

OUVRAGES PRÉSENTÉS OU REÇUS

M. le **SECRETARE PERPÉTUEL** signale parmi les pièces de la Correspondance :

1° *Néo-Postulats Biologiques et Pathogéniques*, par **ANDRÉ GERNEZ**;

2° Journal de Mathématiques et de Physique appliquées : *Über das Stekloffsche Eigenwertproblem : Isoperimetrische Ungleichungen für symmetrische Gebiete*, par **CATHERINE BANDLE** (Développement d'une Note parue aux *Comptes rendus*) ⁽¹⁾;

3° Musée royal de l'Afrique centrale à Tervuren (Belgique) : *Cartes géologiques du Rwanda : Feuille Kigali* (S. 2/30 S. W.); *Feuille Kibungo* (S. 3/30 N. E.); *Feuille Rwinkwaru* (S. 2/30 S. E.);

4° Revue internationale d'Océanographie médicale (supplément) : *Côtes de France. Inventaire National de la pollution bactérienne des eaux littorales*. Tomes I et II : *Mer du Nord et Manche, cartes et graphiques*, par **MAURICE AUBERT**, **J. AUBERT** et **J. P. GAMBAROTTA** avec la collaboration de **A. FRUCHART**, **S. DANIEL**, **M. GAUTHIER** et **N. DESIROTTE** ainsi que celle des marins, techniciens et dessinateurs du Centre d'études et de recherches de biologie et d'océanographie médicale (C.E.R.B.O.M.).

DÉCÈS DE MEMBRES ET DE CORRESPONDANTS

M. le Président annonce les décès, survenus en août 1968, de **Sir THOMAS HENRY HAVELOCK** et de **M. WALTER DAVIS LAMBERT**, à Washington le 3 novembre 1968, Correspondants pour la Section de Géographie et Navigation. Il invite l'Académie à se recueillir en silence pendant quelques instants en signe de deuil.

Les notices nécrologiques d'usage seront déposées en l'une des prochaines séances, la première par **M. ROGER BRARD**, la seconde par **M. PIERRE TARDI**.

NOTICES NECROLOGIQUES OU BIOGRAPHIQUES SUR LES MEMBRES ET LES CORRESPONDANTS

*Notice nécrologique sur HIPPOLYTE PARODI (1874-1968),
Membre de la Division des Applications de la Science à l'Industrie,
par M. GEORGES DARRIEUS.*

Notre Confrère **HIPPOLYTE PARODI** s'est éteint le 5 octobre à Nice des suites d'une longue maladie, supportée avec sérénité, malgré la tristesse persistante ressentie depuis le décès de sa femme il y a quelques années. De nombreux confrères, collègues et amis, l'ont accompagné le 9 par une froide matinée d'automne, de l'église au tranquille cimetière de campagne de Mareil-sur-Meauldre (Yvelines).

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, 265, série A, 1967, p. 327.

Élu en 1949 dans la Division des Applications de la Science à l'Industrie, il se montrait assidu à nos réunions jusqu'à ce qu'il y a trois ans la détérioration de sa santé l'eût contraint à rechercher sur la côte méditerranéenne un climat plus ensoleillé. Encore l'avons-nous revu à deux reprises au cours de cette période, lorsque le retour de la belle saison lui procurait quelque répit, venir défendre avec la chaleur et la vigueur qui lui étaient coutumières, telle cause qui lui tenait à cœur, comme les titres d'un jeune collaborateur à quelque récompense de l'Académie.

L'œuvre d'Hippolyte Parodi, dont le souvenir demeurera longtemps parmi les ingénieurs, est liée à une tâche poursuivie avec une magnifique persévérance — sauf l'interruption due à la guerre 1914-1918 — durant toute une carrière entièrement consacrée à l'électrification des chemins de fer, et dans laquelle, tant les circonstances qu'une vocation de bonne heure affirmée, lui ont fait jouer un rôle incomparable et incontesté de pionnier.

Reçu en 1893 à l'École Polytechnique ainsi qu'à l'École Normale Supérieure, pour laquelle il faillit opter, Parodi, renonçant au bout de quelques années à la carrière militaire, entra en 1899, après un court séjour dans l'industrie électrochimique, au Service Traction de la Compagnie française Thomson-Houston, où l'électrification en cours de la ligne des Invalides de Paris-Versailles, suivie en 1902, de celle aux Chemins de fer d'Orléans, du quai d'Orsay à Austerlitz, puis à Juvisy, lui donna l'occasion d'études techniques originales sur le calcul graphique de la marche des trains à partir des équations différentielles, l'évaluation des puissances requises, et le chauffage électrique des voitures. Ces études de début, en lui permettant de dénoncer le caractère erroné de nombreuses idées reçues, témoignent déjà d'une imagination féconde, d'un sens critique très sûr et d'une remarquable indépendance à l'égard des opinions toutes faites et des autorités les mieux établies quand elles se révèlent défailtantes.

La valeur de ces travaux avait retenu l'attention du grand électricien qu'était alors André Blondel, lequel conseilla à la Compagnie d'Orléans de prendre le jeune ingénieur comme successeur de Paul Dubois, son collaborateur dans la rédaction récente d'un grand Ouvrage sur *La traction électrique*.

Parodi, qui devait lui-même, en 1934, apporter à ce traité un prolongement naturel, somme de sa propre expérience, en un volume, également devenu classique, *La traction électrique et le chemin de fer*, devenait ainsi, en 1906, Chef des Services électriques de la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans, qui, comme les Chemins de fer du Midi, s'apprêtait à entrer résolument dans la voie de l'électrification, portée d'ailleurs, pour une large part, par l'impulsion dynamique de notre futur Confrère.

Outre l'étude théorique et expérimentale de divers problèmes d'ordre mécanique, comme la mise en évidence, dans le roulement d'un essieu à bandages coniques, de ce qu'il a appelé le recul élastique avec l'analyse

de son effet sur le mouvement de lacet des véhicules, Parodi consacra les huit années qui suivirent aux recherches et enquêtes préliminaires que commandait le vaste programme en vue, dont son inclination naturelle élargissait sans cesse la portée.

Un stage effectué peu de temps avant son passage au Paris-Orléans, aux installations en cours de montage du Littoral méditerranéen, comme délégué général de la Compagnie Thomson-Houston, avait d'ailleurs utilement contribué à compléter sa formation, et à étendre aux problèmes de réseaux et de centrales hydrauliques et thermiques, le champ de ses préoccupations et méditations.

La guerre de 1914 vint interrompre cette période de préparation en lui faisant préférer à la mobilisation sur place, un engagement volontaire avec reprise de son uniforme d'artilleur, qui, dès janvier 1915, lui apportait une blessure et, à une époque où elles étaient encore fort rares, la brillante citation suivante à l'ordre de l'Armée, qui donne bien la mesure de son courage et de son ardeur dans l'action :

« S'offre toujours volontairement pour des missions très périlleuses; a observé les tirs des tranchées les plus avancées, non seulement pendant les réglages, mais pendant les attaques, sous les feux les plus violents de l'artillerie allemande. Fanatique du métier, a renoncé pour redevenir simple lieutenant d'artillerie aux quatre galons que lui conférait sa haute situation dans les chemins de fer ».

