cie repris par voie de cession des actifs à la suite du dépôt de bilan en 1998, prononçait au cours d'un débat :

« Le monde anglo-saxon a toujours bien mieux valorisé l'expertise, l'innovation (valorisation de brevets) et le développement technologique que la France. »²

La situation s'était heureusement débloquée avec un rapprochement du secteur de la défense. Quand il a été question de l'Aérotrain, les premiers temps ont été également solitaires, dépourvus de financement. Peut-être que l'idée même de la contamination d'un aéronef et d'un véhicule terrestre dérangeait car trop incertain, trop avant-gardiste, dérogeant aux systèmes traditionnels, mêlant deux secteurs industriels qui ne communiquent pas, bien que la vocation première de cette Société soit portée sur les actions interbranches.

Afin de voir si la formule était bonne, avant que des crédits ne soient débloqués pour l'Aérotrain expérimental 01 et le site propre entre Gometz-la-Ville et Limours, Jean Bertin et son équipe désiraient construire un véhicule pour une ou deux personnes sur une voie d'au moins un kilomètre. Pour y parvenir, ils ont eu recours à des prospections et des démarches, surtout auprès de la RATP puis de la SNCF. Pour le gestionnaire public des lignes du métro parisien, une première idée d'application à basse vitesse avait été soumise : la solution Aérotrain pouvait apporter un niveau de confort supérieur et une technologie éliminant les vibrations problématiques qui se répercutaient sur les immeubles de la capitale. Cette proposition n'a pas donné suite. L'autre exploitant du transport public avait manifesté plus de sensibilité. Une étude bien détaillée leur avait été transmise sur leur demande dès 1964, il était déjà question d'une évaluation pour un axe rapide Paris-Lyon,

deux ans avant la tentative d'application pour la liaison Lyon-Grenoble. À propos des informations qui avaient été transmises, Jean Bertin écrivait :

« Il y avait aussi les réponses à toutes les questions qui pouvaient se poser concernant l'exploitation, l'espacement des véhicules, le freinage de sécurité, le dépannage, la propulsion auxiliaire, l'effet de la neige et du verglas, etc... Tout ceci avait d'ailleurs fait l'objet de discussions approfondies avec les ingénieurs du rail. »³

Alors que la Société entreprenait l'Aérotrain sans un arrêt au train, mais plutôt comme un mode de transport en commun complémentaire, les sociétés nationalisées ont peut-être perçu l'avènement de cette technologie sous un autre angle. Sans ce sous-entendu de concurrence industrielle, le concept formulait malgré lui une technique redoutable dont le père fondateur, polytechnicien et ingénieur de formation, se permettait de résumer ainsi :

« Qu'était en effet l'AEROTRAIN selon nos vues de l'époque, sinon un moyen de se transporter deux ou trois fois plus vite qu'avec un moyen conventionnel, tout en nécessitant un investissement nettement inférieur et probablement aussi un meilleur coût d'exploitation? S'il répondait en pratique à nos espoirs, il devait permettre du même coup de répartir les activités humaines sur une aire quatre à dix fois plus grande sans demander aux hommes un temps supérieur à celui qu'ils consacrent déjà à l'heure actuelle dans le système existant. Voilà ce qui pouvait changer bien des choses dans l'aménagement de la région parisienne comme de plusieurs autres. »⁴

Cependant, la situation socio-économique du pays devait être prête à ce bouleversement de la mobilité dont Yves Crozet, professeur d'économie à l'Université de Lyon et membre du Laboratoire Aménagements Économie Transports, en décrit le couplage :

« Plus le produit intérieur brut (PIB) augmente, et plus s'accroissent les distances parcourues par les voyageurs et les marchandises, essentiellement grâce à l'augmentation des vitesses de déplacement. Au point que nous pouvons parler d'hyper-mobilité. »⁵

La SNCF avait réceptionné les éléments technico-économiques du concept novateur en septembre 1964, en tous cas, tout ce que l'équipe d'ingénieurs et de techniciens était en mesure de fournir à ce moment là. Les responsables n'ont pas approuvé, leur décision était catégorique, relier Paris à Lyon sur coussins d'air ne pouvait avoir lieu. Il fallait donc procéder différemment. Pourtant, plusieurs années plus tard, en 1973, la RATP et la SNCF ont formé la filiale commune Aéropar pour assurer la concession d'une ligne d'Aérotrain dans la région parisienne, la fameuse entre La Défense et Cergy-Pontoise. La Société orchestrait la construction du projet via les groupements de sociétés pour les infrastructures et pour les véhicules, puis devait se charger de l'exploitation une fois la mise en service effectuée.

Ce qui a changé la donne, c'est la corrélation entre les capacités offertes par l'Aérotrain, peut-être aussi la nouvelle forme et l'aura qu'il insufflait, avec les enjeux de l'aménagement du territoire auxquels l'État s'était attelé par l'intermédiaire du nouveau service du Premier Ministre, la DATAR. Tout comme le métro suspendu de la Safège, c'était une

1. M.G., « Le projet de métro aérien sur la ligne Charenton-Créteil abandonné? », Le Monde, 05 octobre 1966, https://www.lemonde.fr/archives/article/1966/10/05/le-projet-de-metro-aerien-sur-la-ligne-charenton-creteil-abandonne_2689043_1819218.html

2. Demigné Philippe, Révah Élisabeth (rédaction), De Bertin & Cie à Bertin Technologies ou l'aventure d'une entreprise «biotechnologiquement modifiée» [compte rendu d'exposé], Les Amis de l'École de Paris, École de Paris du management, 12 décembre 2001, diffusé en mars 2002, p. 6

3. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 39

4. *Ibid.*, p. 45

5. Crozet Yves, *Vitesse et mobilité : au-delà du désenchantement d'un «monde fini»*, Transports, janvier - février 2016, N°spécial vitesse, hommage à Marc Wiel, p. 51

novation à portée de main, en phase avec les aspirations d'une France gaullienne, organisatrice et modernisatrice, friande de technologies. Le soutien des Délégués successifs Olivier Guichard puis Jérôme Monod ont joué un rôle important, permettant de débloquent des subventions de l'État pour monter en puissance. Des contrats agrémentés d'avenants se signaient pour la recherche, le développement et la démonstration.

Malgré cela, en plus des ralentissements et des absences de décisions de la part du Gouvernement, des informations diffamatoires répandues sur les opérations menées ont semé un vrai doute général. Jean Bertin, évidemment fatigué par les agitations, ajoutait dans ses lignes :

« Cela n'empêche pas des journalistes mal informés, ou peut-être volontairement mal informés, de prétendre, onze ans après, que, dans notre prétention, nous n'avons jamais pris en considération les problèmes d'exploitation ! Comment peut-on, sans chercher à savoir ce qui a été fait, soutenir publiquement des thèses aussi contraires à la réalité ? »⁶

Pour certains, l'Aérotrain ne répondait pas correctement au besoin social que devait assurer un service de desserte, c'était notamment le cas de ceux devant être exploités entre la ville nouvelle depuis Paris. Bien qu'il s'agisse d'une gamme à moyenne vitesse, un tel mode était trop rapide, trop cher au kilomètre, d'une capacité trop faible, comporté trop peu d'arrêts. Vincent Guigueno déclare que son adoption aurait installé un transport de luxe qui ne s'adressait qu'à une élite⁷. Y a-t-il eu, à un moment donné, du lobbying contre cette solution de desserte ? Quelle était la véracité de tous ces propos ? Son ami Pierre Patin, également Directeur Général d'Aéropar, dénonçait le manque d'une certaine expérience pour entreprendre le projet dans sa globalité, des points techniques dépendant des besoins de l'exploitation n'étaient pas résolus :

« Ces questions ne semblaient nullement préoccuper la Société de l'Aérotrain. Comme par exemple, au cours d'une réunion au STP (Syndicat des Transports Parisiens), je demandais à Bertin : « Comment vas-tu réaliser la signalisation d'espacement pour faire passer un train à la minute ? », il me répondit : « Pas de problème, on utilisera la signalisation ferroviaire. » Je fus obligé de faire remarquer : « Tu n'oublies qu'une chose, c'est que le bloc automatique repose sur le contact entre la roue et le rail. Or, tu n'as ni roue ni rail. » Même les études du véhicule étaient encore dans l'enfance. Ravenet (Président d'Aéropar) et moi-même nous rendîmes chez Bertin & Cie, à Plaisir, le 4 octobre 1972. Le plan de véhicule que l'on nous montra était un simple schéma. [...] Dans la voiture qui nous ramenait à Paris, Ravenet, toujours dynamique, était furieux. Tout, ou presque, était à faire. On s'y attela. »⁸

Les efforts menés pour rendre opérationnel le projet de ligne La Défense-Cergy étaient techniques, économiques, administratifs et politiques. Rien ne devait être laissé au hasard pour cette affaire à but civil. L'ascension vers une solution cohérente et réalisable à l'été 1974 n'a pas été sans embuches, quelques déboires, notamment techniques, ont joué sur l'économie du projet. En 1971, Bertin & Cie s'était retrouvée déficitaire pour la première fois. En plus d'une évolution laborieuse et parsemée de faux espoirs, un épisode malheureux lié au système de propulsion avait été déclenché au sein du groupement

constructeur, ce qui a engendré une situation délicate que Raymond Marchal expliquait :
« Le 3 mai 1971, le constructeur du moteur linéaire, Merlin Gerin, faisait savoir que le prix de sa fourniture estimé antérieurement à 68 MF TTC passait à 180 MF TTC si bien que le projet ne pouvait plus être réalisé dans l'enveloppe financière admise. De ce fait, Léon Kaplan, épuisé nerveusement par toutes ces difficultés, donnait sa démission et le 14 mai 1971 Jean Bertin prenait la charge de la Société de l'Aérotrain comme Président. Il devait alors cumuler ses fonctions, déjà très absorbantes, de Président de la Société Bertin & Cie avec des responsabilités écrasantes à la Société de l'Aérotrain puisqu'il était obligé, en prenant la présidence, de réduire de moitié les effectifs de la Société. »⁹

En février 1973, après de nombreuses études et consultations d'experts, Robert Galley, Ministre des Transports, a acté le choix pour le moteur linéaire à fréquence variable alimenté en courant continu, ce qui était moins complexe que la captation du courant triphasé ; ces technologies étaient en plein développement. En octobre 1973, la filiale Le Moteur Linéaire de Merlin Gerin a fait faillite, il n'y avait plus de fourniture des moteurs électriques. Jeumont-Schneider¹⁰ du Groupe Empain-Schneider, dont Merlin Gerin s'était d'ailleurs rapproché, est désigné pour prendre le relais. Les modèles proposés avaient par contre un bien meilleur rendement, même si ce n'était pas encore celui espéré. En février 1974, le Conseil des Ministres a confirmé le projet, il y aura bien une double voie en « T » inversé pour la circulation d'Aérotrains à 180 km/h. En juin 1974, un contrat d'engagement global est établi entre Aréopar et les groupements industriels, il couvrait l'infrastructure et dix-neuf véhicules. Dans l'incompréhension totale, quelques semaines après, le 17 juillet 1974, le Gouvernement annonce l'annulation du projet.



Le S-44 vide.

Source : Association AJB

6. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 39

7. Guigueno Vincent, *Un objet en quête de territoire : l'aérotrain de Jean Bertin et la ville nouvelle de Cergy-Pontoise*, Vadelorge Loïc (dir.), *Habiter les villes nouvelles*, Paris, Le Manuscrit, 2006, p. 70

8. Patin Pierre, *L'Aérotrain, un essai réussi mais non transformé*, *Culture Technique*, 1989, n°19, p. 80

9. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 136

10. La Société des Forges et Ateliers des Constructions Électriques de Jeumont fusionne en 1964 avec la Société du Matériel Électrique Schneider-Westinghouse pour former la nouvelle firme Jeumont-Schneider. En 1986, la société transfère son activité de traction à Alstom, aujourd'hui Alstom. Son activité électromécanique est reprise en 1989 par Framatome, une autre filiale du Groupe Empain-Schneider chargée, depuis 1975, d'équiper les 58 réacteurs à eau pressurisée du parc nucléaire français. Jeumont-Schneider est devenue Jeumont Industrie, aujourd'hui Jeumont Electric.

2.2.2. UN CONCEPT NON INFALLIBLE

Ce qui s'est déroulé aux différentes stations d'essai a révélé des performances et des qualités remarquables. Des kilomètres ont été parcourus, des records ont été battus, des regards ont été ébahis, des commentaires ont été enthousiasmants. Le confort, la sécurité, la rapidité, la simplicité, la réduction de la maintenance, divers points rendaient la formule prometteuse. Les exploits officiels de vitesse étaient des cas isolés, bien sûr, il ne s'agissait pas de répéter ces conditions de fonctionnement au cours de transits quotidiens qu'aurait assurés une ligne commerciale. Les versions 01 et 02 ont survolé la voie de Gometz à 303 km/h, 345 km/h puis 422 km/h sous la poussée d'une ou deux fusées d'appoint, de tels accomplissements se sont déroulés ainsi en raison de la longueur trop faible de la voie. Les circonstances normales d'exploitation n'auraient jamais fait appel à ce genre de dispositif purement expérimental. Cependant, les techniques en développement prédisposaient complètement l'Aérotrain à atteindre des hautes vitesses, en tous cas pour les véhicules interurbains, le record enregistré en mars 1974 l'avait démontré avec l'ultime prototype I-80. Le recours à des additions de propulsion en décembre 1966, en décembre 1967 et en janvier 1969 créait d'importants dégagements de fumée, les images saisies durant ces événements ont servi ultérieurement à dénoncer la pollution émise par un Aérotrain, ce qui était évidemment une extrapolation.

L'usage de matériel aéronautique pour permettre à la masse sur coussin d'air de se mouvoir a été fortement critiqué, notamment pour les départs où, à l'image des avions, l'engin laisserait derrière lui une trainée nuisible à tous. Effectivement, comme en témoignait l'exposé en juin 1970 de Marcel Tessier, Ingénieur en Chef Hors Classe, Chef Adjoint du Service de la Recherche de la SNCF, le matériel I-80 dans sa variante à hélice carénée en pleine période d'essais d'investigations avait eu quelques lacunes à atteindre l'accélération prévue :

« En utilisant la puissance de décollage des turbines, la distance s'est abaissée à 3 750 m mais il ne saurait être question d'utiliser normalement ce régime en exploitation. »¹

Ce qui était confirmé plus tard par Raymond Marchal dans ses écrits :

« Au surplus, les moteurs d'avions ne fument pas en croisière car la marche en surcharge déterminant l'apparition des fumées n'est utilisée qu'au moment du décollage et du début de la montée. Il n'est pas question pour l'AÉROTRAIN d'employer ces sortes de régime si bien qu'on peut affirmer qu'il n'émettra pas de fumée. »²

Le fonctionnement de l'engin perché sur son rail était parfois extrême, le concept étant dédié au transport de personnes, le développement du freinage d'urgence faisait partie du jeu. Lors de la coupure de la sustentation, la masse en mouvement atterrissait sur des patins dont l'hêtre était utilisé en garniture, l'efficacité au contact du béton de la voie s'avérait être adéquate. En plus des gaz d'échappement lors des essais intensifs d'endurance, l'odeur du bois brûlé pendant ce type de manœuvre devait être interloquant. Ce freinage de détresse n'a d'ailleurs pas été retenu sur le projet de desserte de la ville nouvelle, l'utilisation de patins a été remplacée par des roues d'atterrissage.

1. Tessier Marcel, Point des essais de l'Aérotrain [compte rendu d'exposé], SNCF, Direction Générale, Service de la Recherche, Mémento n°42, 5 juin 1970, Annexe 1, p. 2. Disponible sur <http://openarchives.sncf.com/archive/0231lm0366-0>

2. Bertin Jean et Marchal Raymond, L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 118



Aérotrain expérimental 01, fusées d'appoint enclenchées, décembre 1967.

© Express Newspapers/Getty images

Conjointement à cette problématique de pollution, le bruit était aussi un reproche fréquemment invoqué. Dans ses discussions avec Jean Bertin, Pierre Patin avait objecté que la propulsion de type aéronautique engendrait un niveau de bruit élevé « *mais cela ne le troublait guère ; il donnait l'exemple des aéroports et il faut bien dire qu'à l'époque, c'est-à-dire au début des années 60, on n'avait pas encore pris conscience des problèmes de bruit et les riverains n'avaient guère leur mot à dire, ou tout du moins n'y pensaient pas et supportaient leur gêne... en silence.* »³.

