



## **Garreau Marcel (1903-1982). Chaire de Traction électrique appliquée au transport**

Dominique Larroque

### **► To cite this version:**

Dominique Larroque. Garreau Marcel (1903-1982). Chaire de Traction électrique appliquée au transport. Cahiers d'histoire du Cnam, 2015, Professeurs au Cnam à l'époque des Trente Glorieuses, vol.04 (2), pp. 41-56. <hal-03015678>

**HAL Id: hal-03015678**

**<https://hal.science/hal-03015678v1>**

Submitted on 11 Dec 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 CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

# GARREAU Marcel (1903-1982)

## Chaire de Traction électrique (1953-1973)

Dominique Larroque

*HT2S, Cnam.*

Marcel Garreau entre au Conservatoire national des arts et métiers en 1955. À 52 ans, l'heureux élu s'est déjà fait un nom dans ce secteur d'activité auquel pourtant, jeune étudiant, il ne se destinait pas.

Issu d'un milieu modeste – son père était marbrier au Père Lachaise – Marcel Garreau est un élève brillant. En juillet 1920, il achève sa scolarité avec en poche deux baccalauréats Math-Élem et Philosophie, excusez du peu<sup>1</sup> ! Après une année de « Mathématiques spéciales », il intègre Polytechnique : trois ans plus tard, il sort de la prestigieuse école, muni d'un titre d'ingénieur des PTT. Son service militaire accompli au 8<sup>e</sup> du Génie (Transmissions), il enchaîne par un an d'études à l'École supérieure d'électricité d'où il sort premier du classement spécial PTT, et second du classement général. Mais Marcel Garreau a d'autres centres d'intérêt, perpétuant ainsi la figure de l'ingénieur à la fois

expert et homme de culture. Il est fêru de littérature<sup>2</sup> : une passion qui lui vaut une bonne plume ainsi qu'une fine perception des rapports humains au travers des personnages rencontrés dans ses lectures. Aquarelliste à ses heures, amateur éclairé de musique classique, il n'est guère que le sport et surtout la natation, qui échappent à ses compétences. Simple anecdote familiale, le candidat n'en dut pas moins se jeter à l'eau<sup>3</sup> lors du concours d'entrée à l'École polytechnique : l'épreuve était obligatoire !

Son début de carrière s'inscrit naturellement dans la trajectoire de ses études. En octobre 1926, il est affecté comme ingénieur au « Service des lignes souterraines à grande distance », un secteur de pointe ; c'est l'époque où les PTT déployaient les premiers grands câbles téléphoniques interurbains et internationaux.

<sup>2</sup> Entretien avec André Blanc, directeur honoraire de la SNCF (30 juin 2011).

<sup>3</sup> *Ibid.*

<sup>1</sup> [Archives Cnam – dossier Marcel Garreau, 1955].

Pourtant, quatre ans plus tard, le voilà détaché aux « Chemins de fer de l'Ouest-État ». Une reconversion soudaine, due au hasard d'une rencontre et non à une quelconque stratégie professionnelle, nous confie ses proches : l'étudiante à laquelle Marcel Garreau donnait des cours de mathématiques pendant ses études, et qui deviendra son épouse, avait un père cheminot ; un fort caractère, connu sur tout le réseau Ouest et en particulier de son très influent patron Raoul Dautry. Le futur beau-père ménagea une rencontre entre les deux hommes, à l'issue de laquelle Marcel Garreau – au départ peu motivé – devait entrer dans la grande famille cheminote<sup>4</sup>. Nous sommes en 1930 ; Marcel Garreau découvre son nouvel univers professionnel dans divers stages avant de prendre la direction des Ateliers de wagonnage de Mézidon ; il occupe ensuite le poste d'« ingénieur du matériel roulant » à Sotteville ; en 1931, il est promu « Chef de l'Arrondissement traction du Mans ». Trois ans plus tard, il monte à Paris et en responsabilité, muni d'une affectation au « Service électrique » du Réseau, au moment où commencent les études de l'électrification de la ligne Paris – Le Mans inscrite au Plan Marquet. Il vient de trouver sa voie, dont il ne dévia pas durant toute sa carrière : la traction électrique.