Dans ses fonctions de Commandant de batterie de 90, puis de 240 sur voie ferrée, son esprit critique et investigateur, peu porté à se satisfaire d'à peu près ou de fausses explications, ne tarda pas à relever, dans les tables de tir alors en usage, de choquantes anomalies. Diverses notes de balistique qu'il fut ainsi amené à rédiger sur le front, retinrent l'attention du Général Emery qui le fit affecter, en 1917, à la commission d'expériences de Calais, puis à la Section technique de l'Artillerie où se trouvaient déjà nos confrères, le regretté Henri Lebesgue et Paul Montel. Directeur de la Section de balistique et des Tables de tir, il entreprit un vaste remaniement des méthodes de calcul, introduisant notamment pour le calcul des trajectoires par arcs successifs l'emploi d'une méthode graphique, analogue à celle qu'il avait conçue pour la marche des trains, et qui se révéla notablement plus simple, suggestive et rapide que celles numériques alors connues. Vers la fin de la guerre, alors que des projectiles d'origine inconnue tombaient sur Paris, il fit calculer par notre confrère René Garnier, une trajectoire à grande portée (122 km) principalement stratosphérique, dont l'angle de chute correspondait à celui mesuré du tir de la « grosse Bertha », ce qui mettait fin à l'incrédulité générale quant aux possibilités imprévues d'une telle superartillerie. A ce propos, Parodi, qui devait tout le long de sa carrière se heurter à bien d'autres objections et résistances surprenantes qui exaspéraient son tempérament combatif, soulignait ce paradoxe que tant de serviteurs de l'État, ayant reçu comme

lui le privilège d'une haute formation scientifique, et qui eussent dû lui apporter naturellement acquiescement et intelligente sympathie, se comportaient, au contraire, comme si l'étude, sans autre but que la conquête d'une situation et la défense d'un ordre établi, avait définitivement tué en eux l'initiative et l'imagination.

La portée de ces travaux fut notamment reconnue par nos alliés italiens dont le ministre des Recherches et Inventions, notre Associé étranger l'illustre mathématicien Vito Volterra, ayant rendu visite à ce foyer de science balistique, qu'était Saint-Thomas-d'Aquin, y fit détacher une mission pour en adopter les méthodes.

Rendu à la vie civile en 1919, Parodi fut désigné pour faire partie d'une mission, dite mission Mauduit, chargée par le ministère des Travaux publics d'étudier à l'étranger les diverses installations électrifiées alors en service.

Peu satisfait des conclusions de cette mission qui, comprenant trop peu de spécialistes et, souvent égarée par des détails d'importance très inégale, penchait pour le courant monophasé à 16 $\frac{2}{3}$ ou 25 p/s, Parodi se fit le promoteur en 1921 d'une nouvelle mission aux États-Unis dans laquelle étaient cette fois représentés les constructeurs, et dont il rapporta une abondante documentation.

Le bon fonctionnement des installations américaines en 1500, 2400 et 3000 V confirmant le résultat de ses études antérieures, l'amena ainsi à fixer son choix sur le courant continu à 1500 V. Tandis que l'opinion courante, influencée par les réalisations antérieures, issues de circonstances très diverses, envisageait principalement le cas des lignes de montagne, Parodi, instruit par l'expérience des lignes de banlieue, avait promptement discerné que le domaine d'élection de l'électrification, dont l'intérêt économique s'imposait avec le plus d'évidence, était celui des lignes à grand trafic, et d'autant plus que ce dernier était plus important, ce qui justifiait le choix retenu du courant continu à une tension relativement modérée.

Quant au type de motrice et notamment à leurs dispositions mécaniques, un grand nombre de solutions se trouvaient en présence, plus ou moins inspirées de l'expérience empirique des locomotives à vapeur, avec ou sans bielles de disposition variée, avec ou sans engrenages, etc. et dont la plupart devaient d'ailleurs être bientôt abandonnées. Afin de se faire une opinion objective, Parodi, qui avait entre temps poursuivi ses recherches théoriques et expérimentales sur la stabilité du matériel roulant, le rappel angulaire des bissels et bogies, la position de leur pivot, etc., fit commander une série de prototypes qu'il soumit à des épreuves rigoureuses dont se dégagea le choix, qui a depuis universellement prévalu, sous la forme primitive 2-D-2, de motrices à commande individuelle des essieux par moteurs entièrement suspendus, et bientôt à adhérence totale (B-B, C-C).

Une innovation des plus importantes due à la clairvoyance et à l'opiniâtreté de Parodi fut l'adoption généralisée pour les moteurs de traction, de la compensation de la réaction d'induit, qui permet d'étendre sans risque à un rapport de 1 à 4 le domaine de réglage de vitesse par affaiblissement du champ, et que les constructeurs connaissaient certes mais dont des préoccupations de simplification ou des mobiles à courte vue, leur faisaient sous-estimer l'intérêt.

Parmi les problèmes, à une échelle inusitée, que posait l'électrification de la ligne de Paris à Vierzon, celui de la source d'énergie était des plus importants.

Devant l'obligation de réaliser de nouvelles centrales avec le réseau correspondant, Parodi, rejetant la solution d'un réseau à basse fréquence, spécial à la traction et impropre à tout autre usage, dont les machines monophasées, monstrueuses en regard de celles normales triphasées à 50 p/s, portent le lourd handicap d'un type de courant boîteux, reconnut tout de suite que le réseau de traction, avec ses nouvelles centrales hydrauliques du Massif Central (Éguzon, Coindre et Marèges), loin de rester distinct du futur réseau général, devait en constituer un élément et faire concourir ainsi le chemin de fer, avec un type de charge éminemment favorable par sa régularité et son horaire d'emploi, à l'électrification générale du pays.

Ayant compris les avantages décisifs d'une marche en parallèle et d'une interconnexion généralisée, il s'en fit d'emblée le pionnier, comme de l'adoption pour les lignes de transport, de la tension la plus élevée, 220 kV. Certes ces principes sont aujourd'hui universellement admis, mais il ne faut pas oublier qu'en 1922, la plupart des exploitants, plus sensibles aux répercussions redoutées d'une extension des défauts, qu'aux avantages attendus d'une mise en commun des réserves et d'une plus grande sûreté de marche, les contestaient vivement.

S'essoufflant à le suivre dans « trop d'innovations » et trop souvent craintifs même à l'égard de ce qui ne comportait aucun risque, ses chefs, tout en acceptant la commande à distance des sous-stations pour la ligne Paris-Le Mans, où l'autorité reconnue de Parodi l'avait fait appeler comme ingénieur-conseil, se refusèrent cependant à le suivre dans l'adoption des sous-stations « réparties » ne comprenant qu'un groupe par sous-station, en dépit des avantages manifestes d'économie de puissance installée, de réduction des chutes de tension et de meilleur rendement de cette solution qui a fini par s'imposer universellement.

L'alimentation directe de la ligne de contact en courant industriel à 50 p/s, adoptée ultérieurement sous l'impulsion de M. Louis Armand, pour la poursuite de l'électrification française, constitue d'ailleurs la consécration suprême de la justesse des vues de Parodi, puisque l'installation, sur les locomotives elles-mêmes, des organes de transformation

en courant continu, réduit cette partie à basse tension de l'équipement au minimum concevable.

En fait, l'expérience a brillamment confirmé et même au-delà la prévision de Parodi jugée d'abord trop optimiste, d'une consommation d'énergie inférieure à 24 W-h par tonne kilométrique, alors que sa propre analyse de la situation antérieure faisait ressortir pour la traction à vapeur un rendement thermique final inférieur à 3/100.