Dans un rapport de juin 1968 établi par le Service de la Recherche de la SNCF, la partie portant sur les études techniques et les résultats abordait brièvement le sujet du bruit :

« *Sur le premier véhicule, à hélice, on a relevé un niveau de bruit de 110 dB à 3 mètres. Ce niveau n'est pas acceptable. Il peut être abaissé de 8 dB environ par l'emploi d'hélices carénées, mais jusqu'ici on peut dire que le constructeur n'a pratiquement pas étudié ce problème, qui conditionne pourtant les parcours en milieu urbain. La législation existante (arrêté du Ministre des Travaux Publics et des Transports en date du 21 mars 1961) fixe, en effet un niveau de bruit extérieur maximum de 90 dB à 7,50m.* »⁴

Cela est assez étonnant, sachant que la première commande reçue par la Société Bertin & Cie en 1956 portait sur des études de silencieux et que l'ingénieur responsable Louis Duthion avait redécouvert le phénomène d'effet de sol dans le cadre d'importantes recherches portant également sur un dispositif de réduction du bruit ; Jean Bertin affirmait leur sensibilisation à ces sujets en parlant des travaux menés pour la Société Aérojet :

« *Nous étions convaincus, dès cette époque, qu'il s'agissait là d'un problème majeur pour l'aviation commerciale à réaction et nous avons réussi à mobiliser l'intérêt de cet industriel en faveur d'un des procédés techniques que nous proposons pour parvenir à cette fin.* »⁵

Cela étant dit, des relevés en 1971 comparaient ce qui était comparable, l'appareil de mesure indiquait 91 dBA à une distance de soixante mètres derrière l'I-80 dans sa première variante filant à 250 km/h, alors que le célèbre train Capitole retentissait à 90 dBA, mais à la vitesse beaucoup plus faible de 170 km/h. À l'inverse du bruit de roulement d'un train classique, un procédé d'insonorisation pouvait résoudre en partie les nuisances sonores pour l'Aérotrain. Dans sa variante à turboréacteur, son passage était enregistré à 92 dBA, toujours dans les mêmes conditions de mesure, mais sa vitesse était de 350 km/h. C'était de peu la performance attendue par le programme⁶ qui prévoyait une intensité de 88 ±2 dBA, mais la vitesse était plus que doublé par rapport au système de transport classique.

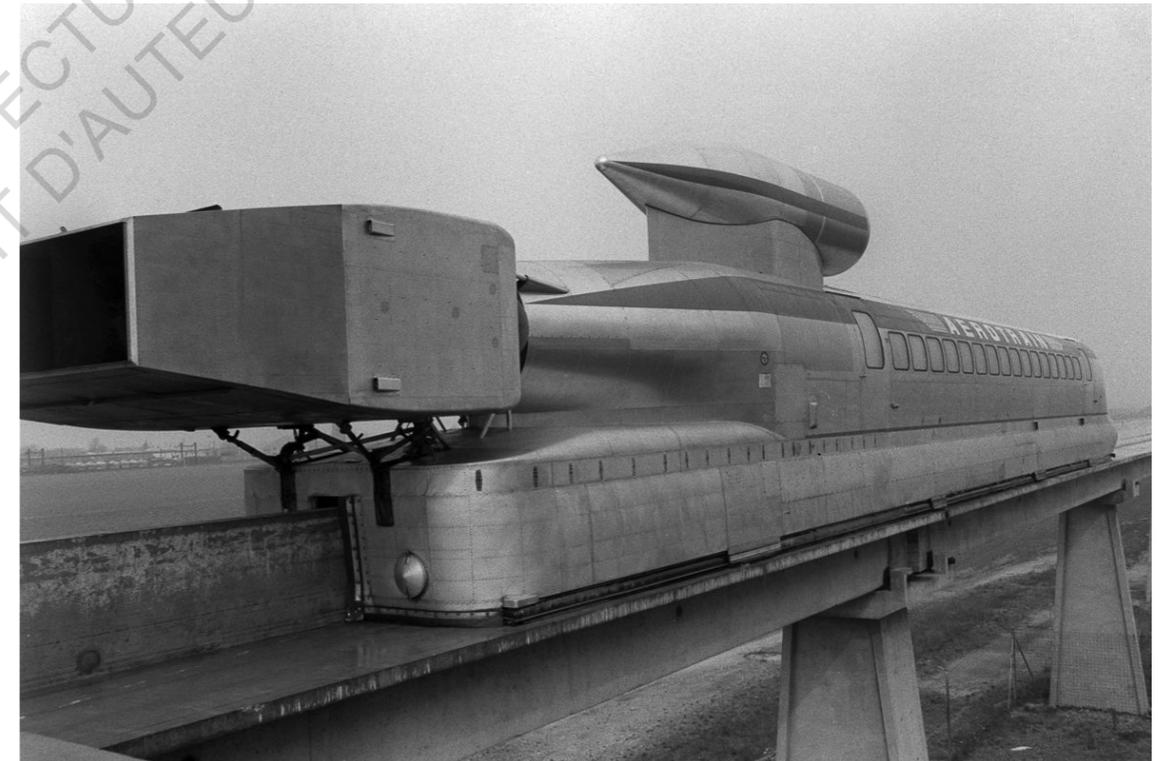
Entre les villes, l'Aérotrain interurbain pouvait jouir de son hélice ou de son turboréacteur, en revanche, il fallait procéder différemment une fois arrivé en périphérie car la gêne provenait presque exclusivement des moteurs. Bien entendu, il ne s'agissait pas de faire trembler les menuiseries des bâtiments environnants sous l'effet de l'énergie vibratoire induite par le passage du nouveau transport. Soit un ensemble propulsif auxiliaire devait prendre le relais pour faire fonctionner le véhicule jusqu'à sa gare en zone urbaine, par

3. Patin Pierre, L'Aérotrain, un essai réussi mais non transformé, *Culture Technique*, 1989, n°19, p. 77

4. Situation des recherches et expérimentations [en ligne], SNCF, Direction Générale, Service de la Recherche, Paris, Juin 1968, Rapport C02.01, p. 29, http://openarchives.sncf.com/sites/default/tr_sardo_249.pdf

5. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 16

6. Essais de l'Aérotrain d'Orléans à réacteur double flux [en ligne], SNCF, Direction Générale, Service de la Recherche, Paris, rapport 730829, Annexe Technique 1, 03 octobre 1973, p. 2, <http://openarchives.sncf.com/archive/0026lm0228>



Aérotrain I-80 à réacteur insonorisé, février 1974.

© Daniel Simon/Gamma/Getty images

moteur linéaire ou par roues pressées entre autres, soit un changement avec un autre mode de transport était organisé pour assurer la suite du trajet, une percée ferroviaire existante notamment. Cet aspect avait porté préjudice aux projets de liaisons interurbaines, faisant augmenter leur coût et procurant une soi-disant pénibilité pour les voyageurs devant transborder dans un autre véhicule pour rallier d'autres points.

À l'inverse d'un moteur aérien ou d'un moteur linéaire où il n'y a aucun contact avec la voie, le principe des roues pressées renoue avec les frottements. Bien que le montage aurait été différent de celui expérimenté avec une transmission hydraulique sur l'Aérotrain 01 à la fin de l'année 1972, puisqu'il aurait été basé sur une énergie électrique pour rester en conformité avec les prescriptions de silence et de pollution, ce système a été écarté de la course. Il n'aura trouvé d'emploi ni dans la propulsion secondaire de véhicules à haute vitesse, ni dans les véhicules à moyenne vitesse où il aurait pu subvenir à la lente et complexe mise au point du moteur linéaire. Pierre Patin rapportait le manque d'intérêt autour de ces pneumatiques mis en appui sur le rail de guidage :

« Il paraissait saugrenu de supprimer les roues porteuses qui, par simple adhérence, pouvaient servir à la propulsion sauf dans des cas exceptionnels (neige ou verglas), pour rétablir des roues destinées à l'entraînement qui, pour réglable que soit leur action, n'en étaient pas moins sujettes aux mêmes problèmes, le viaduc traversant de vastes étendues balayées par les vents. De toute façon, la neige, arrêtée par le rail central, était un ennemi de l'Aérotrain auquel il faudrait aussi penser. »⁷

Dans un journal télévisé de 1971, avant la défaillance de la filiale LML, Paul Merlin, Président Directeur Général de Merlin Gerin, parlait de l'intéressement de son père pour la liaison entre l'université et l'industrie que la société continuait d'entretenir ; le moteur linéaire en était l'exemple le plus flagrant puisqu'il était directement né d'une collaboration avec l'université de Grenoble⁸. Cela illustre bien le caractère nouveau de ce matériel. Au-delà de la maîtrise technique du procédé sur coussins d'air, une multitude d'aspects étaient à traiter : la signalisation, le tracé, les ouvrages d'art, les stations, la distribution et la captation de l'énergie, les aiguillages par déplacement du rail vertical, etc., l'abandon brutal du projet le plus engagé n'a pas reposé que sur des causes exogènes. Comme l'a été présenté plus tard à la France, c'est bien le système de propulsion qui a enterré le projet La Défense-Cergy, officiellement en tous cas, « il n'offrait pas toute les garanties demandées et son délai de mise au point paraissait trop long au Gouvernement qui craignait que le calendrier ne soit pas respecté »⁹.

La voie pour l'Aérotrain était voulue surélevée, cela présentait des avantages essentiels, notamment économiques où le coût des emprises au sol et des ouvrages d'art était avantageux, l'infrastructure étant déjà en viaduc continu. Comme la section construite en Beauce le démontre, le découpage des parcelles agricoles n'est pas atteint par le portique en béton, mais tout n'était pas aussi simple. L'emprise est tout de même non négligeable et certaines servitudes sont amples. Chaque parcelle surplombée par la ligne faisait l'objet d'une convention. Au passage de la forêt d'Orléans, une servitude était nécessaire pour garder le site propre à l'abri de corps étrangers et pour assurer un passage nécessaire à

7. Patin Pierre, L'Aérotrain, un essai réussi mais non transformé, *Culture Technique*, 1989, n°19, p. 80-81

8. Présentation de Merlin Gerin [vidéo en ligne], *Rhône Alpes Actualités*, ORTF Lyon, 18 janvier 1971, 04min07. Disponible sur <https://www.ina.fr/video/R11104075>

9. Astieux Frederi, L'aérotrain, un avenir incertain [vidéo en ligne], *Visages du Centre*, France 3 Orléans, 19 janvier 1978, 10min 42s, <https://www.ina.fr/video/PAC05006312>

l'entretien et l'exploitation. Une convention entre le Ministère de l'Équipement et l'Office Nationale des Forêts, signée conjointement par des représentants des deux parties, exposait :

« [...] un arrêté du Ministre chargé des Transports en date du 20 Mars 1968 a fixé à vingt mètres la largeur de la zone où est imposé le dégagement du sol et de l'espace. »¹⁰

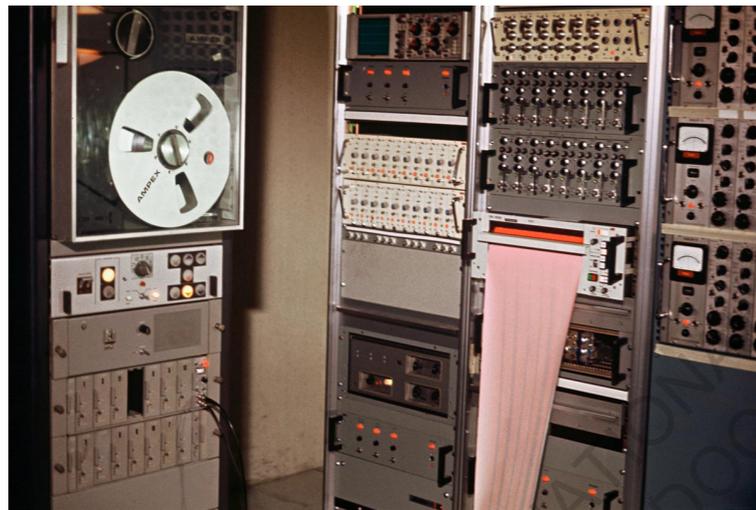
Pour parvenir à la vitesse de croisière différenciant ce système nouveau du parc ferroviaire classique, il fallait une certaine distance de voie pour une montée en régime sécuritaire et supportable pour les passagers. Cela était vrai pour les liaisons suburbaines et surtout pour les liaisons interurbaines où cette vitesse était d'autant plus élevée. De ce fait, la mise en place d'arrêts intermédiaires aurait été en contradiction avec cette espérance d'économie de temps dont le monde moderne voulait se saisir. Raymond Marchal signalait à la fin de ses écrits que « les communes devant être traversées par l'AÉROTRAIN sans que celui-ci les desserve avaient jugé cette situation inadmissible et avaient déclenché une très vive campagne à ce sujet »¹¹. Le passage des appareils aurait été en évidence à une telle hauteur, mais pour certains, ils leurs seraient parus hors de portée, ils n'auraient fait que subir. Mais cela est-il propre à ce moyen de transport ?

10. Cabrit Jean-Luc, Touchefeu Jacques, Quel devenir pour les infrastructures de l'Aérotrain ? (Loiret) [en ligne], Conseil général de l'environnement et du développement durable, Paris, mars 2017, rapport 010674-01, Annexe 4, p. 58, http://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/cgedd/010674-01_rapport.pdf

11. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 160

2.2.3. LA CONCURRENCE DE FER

Pour les applications à grande vitesse, différents groupes de travail, créés au fil des années, aboutissaient à des avis négatifs. Le Groupe d'études des transports collectifs rapides de voyageurs n'approuvait pas le projet Paris-Orléans, une commission en décembre 1969 s'était prononcée contre le choix de l'Aérotrain, seulement quelques mois après le premier fonctionnement du prototype expérimental I-80 sur le tronçon de dix-huit kilomètres. L'Institut de Recherche des Transports n'approuvait pas le projet Paris-Lyon en avril 1970, tout comme le Groupe Fonctionnel « Voyageurs » le mois de septembre suivant. Tout n'était pas perdu, mais un groupe de travail créé en avril 1973 pour réactualiser les données d'étude et ainsi, réévaluer le transport sur coussins d'air, ce qui n'a pas été le cas, n'approuvait toujours pas. Ces projets de liaisons interurbaines n'ont donc pas été retenus par les Pouvoirs Publics. Évidemment, ils n'écartaient pas l'Aérotrain sans justifications, les pour et les contre étaient pesés mais les avis s'orientaient toujours vers un autre horizon. Depuis 1967, une mise à l'étude par le Service de la Recherche de la SNCF avait été entreprise, un transport de masse par turbotrain était l'objet des comparaisons pour ces liaisons interurbaines.



Centre d'essai ferroviaire de Vitry-sur-Seine, 14 juillet 1976.

© Michel Henri/SNCF

En mars 1955, les locomotives électriques BB-9004 et CC-7107 établissaient dans les Landes un record mondial de vitesse sur rails en affichant 331 km/h. En dehors de ces cas isolés exigeant une grande minutie, le milieu ferroviaire français n'envisageait pas des vitesses aussi élevées jusqu'en 1966 où il n'était question que d'élever la vitesse maximale de certains trains à 160 km/h. Le confort était privilégié pour le Mistral et le Capitole, les fleurons du rail. Le secteur de l'aviation commerciale commençait à devenir concurrentiel face au réseau ferré, il évoluait fortement, le passage des moteurs à pistons aux réacteurs l'avait ouvert à de nouveaux champs. Pendant ce temps, le premier prototype d'Aérotrain à échelle demi avait rapidement atteint les 200 km/h prévus par son programme. Le pays prend connaissance de ce qu'il se passe sur le site de Gometz, le véhicule sur coussin d'air faisait, tout d'un coup, lui aussi de l'ombre aux ambitions de la SNCF. L'affaire du service Shinkansen avec sa ligne du Tōkaidō, inaugurée en 1964, semblait être profitable et connaissait un vif succès, les Chemins de Fer Nationaux Japonais révélait la pertinence du «*Bullet Train*». Alors l'idée de commuter un train par un Aérotrain a fait des émules. Le Service de la Recherche était créé et l'un des axes de son programme avait pour thème la grande vitesse.