Les Chemins de fer de l'État avaient pris un certain retard sur le terrain de l'électrification. Le système technique était d'ores et déjà balisé depuis l'arrêté minis-

tériel, qui en 1920, sur l'avis du Comité d'étude sur l'électrification des chemins de fer, avait décidé d'unifier le réseau national en courant continu à la tension de 1,5 kV : le système « Parodi », parfois appelé ainsi à cause du rôle majeur qu'avait joué Hypolyte Parodi – à l'époque dirigeant du P.O. – dans la décision du Comité. Le P.O. ayant pris de l'avance sur les autres réseaux, Marcel Garreau s'en rapprocha pour la transformation de la ligne du Mans, mais sans céder à la copie pure et simple. Les locomotives dérivées du modèle P.O. furent remodelées aux attentes spécifiques du réseau de l'État. Mieux encore, notre jeune ingénieur innove en équipant la ligne du Mans d'un système inédit : des sous-stations à redresseurs statiques télécommandés à partir d'un « central sous-station », avec comme avantage des économies d'entretien des commutatrices ainsi que la réduction du nombre des sous-stations gardiennées. Un théoricien mais aussi un réaliste à la recherche constante des solutions élégantes (Blanc et Garreau, 2009) : Marcel Garreau montre à cette occasion les diverses facettes d'un bon gestionnaire de l'innovation.

À la création de la SNCF (1937-1938), notre ingénieur est affecté à la Division centrale des études du matériel et de la traction, puis en 1940 à la nouvelle Division des études de traction électrique (DETE) comme adjoint au chef de Division. La DETE est chargée de la normalisation du matériel issu des anciennes compagnies et surtout des fonctions de recherche et développement dévolues à l'entreprise nationale. Promu ingénieur

---

<sup>4</sup> *Ibid.*

en chef en 1941, Marcel Garreau prend la tête de la DETE en 1945. Il est secondé par Fernand Nouvion, venu également du réseau de l'État. Il s'entoure d'un groupe remarquable de jeunes ingénieurs, parmi lesquels Marcel Teissier et André Cossidé. Le chantier qui s'ouvre à son équipe est particulièrement prometteur. La DETE supervise l'achèvement de l'électrification de la ligne Paris-Lyon votée en 1939 ; alimentée en courant continu 1,5 kV, la ligne est mise en service en 1952. Simultanément, la Division planche sur la modernisation des chemins de fer, inscrite au Plan Marquet, et dont l'électrification constitue la carte maîtresse.

C'est l'époque où la pertinence du courant continu 1,5 kV est mise en cause dans les futures réalisations. L'autre alternative consistait à employer le courant monophasé à 50 Hz ; elle avait été expérimentée en Hongrie mais classée sans suite dès 1943 par la Deutsche Reichsbahn sur la ligne du Höllental. Le 50 Hz présentait pourtant de nombreux avantages, notamment celui de puiser directement l'énergie sur le réseau général des distributeurs d'électricité, en l'occurrence d'EDF. Exit donc les lignes H.T. dédiées au seul usage des chemins de fer, ainsi que les dépenses induites d'investissement et d'entretien<sup>5</sup> ;

---

<sup>5</sup> Grâce au monophasé, on estimait diminuer d'un facteur dix le nombre des sous-stations (alimentations du reste réduites pour le 50 Hz à de simples postes de distribution) ; par ailleurs, l'intensité réduite du courant alternatif à haute tension permettait d'alléger les caténaires. Globalement, l'économie envisagée était évaluée à 50 % du coût d'une électrification en continu 1,5 kV (Picard, 1997).

*« alors qu'en traction à courant continu on mène le courant industriel jusqu'à l'arrivée H.T. des sous-stations, en monophasé 50 périodes on le mène jusqu'aux pantographes des locomotives »* (Garreau, 1952) ; de plus le raccordement aisé à de robustes réseaux banalisés, ouvrait la possibilité de disposer sans frais prohibitifs de puissances nécessaires à grande vitesse. La DETE reprit donc l'affaire à son compte, dès 1944 (Picard, 1997).