A ses fonctions de conseil aux Chemins de fer de l'État, puis à la S.N.C.F. pour l'étude des lignes Paris-Lyon, Vierzon-Montauban, Orléans-Bordeaux, aux Chemins de fer du Maroc et d'Algérie, etc. s'ajoutaient les nombreuses leçons qu'il professait au Conservatoire des Arts et Métiers, aux Écoles Supérieures d'Électricité, des Télécommunications et de l'Aéronautique, où son enthousiasme apportait les fruits de ses méditations et de son exceptionnelle expérience. Cette activité incessante comportant en outre la préparation de nombreuses publications, conférences à l'étranger, communications aux congrès, etc., laissait cependant à son esprit toujours en éveil, l'occasion d'études personnelles plus théoriques ou de remarques mathématiques ingénieuses, relatives notamment au calcul des lignes, et à quelques-unes desquelles se trouve associé son fils aîné, Maurice, que nous avons le plaisir de compter parmi les Correspondants de notre Académie.

Je signale seulement à ce sujet l'invention originale d'un dispositif de « balai-navette » assurant une commutation continue, qui fait le pont entre le cas de l'induit classique à collecteur de Gramme et celui de la machine acyclique; le renouveau actuel de l'induit plat ou à disque paraît pouvoir apporter à cette curieuse machine une possibilité de réalisation ainsi que, pour son calculateur, l'épreuve intéressante d'une application spéciale et un peu délicate de la loi de l'induction.

Au terme d'une carrière extraordinairement féconde, entièrement consacrée à l'heureux aboutissement d'une œuvre de haute portée et de longue haleine, notre regretté Confrère exprimait encore, lors de la cérémonie de remise de son épée, le vœu qu'une inspiration malthusienne des plans d'investissement ne vienne pas compromettre l'aménagement total de nos ressources hydrauliques.

Suivant les termes mêmes qu'employait en cette circonstance (2 mars 1950) notre Confrère Albert Caquot, Hippolyte Parodi aura pu se donner le témoignage d'avoir toujours mis sans détours au service de la Vérité mise en action, une conviction sincère et l'indépendance farouche que lui assuraient un travail acharné et une volonté puissante tendus vers le seul bien public.

Que sa famille, notamment ses fils et sa belle-fille auprès desquels il avait continué à demeurer depuis son veuvage, veuillent bien trouver ici l'assurance que l'Académie contribuera à ce que soit fidèlement conservée, avec les exemples qu'il nous a laissés, la mémoire d'un grand serviteur de la Science et de son pays.

NOTICE

SUR LA VIE ET L'ŒUVRE

DE

HIPPOLYTE PARODI

(1874 - 1968)

Membre de la division des applications de la science à l'industrie

déposée en la séance du 7 septembre 1970

PAR

M. IVAN PEYCHÈS

Membre de l'Académie des sciences .

L'HOMME DANS L'ACTION

Hippolyte Parodi s'est éteint le 5 Octobre 1968, dans le Midi. Ce Parisien – il était né à Bois-Colombes, le 14 Août 1874 – s'était retiré depuis plusieurs années à Nice. L'altération de sa santé l'avait écarté des séances de l'Académie depuis la fin de 1967; mais par quelques lettres de sa grande et belle écriture, il y maintenait des contacts, aussi attentif à conserver des liens avec ses amis académiciens qu'à perpétuer de petits gestes émouvants vis-à-vis des appariteurs.

Il continuait, dans sa retraite, à porter le même intérêt à sa collection de livres scientifiques mais avait une prédilection pour les ouvrages mathématiques. Excellent mathématicien lui-même – on verra avec quelle profondeur il dépouillera les

problèmes techniques auxquels sa carrière le confrontait sans cesse – il prenait son délasserment dans l'étude de la théorie des nombres. L'ampleur et la variété des problèmes qu'il soulevait faisait dire à Émile Picard à propos d'une méthode de calcul relative aux nombres premiers «qu'il faudrait contraindre tous les prisonniers de France au travail à vie pour la mettre en œuvre». Cette phrase devait laisser plus tard rêveur Hippolyte Parodi, devant les performances des ordinateurs, et il fut très près, en 1967, d'atteindre à une solution grâce à eux... et à l'intérêt soulevé par ces études dans les milieux de mathématiciens de Los Alamos qui avaient mis en évidence les diagonales privilégiées des spirales d'ULAM. Il avait su insuffler très tôt à son fils Maurice cet amour des mathématiques et il l'associa souvent à la publication des travaux entrepris en commun.

L'influence de son père Dominique - Alexandre Parodi, littérateur et auteur dramatique disparu en 1901, lui avait donné le goût de la belle lecture et du théâtre; aussi sa bibliothèque, riche en ouvrages scientifiques, ne l'était pas moins en œuvres littéraires. Un de ses plus grands plaisirs était de lire à ses fils les vers de ses auteurs préférés et il les disait, paraît-il, fort bien. Introduit au salon de Madame de Loynes, il y avait rencontré les célébrités de la littérature et du théâtre de la fin du siècle dernier et il émaillait ses lectures d'anecdotes contées avec esprit. Il avait connu Mounet-Sully et l'égalait dans les pages admirablement dites de Ruy Blas.

Je n'ai pas connu directement Hippolyte Parodi, mais je me le représentais comme au travers de son œuvre: un homme solide, à la large carrure et à la poigne puissante, image physique d'une volonté et d'une indépendance farouches. Quand j'ai consulté son dossier aux Archives de l'Académie des Sciences, l'homme que je découvrais sur les photographies était exactement celui que j'attendais; mais en plus, un petit sourire narquois me révélait l'homme ami des bonnes histoires, pince-sans-rire mais sachant pincer fort.

Hippolyte Parodi reçut le 2 Mars 1950 des mains du Président Albert Caquot, l'épée symbolique qui sanctionnait une élection acquise presque exactement un an avant, le 7 Mars 1949. Il occupait le fauteuil de Louis Lumière dans la Section des Applications de la Science à l'Industrie.

Sous la fusée féérique et féminisée de cette épée, l'avvers et le revers de la coquille symbolisent deux étapes fort différentes d'une activité dominée pourtant par une identique préoccupation et une semblable méthode de travail: comprendre les phénomènes pour les cerner dans leur expression mathématique et appliquer les résultats théoriques à une réalisation concrète.

Quoique déjà marqué par ce qui allait être sa vocation fondamentale: l'électrification des réseaux de voies ferrées, le passage volontaire d'une fonction de paix à une fonction de guerre allait faire de cet électrotechnicien un artilleur réfléchi et fécond. C'est cette parenthèse dans la vie d'ingénieur que rappelle l'image du sillage d'un projectile figurant sur une face de la coquille.

Dès le début de la première Guerre Mondiale, Hippolyte Parodi rejoint le front à sa demande alors qu'il allait être, comme on le disait plus tard « affecté spécial » dans l'équivalence d'un quatre galons. Il est lieutenant de batterie et monte en grade en même temps qu'en calibre. Du 90 de campagne, il arrive commandant de batterie dans le 240 ALVF. Remarquons que dans ce sigle, maintenant un peu oublié, il y a « Voie Ferrée », ce qui assurera, en filigrane, la continuité d'une préoccupation.

Artilleur moi-même dans une autre Guerre Mondiale, impressionné par la perception physique du début d'une trajectoire d'un obus de 220, je comprends qu'Hippolyte Parodi ne pouvait pas ne pas tenter de mieux comprendre les problèmes balistiques, de les traduire en abaques utilisables dans des tables de tir jusqu'alors dominées par l'empirisme.

Ses premières observations le font vite détecter par le Général Emery. L'artilleur de front se voit affecté à la Commission d'expériences de Calais, puis à la section technique de l'artillerie; en 1917 et 1918, il est Directeur de la Section de Balistique et des Tables de Tir qu'il rénove entièrement par de nouvelles méthodes de construction. Et survient la Paix. Retournons donc aussi l'épée pour mieux examiner l'autre face de la coquille. Il y a là toute la vocation du jeune ingénieur sortant de Polytechnique, n'hésitant qu'un instant devant une voie toute tracée par l'immense avenir que l'application de l'électricité à la traction ferroviaire laissait entrevoir.