Avant cela, les études fournies à l'issue du premier rapprochement de la Société Bertin & Cie auprès de la SNCF, alors qu'il n'y avait aucun prototype d'Aérotrain de construit, n'avaient donné aucune perspectives de collaboration, Jean Bertin rappelait ce qui avait fait partie des objections :

« Notre projet, comme notre technique, était trop inspiré par l'esprit aéronautique qui ne pouvait pas convenir aux conditions du transport terrestre. Nous avons déjà entendu cela dans d'autres domaines. Mais ce qu'il est piquant de rappeler est que le reproche le plus vif touchait les turbines à gaz que nous indiquions vouloir systématiquement utiliser, pour les hautes vitesses s'entend. Selon nos interlocuteurs, elles étaient trop fragiles, inadaptées à l'emploi sur les transports guidés au sol et surtout douées d'une trop courte durée d'utilisation. »¹

Le designer industriel Jacques Cooper, dont la carrière avait été entamée à l'agence parisienne du célèbre Raymond Loewy, s'activait dans l'atelier d'études « Centre Style » aux usines de Creil de la Société Brissonneau et Lotz, aujourd'hui Alstom. Sous un contrat passé avec Alstom, il travaillait sur le sous-projet C03 ayant pour objet le profilage d'un turbotrain expérimental. C'était un train de laboratoire composé de deux motrices identiques et de trois voitures, il était désigné TGV 001. Dans une interview, le styliste de renom se remémorait le contexte :

« À l'époque, l'ambiance n'était pas bonne. Les gens prenaient de moins en moins les trains, qui étaient dépassés, et la SNCF devait absolument sortir de l'impasse pour éviter la faillite. L'un des patrons me répétait sans cesse : « Jacques, il faut que ça marche. » »²

Jacques Cooper devait loger dans chaque motrice, à l'arrière de la cabine de pilotage, d'importants organes nécessaires au fonctionnement de la rame dont deux turbines à gaz Turbomeca Turmo. Les turbomoteurs entraînaient, au moyen d'un réducteur, un générateur Alstom dans lequel un turbo-alternateur fournissait l'énergie électrique aux six moteurs de traction. Dans une ambiance musicale synthétique, le Service Cinéma de la

1. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 39

2. Cottin Sylvain, « Le jour où il a dessiné le TGV », Sud Ouest, 21 septembre 2011, <https://www.sudouest.fr/2011/09/21/le-jour-ou-il-a-dessine-le-tgv-505044-2780.php>

SNCF présentait sans scrupule la conception inédite du nouveau train à grande vitesse :
« En somme, TGV 001, c'est la technique aéronautique mise sur rail et ce jusque dans les moindres détails. [...] Bref, pour la première fois l'industrie ferroviaire s'inspirait des techniques aérospatiales en commençant d'abord par simuler la réalité avant d'entreprendre la construction d'un modèle. »³

Les trois remorques étaient produites à Aytré par la Société Brissonneau et Lotz, elles parvenaient aux usines Alsthom de Belfort pour être assemblées aux motrices produites sur place et aux autres composants constituant la rame, comme les bogies en provenance du Creusot produits par une filiale de Jeumont-Schneider, par exemple.

Le turbotrain expérimental, aérodynamique et surtout orange, fin prêt pour les premiers essais, sortait de l'usine Alsthom de Belfort en mars 1972, la marche était lancée. L'été suivant, il se trouvait dans les Landes ; les turbines à gaz des groupes électrogènes enchaînaient les litres de combustible diesel pour animer les six bogies. Dans la voiture laboratoire, au centre de la rame, le personnel technique en blouse blanche fonctionnait également à plein régime pour relever toutes les caractéristiques. Durant la deuxième phase d'essais à l'automne 1972, avec ses cinq mille deux cents chevaux disponibles, le 001 a atteint 318 km/h. Le TGV voulait donner un nouveau souffle au milieu ferroviaire français, les performances prouvaient qu'il était possible pour un système de transport sur rails de rouler à 300 km/h. À ce moment, elles dépassaient celles de l'Aérotrain interurbain I-80 dans sa première variante sur le plan de la vitesse, l'hélice carénée était d'ailleurs entraînée par deux turbines Turmo d'une version pratiquement identique à celles employées sur ce nouvel instrument de la SNCF.



TGV 001 analysé dans le tunnel de simulation hydrodynamique de l'ONERA.



Prototype à turbine 001, Alsthom Belfort, 04 avril 1972.
© Christian Delemarre/SNCF

3. Sylvère Florentin (réalisateur), TGV 001 [vidéo en ligne], France, Section Centrale Cinématographique de la SNCF, 1972, 16min56s. Disponible sur <http://openarchives.sncf.com/archive/3054>

Les activités de la Société de l'Aérotrain, sous contrat avec l'État, étaient suivies dès 1965 par un Comité de Surveillance composé de membres de la SNCF notamment. Un journaliste retranscrit les dires de Philippe Bertin sur la surveillance des agissements de la Société, et ce, même à l'étranger :

« Il y a eu une opposition extrêmement violente de la part de la SNCF, poursuit-il. À chaque fois que mon père allait à l'étranger pour promouvoir l'aérotrain, en Argentine, au Brésil ou aux États-Unis, la SNCF envoyait une équipe quelques jours après pour dénigrer l'engin ! Cela a été une guerre d'une violence incroyable ; c'est l'histoire du pot de fer contre le pot de terre... »⁴

En ce qui concerne la seconde variante de l'I-80 où le Ministère des Transports était chargé de suivre l'exécution du marché, l'Institut de Recherche des Transports, lui, assurait le suivi des travaux et des essais. Il devait également animer une Commission Technique restreinte dont l'un de ses membres représentait la SNCF. Un Délégué permanent mis à disposition permettait un contrôle en direct. Un rapport du Service de la Recherche assurait que, contrairement à celui désigné précédemment, il ne s'agirait pas d'un représentant de la SNCF⁵. Il devait relever tous les renseignements utiles pour la Commission, que ce soit des données administratives ou techniques comme les consommations de carburant, les analyses, la maintenance, le signalement de toute amélioration ou modification, il avait un accès à tout ce qui était relatif aux essais. Une multitude de comptes rendus étaient demandés à la Société de l'Aérotrain, que ce soit durant la construction de la nouvelle variante à turboréacteur ou au cours des phases de mise au point et d'investigation. La Société nationalisée était donc largement renseignée sur les agissements autour de l'Aérotrain.

Jean Bertin prévenait qu'il fallait garder en mémoire la réponse de la SNCF de 1964 vis-à-vis du concept émergent porté sur l'effet de sol, surtout pour la ligne Paris-Lyon :

« il n'y avait pas un trafic prévisible susceptible de justifier la réalisation d'une nouvelle liaison qui aurait mis les deux villes à une heure un quart l'une de l'autre, même avec un ou deux arrêts intermédiaires. »⁶

En 1973, la préférence des Pouvoirs Publics pour relier Paris à Lyon avec une ligne à grande vitesse se tournait vers le turbotrain. Les comparaisons technico-économiques entre les deux systèmes comportaient leur lot d'incohérences, les coûts d'exploitation n'étaient pas calculés sur le même pied d'égalité, la TVA comptée pour l'un mais pas pour l'autre, un combustible détaxé pour l'un mais pas pour l'autre. En automne 1973, la croissance mondiale était atteinte par le premier choc pétrolier, le prix du baril brut a grimpé en flèche. La Société de l'Aérotrain faisait alors face à un nouvel argument de poids malgré le développement parallèle de la propulsion par moteur linéaire dans lequel elle s'était fortement engagée. Le TGV, lui, a lâché ses réservoirs de combustible pour une électrification. Il est peut-être apparu comme la solution la plus judicieuse face aux attentes de mobilité, il pouvait s'adapter et rester en continuité avec le réseau ferroviaire déjà maillé.

4. Demouveau Gautier, « Comment l'Aérotrain a failli révolutionner le transport », L'édition du soir, Ouest France, 05 décembre 2017, <https://www.ouest-france.fr/leditiondusoir/data/14765/reader/reader.html#!preferred/1/package/14765/pub/21438/page/14>

5. Essais de l'Aérotrain d'Orléans à réacteur double flux [en ligne], SNCF, Direction Générale, Service de la Recherche, Paris, rapport 730829, annexe 2, 03 octobre 1973, p. 1, <http://openarchives.sncf.com/archive/0026lm0228>

6. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 39

L'adoption de l'Aérotrain aurait introduit de nouvelles artères, de nouvelles techniques à maîtriser, de nouveaux équipements à mettre en œuvre, les lignes de chemin de fer déjà en difficulté l'auraient peut-être été encore davantage ; à propos des changements de technologies, Yves Crozet écrivait :

« S'il faut continuellement développer les modes les plus rapides, alors l'histoire des modes de transport pourrait être représentée comme une succession de vagues technologiques. A chaque nouvelle vague, un mode de transport nouveau verrait croître sa part de marché au détriment de la part de marché des autres modes, plus lents. Puis, ayant atteint un certain niveau de développement, ce mode cèderait à son tour sa place à un autre, plus rapide. Cette vision des choses est pourtant remise en cause aujourd'hui dans les politiques comme dans les pratiques de mobilité, des voyageurs comme des marchandises. »⁶

L'argument avancé pour le TGV était qu'il ne s'agissait pas d'un changement radical, mais d'une évolution. Cependant ce n'était pas tout à fait vrai, sous ses apparences de solution en osmose avec les chemins de fer traditionnels, il ne pouvait exister que par la création de nouvelles infrastructures, ou alors il n'avait aucun intérêt. Pour des raisons techniques, fonctionnelles et sécuritaires, il ne pouvait emprunter le réseau existant en coexistant avec des trains beaucoup plus lents. Pour rouler à des vitesses élevées, les caractéristiques géométriques de la voie étaient nécessairement plus restrictives, des plus grands rayons de courbure entre autres. Les impératifs conduisaient à ne pas créer de nouvelles pénétrations en zone urbaine, mais se raccorder sur les voies existantes. Ces coûts pour la solution de la SNCF étaient considérés à zéro, comme si elle n'engendrait aucune adaptation technique, c'était là un avantage clé face à l'Aérotrain.

Alors que les Présidents de la République Charles de Gaulle et Georges Pompidou étaient séduits par ce moyen de transport en commun innovant, l'arrivée à la présidence de Valérie Giscard d'Estaing en mai 1974 n'était pas de bon augure. La Société de l'Aérotrain n'avait pas condamné l'application pour la desserte Paris-Lyon, mais la décision pour ce grand projet a été confirmée en septembre 1975 par le Président de la République lui-même. Le long serpent orange roulera entre ces deux villes. Jean Bertin, abasourdi par cette annonce, s'est retiré provisoirement de ses sociétés, mais, en peu de temps, la maladie l'a emporté, il meurt le 21 décembre 1975 à l'âge de 58 ans.

Sa disparition, survenue à la fin des Trente Glorieuses, a marqué pour toujours l'Aérotrain, déjà en péril. Déjà le stop inattendu mis au projet de La Défense et Cergy-Pontoise complexifiait lourdement la situation. Les perspectives de collaboration et d'exportation de cette technologie étaient compromises, le Gouvernement avait fait faux bond à la Société de l'Aérotrain mais également aux partenaires étrangers tels que la société américaine Rohr Industries, Inc. ou le groupe scandinave Salèn.

6. Crozet Yves, Vitesse et mobilité : au-delà du désenchantement d'un « monde fini », *Transports*, janvier - février 2016, N°spécial vitesse, hommage à Marc Wiel, p. 53-54

En 1974 était décidé de cesser les essais et les démonstrations à partir de janvier 1978, la dépense en carburant étant de plus en plus lourde, le prix des sorties s'alourdissait. La Société de l'Aérotrain, reprise par Jean Gauthier, restait confiante et ne lâchait rien après cette décennie de développement traversée. Au vu de l'étendu du marché potentiel à l'étranger, ils pensait que l'État, exportateur de produits et de technologies françaises, devrait y trouver son compte et accorder, à un moment donné, une ligne commerciale sur le sol français indispensable pour les pays intéressés. Les crédits alloués pouvaient être concentrés dans la recherche d'un projet. Les applications possibles dans le domaine suburbain étaient les plus vastes, notamment pour relier les villes aux aéroports. En France, une étude d'avant-projet était lancée pour une liaison entre Marseille, Aix et Marignane depuis décembre 1973, c'était la voie de la dernière chance, l'essor de cette technologie à l'étranger en dépendait. Les perspectives pour la haute vitesse était plus minces, mais il restait tout de même Europole, un projet de capitale polycentrique de l'Europe reliant par des axes rapides les centres de décisions dont les tronçons français pourraient être les premiers opérationnels. Un reportage diffusé dans le Loiret en janvier 1978 l'expliquait :

« À la demande d'Europole, une association regroupant certaines collectivités locales de l'est de la France, la Société de l'Aérotrain examine les possibilités de création du tronçon français d'une ligne qui permettrait de relier la Hollande et la Belgique à la Suisse, en passant par la frontière Luxembourgeoise, Nancy, Strasbourg, Colmar et Mulhouse. À condition que les Pouvoirs Publics ne tardent pas trop, cette fois, à apporter leur soutien car maintenant il faut compter avec la concurrence étrangère. [...] Comme l'on fait cependant remarqué plusieurs conseillers généraux du Loiret le 25 novembre 1977, en apprenant l'arrêt des démonstrations à la base de Chevilly, il serait regrettable que l'Aérotrain soit définitivement victime de ce qu'un Ministre en exercice a appelé : le mal français.»⁷

Lyon-Grenoble, Paris-Orly, Orly-Roissy, Paris-Lyon, Paris-Orléans, La Défense-Cergy, Paris-Basse Seine, Marseille-Aix-Marignane, Europole, aucune de ces lignes n'a vu le jour. Les activités de la Société de l'Aérotrain ont définitivement cessé.



Scène de quai, TGV Sud-Est, gare de Lyon Part-Dieu, 01 juin 1983.
© SNCF Médiathèque

7. Astioux Frederi, L'aérotrain, un avenir incertain [vidéo en ligne], Visages du Centre, France 3 Orléans, 19 janvier 1978, 10min 42s, <https://www.ina.fr/video/PAC05006312>

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

3. ENCORE DE QUOI SE SUSTENTER

3.1. UN PATRIMOINE INCROYABLE

3.1.1. LA MÉMOIRE DE L'AÉROTRAIN

Les prototypes expérimentaux ont été plongés dans un profond sommeil, c'était la fin d'une accalmie. Les temps où les ingénieurs et techniciens rendaient vivantes les stations de Chevilly et de Gometz étaient révolus, les spectateurs et les voyageurs n'affluaient plus. C'était un triste échec pour les aventures de l'Aérotrain, une innovation ratée, manquée ou trop en avance sur son temps.

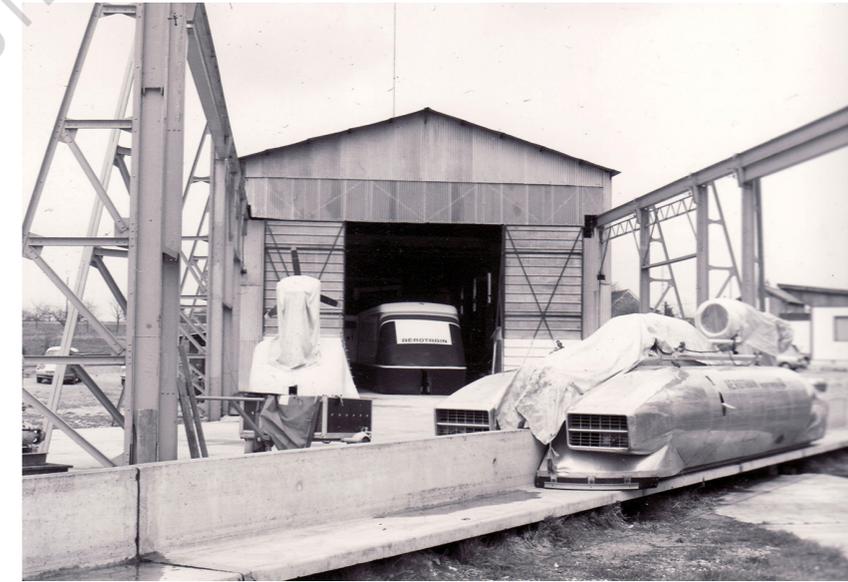
En 1975, après la disparition brutale du Président Directeur Général de Bertin & Cie et de la Société de l'Aérotrain, l'association des Amis de Jean Bertin¹ est née avec à sa présidence son fils, Philippe Bertin. Après avoir tant espéré jusqu'en 1978 une décision favorable de la part des Pouvoirs Publics pour concrétiser une ligne commerciale, l'objectif de ce groupe de fidèles passionnés et fervents défenseurs des véhicules sur coussins d'air était de faire perdurer l'odyssée de ce concept novateur, dans laquelle certains avaient d'ailleurs joué un rôle important.