Un obstacle technique majeur devait être levé pour espérer voir le nouveau système surpasser l'ancien : le fonctionnement des locomotives, plus précisément la commutation des moteurs à collecteurs en courant alternatif, face à laquelle les ingénieurs allemands avaient finalement jeté l'éponge. Au volet technique du problème, s'ajoutaient aussi des considérations de coût. Il convenait que *« la simplification apportée à l'alimentation ne rejette pas sur les locomotives des difficultés susceptibles de manger le bénéfice »* selon les propres termes de Marcel Garreau (Garreau, 1952). Sur la ligne savoyarde Aix-les-Bains/La-Roche-Sur-Foron, choisie pour les essais et en étroite collaboration avec les constructeurs (Oerlikon, Alsthom, Westinghouse), la DETE expérimenta divers prototypes. Finalement, la solution vint d'une mission de productivité aux États-Unis, conduite par Marcel Garreau : l'ignitron, un redresseur mono anodique à impulsion d'allumage (Igniter) inventé par la firme Westinghouse avant la guerre pour les besoins de l'industrie et monté au lendemain du conflit sur les automotrices du

réseau Pennsylvania électrifié en monophasé 25 Hz. Testé sous la responsabilité de Marcel Garreau sur une vieille automotrice de la banlieue de Saint-Lazare, l'appareil étonne par ses performances.

La supériorité du monophasé apparaîtrait dès lors indiscutable, mais encore faut-il que Marcel Garreau convainque les incrédules, notamment le très influent polytechnicien Hyppolyte Parodi (récemment élu à l'Académie des sciences), dont le penchant naturel le portait à défendre son « enfant », le courant continu. Marcel Garreau, d'un tempérament plutôt doux et affable, s'y emploie avec beaucoup de tact et de diplomatie<sup>6</sup>. Il rassure tout d'abord : « le monophasé est une solution économique, intéressante avant tout pour les seules petites lignes » (Blanc et Garreau, 2009) ; et lorsque l'innovation est manifestement promise à un long avenir, il a le succès modeste en prenant soin de souligner la filiation directe entre le « système Parodi » et le sien ; l'un n'aurait pas pu exister sans l'autre, en quelque sorte. Dans cette entreprise de séduction, le chef de la DETE bénéficie du soutien inconditionnel du non moins influent patron de la SNCF, Louis Armand. Il est sa « conscience électrique »<sup>7</sup> dit-on alors ; les deux hommes ont une relation de confiance et d'amitié. De plus, l'innovation portée par l'un donnait crédit aux am-

bitions ferroviaires de l'autre, pour le pays mais aussi pour l'Europe en construction.

Secondé par Marcel Garreau, le patron de la SNCF, dès 1951<sup>8</sup>, plaide pour le monophasé 50 périodes tout en appelant de ses vœux une fusion des chemins de fer européens autour de la nouvelle technique, afin qu'ils « *concourent à la constitution de l'Europe unie* » (Picard, 1997). Une ligne transfrontalière Valenciennes-Thionville-Koblenz fait même l'objet d'un protocole. Mais l'opposition vient cette fois-ci de la Deutsche Bundesbahn qui, ayant déjà opté pour le courant 16 2/3 sur son réseau, ne voyait pas l'intérêt de l'expérience. Le 50 périodes ne vit donc le jour que sur la partie française de la ligne ; à l'occasion, les locomotives à ignitrons firent la démonstration de leur extraordinaire capacité de traction, sanctionnant définitivement le succès du système. Quant aux dirigeants de la D.B., ils ne reviendront pas sur leur position. En 1955, ils cautionnent d'ailleurs un article assez virulent sur les « soi-disant » performances du système français (une « tromperie » dans le texte)<sup>9</sup>, auquel le Directeur-général-adjoint de la SNCF, Armand Porcher (Porcher, 1957), jugera nécessaire de répondre sous la plume d'un certain... Marcel Garreau.

La pleine réussite de la ligne du Nord fut le point de départ de la phase industrielle du 50 Hz. Dès 1954, sous

---

6 D'autant que cet homme, grand, mince et élégant, avait en face de lui, « *Un homme solide, à la large carrure, à la poigne puissante, image physique d'une volonté et d'une indépendance farouche* » (Psychès, 1970).