Certes, jeune ingénieur de l'aube de ce siècle, on pourrait s'attendre à ce que l'enthousiasme de cet âge lui fît rêver d'appliquer l'électricité en toutes occasions et hors de toutes contingences. Parodi n'est pas de cette espèce. Lorsqu'il proposera une solution, c'est qu'une étude économique préalable lui aura montré qu'elle est viable; il ne rejettera pas une solution ancienne pour lui substituer la sienne mais ne craindra pas de le faire, quelle que soit la notoriété de ceux qui la soutiennent et la force des idées reçues, si son sens critique, très sûr, lui a montré qu'elle était insuffisante ou erronée. Ses vues perçantes sur l'environnement économique l'ont conduit à ne penser une réalisation technique particulière qu'en fonction d'un contexte intéressant l'ensemble d'une activité ou d'un pays. L'électrification des réseaux ferrés sera pour lui l'occasion de repenser le problème général de la distribution du courant dans le pays et, pourquoi pas, dans toute l'Europe. Le courant distribué sera banalisé. C'est une matière première qui sera ensuite transformée pour chaque utilisation spéciale. Il s'attelle à cet immense projet et réussira, car il a constamment la vision globale des choses et parce que cette vision est saine,

Suivons-le à grands pas dans cette marche vers le progrès.

Il a 25 ans lorsqu'il entre au Service traction de la Compagnie Française Thomson-Houston. Tout aussitôt, sûr de ses calculs, il les confronte aux performances

requis des automotrices dont les moteurs, d'origine américaine, lui paraissent incapables.

Les électrifications de la ligne des Invalides, celle d'Orsay à Austerlitz puis à Juvisy lui donnent raison d'une manière si convaincante qu'à 32 ans il devient Chef des Services électriques de la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans. André Blondel avait compris la valeur de l'homme et fait confiance à son avenir en jetant tout son poids dans cette désignation.

Dès lors, il n'est pas un problème, quelle que soit son ampleur, qui n'ait suscité chez Parodi un intérêt et obtenu une solution: du chauffage électrique des voitures de voyageurs au choix d'un standard national de fréquence, de la conicité des boudins de roues à l'inclinaison des caténaires.

Sachant ce qu'il veut: la vitesse sur rail, la rentabilité, il fait ce qu'il faut pour les obtenir. L'électricité seule permettra d'accroître vitesses et rentabilité en obtenant une meilleure rotation du matériel par la suppression des réapprovisionnements: donc il faut viser les lignes à grand trafic, donc les réseaux électriques devront être interconnectés. Cette déduction logique n'est simple qu'en apparence. C'est une tâche énorme si l'on se souvient qu'à l'aube du siècle on trouvait un peu partout du courant continu, du courant monophasé à des fréquences diverses: 16 2/3, 25, 50, 60 ps, du courant triphasé, des tensions s'échelonnant entre 1.500 et 3.000 v. ... et maintes raisons pour prôner chacune de ces solutions en s'appuyant sur des succès partiels et locaux. Pour Parodi ce n'est pas l'expérience d'un chemin de fer de montagne ou d'un tramway urbain qui compte. Il songe déjà à l'Économie nationale, à l'organisation du territoire. Le réseau électrique ferroviaire doit s'intégrer à la vie du pays. Il doit concourir à l'équipement électrique général et aux usages industriels. L'interconnexion nécessaire se fera donc sur la haute tension fournie par les grandes centrales hydrauliques ou thermiques. La fréquence est définitivement choisie: 50 ps. La transformation s'il y a lieu, se fera à pied d'œuvre, dans les sous-stations et dans la locomotive.

Après cette envolée qui dépeint bien la largeur de vue de Parodi, voyons-le se pencher maintenant sur des détails, justement sur cette locomotive. Le moteur doit être souple: le courant sera continu. La marge de réglage de la vitesse est habituellement insuffisante par suite des limites imposées par la commutation: Parodi impose la compensation de la réaction d'induit malgré les réticences des constructeurs qui y voient un risque ou une inutilité.

Les trains iront vite: le couplage des roues ne peut être seulement extrapolé des embiellages suffisants pour la traction vapeur. Parodi calcule, expérimente, détermine les fréquences de résonance des bielles, s'oriente à la fin vers la commande individuelle des essieux par moteurs suspendus dont sont issues nos modernes BB et CC. Les phénomènes de lacets, de tangage vont s'exagérer: remontant à la source, Parodi découvre la loi du recul élastique au contact bandage-rail, il étudie la stabilisation des bissels et des boggies. Partout il innove,

précède de loin ceux qui le couvrent avec réticence... ou le freinent avec crainte. Son esprit entier, les critiques motivées qu'il ne craignait pas d'asséner, la vigueur avec laquelle il défend et finit par imposer ses idées, durent lui valoir quelques inimitiés tempérées par une admiration plus ou moins spontanée lorsque la sanction de l'expérience démontrait le bien-fondé de ses vues.

Qu'on ne dise pas que Parodi fut le spécialiste de l'électrification des réseaux ferrés: ce serait rétrécir son action aux dimensions d'un monopole. Les mêmes qualités de son esprit se seraient aussi bien appliquées et certainement avec la même rigueur et la même efficacité à n'importe quelle discipline intellectuelle ou à n'importe quelle réaction technique. Il nous en donne un échantillon par la manière dont il aborde le problème du chauffage industriel et domestique vers lequel il glisse, dans un esprit de généralisation, à partir du chauffage des wagons. Études théoriques qui lui donnent l'occasion de repenser les lois de la convection, le rôle de la diffusivité en régime périodique et l'alternance des apports et des pertes dans le cycle diurne-nocturne naturel. Ses connaissances en mathématiques pourraient le laisser planer. Mais il veut être pratique et se mettre à la portée du plus grand nombre, fournir un outil simplifié allégeant les calculs. On l'a vu refaire les abaques de tir lorsqu'il fut artilleur. On le verra tracer, suivant des principes nouveaux les diagrammes de marche des trains puis faire ses recherches sur le chauffage dans le but de «présenter des résultats rigoureux sous une forme suffisamment simple pour pouvoir être utilisés par des techniciens».

Nous avons vu se réaliser fidèlement ce que prévoyait Parodi il y a 50 ans. L'électrification n'est pas une panacée. Son domaine d'élection est la grande ligne. Les lignes secondaires seront exploitées par des loco-diesel ou des rames automotrices. Les lignes plus réduites, d'intérêt local, devront disparaître au profit des liaisons routières automobiles. Son réalisme ne laisse aucune place au sentimentalisme et il n'a aucun attrait pour ces délicieux petits chemins de fer départementaux dont la disparition aujourd'hui consommée laisse à une génération la nostalgie de leur pittoresque. Réaliste, Parodi évolue lorsqu'il affine ses calculs économiques. Après la 2^{me} Guerre Mondiale, le programme de généralisation de l'électrification des réseaux français sous l'impulsion de Louis Armand pose le problème des investissements. Les sous-stations égrenées au long des voies coûtent cher. Par une véritable recherche opérationnelle, on va comparer les avantages d'une utilisation directe sur les locomotives électriques du courant industriel à 50 périodes aux servitudes de maintenance que cela entraînera. C'est un trait de plus du polytechnicien Parodi: le pragmatisme, la soumission aux faits. Et pourtant, au long de sa carrière, Parodi n'eut pas souvent à connaître cette situation si pénible qu'évoque Heuxley lorsqu'«une si belle théorie est remise en cause par un méchant petit fait». Peu de gens ont connu au long d'une carrière leurs prévisions si uniment confirmées. Réaliste aussi, en même temps que conscient de sa valeur et de sa force, Parodi sait qu'elles auront une limite et une

fin. Il veut des successeurs: il aura des élèves. Il professe au Conservatoire National des Arts et Métiers, aux Écoles Nationales Supérieures de l'Aéronautique, des Télécommunications, à l'École Supérieure d'Électricité. Sa fougue ne s'est pas émoussée, sa foi marque les jeunes ingénieurs à la formation desquels il participe. Il publie beaucoup: la liste de ses publications comporte une centaine de références.