Il existe l'idée forte que l'Aérotrain aurait été écarté de la course sans véritable explication, mais pour des raisons de lobbying. Il aurait été torpillé pour des intérêts politico-économiques. C'est ce que soutenait, entre autres, Michel Guérin, Maire de Saran durant 33 ans, ancien cheminot et membre de l'association des Amis de Jean Bertin :

« Dans notre pays, les relations privées peuvent tordre le cou de l'intérêt général. Et ce fut le cas pour l'aérotrain. [...] Un engin qui n'utilise ni pneus Michelin ni carburant Total et surtout pas de moteur de chez Jeumont-Schneider, c'est intolérable, d'autant que Mme Giscard appartenait à la lignée des Schneider... »²

En effet, la grand-mère d'Anne-Aymone Sauvage de Brantes, la femme de Valérie Giscard d'Estaing, s'appelait Marguerite Schneider. Elle était la fille du puissant Henri Schneider, patron des usines du Creusot dont il était également Maire.

Outre la tentative de Mikhaïl Gorbatchev d'obtenir une aide du G7 au sommet de Londres, quelques mois avant l'implosion finale de l'URSS, pour les adorateurs du transport sur coussins d'air, le 17 juillet 1991 est marqué par l'incendie du prototype suburbain S-44 dans le hangar de Gometz. Les véhicules expérimentaux 01, 02 et Tridim qui s'y trouvaient également, ont été déportés sur le site de la Société Bertin & Cie à Plaisir, dans les Yvelines, ils étaient davantage en sécurité.



Stockage des Aérotrains 01, 02, S-44 et Tridim à la station de Gometz.

© Association AJB

1. Le site internet de l'association des Amis de l'Ingénieur Jean Bertin, suivre <http://www.jean-bertin.fr/index.php?>

2. Guichard Mourad, « L'élan brisé de l'Aérotrain », Libération, 5 août 2009, https://next.liberation.fr/culture/2009/08/05/l-elan-brise-de-l-aerotrains_574395

Sur la constatation des dégradations des sites et des appareils laissés à l'abandon, l'Association pour la Réhabilitation du Système Aérotrain et des Transports Innovants est créée en octobre 1991, l'ancien Maire de Saran en assurait la présidence. L'association avait pour ambition de créer un espace muséal au niveau de la plateforme centrale de la voie d'essai entre Saran et Ruan. Les différentes épaves devaient être récupérées et rénovées pour être ensuite exposées. D'une certaine manière, il s'agissait d'un sauvetage du concept Aérotrain qui, pour beaucoup, était encore une formule d'avenir, il n'avait pas perdu de son intérêt.

L'ARSATI voulait, bien sûr, récupérer le modèle interurbain I-80 qui était remisé dans son hangar surélevé sur la base de Chevilly. L'engin avait été démuné de ses organes techniques pour empêcher tout risque d'espionnage industriel, il était par contre victime d'appropriations et de vandalisme malgré une surveillance mise en place par l'État. Lors d'une interview depuis la voie en hauteur, Roger Boissonnet, secrétaire de l'ARSATI et modéliste passionné, confie à propos de la défaillance du gardiennage du site dont la DDE³ était chargée :

« J'ai rencontré d'ailleurs un jour un jeune qui m'a dit :

- Ah mais je connais bien cet engin, c'est mon oncle qui gardait les lieux.
- Ah bon ?! Je lui dis, ce n'est pas celui qui s'est rendu fou ?
- Si, il a fini par se suicider.

Et voilà ce qu'il reste du pauvre Aérotrain. On a voulu décevoir Bertin jusqu'au bout, en brûlant même son œuvre. »⁴

En effet, le dimanche 22 mars 1992, tôt dans la matinée, l'icône de la grande vitesse sur coussins d'air a lui aussi été ravagé par les flammes. Cette fois-ci, il était dévasté. Dans un documentaire réalisé par Outis Niekesa en 2007, un fameux passage laisse place au témoignage de deux agriculteurs à ce sujet, l'un d'entre eux raconte :

« [...] Une chose qui m'a paru bizarre le jour de cet incendie, parce que j'étais pompier moi, et les portes du bâtiment étaient impossibles à ouvrir, comme si on avait voulu nous empêcher de rentrer. Ça je m'en souviens, la porte était verrouillée avec un câble, une chaîne, des cadenas. On a arraché une tôle de la porte, on arrosait l'Aérotrain à travers un trou. Ça, ça avait été calculé ce truc là, on ne me l'enlèvera jamais de l'idée. L'Aérotrain a été brûlé sciemment, il fallait qu'il disparaisse. D'une manière ou d'une autre, il fallait qu'il disparaisse. Voilà la fin de l'Aérotrain. »⁵

Pour Philippe Bertin, Michel Guérin et beaucoup d'autres, les auteurs de ce sabotage n'étaient pas n'importe qui. Du kérosène avait propagé le feu, qui peut se procurer cela ? S'agissait-il d'un complot organisé par l'État ? Les médias avaient rapidement répandu la nouvelle, un des reportages diffusés le jour même annonçait une deuxième mort pour l'Aérotrain d'une voix désolée :

« C'est une partie de notre patrimoine technologique qui a été entièrement détruit par le feu hier, dimanche, un acte que l'on sait maintenant criminel. [...] la déconvenue est grande pour l'ARSATI [...] Le 05 mars 1974, l'invention de Jean Bertin avait traversé la Beauce sur coussin d'air et rail aérien à la vitesse record de 428 km/h, l'aérotrain avait vingt ans d'avance sur le TGV. »⁶

3. Direction Départementale de l'Équipement

4. Edinger Daniel, L'aérotrain d'enfer [vidéo en ligne], *Aléas : Le magazine de l'imprévisible*, France Régions 3 Limoges, 22 juin 1992, 09min29s. Disponible sur <https://www.ina.fr/video/CPC11003569>

5. Niekesa Outis, *L'Aérotrain* [documentaire], France, Leitmotiv production, 2007, 57min

6. Peltier Dominique, Chevilly : Incendie de l'aérotrain [vidéo en ligne], *Centre Actualités*, France Régions 3 Orléans, 23 mars 1992, 01min06s. Disponible sur <https://www.ina.fr/video/ORC9203248545/chevilly-incendie-de-l-aertrain-video.html>



Plateforme de Chevilly, hangar de l'Aérotrain I-80, circa 1989-1990.

© Christian Marchal



Carrénage de l'Aérotrain I-80 à l'abandon sous la plateforme de Chevilly, circa 1990.

© JP Porcher

En janvier 1993, L'ARSATI a récupéré la carcasse en partie calcinée du modèle S-44 pour l'entreposer dans un hangar à Saran, elle demandait de longs travaux de restauration. Pour le fonds du musée, il était également question de récupérer la cabine du métro aérien suspendu de la Safege dont l'histoire a également marqué le territoire local. Ayant autrefois transportée des hommes politiques ou encore le duo Julie Christie et Oskar Werner pour le tournage de *Fahrenheit 451*, elle a été retrouvée sur un terrain vague. Elle avait été revendue à un ferrailleur de Huisseau-sur-Mauves à l'ouest d'Orléans. Quant à l'infrastructure à Châteauneuf-sur-Loire, il ne restait rien, mis à part des traces de fondation en béton et des amorces de potence découpées au ras du sol que seul un fin connaisseur peut trouver. Ce qu'il restait du métro aérien a été racheté et transféré en 1994 dans le même hangar à Saran. Les deux objets défigurés, vecteurs de tentatives fabuleuses dans l'histoire des transports terrestres, n'étaient malheureusement pas du tout à l'abri. Le S-44 était condamné et la cabine a fini par rejoindre l'usine Baudin dans la ville où elle avait été expérimentée.



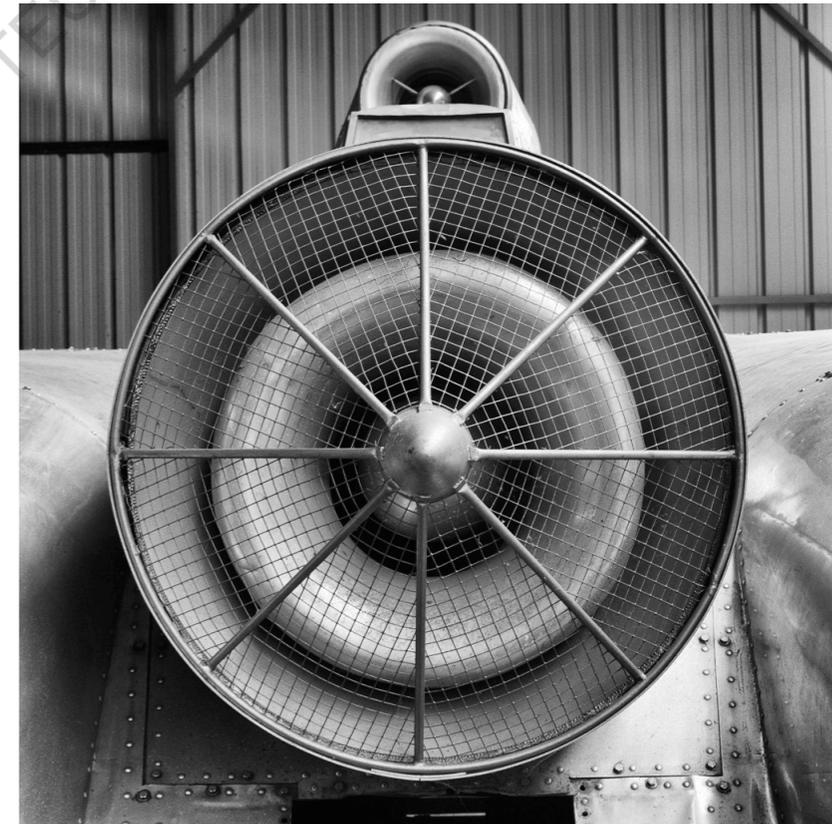
Le musée des transports innovants n'a jamais été fait. En revanche, les véhicules 01, 02, et Tridim ont été sauvés et ils existent encore aujourd'hui. Un traitement de faveur avait été accordé au tout premier prototype mis au point. Depuis 1972, il était dans sa troisième variante utilisant un système à roues pressées, il a été remodifié en 1989 pour retrouver son apparence originale lorsque il était propulsé par une hélice, cela afin d'être exposé à la célébration des vingt ans de la Ville Nouvelle Cergy-Pontoise. Il avait ensuite regagné le site de Bertin & Cie. Des membres de l'association des Amis de Jean Bertin, des passionnés, dont Thierry Farges, Daniel Ernisse et d'autres, ont restauré les deux premiers prototypes à échelle un demi, ils sont stockés dans un hangar à Satory, un quartier de Versailles, où ils partagent l'espace avec d'anciens véhicules militaires de l'association UNIVEM⁷ Paris Île-de-France. Ils se déplacent pour des salons ou des événements, continuent d'attirer l'attention et de faire rêver. En avril 2009, à Saran, sous la plateforme de retournement, s'était tenu une manifestation autour de l'Aérotrain, le prototype 02 avait fait le déplacement pour l'occasion. Un article du magazine de la commune nous remémorant cet événement huit ans plus tard, intégrait le point de vue de Michel Guérin, toujours convaincu :

« Confortable, écologique, peu énergivore, le procédé était et reste avant-gardiste, poursuit Michel Guérin, spécialiste des transports et notamment des chemins de fer. Je suis persuadé qu'il ressortira d'ici quelque temps, sera exploité peut-être sous une autre appellation. »⁸

Les hangars des stations de Chevilly et de Gometz ont été démolis. Sur le premier site d'essais, il ne reste plus que quatre kilomètres de la voie en « T » inversé construite au sol et une plateforme de retournement. Elle est désormais longée par la Véloscénie, une véloroute reliant Paris au Mont-Saint-Michel. Un giratoire à Gometz-la-Ville a été construit sur l'ancien tracé, une sculpture signée Georges Saulterre, connotant la forme du prototype 01, y est installée depuis 2004.

7. Union Nationale des collectionneurs de Véhicules Militaires

8. Jacquet Clément, 25 et 26 avril 2009 : la fête de l'Aérotrain, *Repères, Le magazine de la ville de Saran*, avril 2017, n°230, p. 27



Aérotrain no 2, Collection LA LIGNE, Satory, 18 novembre 2017.

© Jean-Marc Yersin

3.1.2. QUE FAIRE DE CETTE INFRASTRUCTURE ?

Bien sûr le site d'essai de Gometz, au sud-ouest de Paris, présente un intérêt indéniable, un chemin de promenade longue ce qui a été le premier site propre conçu pour un Aérotrain. Mais le questionnement ici se focalise sur celui entre Saran et Ruan, bien plus imposant et interloquant dans son contexte beauceron, un squelette de géant dans un paysage de géant. La voie, bien qu'elle dégage une certaine sensation de liberté, de marginalité, d'une existence hors norme, a été le fruit d'une procédure bien précise, calculée et articulée. Son existence a été permise par la signature de multiples contrats détaillés ayant émergé à la suite de démarches, de négociations et surtout de solides preuves antérieures sur la pertinence du procédé. Elle est la formulation bâtie d'un système technologique performant, établi grâce à la redécouverte d'un phénomène physique, répondant à des défis et des enjeux constatés à un instant donné. Elle est toujours là, depuis cinquante ans maintenant, discontinue à deux reprises mais toujours vaillante.

Alors que le monorail a été associé aux répétitions de passages du prototype I-80, orchestrés par une hélice ou un groupe turboréacteur dans sa version haute vitesse, le même modèle équipé aux ailes du Boeing 737-100, il paraît être en sourdine depuis toutes ces années dans le vide. Les échos lointains dans la plaine sont ponctués par le bruit métallique filant des roues à bandage d'acier contre les rails de la ligne Orléans-Paris, ce qui ne cesse de le narguer. Les portions de forêt le font taire alors qu'autrefois, sous prétexte d'utilité publique et d'extrême urgence par décret au conseil d'État, il s'est déployé sur ces dix-huit kilomètres avec l'audace d'imposer un dégagement de sol et d'espace autour de lui. Dans une allure soignée et minérale, il était venu contraster avec l'organicité des activités traditionnelles agricoles. Il a été brusquement figé dans un environnement qui lui est toujours vivant, aurait-il pensé en 1969 être un jour le témoin d'une culture d'éoliennes au beau milieu des champs ?