7 Entretien avec André Blanc, *op. cit.*

---

8 Congrès international électrotechnique d'Annecy, automne 1951.

9 *Electrische Bahnen, numéro spécial* de mai 1956.

l'impulsion de la DETE, les constructeurs allemands, belges, français et suisses impliqués dans les divers essais du système depuis l'après-guerre constituèrent le « Groupement cinquante périodes ». Outre le réseau français et la plupart des réseaux frontaliers (sans la DB), le Groupement, en 1970, disposait de plus des 2/3 des marchés d'électrification hors la Communauté européenne, donnant ainsi à l'industrie française une position de premier plan sur le marché mondial. Plus récemment le TGV<sup>10</sup> et le RER parisien, vinrent s'ajouter à la liste des clients du 50 Hz : c'est dire la portée de cette innovation initiée par Marcel Garreau et son équipe. Ce fut, bien sûr, l'occasion pour eux de nombreuses missions à l'étranger visant à promouvoir le système et à superviser son implantation.

L'évocation du TGV renvoie à la seconde innovation majeure à laquelle le nom de Marcel Garreau ainsi que celui de Fernand Nouvion sont attachés : la grande vitesse, à laquelle le passage au monophasé 50 Hz ouvrait la voie. Au binôme constitué par les deux hommes, ajoutons Marcel Teissier pour la partie conceptuelle des nouvelles machines. La ligne des Landes, de Bordeaux à Dax sur la section Facture-Morcenx (68,2 km) fut choisie pour les 46 km qu'elle comptait en ligne droite (Polino, 2005). Deux locomotives, fleurons de l'industrie française, se lancèrent tour à tour : la machine Alsthom CC 7 107, le 28 mars 1955 ; celle de la compagnie du « Matériel de

traction électrique », la BB 9004, le lendemain. Marcel Garreau devait être du voyage, aux côtés de Fernand Nouvion et de Marcel Teissier ; toujours aussi diplomate et bien que la décision ait dû lui coûter, pour des raisons de présence il cédera sa place au Directeur du Matériel de la SNCF. L'Alsthom atteignit la vitesse de 320 km/h ; l'autre machine, 331 km/h. La SNCF, dans sa déclaration officielle, les déclara ex æquo à la vitesse de 331 km/h : pieux mensonge justifié par le fait que les deux constructeurs, français de surcroît, n'étaient pas en compétition<sup>11</sup>. Ce record de vitesse vint à point nommé ; il redorait le blason de la SNCF, alors très décriée pour ses déficits. Les cheminots y puisèrent un regain de motivation pour relever la concurrence routière et se lancer dans la course à l'excellence ; une nouvelle filière industrielle prometteuse s'annonçait ; enfin, à ceux qui en doutaient encore, le courant continu 1 500 V avait définitivement vécu son heure de gloire.

En 1958, Marcel Garreau grimpe un nouvel échelon dans la hiérarchie : il est nommé directeur-adjoint du Matériel et de la traction ; Fernand Nouvion lui succède à la tête de la DETE. Parallèlement à ses responsabilités au sein de l'entreprise nationale, notre ingénieur occupe des fonctions internationales. Son curriculum vitae de 1955<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> En outre, une anomalie d'alimentation des moteurs de traction, indépendante de la machine, avait altéré la mise en vitesse de la CC.

<sup>10</sup> Voir pour plus de détail Beltran et Picard, 1994.

<sup>12</sup> [Archives Cnam – dossier Marcel Garreau, 1955.]

indique qu'il émerge à la présidence de la Commission de traction électrique de la Commission électrotechnique internationale (CEI). Son appartenance au Comité consultatif international téléphonique (CCIF) souligne qu'il reste une référence dans son ancien métier ; enfin, à la croisée des chemins entre ses deux spécialités (électricité et télécommunications), il préside le Comité d'études n° 2 (Troubles dus aux convertisseurs ioniques) de la Commission mixte internationale (CMI) pour les expériences relatives à la protection des lignes de télécommunications et des canalisations souterraines. Trois ans plus tard, ses pairs l'installent à la présidence de la Société française des électriciens (SFE).

Il signe également de nombreux articles dans les revues spécialisées : des articles souvent de fond sur des sujets pointus mais dont la clarté et le style épuré les rendent accessibles – autant que faire se peut – aux non-initiés ; son discours – lumineux – de président entrant de la S.F.E sur la collaboration des constructeurs et du client, est à cet égard un modèle du genre (Garreau, 1958). Marcel Garreau tient aussi un journal professionnel : un document rare, où l'auteur révèle la position des divers participants, assortie de commentaires sur les motifs qui les animent. Trois cahiers épais, manuscrits, véritable chronique de la traction électrique à l'époque des Trente Glorieuses<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Les deux premiers cahiers ont été versés par André Blanc au fonds documentaire de l'A.H.C.F. ; le dernier cahier est perdu.