Ses études et ses mérites ont été reconnus très tôt. En 1930, il est Lauréat de l'Institut et reçoit le Prix Montyon de Mécanique. La même année, il reçoit le Prix Montefiore de l'Institut de Liège. La Société des Ingénieurs Civils de France lui décerne deux de ses prix: le Prix Ancel en 1929, le Prix Chevallier en 1946. En 1944, le C.N.R.S. l'avait appelé à siéger dans sa Commission de Mécanique.

Hippolyte Parodi fut une grande et dure figure de scientifique et d'ingénieur, sûr de sa vérité car elle est Vérité, porteur d'étendard et toujours poussant en avant, sûr d'atteindre son but car, comme le dit le poète que fut son père « nulle force humaine n'arrête les marcheurs pourvus d'un idéal ». Parodi eut celui d'être un serviteur du bien public.



L'ŒUVRE ÉCRITE

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE COMMENTÉE, PAR RUBRIQUE,
DES TRAVAUX PUBLIÉS PAR H. PARODI.

(Nota: les commentaires visant à donner un aperçu logique de l'œuvre de H. Parodi ne constituent pas nécessairement une analyse des seuls articles sous rubrique, mais peuvent interférer avec des articles des rubriques voisines).

On trouvera dans la Notice sur les Travaux Scientifiques de H. Parodi, en 1946 et dans l'annexe de 1948, un classement par Revues.

I — *Considérations générales sur la traction électrique, son économie, son exploitation et la production d'énergie électrique.*

Traction électrique et traction vapeur « La lumière Électrique » (*) 25 (2^e sér.) (1914) pp. 225, 257.

Utilisation rationnelle au point de vue technique de la houille blanche pour l'électrification des chemins de fer, Revue Générale de l'Électricité, 18, (1925) p. 509.

L'électrification des chemins de fer et l'organisation rationnelle de la production d'énergie électrique, Revue Générale de l'Électricité, 18, (1925) p. 704.

Utilisation rationnelle, au point de vue technique, de la houille blanche pour l'électrification des chemins de fer, 3^e Congrès de la houille blanche, Grenoble, 1925.

Rapports généraux sur les travaux de la 3^e section, Conférence internationale des grands réseaux électriques à haute tension, Congrès de 1929, 1931, 1933, 1935, 1937, 1939.

L'utilisation de l'énergie dans les moyens de transport; rapport présenté à la Conférence de Berlin (World Power Conference), 1930.

Sur le développement électrique à courant continu, Congrès international d'Électricité, 5^e section, 1932.

Développement de l'électrification des chemins de fer; rapport n° 102 présenté à la Conférence de Stockholm, 1933.

Considérations sur les consommations de combustibles dans les grands réseaux de chemin de fer, Association du congrès international des chemins de fer, Février 1933, p. 184.

La traction électrique et le chemin de fer, Dunod, Paris, 1934 (en collaboration avec M. A. TETREL).

Développement de l'électrification des chemins de fer; rapport présenté à la Conférence intern. des Grands Réseaux, 1935.

La crise des chemins de fer et l'organisation des transports, Revue d'économie politique, n° 2, Mars - Avril 1935, p. 306.

* Nota: Les articles publiés dans « La Lumière Électrique » le sont sous le pseudonyme de Maurice d'Aste.

L'électrification peut-elle contribuer à l'assouplissement, à l'accélération et à l'amélioration de l'exploitation des chemins de fer, Bulletin de l'Association suisse des électriciens, 21 Août 1936.

Développement de l'électrification des chemins de fer, en collaboration avec M. LECLERC DU SABLON; rapport présenté à la Conférence de Vienne, 1938.

= L'Étude critique des politiques suivies dans différents pays européens en matière d'électrification ferroviaire (pays nordiques, Europe centrale) a montré la complexité entraînée par le double choix d'un réseau industriel (triphase, 50 Hz) et d'un réseau ferroviaire de fréquence tierce (monophasé 16 2/3 Hz). Malgré la préexistence des centrales hydrauliques alimentant en monophasé les Chemins de fer du Midi, la supériorité de l'utilisation d'un réseau standard, unique pour toutes les applications industrielles ou ferroviaires d'un pays, est telle que ce choix doit prévaloir en France.

L'électrification d'un réseau entraîne un accroissement important des charges de premier établissement (25 à 30 %), mais par contre, une réduction massive des dépenses de traction (50 %). Il est donc indispensable de procéder cas par cas, à une étude économique serrée pour déterminer où est le point d'équilibre entre traction vapeur et traction électrique. Le résultat de cette étude n'est en faveur de l'électrification que pour les lignes à grand trafic et le rendement économique est d'autant plus élevé que ce trafic est important. La concentration des transports doit donc se faire sur ces lignes, les lignes secondaires doivent être exploitées par d'autres moyens modernes (diesel) ou doivent disparaître au profit de la route.

La comparaison des exploitations « vapeur » et « électricité » ne doit pas porter sur des taux de charge identique des lignes, mais se faire à partir d'une optimisation de l'exploitation propre à chaque procédé.

II — Sur l'électrification des Chemins de fer français. Généralités.

L'électrification des Chemins de fer français; rapport présenté au nom du Comité National français à la Conférence de Bâle (World Power Conference), 1925.

L'électrification des Chemins de fer français, Bulletin de l'Union Internationale des Chemins de fer, Avril 1927, p. 130.

Caractéristiques générales de l'électrification des Chemins de fer français, Bulletin de l'Institut Roumain de l'Énergie, n° 197.

Même article publié dans la Revue Générale de l'Électricité, 46 (1939) p. 483 et 511.

= Une erreur a été commise par la Compagnie du Midi en décidant à l'origine d'électrifier l'ensemble de son réseau. Il est montré dans I — que la rentabilité des lignes secondaires ne peut être obtenue. Il fallait faire choix des seuls *très longs parcours*; mais alors, il faut soit multiplier les centrales le long du parcours (le courant de moyenne ou basse tension se transportant mal), ce qui conduit à des centrales thermiques, soit prendre le courant là où des ressources hydrauliques sont accessibles (Massif Central, par exemple) et le transporter à très haute tension. Ce sont les postes abaisseurs qu'on égrènera le long du parcours. Mais dans les sections alimentées par ces stations, la puissance ne peut pas encore être transportée très loin à la tension ou sous la forme d'utilisation. La

L'électrification partielle du réseau d'Orléans :

Revue Générale des chemins de fer, 41, (1925) p. 361 et p. 426.

» » 45, (1926) 1^{er} sem. p. 101, p. 176, p. 260.

» » 45, (1926) 2^e sem. p. 99, p. 187.

» » 46, (1927) 1^{er} sem. p. 3, p. 195, p. 291.

» » 46, (1927) 2^e sem. p. 21, p. 144, p. 354, p. 468.

L'électrification des Chemins de fer français, Revue Générale de l'Électricité, 20, (1926) p. 540.

Électrification de la ligne Paris - Orléans - Vierzon (vue d'ensemble bibliographique), Revue Générale d'Électricité, 20, (1926) p. 993.