Pour certains considéré comme le stigmate d'un projet fou et échoué, sa symbolique serait presque honteuse. L'ouvrage serait qualifié d'aberration dans le paysage, d'héritage dérangeant autant visuellement que spatialement. Pour d'autres, il incarne une trace mémorielle d'un projet rétro, la nostalgie d'une période et d'une innovation n'ayant pas vu le jour mais qui a laissé derrière elle un atout du territoire, source d'évasion. Les plus engagés, y faisant parfois leur pèlerinage, persuadés d'une innovation faussement réfutée, y tiennent évidemment beaucoup. Et il y a ceux dans l'acceptation de l'objet en tant que tel, entre indifférence et fascination pour l'Aérotrain. Alors le garder ou le démolir ? Ce monorail bien controversé, tendant sur le long terme vers l'état de ruine, a bien failli être ruiné, mais tellement ancré et attachant, le démolir n'aurait fait que troubler ses terres adoptives et dépenser une somme trop conséquente¹. Des réseaux invisibles le juxtaposent sur plusieurs kilomètres, une gerbe de fibres optiques et un pipeline d'hydrocarbures haute pression passent sous terre². L'infrastructure transportant des produits

pétroliers raffinés est la continuité du réseau LHP³, prenant départ au point d'import du Havre, mise en place pour l'acheminement de ces produits finis jusqu'à un terminal de livraison à Orléans puis jusqu'à celui de Tours. Les bornes de signalement disséminées le long du monorail renvoient à un des arguments de poids pesé contre le procédé Aérotrain, là où les deux variantes de l'I-80 brûlaient autrefois du carburéacteur quelques mètres plus haut. Cette proximité porte à réflexion sur la vérocité des propos de l'époque alors que, des décennies plus tard, les modes de transports dépendant de l'or noir ont continué de se décupler, notamment avec le développement des compagnies de transport aérien *low cost*. Malheureusement pour certains, heureusement pour d'autres dont je fais partie, ces réseaux enterrés dissuadent d'autant plus d'opter pour un démantèlement radical ou partiel. Ils complexifient les interventions de démolition et haussent donc le coût de l'opération. L'ouvrage est-il vraiment obsolète depuis la coupure définitive des gaz en 1978 ?

Si le réseau projeté par la Société de l'Aérotrain avait été déployé sur le territoire national, ou même jusqu'à la capitale européenne, ce tronçon du Loiret, annexé à une ligne complète, aurait sûrement perdu sa singularité, sachant en plus que des exportations auraient possiblement eu lieu. Il aurait même pu rejoindre, dans ce cas, les « non-lieux » définis par l'anthropologie de Marc Augé en tant qu'espace de transit illustrant le concept de « surmodernité »⁴. La géométrie et la disposition de l'infrastructure étaient certes élues en amont meilleure solution pour diverses raisons, mais elle était autant un prototype que les navettes en mouvement dessus. Bien que son statut porte à réflexion, cette production remarquable en matière d'urbanisme qui, raccordée au projet global, aurait été ponctuée d'architectures à ses différentes stations d'arrêts, a en tout cas été labellisée Patrimoine du XXe siècle⁵ en 2015. Cette étiquette ne confère pas à ce vestige une réelle protection, mais tente de sensibiliser ceux qui y sont confrontés volontairement ou non, régulièrement, occasionnellement ou exceptionnellement, et surtout ceux qui organisent et transforment le territoire. Ce titre met également en valeur l'intérêt que certains lui portent, depuis parfois longtemps, du plus jeune fan au modéliste acharné, en passant par le collectionneur d'archives et d'objets en tout genre.

Au-delà de son histoire, ce bandeau monumental est un objet non-conventionnel s'offrant, malgré lui, à de nombreux spectateurs. Les regards les plus captivés, inévitablement, sont ceux à travers les vitrages des wagons et des motrices circulant sur la voie de chemin de fer pratiquement parallèle. Ils l'ont en visuel sur presque toute sa longueur, mis à part les séquences où il est happé par la forêt ou lorsqu'il est masqué par le bâti au passage de Chevilly et de sa halte ferroviaire. Le voyage en train, selon Marc Desportes, donne à la vue, unique sens sollicité, un « *paysage panoramique* »⁶, bien différent du paysage appréhendé par le spectateur à pied. Notre perception, tendant ici fortement vers le viaduc prédominant, est saccadée à différentes fréquences par l'enchaînement des piles

1. Un montant estimatif de treize millions d'euros annoncé pour démolir l'ensemble de la structure sans l'ajout des indemnités pour l'accès aux parcelles cultivées, voir Cabrit Jean-Luc, Touchefeu Jacques, *Quel devenir pour les infrastructures de l'Aérotrain ? (Loiret)* [en ligne], Conseil général de l'environnement et du développement durable, Paris, mars 2017, rapport 010674-01, p. 13, http://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/cgedd/010674-01_rapport.pdf

2. *Ibid.*, p.15

3. Les hydrocarbures transportés dans le réseau LHP de la société Trapil représentaient 18,8 millions de tonnes en 2018. Mis en service en 1953 entre Le Havre et Paris, il dessert Tours depuis 1980. Avant le doublement en 1963, la capacité de transport maximum était de 2,2 millions de tonnes, voir Musset René, *Le pipe-line du Havre à Paris ; son trafic ; son doublement*, *Annales de Géographie*, t. 71, n°385, 1962, p. 325

4. Augé Marc, *Non-lieux. Introduction à une anthropologie de la surmodernité*, Paris, Seuil, Collection La Librairie du XXe siècle, 1992, 160 p.

5. Label mis en place par le ministère de la Culture et de la Communication en juin 1999 pouvant être décerné par une commission régionale du patrimoine et des sites (CRPS) à des productions de différentes natures et de différentes échelles, un ouvrage de génie civil comme c'est le cas ici.

6. Desportes Marc, *Paysages en mouvement. Transport et perception de l'espace XVIIIe – XXe siècle*, Paris, Gallimard, 2005, p. 141

venant perturber l'horizon, voir le remplacer en tant que lien logique puisque « *le plus souvent, la continuité entre les aperçus paysagés repose sur quelques éléments visuels simplifiés tels que la ligne d'horizon ou le profil des montagnes.* »⁷. Le viaduc (hyper) statique dynamise le relief très peu prononcé des plaines qu'il traverse. Les neuf cent sept piles s'adaptent aux légères pentes des sols pour supprimer les différences altimétriques trop importantes des poutres par lissage. Leur hauteur, variant entre cinq et dix mètres, génère des oscillations de la voie admissibles se profilant de plateforme à plateforme, elle ondule à l'échelle macro selon les variations topographiques sensibles des terres. Un numéro de pile, une texture, un boulonnage corrodé, un ferrailage devenu apparent, un entremêlement avec le végétal, s'en rapprocher laisse la possibilité de s'attarder sur des détails micros et cette proximité introduit un tout autre rapport d'appréhension de la voie, notamment au travers de séquences plus intimes en forêt.

Construit sur l'engagement d'un investissement de l'État, toujours propriétaire, la voie a été longtemps stockée dans son milieu, laissée en suspens. Elle n'a été entretenue ni durant les années d'exploitations, ni durant les décennies qui ont suivi, d'abord parce que cela était inutile compte tenu des faibles sollicitations mécaniques du procédé, puis parce que l'Aérotrain interurbain ne sortait plus de son hangar, il n'y avait alors plus de raison de dépenser pour son entretien. À la fois résiliente par sa qualité de construction et vulnérable par son vieillissement et sa perte de puissance qu'engendrent ses discontinuités, une posture doit être prise. Amputée de six travées, soit cent vingt mètres, pour laisser passer en 2007 l'autoroute A19 dans la partie nord, entre Chevilly et Artenay, puis d'une autre travée en 2015 le long de la plateforme de Chevilly suite à une collision accidentelle avec la fourche d'un engin agricole, malgré le gabarit admissible sous la poutre, ses interruptions font réagir sur sa conservation intégrale. Son étendue paraît le meilleur moyen de rendre compte de son statut d'ouvrage commémoratif d'une invention détentrice de records de vitesse. Raser partiellement la voie lui ferait perdre cette force remarquable.

Des inspections ont été lancées il y a quelque temps pour rendre compte de l'état du monorail⁸. Elles révèlent les désordres constatés le long des dix-huit kilomètres pour ainsi pousser l'État à entreprendre une opération de préservation, non pas pour se rapprocher de son opérationnalité initiale, mais ne serait-ce que pour sécuriser les personnes pouvant se trouver en dessous. La ligne d'essais avait déjà perdu les hangars de la plateforme de Chevilly, la nacelle suspendue d'entretien, et plus récemment des éléments métalliques oxydés et détériorés comme les gardes corps, elle doit être ménagée pour son béton. Certes obsolète vis-à-vis de son usage premier, elle n'est cependant pas anachronique. Elle est même toujours d'actualité, renvoyant à un rêve futuriste devenu réalité dans le passé, permettant de projeter ce qu'induirait un réseau de transport surélevé par une structure minérale. Un objet de référence en attente d'une nouvelle impulsion et prêt, s'il le faut, au moyen d'une réfection, à fréquenter les hautes vitesses et ré-impressionner.



Une ligne forte dans dans le paysage, 30 mars 2019.

7. Ibid., p. 147

8. Inspection détaillée du Centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) réalisée de 2015 à 2016, voir Cabrit Jean-Luc, Touchefeu Jacques, Quel devenir pour les infrastructures de l'Aérotrain ? (Loiret) [en ligne], Conseil général de l'environnement et du développement durable, Paris, mars 2017, rapport 010674-01, p. 25-28, http://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/cgedd/010674-01_rapport.pdf

3.1.3. UN BIEN CONVOITÉ

Le monorail n'a pas attendu une décision de l'État sur les éventuels projets d'exploitation ou de mise en valeur pour voir différents usages et appropriations apparaître.

Parce que les lieux déconseillés ou interdits, privés ou non, insécurisés par le délabrement ou des matières dangereuses, sont parfois davantage attrayant, l'émotion en est que plus importante due à la sensation d'expériences périlleuses dont tout le monde ne peut pas bénéficier. Outre l'aura et les projections d'histoires qu'ils procurent, les textures, les formes, les lumières, le calme agité d'infiltrations, les délitements, les rétentions, les rejets, les accroissements, les ambiances sont dominées par le laisser-faire. Peut-être que cette fascination popularisée pour les lieux abandonnés ou en marge, que l'Internet se charge de diffuser à outrance, est due également à la décontraction qu'ils dégagent. Dans un monde aliénant, parfois source de psychoses, ces lieux de typologie et d'échelle variable offrent un ralentissement de la vitesse, renvoient à la condition humaine régie par le temps. Ils témoignent d'une histoire parfois anodine, parfois majeure, parfois enthousiasmante ou glaçante, parfois liée au développement ou à la destruction, ils ont été désertés par manque de moyens, par désuétude ou par évacuation d'urgence, les télescopages des temps marquent les esprits.

Autrefois, il était possible de s'élever assez facilement depuis la plateforme de Chevilly puisqu'il y avait un escalier en béton construit sur l'un des côtés. Pour le trouver, il faut maintenant prêter attention aux débris cachés dans les hautes herbes où la silhouette des marches démolies se lit toujours. Est-ce un coup monté pour condamner le désir de quiconque voulant s'aventurer sur le monorail ? Ou par sécurité, sachant que le site est déjà clôturé ? L'ascension verticale est dorénavant plus aventureuse, l'arrivée sur la plateforme en est que plus intense. Une fois en haut, nous nous retrouvons sur la grande aire de béton, un court tarmac d'où s'élançait le véhicule sustenté. La voie en « T » inversé s'y échappait de part et d'autre, mais depuis la dernière cassure, à moins d'un saut inouï de vingt mètres, impossible de rejoindre l'extrémité puis la plateforme Sud à Saran. S'y percher proposait, et propose toujours aux plus téméraires, une découverte lente des paysages immédiats traversés et de ceux lointains perceptibles, une expérience paradoxale à bord d'un long temple de la vitesse, figé et classé, fascinant et stimulant. Pour un point de vue extrême, en l'absence de vent, il faut s'élever sur le seuil final en haut du muret central de guidage, une pratique presque de funambulisme. Les séquences à longer à cette hauteur entraînent une prise de recul sur des spectacles terrestres dont nous ne prêtons parfois plus attention. Le monorail débanalise le paysage par son existence, mais aussi par l'expérience qu'il permet du dessus, rares sont les occasions de se promener à la cime des arbres ou de dominer un champ. Contrairement au niveau du dessous, à sept mètres en moyenne, il n'y a ni bifurcation, ni détour, ni chicane, ni virage prononcé, la traversée était directe. En revanche, la longue allée est parfois barrée par le végétal venant enrouler le béton de branchages ou même de troncs dont les directions ont composé avec la géométrie artificielle. Une fois entrée sur ce grand couloir, le praticien observe autant les panoramas et les espaces plus confinés dans lequel il évolue, avec leur substance et leurs événements, que le rapport que l'ouvrage entretient, et que lui-même entretient par extension, avec ces environnements. Certains culminent sur un ouvrage inutile, seulement pour ce qu'il est et ce qu'il leur donne à voir, d'autres ont le demi-tube de Duralumin de quatre-vingts places en tête et se figurent la sensation d'un voyage sur un matelas d'air. Est-ce de l'Urbex ?



Une traversée compromise, 30 mars 2019.



Entremêlement avec la forêt, 30 mars 2019.



Ascension de la voie, 30 mars 2019.

Là-haut, nous nous exposons ouvertement à tous mais nous pouvons nous y sentir invisible, dans un paysage souvent trop vaste pour être remarqué, la navigation douce se déroule presque dans une dimension parallèle, isolée. Dans son récit intime, acté avant tout risque de se faire confisquer son monument au vu des dérives projetées, Philippe Vasset rapporte des vies observées depuis *Une vie en l'air*, ses temps passés sur cette terrasse haute qu'il n'ose quantifier :

« *Durant la journée, quelques riverains notaient ma présence sur le rail. Mais, la nuit, j'étais absolument invisible. J'entendais les amants se déclarer sans retenue, les agriculteurs se disputer, fenêtre ouverte, et les ivrognes s'époumoner sous la futaie. J'écoutais aussi les fanfaronnades des adolescents qui venaient, après dîner, s'assembler sous la dalle pour boire des bières et fumer des joints.* »¹

La voie propre de l'Aérotrain devient un perchoir voyeuriste, captant des scènes humaines ou même animales depuis un point de vue inédit, ou plutôt une multitude de points de vue inédits répartis sur un linéaire. Sur les longueurs traversant les zones habitées, pavillonnaires la plupart du temps, le regard et l'écoute qui n'ont pas été anticipés par les habitants d'en bas deviennent particulièrement indiscrets. La gestion des vues d'un habitat à un autre, ou de l'espace public à un habitat n'a pas été conçue pour se retrouver à la hauteur d'un premier ou d'un deuxième étage, les circulations se faisant majoritairement au niveau zéro. Un Aérotrain se déplaçant en zone urbaine passant sur une voie à ces hauteurs engendrerait des coups d'œil inattendus sur des bâtiments d'habitation. Le glissement rendant impossible d'appréhender pleinement le contenu des fenêtres serait comme une pellicule cinématographique défilante, où les formats changent subitement, où le passage d'une image à une autre raconte brièvement des univers variés. Une traversée de formes urbaines et de formes d'habiter ravirait le narrateur errant et voyeur, à condition d'une vitesse dont il est le seul gestionnaire, c'est-à-dire une voie dépossédée du véhicule de transport de masse :

« [...] *je rêve d'un rail semblable à celui d'Orléans qui traverserait Paris de part en part et permettrait, en un long travelling piétonnier à hauteur d'appartement, de saisir des vies dans leurs arcanes, enfin débarrassées des postures et des justifications.* »²

En contraste de cet aspect discret, la surface de la glissière a pendant longtemps été exploitée comme surface d'expression exposée aux regards en mouvements sur le chemin de fer et les routes. Le bandeau en béton est employé en banderole immuable où contestataires, militants, organisations et tagueurs y inscrivent leurs désaccords, leurs revendications, leurs convictions, leur marque, ou divers messages. Les couches se sont succédées, des opérateurs ont recouvert petit à petit de peinture grise un bon nombre d'inscriptions redonnant une apparence monolithique à l'ouvrage. Pour se déplacer plus aisément sur le rail, surtout avec du matériel, une draine était le meilleur moyen. Comme dans l'univers ferroviaire, la draine est un engin roulant léger adapté à la voie permettant de l'inspecter et de l'entretenir. Durant la période d'activité de l'Aérotrain, un modèle de draine, lui aussi expérimental, a été fabriqué à partir d'une structure métallique et de deux cyclo-moteurs Jawa. Les motos tchécoslovaques propulsaient dans un sens puis dans l'autre l'ensemble guidé par le rail central par des pneumatiques en contact.