Enfin, notre ingénieur enseigne, et cela depuis de longues années. En 1942, succédant à Hyppolyte Parodi, il est nommé professeur chargé de cours « Emploi de machines électriques » à l'École nationale supérieure des télécommunications. Quatre ans plus tard, il intègre à son enseignement celui de M. Langlois-Berthelot dans un cycle intitulé « Fonctionnement et emploi des machines et redresseurs ». Il est recruté au Conservatoire national des arts et métiers en 1955, fort du succès – pratiquement assuré – de son engagement en faveur du 50 périodes. Il succède là encore à Hyppolyte Parodi auquel l'établissement avait taillé sur mesure un enseignement portant sur « L'électricité appliquée à la traction ». *A priori*, la transition, cette fois-ci, aurait pu ne pas aller de soi compte tenu des divergences récentes entre les deux hommes. En fait, le désaccord sur le choix du système de traction était désormais consommé (Blanc et Garreau, 2009) : Parodi venait de se rallier à la thèse de Garreau. De plus, au-delà du débat d'idées, le plus jeune tenait en grande estime le second, et réciproquement ce dernier, probablement, lui saura gré d'avoir évoqué la continuité et non la rupture dans le passage d'un système à l'autre. Le cours d'Hyppolyte Parodi au Conservatoire n'était pas réellement intégré dans le cursus de l'établissement, ni « régulier »<sup>14</sup>. La nomination de Marcel Garreau fut à cet égard l'occasion d'une installation plus

---

<sup>14</sup> [Archives Cnam – séance du Conseil de perfectionnement du 3 octobre 1955.]

officielle. La demande avait été formulée par la Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique, qui en échange s'était engagée à financer le poste : un poste fléché (dirions-nous aujourd'hui) par elle sur la personne de Marcel Garreau. Le Conseil de perfectionnement retint sa candidature par 31 voix pour, 1 contre et 4 abstentions<sup>15</sup>. À l'origine dispensé sur un an, l'enseignement passe à deux ans en 1957. Il est sanctionné par un certificat : insuffisant (!) devait estimer Marcel Garreau qui, en 1960, obtient des instances du Conservatoire un rattachement à un diplôme d'ingénieur. Près de 160 auditeurs suivront son cours durant l'année 1956-1957, en régime de croisière : des personnels de la SNCF et des constructeurs essentiellement. L'ingénieur réputé pour « ses dons de communication » et pour sa conduite lucide « des grandes tâches »<sup>16</sup> laissera également le souvenir d'un excellent pédagogue.

Le professeur poursuit son enseignement jusqu'en 1973<sup>17</sup>, cinq ans après son départ à la retraite de la SNCF ; il était alors Directeur attaché à la Direction générale de la SNCF. L'heure n'est pas pour autant à l'oisiveté : durant deux ans, Marcel Garreau continue de servir l'entreprise par filiales interposées : la Société auxiliaire de Manutention moderne

(SAMMO), puis la Société d'équipement des grands itinéraires (S.E.G.I.). Enfin, en 1969, il est nommé président du Comité de rédaction de la Revue générale des chemins de fer (R.G.C.F.), en hommage à sa contribution à la modernisation des réseaux nationaux et internationaux – mais aussi en raison de ses talents de rédacteur<sup>18</sup>.

## Distinction

Nommé Chevalier de la Légion d'honneur le 9 août 1950 et promu officier le 2 février 1957.

---

<sup>15</sup> *Ibid.*

<sup>16</sup> Extrait de l'annonce du décès de Marcel Garreau, *R.G.C.F.*, 1982, p. 132.

<sup>17</sup> Marcel Tessier lui succède puis André Cossidé, DETE oblige...

---

<sup>18</sup> « *Son ouverture vers les problèmes d'édition a contribué grandement à l'intérêt et à la qualité de notre revue* », extrait de l'annonce du décès de Marcel Garreau, *op. cit.*



## Bibliographie de Marcel Garreau

(1938). « L'état actuel de l'électrification des chemins de fer ». *Revue générale des Chemins de fer (R.G.C.F.)*, février, pp. 110-124.