L'usine hydraulique d'Éguzon et l'électrification de la Compagnie d'Orléans, Bulletin de la Société Française des Électriciens, 7, (1927), p. 547.

L'usine hydroélectrique d'Éguzon et l'électrification de la ligne Paris - Orléans - Vierzon, Revue Générale d'Électricité, 21, (1927) p. 283.

Électrification d'une section de la voie ferrée de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans, Revue Générale de l'Électricité, 21, (1927) p. 711.

Plusieurs années d'expérience concernant les isolateurs, Revue Générale de l'Électricité, 26, (1929) p. 399.

L'électrification de lignes de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, Revue Générale de l'Électricité, 29, (1931) p. 412.

Réflexions sur l'électrification à propos de certaines réalisations récentes : électrification de Paris - Le Mans, Bulletin de la Société Française des Électriciens, 9, (1939) p. 31.

Pylônes à bras mobiles autour d'axes inclinés pour l'équipement des lignes de transmission d'énergie électrique à haute tension et des lignes de traction à suspension caténaire (en collaboration avec M. L. QUELUNÉ), Revue Générale de l'Électricité, 50, (1941) p. 205 et p. 282.

Calcul des installations fixes de traction dans les électrifications modernes : lignes caténares, Bulletin de la Société Française des Électriciens, 3, (1943) p. 219.

Calcul des lignes caténares inclinées, C. R. Académie des Sciences, 216, (1943) p. 28.

Créations de circuits complémentaires électriquement indépendants dans les transports d'énergie à haute tension (en collaboration avec M. MAURICE PARODI), C. R. Académie des Sciences, 216, (1943) p. 485.

Sur une solution de l'équation des télégraphistes, C. R. Académie des Sciences, 216, (1943) p. 606.

Contribution à l'étude de l'interconnexion directe et indirecte, Bulletin de la Société Française des Électriciens, 5, (1945) p. 301.

= Les combustibles intransportables sont brûlés sur place dans les centrales thermiques produisant du courant qui doit s'ajouter au courant fourni par les autres centrales hydroélectriques du Massif Central (Éguzon, Coindre, Maréges). D'où la nécessité d'une

uniformisation des tensions et des fréquences, etc. . . en vue de l'interconnexion de ces réseaux (220.000 volts triphasé, 50 périodes/sec.). « Première mondiale » avec l'électrification d'une ligne ferroviaire à grand trafic: Paris-Orléans-Vierzon, avec interconnexion à grande distance.

Prélever un courant intense par frottement du patin sur un cable à une vitesse de 40 m/sec. pose d'autres problèmes que le frottement d'un balai sur un collecteur dont la vitesse tangentielle reste de l'ordre de 10 m/sec. La flèche au repos et sous la pression du pantographe, les réactions latérales en virage, l'usure du fil et du patin sont ici soigneusement étudiées (voir aussi VII).

Dans le transport du courant de traction les disponibilités en section des conducteurs sont supérieures à celles qu'entraîneraient de simples conditions d'échauffement par le passage du courant utile (résistance mécanique, frottement). On peut superposer des courants appartenant à des circuits différents (circuits fantômes).

IV — *Sur l'équipement électrique français: B) locomotives et problèmes de traction.*

Nouvelles locomotives électriques à courant continu, 2.000 CV, de la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans, *Revue Générale des Chemins de fer*, 41, (1922) p. 177.

Cf. aussi :

Nouvelles locomotives électriques à courant continu à 650 volts de 2.000 CV, de la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans, *Revue Générale de l'Électricité*, 13, (1923) p. 719.

= Les célèbres PACIFIC 231 assurant le remorquage à grande vitesse des trains de grandes relations, ont cédé la place aux BB de 1.800 CV, aux CC et aux 2D2 de 4.000 CV. Les performances courantes en vitesse des machines à quatre moteurs se situent aujourd'hui autour de 200 km/h. Elles ont été obtenues grâce à des perfectionnements portant sur l'empattement du châssis, sur les moteurs eux-mêmes (cf. VI), ainsi que les réactions « voie - matériel roulant » et sur la prise de courant par pantographe sur caténaire (cf. VII).

La puissance de traction d'un train peut être concentrée sur la locomotive (train tracté), ou répartie au long de la rame (train automoteur). Cette dernière solution a l'avantage d'accroître la puissance par unité de masse, elle fournit des accélérations élevées et est tout indiquée pour le Métro et les lignes de banlieue. Elle enlève, par contre, pour les grandes rames dont la plupart résultent de convergences ou effectuent des parcours internationaux, la souplesse de composition de la rame.

V — *Sur l'équipement électrique à l'Étranger.*

Les méthodes de calculs des projets de traction, *Bulletin de la Société française des Électriciens*, 3, (1909), p. 151.

Développement de la traction électrique en Italie, *Revue Générale des Chemins de fer*, 36, (1913) p. 231.

Perfectionnements aux locomotives électriques triphasées à cinq essieux des Chemins de fer de l'État italien, *Revue La lumière électrique* (*), 28, 2^e série (1915), p. 33.

L'Électrification des Chemins de fer du Maroc. Comparaison des résultats techniques d'exploitation avec ceux du réseau de la Compagnie du Chemin de fer de Paris-Orléans, *Revue Générale de l'Électricité*, 23, (1928) p. 977.

Électrification des Chemins de fer suédois, *Revue Générale de l'Électricité*, 29, (1931) p. 732.

= Le succès des solutions françaises à 1.500 volts continu, a amené divers pays à choisir ces caractéristiques d'alimentation. Ainsi l'Espagne a réalisé dès avant la dernière Guerre les tronçons Irun - Alsassua et Madrid - Avila qui se sont prolongés pour assurer un parcours direct avec même principe de traction, de Paris à Madrid et de Paris à Barcelone.

Les Hollandais ont fait un choix identique pour leurs lignes intérieures exploitées en rames automotrices déformables.

Études générales sur l'électrification de l'Afrique du Nord (H. Parodi est Conseil du Gouvernement Général de l'Algérie, rapporteur de la Commission Montmerqué) et électrification de la ligne Bône - Tébessa en courant continu 3.000 volts.

Électrification des lignes du Maroc.

VI — *Sur les moteurs électriques des locomotives et la transmission du mouvement aux roues.*

Calcul des consommations d'énergie dans les systèmes de moteurs primaires fonctionnant à charge variable, C. R. Académie des Sciences, 219, (1944) p. 611.

Conditions optima de fonctionnement d'un système de moteurs primaires, *Bull. Soc. Fr. Électriciens*, 5, (1945) p. 301.

La réaction d'induit partiellement compensée, Cf. XI (cours).

= La réaction d'induit dans les machines à pôles saillants limite les possibilités de réglage des vitesses entre les caractéristiques « série - parallèle » et « parallèle plein champ » (amorçage d'arcs au collecteur). Par compensation de la réaction d'induit grâce à un enroulement additionnel, on a pu porter le taux de shuntage de 50 % à 75 %, ce qui double pratiquement la marge de réglage des vitesses pour chaque couplage.

Cette compensation a trouvé de nombreux contradicteurs tant chez les constructeurs que chez les exploitants et la preuve de l'efficacité de ce dispositif a dû être apportée par la comparaison directe des performances de machines à moteur compensé (502, 402) et à moteurs normaux (501, 401).

Étude sur les oscillations des systèmes de transmission par bielles des locomotives électriques, *Congrès de mécanique appliquée* (Stockholm 1930), vol. 3, p. 234.

Détermination des zones de vitesses critiques de transmissions par bielles, C. R. Académie des Sciences, 217, (1943) p. 338.