En 2009, l'artiste Raphaël Zarca a reproduit un exemplaire avec deux Jawa d'époque,

1. Vasset Philippe, *Une vie en l'air*, Paris, Fayard, 2018, p. 42

2. *Ibid.*, p.57

un jeu de roues, de l'acier galvanisé et du contreplaqué de coffrage. *La Draisine de l'aérotrain* n'a pas été répétée pour intervenir sur le monorail mais pour faire œuvre. La locomotive insolite n'est plus dans un contexte technique mais culturel à travers divers espaces d'expositions, une sculpture faisant rayonner le site suspendu de la Beauce et son passé oublié. D'apparence assez rudimentaire, elle restitue la période durant laquelle une équipe française a œuvré sur un procédé de transport futuriste.

Plus tôt en 2002, le sculpteur avait déjà créé le *Pentacycle* aux côtés de l'artiste plasticien Vincent Lamourous, une cyclo-draisine spéciale faite d'acier et de cinq pneus ballons basse pression. Une vidéo articule le véhicule-objet dans l'espace muséale et témoigne d'une œuvre en mouvement exclusive au monorail.

Encore avant cela, en 1995, lorsque le hangar et la carcasse ravagée de l'I-80 étaient toujours sur la plateforme de Chevilly, un groupe d'étudiants en ingénierie ont créé le projet *Chistera*. Un autre modèle de draisine, singulier, biplace et propulsé par une petite hélice aérienne dont la forme du toit rappelle le panier d'osier utilisé à la pelote basque.

Un déplacement d'une extrémité à l'autre du viaduc sur une draisine à bras, c'est ce qui fait l'objet du court-métrage *Pump*³ de l'orléanais Joseph David tourné en 2016. Avec la complicité du britannique Andrew Kötting, les deux hommes ne cessent de pomper pour avancer, sans but, dans leur Unité d'Habitation Mobile baptisée Albertine, ils sont isolés dans le monde d'en haut.

Sa prestance et son caractère identitaire dans le territoire, liés à son existence presque onirique, l'a amené à faire partie intégrante de la scénographie de *Les Premiers, les Derniers*⁴ tourné quelques mois avant le périple des deux Shadoks pompomaniaques. Rompre avec son état d'abandon auquel il est toujours confronté lui aurait peut-être fait perdre de sa splendeur à travers l'errance sur son linéaire. Le film de Bouli Lanners, sorti en 2016, souligne les traits de la Beauce en tant que paysage infini où peu de choses perturbent la ligne d'horizon. La spatialité du film transporte le spectateur dans un territoire à la fois abandonné, spirituel et riche en chair, connotant un vaste décor d'apocalypse. Le monorail devient la colonne vertébrale de ces terres désolées dans lesquelles les acteurs traitent finalement d'un sujet grave et apparaissent presque aussi monolithiques que cet enchaînement de poutres et de piles en béton. En étant familier avec « ce truc », comme lance l'un des personnages interprété par le réalisateur, ce *road movie* symbolise, comme *Pump*, l'épopée méconnue et oubliée de l'Aérotrain. Il n'a ici ni début, ni fin.

Les neuf cents et quelques piliers auxquels s'ajoutent les larges éléments porteurs sous la plateforme de Chevilly sont autant de supports d'expression. Comme sur la glissière d'en haut, divers inscriptions viennent altérer le revêtement brut de la structure. Cela alimente le dépérissement de l'ouvrage et affaiblie sa nature monochrome, ce qui peut évidemment déplaire, ou être apprécié pour le renforcement de son aura de mobilier interurbain géant délabré. Sous l'estrade centrale en particulier, les graffitis, les éclats de verres, les traces de calcination, des vieux barils, des morceaux de parpaings, des morceaux d'automobiles, manifestent que l'ancien parking est squatté.

Sur les cimaises grises, des graffs s'y sont greffés à différents temps et à différents endroits.

3. David Joseph, *Pump* [film cinématographique], France, L'image d'après, Le Fresnoy - Studio national des arts contemporains, 2016, 59min

4. Lanners Bouli (réalisateur et scénariste), *Les Premiers, les Derniers* [film cinématographique], France-Belgique, Wild Bunch Distribution, 2016, 1h37min



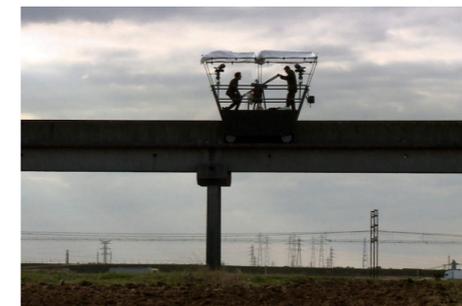
Draisine de la Société de l'Aérotrain, circa 1974.
© DR

La Draisine de l'aérotrain, Raphaël Zarka, 2009, Des Accords - 4 temps dans la collection Raymond Azibert, janvier - août 2015, Les Abattoirs, Musée - Frac Occitanie Toulouse.
© Raphaël Zarka ; photogr. DDM, Nathalie Saint-Affre

Pentacycle, Vincent Lamourous, Raphaël Zarka, 2002, collection Frac Franche-Comté.
© Raphaël Zarka, Vincent Lamourous ; photogr. Pierre Guenat

Pomper de jour.
© *Pump*

Pomper de nuit aussi.
© *Pump*



La voie est brutaliste, mais certains travaux la ponctuent de pointes de couleurs, plus vives, proposant une nouvelle approche polychromique, brouillant parfois la lecture répétitive des enchaînements de pylônes. Cette fois-ci, la visibilité n'est pas du même ordre, beaucoup plus restreinte, les inscriptions du bas s'adressent aux sens de personnes rapprochées. Ces expressions du dessous, contraires au minimalisme d'origine, marqueurs de temps et de condition, appâtent les regards depuis le sol.

Il y a eu des projets de reconversions plus sérieux, ou plus fonctionnels du moins. Alors que l'Aérotrain symbolise la période d'après guerre où l'économie était florissante, la France de tous les possibles, en pleine expansion de l'énergie nucléaire civile, surtout dans le contexte du premier choc pétrolier, l'infrastructure a bien failli se transformer en centrale photovoltaïque la plus grande de France en 2007. Le projet, baptisé Solaren⁵, consistait à disposer 10 000 m² de panneaux solaires sur le monorail. Aucun watt n'est produit, il n'a pas été réalisé.



Sortie fulgurante, 30 mars 2019.

5. Guichard Mourad, « Le photovoltaïque prend la voie de l'aérotrain », Libération, 20 juin 2007, https://www.liberation.fr/futurs/2007/06/20/le-photovoltaique-prend-la-voie-de-l-aerotraine_96424

3.2. DES CONCEPTS QUASIMENT NOUVEAUX

3.2.1. HYPER-ESPACE DÉPRESSURISÉ

L'Aérotrain n'a jamais eu d'exploitation commerciale, ni sur le sol français, ni sur le sol américain, ni ailleurs. D'ailleurs, aux dernières nouvelles, l'Aérotrain Rohr partage lui aussi un espace avec des engins datant de la seconde guerre mondiale, des aéronefs. Autrefois tenu secret défense, il a terminé sa course au Pueblo Weisbrod Aircraft Museum¹, tenu par une organisation de passionnés.

La SNCF a continué de démontrer le potentiel de son nouveau-né. L'opération TGV 100 en 1981, effectuée avec la rame de série n°16 sur la voie nouvelle Paris-Sud-Est, dont l'objectif était le dépassement des 100 m/s, démontrait qu'une circulation commerciale à 250 km/h n'allait poser aucun problème. Des bogies spéciaux, un pantographe infailible à la captation des vingt-cinq milles volts de la caténaire, elle-même préparée et vérifiée, des caméras embarquées, un laboratoire monté dans la rame, une portion de voie au nivellement parfait, pourvue de postes de mesures, il s'agissait d'un exploit isolé. L'opération a été un succès. Le 26 février 1981 est devenu le jour où un train français a atteint 380 km/h, comme si rien ne s'était passé depuis le record de 331 km/h des locomotives électriques des 28 et 29 mars 1955. Un premier commentaire, d'une voix suave dont sa propriétaire n'est pas citée en générique de fin, lance :

« Ils ont tenu à revivre ce record vieux de 26 ans, qu'il se prépare à battre maintenant. »²

Il faut attendre le 18 mai 1990 et l'opération TGV 140, visant, sans surprise, les 140 m/s, pour qu'un train dépasse les 430,4 km/h du véhicule à coussins d'air guidé sur monorail. La rame n°325 du TGV Atlantique, peu de temps avant l'ouverture de la nouvelle ligne à l'exploitation, a roulé à 515,3 km/h. Le dernier en date est celui du 03 avril 2007, affichant 574,8 km/h sur la ligne Est-européenne.

Ces limites repoussées, dans des conditions spécifiques, ont pour but d'améliorer les performances et la maîtrise technique pour les services commerciaux, et de consolider la position de cette technologie française sur le marché des trains rapides face aux autres constructeurs étrangers concurrentiels. Mais la recherche et le développement pour l'accélération des vitesses ne se sont évidemment pas terminés. Au Japon, sur une ligne d'essai en « U », dans la préfecture de Yamanashi, non loin du Mont Fuji, le SCMaglev, contraction de *SuperConducting Magnetic levitation*, a battu un nouveau record avec 603 km/h en 2015.



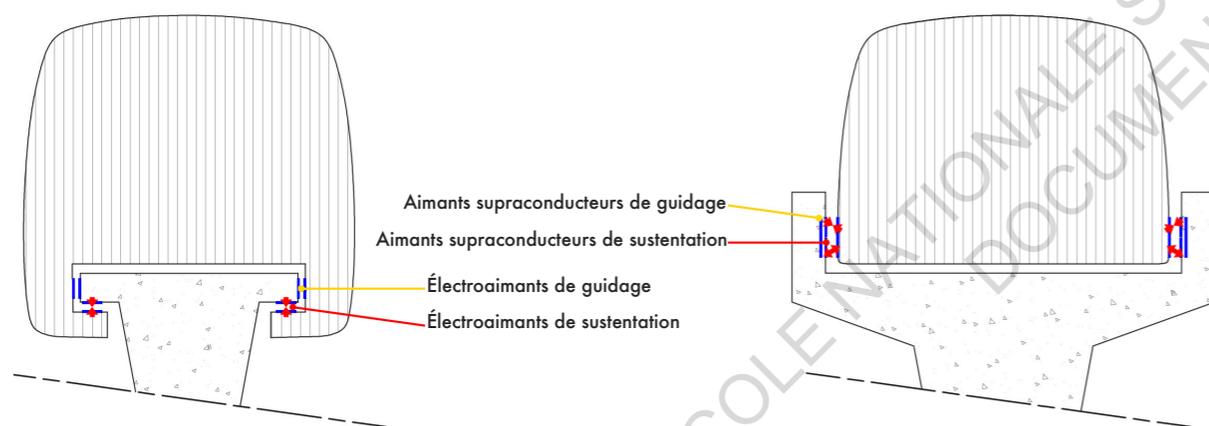
Opération TGV 100, 380 km/h sur la ligne TGV Sud-Est, 26 février 1981.
© Michel Henri/SNCF

1. Tillier Jérôme, *On a retrouvé le dernier aérotrain* [documentaire amateur], 2010, 53 min. Disponible sur http://www.tillierworld.com/index_FR.html

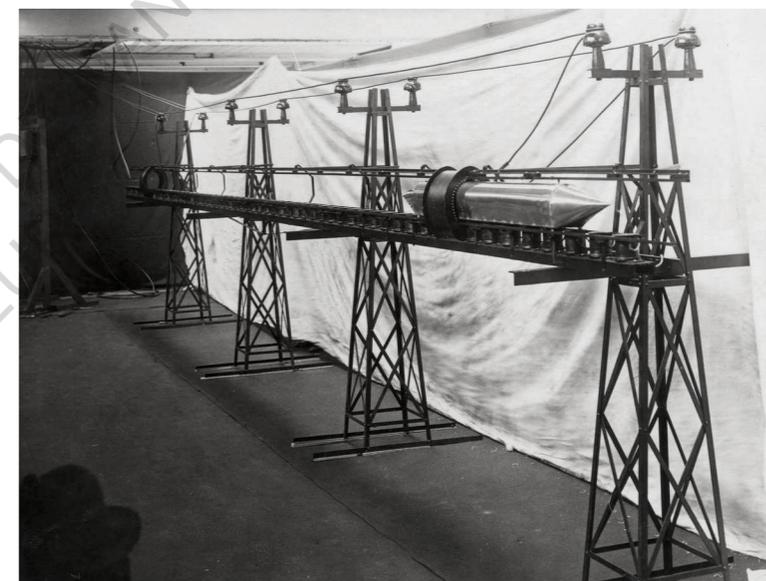
2. Grosjean Francis (réalisateur), *Opération TGV 100* [vidéo en ligne], France, Centre audiovisuel SNCF, 1981, 12min16. Disponible sur <http://openarchives.sncf.com/archive/0-1093>

Il existait des systèmes analogues à l'Aérotrain, la sustentation magnétique a permis, elle aussi, de supprimer les contacts avec le site propre. Comme le monorail ou l'effet de sol, le concept n'est pas tout à fait nouveau. En Allemagne, des recherches entreprises durant plusieurs décennies pour ce procédé ont conduit à la création, en 1969, du Transrapid. Ces travaux n'avaient pas accéléré une prise de décision du Gouvernement français pour la technologie sur coussins d'air, au contraire. Un tronçon d'essai de 31,5 kilomètres a été en service à Lathen, au nord de l'Allemagne, de 1984 à 2011. Le véhicule, sans chauffeur, soutenu par des électroaimants et propulsé par un moteur linéaire, circulait sur une voie en « T », bien que le « T » inversé a d'abord été testé. Parmi les projets de liaisons envisagés, comme celle reliant Berlin à Hambourg ou entre l'aéroport de Munich et son centre-ville, aucun n'a vu le jour. Une première ligne commerciale pour un système Transrapid a tout de même ouvert en 2003, mais en Chine, reliant l'aéroport Shanghai-Pudong aux abords du centre ville. Bien qu'il ne relie que trente kilomètres, ce modèle Maglev de Shanghai est le train le plus rapide du monde avec une vitesse maximale en exploitation commerciale à plus de 400 km/h.

Alors que le système racheté par la Chine est fondé sur un phénomène magnétique où les forces s'attirent pour que le véhicule lévite au-dessus de la voie, celui développé par le Japon, également pionnier dans le développement de ce type de sustentation, utilise la force répulsive entre des aimants supraconducteurs. Contrairement à des électroaimants classiques, dont la résistance dissipe une partie importante d'énergie sous forme de chaleur, ils ont l'avantage de préserver cette quantité d'énergie pour une force magnétique plus puissante. Le niobium-titane, l'alliage supraconducteur utilisé, est refroidi par un circuit dans lequel circulent de l'azote liquide et de l'hélium liquide, ainsi, il ne chauffe plus au passage du courant. Ce dispositif est intégré de part et d'autre de la ligne, sur toute sa longueur, le véhicule réagit alors avec sa voie et peut atteindre une gamme de vitesse très élevée et supprimer tout contact une fois lancé. La compagnie Central Japan Railway a annoncé l'ouverture d'une ligne commerciale sur ce principe entre Tokyo et Nagoya en 2027. Au vu de la technologie incorporée dans la voie, le montant de l'opération est particulièrement élevé. C'est le prix à payer pour remporter le concours de la vitesse. La CRRC³, le géant du ferroviaire chinois, en concurrence évidemment, aimerait commercialiser son nouveau prototype Maglev en 2021, avec une vitesse de croisière de 600 km/h.



Système type Maglev, électromagnétique à attraction ou électrodynamique à répulsion.



Emile Bachelet, inventeur français, dépose un brevet en 1912 aux États-Unis pour son *Levitating transmitting apparatus*, une maquette est présentée en 1914.
© DR



Transrapid 03, mise au point d'un projet Maglev en Allemagne depuis 1969.
© Siemens AG

En plus d'une nuisance sonore problématique, induite par le déplacement d'air, Jean Bertin expliquait dans ses écrits qu'au delà d'une certaine vitesse, un transport terrestre perd une grande partie de son intérêt :

« Dans des rapports et conférences antérieurs, j'avais eu souvent l'occasion de souligner que les plus hautes vitesses envisageables au niveau du sol pour un système de transport rapide se situant entre 350 et 400 km/h. C'est le moment à partir duquel les puissances de pénétration dans l'air deviennent très élevées et coûteuses même avec des carènes ayant une aussi bonne finesse aérodynamique que possible.