(1947). « Les locomotives électriques à six essieux moteurs. Conception et étude des prototypes CC et BBB ». *R.G.C.F.*, juin, pp. 181-184.

(1948). « Les sous-stations de traction à courant continu 1500 V – Leur évolution technique ». *R.G.C.F.*, février, pp. 45-59.

Avec Nouvion F. (1948). « Considérations sur les moteurs de traction monophasés du type série à collecteur ». *R.G.C.F.*, juillet, pp. 221-231.

(1949-1951). « Les locomotives à courant continu 1 500 volts – leur évolution technique », Première partie. *R.G.C.F.*, juin 1949, pp. 237-251. Deuxième partie. *R.G.C.F.*, novembre 1951, pp. 296-308.

(1951). « Les divers problèmes techniques que soulève la traction électrique en monophasé ». *R.G.C.F.*, novembre, pp. 545-550.

(1940-1955). *Journal professionnel*, 2 volumes (13 août 1940 – 6 octobre 1955). Document conservé au centre de documentation de l'A.H.C.F.

Avec André S. et Dugas R. (1954). *L'année ferroviaire 1953*. Paris : Plon.

(1952). « Vers une formule nouvelle : le monophasé 50 périodes ». *Science et Vie*, pp. 74-84.

(1955). « Les locomotives monophasées de Valenciennes-Thionville ». *R.G.C.F.*, janvier, pp. 1-6.

(1958). « La collaboration des constructeurs et du client dans les récents progrès de la traction

électrique ». *Revue de la Société française des électriciens*, février, 7<sup>e</sup> série, tome VIII, n° 86.

(1956). *Cours de traction électrique*. 428 p., multigraphié, tables, graphiques, éd. du Cnam, 376/4.

Avec Dupont M. (1957). « Le pantographe des locomotives électriques (Études et essais de la SNCF) ». *R.G.C.F.*, pp. 665-686.

(1958). « La collaboration des constructeurs et du client dans les récents progrès de la traction électrique ». *Revue de la Société française des électriciens*, février, 7<sup>e</sup> série, tome VIII, n° 86.

(1959). « Les locomotives monophasées à 25 kV, 50 Hz à grande vitesse type BB 16 000. Exposé général ». *R.G.C.F.*, janvier, pp. 1-3.

Avec Lefort H. (1964) *L'année ferroviaire 1964*. Paris : Plon.

(1965). *Cours de traction électrique*, 459 p., éd. du Cnam, 621/8, 2049/8.

(1963). « Les locomotives poly-courants ». *R.G.C.F.*, novembre, pp. 585-602.

(1968). « Quinze ans de traction électrique en courant continu monophasé de fréquence industrielle », *R.G.C.F.*, mars, pp. 125-146.

(1975). « René Parès, Les chemins de fer en France », compte rendu de lecture, *R.G.C.F.*, janvier, pp. 52-53.

Avec Blanc A. (2009). « Constructeurs et exploitants alliés dans l'innovation : l'électrification du réseau français vue par un de ses principaux acteurs ». *Revue d'histoire des chemins de fer*, 39/2009. En ligne [<http://rhcf.revues.org/848>].

## Portraits

(1958) *Revue de la Société française des électriciens*, février, 7<sup>e</sup> série, tome VIII, n° 86, p. 84.

## Bibliographie générale

Beltran A. et Picard J.-F. (1994). « D'où viens-tu TGV ? Témoignages sur l'origine des trains à grande vitesse français ». *R.G.C.F.*, 1994.

Psychès I. (1970). « Notice sur la vie et l'œuvre d'Hyppolite Parodi (1874-1968) », Archives de l'Académie des Sciences.

Picard J.-F. (1997). « Technique universelle et filières nationales, le cas de l'électrification des chemins de fer européens ». *Sciences et techniques en perspective*, vol, n° 1.

Porcher A. (1957). *Revue générale des Chemins de fer, numéro spécial*, septembre 1957.

Polino M.-N. (2005). « Avec les « expériences de Morcenx », la France emporte le record du monde de vitesse sur voie ferrée ». *Célébrations nationales. Sciences et Techniques*. Brochure du Ministère de la culture. En ligne [<http://www.culture.gouv.fr/culture/actualites/celebrations2005/morcenx.htm>].