= Étude mathématique des oscillations engendrées par un couplage des roues porteuses à un élément moteur par bielles, technique dérivée de la pratique des locomotives à vapeur, ou par engrenage. Les oscillations des systèmes de transmission par bielles sont gouvernées par des équations linéaires à coefficients constants pour les systèmes isostatiques et à coefficients périodiques pour les systèmes hyperstatiques (rôle de l'élasticité des châssis, des arbres, des manivelles et des bielles elles-mêmes).

On détermine ainsi la ou les zones de vitesse critique et on calcule l'embiellage pour les maintenir en dehors des conditions d'exploitation normale.

(Travaux honorés par le Prix Montyon, de l'Académie des Sciences, C. R. Acad. Sc. 193 (1931) p. 1237.

VII — *Sur les mouvements des locomotives et les réactions de la voie et des caténaires.*

Étude sur la résistance des trains, Revue La lumière électrique, 32, 2^e sér. (1916) p. 169, 193, 217, 248.

Mesure des résistances au roulement au moyen de locomotives électriques ou Diesel-électriques, C. R. Académie des Sciences, 215, (1942) p. 565.

Sur la déformation des voies de chemin de fer et les mouvements de lacet des locomotives, C. R. Académie des Sciences, 218, (1944) p. 339.

Les mouvements de lacet des locomotives, C. R. Académie des Sciences, 218, (1944) p. 438.

Circulation des machines en alignement et en courbe, Institut roumain de l'énergie, bulletin n° 177.

Introduction de la notion de déformation élastique du couple roue-rail à la place de l'ancienne notion du simple frottement. Conséquences sur la conicité du bandage et sur la plate-face du rail. (Note intérieure de la C^{ie} d'Orléans, 1912 refondue et complétée en 1945).

= Les grandes vitesses en ligne exigent une adaptation de la voie, de la prise de courant et du matériel roulant. Les mouvements de lacet, de galop sont étudiés et conduisent à des perfectionnements des bissels et des boggies portant sur les barres ou ressorts de rappel, sur la position du centre d'oscillation, etc. . . .

Pour la voie c'est son profil, la lourdeur du rail, sa longueur et l'infrastructure qui sont en cause.

Mais il y a aussi le problème de la ligne de contact. Pour celle-ci on préconise et construit la caténaire droite, compound à double fil de contact. La portée a été limitée à 64 mètres pour assurer un débordement tolérable par rapport au centre du pantographe dans les courbes. Même à 180 km la captation de courant s'effectue sans étincelle.

Étude mathématique des lignes caténaires inclinées en courbe utilisées pour la première fois sur le New York-New Haven-Hartford Railway et sur le Pennsylvania Railway aux U. S. A. (V. aussi III).

Conférence à la Société des Ingénieurs Civils de France, 1945 (honorée en 1946 par le Prix Chevallier).

VIII — *Sur les équations de relaxation et leurs applications aux problèmes ferroviaires (marche des trains).*

Détermination graphique du cycle limite, solutions des équations de relaxation, C. R. Académie des Sciences, 215, (1941) p. 196.

Système simple d'équations analogue à une équation de relaxation unique, C. R. Académie des Sciences, 215, (1942) p. 125.

Traction électrique automatique et équations de relaxation, C. R. Académie des Sciences, 215, (1942) p. 169.

Méthode d'intégration par arcs successifs permettant d'obtenir simplement, dans le calcul de l'arc élémentaire, une approximation aussi élevée qu'on le désire, C. R. Académie des Sciences, 193, (1931) p. 816.

Cf. aussi :

Méthode d'intégration par arcs successifs des équations de relaxation (en collaboration avec M. MAURICE PARODI), C. R. Académie des Sciences, 215, (1942) p. 268.

Les équations de relaxation : cas particulier des équations de la marche d'un train (en collaboration avec M. MAURICE PARODI), Revue Scientifique, Mars - Avril, 81, (1943), p. 110.

Sur une solution particulière des équations de l'élasticité. C. R. Acad. Sc., 216, (1943), p. 172.

= Les équations générales de la relaxation bénéficient, pour leur traitement, des méthodes de calcul précédemment appliquées à la marche des trains, la formulation mathématique étant la même. Une machine réelle est à ce titre analogue à une machine de calcul pour la résolution des équations de relaxation.

IX. — *Sur le chauffage domestique et industriel et la transmission de la chaleur, en général.* Application à l'effet solaire et application aux phénomènes thermiques présentés par des moteurs électriques.

Sur la conductibilité des gaz et vapeurs émis par des locomotives à vapeur, Bulletin de la Société Française des Électriciens, 3, (1913) p. 1009.

Note sur l'échauffement des appareils électriques en service courant, La Lumière électrique (*), 31, 2^e série, (1916) p. 169. Voir aussi VII.

Puissance et capacité thermique des moteurs de traction, La Lumière électrique (*), 32, 2^e sér. (1916) p. 225.

Sur les décalages entre variation de température et quantités de chaleur reçues au sol C. R. Académie des Sciences, 223, (1946) p. 384.

Solution du problème du mur plan indéfini soumis sur ses deux faces à des températures périodiques, C. R. Académie des Sciences, 222, (1946) p. 486.

Contribution à l'étude mathématique du problème du mur, Journal de Physique, série 8, 7, (1946) p. 287.

Nouvelle solution du problème du mur plan indéfini soumis, sur ses deux faces, à des variations périodiques de température, C. R. Académie des Sciences, 223, (1946) p. 472.

Sur le problème du refroidissement de la sphère, C. R. Académie des Sciences, 223, (1946) p. 540.

- Sur une relation approximative entre l'amplitude diurne de la variation de température et la radiation journalière globale sur une surface horizontale, C. R. Académie des Sciences, 225, (1947) p. 48.
- Résolution des équations de la chaleur par la méthode de correspondance de Laplace, 7^e Congrès international du chauffage, Compte-Rendu du Congrès, p. 230, Septembre 1947.
- Note sur l'échauffement produit par le rayonnement solaire dans des enceintes closes par des parois absorbantes, C. R. Académie des Sciences, 226, (1948) p. 2128.
- Sur la non proportionnalité de la puissance de chauffage d'une enceinte à l'échauffement de celle-ci, C. R. Académie des Sciences, 227, (1948), p. 719.
- Préface à l'ouvrage de Charles Frécot « La technique du chauffage électrique : ses applications domestiques et industrielles », Gauthier - Villars, T. I. 1950.
- = L'influence de la lourdeur thermique d'un mur (prise en compte de la diffusivité) est analysée en régime d'échauffement périodique naturel (effet diurne) ou artificiel (chauffage d'appoint). Proposition d'appareils de contrôle de ces effets.
- L'échauffement d'un moteur non ventilé et riche en composants métalliques lui conférant un comportement isotherme, est essentiellement fonction du temps.
- Par contre, en ventilation forcée, rotor et stator ont des échauffements indépendants.
- Ces échauffements ne se représentent pas par des exponentielles simples. On en tire les conditions d'utilisation optimum d'un moteur.

X — Divers.

A) ferroviaires

- Sur la signalisation.
La signalisation entre locomotives électriques en marche, Revue Générale de l'Électricité, 16, (1924) p. 929.
- Sur une application du principe de Doppler-Fizeau aux machines électriques, C. R. Acad. Sc., 197, (1933) p. 31.
- Possibilité de superposition à la signalisation de sécurité par l'espace, d'une signalisation régularisatrice par le temps, C. R. Acad. Sciences, 219, (1944) p. 438.
- Sur l'éclairage électrique des trains.
L'éclairage électrique des trains aux États Unis, La Lumière électrique (*), 25, (2^e série) (1914), p. 673.
- L'éclairage électrique des voitures de chemin de fer, La Lumière électrique (*), 25, (2^e série) (1914), p. 801.
- Sur les collecteurs de moteurs.
Sur une disposition de bagues ou de balais pouvant remplacer le collecteur dans les dynamos électriques, C. R. Acad. Sciences, 158, (1914) p. 697
cf. aussi : La Lumière électrique, (*), 25, (2^e série) (1914) p. 359.