Cet enseignement provenait tout simplement de l'aéronautique pour laquelle nos équipes n'ont jamais cessé de travailler. »⁴

Les coûts induits par la consommation énergétique nécessaire pour contrer les frottements de l'air sur le véhicule posent question. Aux altitudes de croisière des avions, la pression de l'air est nettement moins importante, équipés d'une pressurisation pour s'y rendre, des vitesses plus élevées sont possibles, et deviennent surtout rentables. Une limite semble donc avoir été atteinte, au plus grand plaisir des compagnies aériennes.

Malgré ce désenchantement, la volonté, presque viscérale, d'augmenter la distance parcourue sur un temps donné ne stagne pas. Ce qu'il se passe dans le temps s'accélère, la rapidité est gage d'efficacité, de performance de l'homme, de sa faculté à accumuler un maximum d'activités, donc d'augmenter sa mobilité. Ses activités, parfois délocalisées, doivent être atteintes le plus vite possible. Ce besoin, alimenté en parallèle par un fétichisme technique, repousse alors les limites.

Certaines sociétés ont cherché à retrouver, au niveau du sol, ces conditions atmosphériques permettant une accélération rentable. En reprenant ce qu'avait avancé Robert Hutchings Goddard, il y a maintenant plus d'un siècle, deux adversaires sont à affronter : les frottements entre le véhicule et le rail, une problématique déjà traitée, et la résistance à l'air. Pour ce deuxième sujet, une solution est de vider l'espace de son air pour ainsi abaisser sa densité, une technique déjà rêvée depuis longtemps.

Le Swissmetro, un concept de transport de masse pour relier les villes Suisse sans encombrer les sols, né à l'EPFL⁵ avec l'ingénieur Rodolphe Nieth au début des années 70, projetait des liaisons souterraines à haute vitesse. Comment faire le vide ? Une collaboration avec le CERN⁶ avait permis de trouver une solution. Une liaison entre Genève et Lausanne aurait pu propager des véhicules sur coussin magnétique, mis en mouvement à 500 km/h par des moteurs électriques linéaires dans des tunnels à basse pression. La société Swissmetro SA, porteur du projet, s'est dissoute en 2010. Toujours considérée par certains comme solution à la congestion du réseau ferré, des tentatives sont menées pour le faire réapparaître, pour le moment infructueuses.

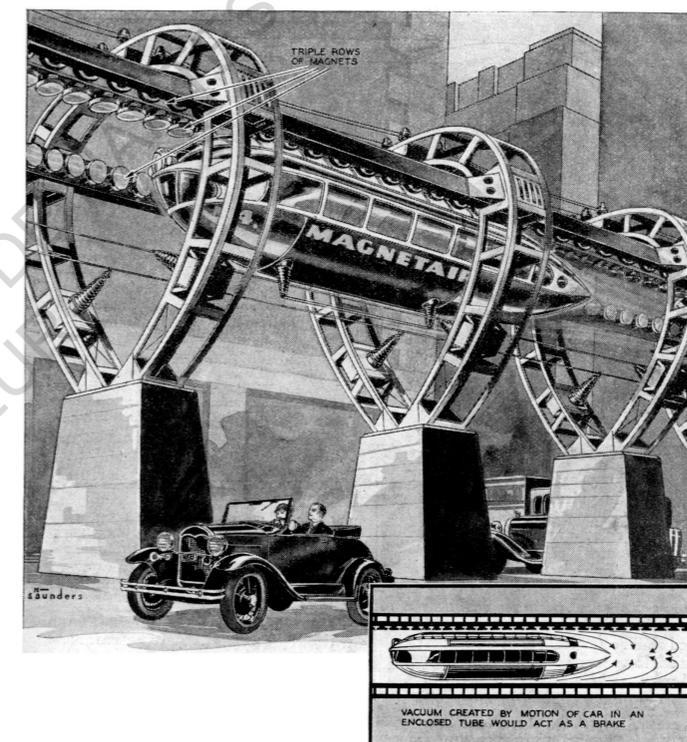
L'étonnant Swissmetro, coupé du monde sous les sols, occupe encore les esprits, mais rayonne d'autant plus, malgré lui, depuis l'apparition du concept Hyperloop de l'entrepreneur américain Elon Musk⁷.

4. Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, p. 46

5. École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse.

6. Organisation européenne pour la recherche nucléaire, Suisse.

7. Elon Musk, Président Directeur Général de Tesla et SpaceX, apporte sa contribution au futur des transports terrestres guidés ultra-rapides, voir Musk Elon, *Hyperloop Alpha* [livre blanc], 2013, 57 p., https://www.spacex.com/sites/spacex/files/hyperloop_alpha-20130812.pdf



Système d'une équipe d'ingénieurs allemands dans «Magnets Drive High Speed Suspension Trains Thru Air», *Modern Mechanics and Inventions*, octobre 1931, p. 59.

© Norman Saunders/*Modern Mechanics and Inventions*



Voyage sous tension à basse pression, Swissmetro, 2003.

© Swissmetro/Keystone

Cette fois-ci, le voyageur, normalement isolé physiologiquement des effets du champ magnétique, se retrouve à la surface. Il est même au-dessus du sol, mais la circulation annoncée à 1 200 km/h dans un tube vidé en partie de son air, le coupe toujours du territoire traversé. Alors que l'Aérotrain ne touchait plus la voie, ces nouvelles formules proposent, en plus, de ne plus toucher à l'air ambiant.

Le projet américain Hyper Chariot, présidé par l'acteur Matthew Modine, avance un trajet à 6 400 km/h en capsule à six places, c'est-à-dire presque trois fois plus rapide que l'avion supersonique Concorde. La capacité se voit lourdement amputée par la recherche de légèreté pour un gain de vitesse décuplé. Cette inconfortable luxure défie, en plus de la biomécanique, l'espace. Alors quelle est la limite ? La quête de l'instantanéité, d'une unité de temps la plus infime possible, se poursuit donc jusqu'aux transports en commun. La crainte de Paul Virilio d'un symptôme de claustrophobie globale⁸ s'illustre par ces systèmes en pipeline.



Vers de nouveaux déplacements.

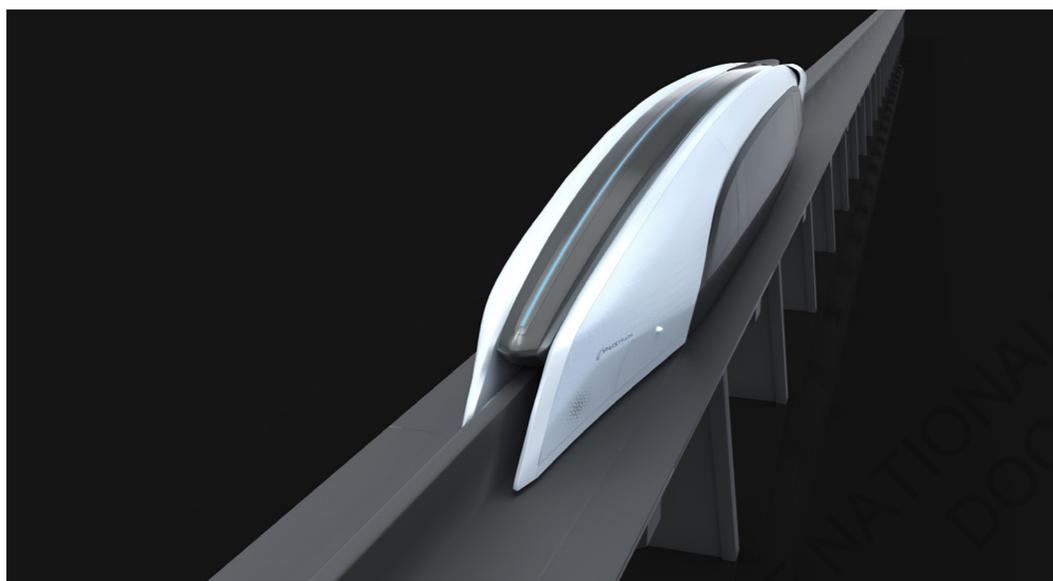
© Klaus Bürge/Das Neue Universum 84, 1967

8. Paoli Stéphane, *Paul Virilio : penser la vitesse*, France, La Générale de Production, Arte France, 2009, 1h31min

3.2.2. SPEED ET SMART

Le coussin d'air, rendu célèbre par ses applications pour les transports maritimes et terrestres, s'active encore dans d'autres domaines. Le phénomène physique soulève toujours des masses, parfois impressionnantes. Le groupe Bertin Technologies le développe notamment pour être employé dans une plateforme servant au déplacement sans beaucoup d'efforts des segments d'un propulseur de la fusée Ariane 5 au Centre Spatial Guyanais, près de Kourou.

Depuis peu, une nouvelle aire pour les coussins semble se profiler en France, elle fait généreusement écho à celle qui a échoué dans le passé. Il est décrit comme le projet ressuscité de l'Aérotrain, le Spacetrain souhaite rétablir l'expérience d'un voyage à bord d'un transport en commun, sans frottement avec la voie, et sans lévitation magnétique. La société du même nom que le projet qu'elle porte, créée en 2017, est une filiale de Jacques Vaucanson, une société d'ingénierie robotique, Émeuric Gleizes les dirige toutes les deux. Leur siège est basé à Paris mais depuis quelques temps, Spacetrain dispose d'un site à Orléans et d'un laboratoire dans la commune de Cercottes, à côté de l'axe routier RD 2020, non loin de Saran.



Le retour du transport glissant.

© Spacetrain

Une vingtaine de salariés travaillent sur la mise au point et la concrétisation de ce concept : un véhicule automatisé, glissant sur coussins d'air, propulsé par moteurs électriques linéaires asynchrone, guidé sur une voie en « T » inversé. L'équipe d'ingénieurs étudie des vitesses comprises entre 400 et 600 km/h avec une pointe maximale à 720 km/h. Orléans relierait Paris en quinze minutes. Au Salon du Bourget 2019, il était possible de voir, pour la première fois, le prototype ST01 construit à l'échelle un demi. Avec une allure toujours hybride entre l'avion et le train, le véhicule interpelle. Le schéma de principe semble donc en parfaite continuité, en intégrant des technologies mises à jour. Aujourd'hui, des systèmes expérimentés, comme ceux au Japon, en Chine ou aux États-Unis, prouvent la viabilité de l'induction linéaire. Le rendement et le poids de cette propulsion électrique, qui avait fait défaut au projet suburbain La Défense-Cergy, ne sont plus des obstacles.

Rappelant le futuriste Aérotrain, les médias s'agitent autour d'un retour potentiel d'une traversée sur un monorail surélevé. Mais pour que le projet continue, des étapes cruciales sont à franchir. La société est en recherche de financement pour procéder à des essais physiques, tout d'abord sur une ligne de moins de cent mètres pour le premier prototype de quinze mètres, puis en vraie grandeur. Il faut donc trouver un site, et il en existe un, entre Saran et Ruan, un monorail vieux de cinquante ans. Depuis maintenant deux ans, un arrêté préfectoral se fait attendre, la Direction de l'Immobilier de l'État, propriétaire de l'ancienne ligne expérimentale, doit se prononcer. Une lenteur rappelant la précédente tentative à laquelle la jeune entreprise doit s'accommoder.

L'ouvrage a depuis digéré l'échec mais, livré à lui-même depuis trop longtemps, il ne peut plus directement reprendre du service. La table de sustentation est désormais peu empruntée. Il n'est pas en péril, mais les désordres engendrés par le temps et les actions extérieures ne permettent pas de supporter et de sécuriser les essais d'un tout jeune véhicule. Le budget du projet prend donc en considération une remise en état, mais seulement une section pourrait être réhabilitée pour cet usage, un minimum de un à deux kilomètres est nécessaire. La voie, entièrement en béton, devra s'équiper de nouvelles matières pour réagir avec la propulsion par moteurs linéaire du système.

La formule, dont les fondements découlent de celle établie par la société Bertin & Cie et sa filiale, cherche à solutionner des problématiques qui, elles aussi, proviennent de cette époque. Avec des atouts de capacité et de fréquence variables, de fluidité automatisée, de vitesse élevée, et d'accessibilité jusqu'au centre des villes par une infrastructure nouvelle ou en empruntant le réseau ferré grâce à un système auxiliaire sur roues, cette solution veut permettre de fluidifier les déplacements. Les modes de transports utilisant les routes, les rails ou l'espace aérien sont confrontés à d'importantes congestions qui n'ont pas que pour effet de ralentir les vitesses, elles sont source d'un impact écologique encore plus conséquent. Spacetrain se positionne comme un complément aux trains et comme un concurrent aux vols court-courriers fortement développés par les compagnies *low cost*. Certains enjeux soulevés d'antan reviennent et alimentent l'innovation. Autrefois, l'Aérotrain, utilisant dans certaines configurations un mode de propulsion aéronautique, avait été frappé par la crise de l'énergie. Les nouvelles navettes sur coussin d'air, autonomes en pilotage et en énergie par l'embarquement de piles à combustibles, se veulent « propres » avec aucune émission.

Si les technologies se sont fortement développées, les problématiques environnementales et sociales ont également fortement augmenté. Dans un entretien réalisé avec Charlotte Jurus, Responsable Affaires Publiques de la société Spacetrain, le désenclavement ressort comme étant la problématique majeure à laquelle doit répondre ce nouveau système de transport, bien plus que la vitesse finalement. Des espaces ne sont plus desservis par les projets ferroviaires, avec des investissements conséquents injectés dans les liaisons rapides, une partie du réseau devient vétuste, des lignes sont supprimées. Une solution proposant de plus faibles coûts de construction, d'exploitation et de maintenance pourrait compléter le réseau et relancer l'attraction de certaines villes en les connectant. Le véhicule glissant participerait à résoudre l'hyper-centralisme de la France, en utilisant, pourquoi pas, les tracés des chemins de fer à l'abandon, parfois très anciens.

Dans une certaine mesure, la très haute vitesse apparaît comme une façade commerciale dans le développement de la mobilité, promouvant les compétences des concepteurs et un degré élevé de technicité mérité. Dépendante du bien le plus précieux, elle captive en permanence, mais est loin d'être l'unique variable dans la décision d'adoption d'un mode pour l'aménagement du territoire. Faut-il supprimer les campagnes ou, au contraire, mieux les desservir ? Aller toujours plus vite avec un véhicule terrestre, tout en offrant toujours plus d'accessibilité s'avère paradoxal et se heurte à une mobilité grandissante. La fréquence entre alors en jeu mais introduit de nouvelles complexités. Bien que la technologie employée soit différente, tout comme le marché auquel il s'adresse, le Spacetrain est tout de même concurrencé par l'Hyperloop qui, depuis février dernier, a renforcé sa position en France avec une filiale de la société canadienne TransPod basée à Limoges, une des trois principales *start-ups* à s'être emparée du concept. Un tube d'essai devrait être prochainement construit à Droux, au nord de la Haute-Vienne. Les besoins, l'économie du projet et de la vitesse départageront sûrement la navette sur coussin d'air à 500 km/h de la capsule pressurisée sur coussin magnétique à plus de 1 000 km/h.



Une transparence sur une navigation aveugle.

© Transpod

Le monorail perché au départ de Saran, malgré son calme gagné, se verra peut-être bousculer par de nouvelles circulations du dessus. Il matérialise, assez massivement, la question que beaucoup continuent de se poser : reverra-t-on un jour en France, un système semblable à l'Aérotrain ?



Monorail fantasmatique, 30 mars 2019.

Les sensations ont été agitées, parfois même énervées, des montées et des chutes, des exaltations et des déceptions, des satisfactions et des consternations, des ambitions et des stagnations, des promesses et des renversements, des passions et des émotions. Ça y est, j'ai enfin pris ce rail. J'espère que cette traversée vous a plu.

La technique du coussin d'air, développée à la suite d'un montage expérimental en laboratoire, a fait vivre à la France, mais pas seulement, des expériences hors du commun. Ce que l'aventure technologique et humaine nous a légué nous fait prendre de la hauteur sur l'environnement, mais également sur les déplacements et les désirs de circuler. Car elle est encore là, peut-être pour longtemps encore, je l'espère en tout cas, en hommage à un futur passé à toute allure. La voie à échelle réelle est à la lisière de la réalité, surélevée, elle n'a cessé de franchir des obstacles, des records et des imaginaires. Matière à rêver, ce qu'il s'est joué nourrit les projections fictionnelles d'antan, les villes et territoires enjambés, permettant le voyage entre ciel et terre.