— Sur les trains réversibles, *La Lumière électrique* (*), 25, (2^e série) (1914) p. 164.

B) mathématique appliquée

Les méthodes de calcul des projets de traction, *Bulletin Société Française des Électriciens*, 3, (1909) p. 151.

La théorie d'Eccles et la télégraphie sans fil, *La Lumière Électrique* (*), 25, (2^e série) (1914) p. 449 et 491.

Sur le principe d'une machine électrique à résoudre les équations numériques, *La Lumière électrique*, * 29, (2^e série) (1915) p. 197.

Quelques réflexions sur l'emploi des mathématiques en électricité industrielle, *Bulletin Société Française des Électriciens*, 10, (1930) p. 491.

Application du calcul des probabilités à la recherche de la capacité pratique des lignes à voie simple (article reproduit par l'*Elektrische Bahnen*), *American Railway Engineering Association*, 1935.

C) philosophie des sciences

Le développement de l'électricité et l'évolution des conceptions scientifiques, *Revue Générale de l'Électricité*, 27, (1930) p. 193.

cf. aussi : Le développement de l'électrification, . . . , *Bulletin Société Française des Électriciens*, 10, (1930) p. 470.

Sur une propriété d'équations intégrales et intégrales-différentielles du type de Volterra, *C. R. Acad. Sciences*, 217, (1943) p. 523.

D) balistique

Réseaux du Commandant Parodi *in* Tables balistiques introduites dans le *Traité de balistique extérieure* de l'Ingénieur Général Charbonnier, T. II, § 701.

Tracé de l'hodographe de trajectoires balistiques *in* *Traité de balistique extérieure* de l'Ingénieur Général Charbonnier, T. I, § 192.

Tracé des trajectoires d'hodographe connu *in id.*, tome I, § 168.

Accusé de notes à soumettre par l'Académie des Sciences à la Commission de Balistique, *C. R. Acad. Sciences*, 164, (1917) p. 805.

Abaques de correction de tir, *in* Tables de tir du canon de 75, édition 1918.

Rapport de la Commission de Balistique sur une note relative à la variation de densité de l'air avec la hauteur et ses conséquences balistiques, *C. R. Acad. Sciences*, 167, (1918) p. 546.

Canon ayant les performances de la Bertha, *Bull. Renseignement Artillerie*, n° 8, 1920.

XI — a) *Leçons professées au Conservatoire des Arts et Métiers* : Chaire créée par décret du 30 nov. 1934.

1^{re} année

Utilisation de l'énergie électrique. — Matériel roulant moteur.

Principes généraux de la circulation sur rails : adhérence et résistance au roulement.
Équations générales de la traction : équations mécaniques, électriques et thermiques.
Dispositions générales du matériel roulant. Mouvements secondaires dus à la conicité des bandages, à la suspension, aux attelages, etc.

Moteurs électriques de traction à courant continu, monophasé, triphasé.

Systèmes de transmission de la puissance des moteurs aux roues motrices.

Réglage de la vitesse.

Freinage des trains, freins mécaniques, freins électriques.

Freinage par récupération.

Appareils auxiliaires, de chauffage, d'éclairage, de ventilation, etc.

Appareils de prise de courant.

Appareils de sécurité.

Description des principaux types de locomotives françaises et étrangères.

2^e année

Production de l'énergie électrique, énergie industrielle et énergie de traction.

Transport de l'énergie électrique. Réseau national de transport de force et lignes de transmission d'énergie.

Transformation de l'énergie dans les postes généraux d'interconnexion et dans les sous-stations de traction. Commande des sous-stations : manuelle, automatique, centralisée.

Appareils de transformation : convertisseurs rotatifs et redresseurs à vapeur de mercure.

Dispositifs de protection.

Distribution de l'énergie de traction, lignes de contact, lignes aériennes et troisième rail.

Signalisation automatique et dispatching system.

b) Cours de M. H. Parodi à l'École Supérieure d'électricité.

Hippolyte Parodi a professé à l'École Supérieure d'Électricité de 1934 à 1957 un cours sur la Traction Électrique qui a donné lieu à la publication par la Société Française des Électriciens, de divers recueils de notes rédigées par les Éléves.

En 1954, sous le numéro 222, paraissait sur 397 pages, le Cours de base portant sur :

les problèmes d'adhérence en régime variable, notamment au cours du freinage ;

le guidage du matériel par les voies de roulement ;

les différents systèmes de traction électrique en Europe et aux États Unis et leurs implications économiques, etc.

En 1955, sous le numéro 223 et en 124 pages, paraissaient dans les mêmes conditions, les Annexes I et II, sur :

les réactions essieux-moteurs provenant de la production même de l'effort de traction; les matériels redresseurs ou changeurs de fréquence.

Enfin, sous le numéro 266, une troisième Annexe était consacrée aux derniers perfectionnements intervenus en traction électrique avec redressement à bord par excitron ou ignitron. Nous extrayons de cette partie du Cours, une information économique intéressante. Les dépenses d'exploitation par 100 tonnes-kilomètres brutes remorquées se situaient juste avant guerre à 4,402 F. en traction vapeur contre 0,855 F. en traction électrique. Rapportées au train-kilomètre, les dépenses électriques étaient de 3 à 3,5 fois plus faible que celles de la vapeur.

Ainsi l'expérience confirmait et dépassait même les vues optimistes d'Hippolyte Parodi exprimées trente années auparavant.

c) *Cours professé à l'École Professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes en 1927-28 et 1928-29. Cours sur la signalisation, l'application de l'Électricité aux Chemins de fer.*

d) *Cours professé à l'École Nationale Supérieure de l'Aéronautique de 1931 à 1941.*
Ce cours a donné lieu à l'impression par les soins de l'École de divers recueils sous le titre de: « Leçons sur l'Électricité industrielle » (519 et 340 pages) qui peuvent être consultés à la Bibliothèque de l'École, à Toulouse ou au Centre de Documentation de l'Armement à Paris.

Ces leçons comprenaient trois parties :

la première étant consacrée au rappel des principes généraux et aux propriétés des matériaux électrotechniques ainsi qu'aux circuits;

la seconde portait sur les machines industrielles au point de vue de leur réalisation (alternateurs, moteurs synchrones, asynchrones, génératrices, commutatrices, transformateurs, . . .);

la troisième était réservée à l'emploi de ces machines pour la distribution et l'utilisation de l'électricité.

XII — a) *Conférences prononcées à l'Étranger :*

à l'Institut roumain de l'Énergie (Bucarest, Roumanie)

à l'École Polytechnique de Varsovie (Pologne)

à l'Institut Catholique des Arts et Industrie, à Barcelone (Espagne)

à la Société des Ingénieurs Civils, à Barcelone (Espagne)

à l'Institut Montefiore (Belgique)

à l'Institution of Electrical Engineers (Angleterre)

b) *Rapports aux Congrès internationaux :*

rapporteur permanent de la 3^e section de la Conférence internationale des Grands Réseaux,

rapporteur à la Conférence mondiale de l'Énergie,

rapporteur au Congrès international des Chemins de fer,

rapporteur au Congrès de la Houille blanche.