Ce retour sur un ancien futur fantasmé permet de faire un point sur celui de demain. L'histoire ne se répétera pas, mais des démarches lui font allusion, certaines tentent même de la renouveler. Dans ces tentatives de déploiements de monorails, un phénomène presque cyclique se produit. Les problématiques du passé se retrouvent dans des constats actuels, et certains tentent de les résoudre. Le progrès technologique, misant sur des campagnes du temps et du territoire resserré, sera-t-il le prétexte de renouer avec le glissement sur lame d'air ?

Vitesse frénétique, dépérissement bucolique, lenteur symptomatique, où nous mènera un nouveau prototype guidé ? Une imitation d'hier pour demain donnera-t-elle un retour à la Source ?

 OUVRAGES

Augé Marc, *Non-lieux. Introduction à une anthropologie de la surmodernité*, Paris, Seuil, Collection La Librairie du XXIe siècle, 1992, 160 p.

Bajard Marcel et Amarre François, *De la gare à la ville - Arep, une démarche de projet*, Archives D'Architecture Moderne, 2007, 170 p.

Bertin Jean et Marchal Raymond, *L'Aérotrain ou les difficultés de l'innovation*, Bibliothèque Aviation International magazine, 1977, 163 p.

Cartier Claudine, Roux Emmanuel de, *Patrimoine ferroviaire*, Paris, Scala, 2007, 310 p.

Desportes Marc, *Paysages en mouvement. Transport et perception de l'espace XVIIIe – XXe siècle*, Paris, Gallimard, 2005, 413 p.

Duthilleul Jean-Marie (dir.), *Circuler, quand nos mouvements façonnent la ville*, Exposition, Paris, Alternatives, 2012, 207 p.

Guigueno Vincent, Un objet en quête de territoire : l'aérotrain de Jean Bertin et la ville nouvelle de Cergy-Pontoise, Vadelorge Loïc (dir.), *Habiter les villes nouvelles*, Paris, Le Manuscrit, 2006, 280 p.

Lamour Philippe, *60 Millions de Français*, Paris, Buchet/Chastel, 1967, 289 p.

Tiry-Ono Corinne, *L'architecture des déplacements, Gare ferroviaires au Japon*, Paris, Infolio, Collection Archigraphy Poche, 2017, 323 p.

Tiry Corinne, *Les Mégastructures du transport, typologie architecturale et urbaine des grands équipements de la mobilité*, Lyon, Certu, 2008, 144 p.

Vasset Philippe, *Une vie en l'air*, Paris, Fayard, 2018, 192 p.

 REVUES – ARTICLES

Crozet Yves, Vitesse et mobilité : au-delà du désenchantement d'un « monde fini », *Transports*, 2016, N° spécial vitesse, hommage à Marc Wiel, p. 51-59. Disponible sur halshs-01398654

Crozet Yves, Économie de la vitesse : Ivan Illich revisité, *L'Économie politique*, Scop Alternatives économiques, 2017, N° 76, Les révolutions de la mobilité, p. 24-37. Disponible sur halshs-01685277

Cottin Sylvain, « Le jour où il a dessiné le TGV », Sud Ouest, 21 septembre 2011, <https://www.sudouest.fr/2011/09/21/le-jour-ou-il-a-dessine-le-tgv-505044-2780.php>

Demouveau Gautier, « Comment l'Aérotrain a failli révolutionner le transport », *L'édition du soir*, Ouest France, 05 décembre 2017, <https://www.ouest-france.fr/leditiondusoir/data/14765/reader/reader.html#!preferred/1/package/14765/pub/21438/page/14>

Didier Christelle, L'aérotrain ou la tragédie de Jean Bertin, Didier Christelle, Gireaux-Geneau Annie, Hériard Dubreuil Bertrand, *Ethique Industrielle*, textes pour un débat, De Boeck Université, 1998, p. 323- 337. Disponible sur halshs-00790485

Goddard H. Robert, The Limit of Rapid Transit, *Scientific American*, 20 Novembre 1909

Grasso Silvana, « «La Draisine de l'aérotrain» de Raphaël Zarka », La Dépêche, 12 avril 2015, <https://www.ladepeche.fr/article/2015/04/12/2085720-la-draisine-de-l-aerotraine-de-raphael-zarka.html>

Guichard Mourad, « L'élan brisé de l'Aérotrain », Libération, 5 août 2009, https://next.liberation.fr/culture/2009/08/05/l-elan-brise-de-l-aerotraine_574395

Guichard Mourad, « Le photovoltaïque prend la voie de l'aérotrain », Libération, 20 juin 2007, https://www.liberation.fr/futurs/2007/06/20/le-photovoltaique-prend-la-voie-de-l-aerotraine_96424

Jacquet Clément, Corinne Bian Rosa, pour l'amour de l'aérotrain, *Repères, Le magazine de la ville de Saran*, février 2014, N°196, p. 20-21

Jacquet Clément, 25 et 26 avril 2009 : la fête de l'Aérotrain, *Repères, Le magazine de la ville de Saran*, avril 2017, N°230, p. 27

Janin Jules, Inauguration du chemin de fer de Paris à Saint-Germain, *Journal des débats politiques et littéraires*, Paris, 25 août 1837, p. 2-3. Disponible sur <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k439590n/f2.item.zoom>

Lacôte François, « Hyperloop. « Une formidable escroquerie technico-intellectuelle » », La lettre du cheminot, 12 novembre 2018, <https://www.lettreducheminot.fr/divers/hyperloop-formidable-escroquerie-technico-intellectuelle/>

Lagneau Laurent, « Pour surveiller l'Arctique, la Russie veut un nouvel ekranoplan, basé sur un concept né pendant la Guerre Froide. », Opex360, 01 août 2018, <http://www.opex360.com/2018/08/01/surveiller-larctique-russie-veut-nouvel-ekranoplan-base-concept-pendant-guerre-froide/>

M. G., « Le projet de métro aérien sur la ligne Charenton-Créteil abandonné? », Le Monde, 05 octobre 1966, https://www.lemonde.fr/archives/article/1966/10/05/le-projet-de-metro-aerien-sur-la-ligne-charenton-creteil-abandonne_2689043_1819218.html

Marillier Jérémy, « Aérotrain: le Préfet du Loiret émet un avis positif pour le projet SpaceTrain », France bleu, 20 février 2019, <https://www.francebleu.fr/infos/transports/aerotraine-le-prefet-du-loiret-emet-un-avis-positif-au-projet-spacetrain-1550684100>

Monnier Gérard, Une locomotive et son expression, *Culture Technique*, 1981, N°5, p. 202-209. Disponible sur <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/28754>

Musset René, Le pipe-line du Havre à Paris ; son trafic ; son doublement, *Annales de Géographie*, t. 71, N°385, 1962, p. 325. Disponible sur https://www.persee.fr/docAsPDF/geo_0003-4010_1962_num_71_385_16211.pdf

N. Bell Joseph, Monorails, Will They Ever Get Off The Ground ?, *Popular Mechanics*, décembre 1963, p. 69-74. Disponible sur <https://books.google.fr>

Noblet Jocelyn de, L'aérodynamisme, le chrome et le rêve américain, *Culture Technique*, 1981, N°5, p. 136-146. Disponible sur <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/28754>

Patin Pierre, L'Aérotrain, un essai réussi mais non transformé, *Culture Technique*, 1989, N°19, p. 76-83. Disponible sur <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/29802>

Renaud Philippe, « Voici 57 ans, un métro circulait dans le ciel de Châteauneuf-sur-Loire », La République du Centre, 12 juillet 2017, https://www.larep.fr/chateauneuf-sur-loire-45110/actualites/voici-57-ans-un-metro-circulait-dans-le-ciel-de-chateauneuf-sur-loire_12461662/

Renaud Philippe, « Métro aérien suspendu : la France jette l'éponge... Le Japon s'empare du projet », La République du Centre, 12 juillet 2017, https://www.larep.fr/chateauneuf-sur-loire/voyages/insolite/2017/07/12/metro-aerien-suspendu-la-france-jette-l-eponge-le-japon-s-empare-du-projet_12461670.html

Renaud Philippe, « Jean-Michel Hervé, mémoire vivante du métro aérien suspendu de Châteauneuf-sur-Loire », La République du Centre, 12 juillet 2017, https://www.larep.fr/chateauneuf-sur-loire-45110/actualites/jean-michel-herve-memoire-vivante-du-metro-aerien-suspendu-de-chateauneuf-sur-loire_12463176/

Tissandier Gaston, Le chemin de fer glissant à l'Esplanade des Invalides, de Paris, *La Nature. Revue des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie*, Paris, 1889 : 17ème année 2ème semestre, N° 835 à 861, p. 150-151. Disponible sur <http://cnam.fr/redir?4KY28.33>

Tironi Giordano (dir.), Unconventional transport, *Rassegna*, Milan, septembre 1989, N° 39, 117 p.

Tréglodé Hervé de, « L'Hyperloop est-il un roman de science-fiction ? », La Tribune, 05 septembre 2014, <https://www.latribune.fr/blogs/cercle-des-ingenieurs-economistes/20140905tribb778c713d/l-hyperloop-est-il-un-roman-de-science-fiction.html>

Vilani Cédric, Le transport à hypergrande vitesse sous vide (Hyperloop), *Les Notes Scientifiques de l'Office*, N°5, juillet 2018, 4 p. Disponible sur <http://www2.assemblee-nationale.fr/content/download/69715/711345/version/1/file/Hyperloop.V13.pdf>

« L'Aérotrain, ce projet qui voulait mettre Cergy à dix minutes de La Défense », *Défense-92*, 13 mars 2017, <https://defense-92.fr/histoire/laerotrains-projet-voulait-mettre-cergy-a-dix-minutes-de-defense-51090>

« The Lotus 79, F1's ground effect marvel », *Tech Tuesday*, Formula 1, 21 août 2018, <https://www.formula1.com/en/latest/technical/2018/8/tech-tuesday-retro-lotus-79.html>

The Rohr Aerotrains Tracked Air-Cushion Vehicle (TACV) [en ligne], site Google, s.d. Disponible sur <https://sites.google.com/site/rohrerotrains/>

RAPPORTS

Demigné Philippe, Révah Élisabeth (rédaction), De Bertin & Cie à Bertin Technologies ou l'aventure d'une entreprise « biotechnologiquement modifiée » [compte rendu d'exposé], Les Amis de l'École de Paris, École de Paris du management, 12 décembre 2001, diffusé en mars 2002, 7 p.

Cabrit Jean-Luc, Touchefeu Jacques, Quel devenir pour les infrastructures de l'Aérotrain ? (Loiret) [en ligne], Conseil général de l'environnement et du développement durable, Paris, mars 2017, rapport 010674-01, 89 p., http://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/cgedd/010674-01_rapport.pdf

Essais de l'Aérotrain d'Orléans à réacteur double flux [en ligne], SNCF, Direction Générale, Service de la Recherche, Paris, rapport 730829, Annexe Technique 1, 03 octobre 1973, p. 2, <http://openarchives.sncf.com/archive/0026lm0228>

Musk Elon, *Hyperloop Alpha* [livre blanc], 2013, https://www.spacex.com/sites/spacex/files/hyperloop_alpha-20130812.pdf

Situation des recherches et expérimentations [en ligne], SNCF, Direction Générale, Service de la Recherche, Paris, Juin 1968, Rapport C02.01, 58 p., http://openarchives.sncf.com/sites/default/tr_sardo_249.pdf

Situation et perspective de l'Aérotrain dans le domaine des transports terrestres [en ligne], Société de l'Aérotrain, rapport 77/DG/56, 31 août 1977, http://openarchives.sncf.com/sites/default/tr_sardo_255.pdf

Tessier Marcel, Point des essais de l'Aérotrain [compte rendu d'exposé], SNCF, Direction Générale, Service de la Recherche, Mémento n°42, 5 juin 1970. Disponible sur <http://openarchives.sncf.com/archive/0231lm0366-0>

Turbotrains T.G.V. [en ligne], SNCF, Direction du matériel et de la traction, Département Constructions, notice descriptive, N° 4.1252.18, mai 1972, http://openarchives.sncf.com/sites/default/tr_sardo_261.pdf

FILMS – DOCUMENTAIRES – VIDÉOS – RADIOS

Astioux Frederi, L'aérotrain, un avenir incertain [vidéo en ligne], *Visages du Centre*, France 3 Orléans, 19 janvier 1978, 10min 42s, <https://www.ina.fr/video/PAC05006312>

David Joseph, *Pump* [film cinématographique], France, L'image d'après, Le Fresnoy - Studio national des arts contemporains, 2016, 59min

Durandet Daniel, Essais aérotrain dans la région d'Orléans [vidéo en ligne], *JT 20H*, Office national de radiodiffusion de télévision française, 21 décembre 1968, 02min09s. Disponible sur <https://www.ina.fr/video/CAF97076040>

Edinger Daniel, L'aérotrain d'enfer [vidéo en ligne], *Aléas : Le magazine de l'imprévisible*, France Régions 3 Limoges, 22 juin 1992, 09min29s. Disponible sur <https://www.ina.fr/video/CPC11003569>

Grosjean Francis (réalisateur), *Opération TGV 100* [vidéo en ligne], France, Centre audiovisuel SNCF, 1981, 12min16. Disponible sur <http://openarchives.sncf.com/archive/0-1093>

Jacques Cooper présente le turbotrains, première version du TGV [vidéo en ligne], *JT 20H*, ORTF, 09 avril 1969, 02min54s, <https://sites.ina.fr/sncf/tempo/!media/CAF97076013>

Lanners Bouli (réalisateur et scénariste), *Les Premiers, les Derniers* [film cinématographique], France-Belgique, Wild Bunch Distribution, 2016, 1h37min

Martin Nicolas, Hyperloop, le tube du futur ? [émission radio], *La méthode scientifique*, France Culture, 15 mai 2019, 58 min. Disponible sur <https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/la-methode-scientifique-emission-du-mercredi-15-mai-2019>

Martinez Enrique, Guérin Jean-Pierre, Pourquoi ça marche mal [vidéo en ligne], *L'hexagone*, ORTF, 08 novembre 1971, 22min32s. Disponible sur <https://www.ina.fr/video/CAF06029117/pourquoi-ca-marche-mal-video.html>

Niekesa Outis, *L'Aérotrain* [documentaire], France, Leitmotiv production, 2007, 57min

Paoli Stéphane, *Paul Virilio : penser la vitesse*, France, La Générale de Production, Arte France, 2009, 1h31min

Peltier Dominique, Chevilly : Incendie de l'aérotrain [vidéo en ligne], *Centre Actualités*, France Régions 3 Orléans, 23 mars 1992, 01min06s. Disponible sur <https://www.ina.fr/video/ORC9203248545/chevilly-incendie-de-l-aerotrains-video.html>

Sylvère Florentin (réalisateur), *TGV 001* [vidéo en ligne], France, Section Centrale Cinématographique de la SNCF, 1972, 16min56s. Disponible sur <http://openarchives.sncf.com/archive/3054>

Tillier Jérôme, *On a retrouvé le dernier aérotrain* [documentaire amateur], 2010, 53 min.
Disponible sur http://www.tillierworld.com/index_FR.html

Truffaut François, *Fahrenheit 451* [film cinématographique], Grande-Bretagne, Vineyards Film Ltd., 1966, 1h50min

Valette Bernard (présentateur), Bedouet Alain (commentaire), La futur ligne d'aérotrain entre Cery Pontoise et la Défense [écoute en ligne], *Inter actualités de 20h00*, 29 juillet 1971, 5min. Disponible sur <https://www.ina.fr/audio/PHF04017574/inter-actualites-de-20h00-du-29-juillet-1971-audio.html>

SITES INTERNET

<http://www.aerotrain.fr>

<http://aer.nav.free.fr>

<http://www.jean-bertin.fr>

<https://scmaglev.jr-central-global.com>

<https://space-train.fr>

<https://transpod.com>

<http://www.univem-paris.com>

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

