

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Auteur collectif - Revue
Titre	L'Industrie nationale : comptes rendus et conférences de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1949-2003
Collation	167 vol.
Nombre de volumes	167
Cote	INDNAT
Sujet(s)	Industrie
Note	Numérisation effectuée grâce au prêt de la collection complète accordé par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale (S.E.I.N.)
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039224155
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?INDNAT
LISTE DES VOLUMES	
	1949, n° 1 (janv.-mars)
	1949, n° 2 (avril-juin)
	1949, n° 3 (juil.-sept.)
	1949, n° 4 (oct.-déc.)
	1949, n° 4 bis
	1950, n° 1 (janv.-mars)
	1950, n° 2 (avril-juin)
	1950, n° 3 (juil.-sept.)
	1950, n° 4 bis
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	1951, n° 1 (janv.-mars)
	1951, n° 2 (avril-juin)
	1951, n° 3 (juil.-sept.)
	1951, n° 4 (oct.-déc.)
	1952, n° 1 (janv.-mars)
	1952, n° 2 (avril-juin)
	1952, n° 3 (juil.-sept.)
	1952, n° 4 (oct.-déc.)
	1952, n° spécial
	1953, n° 1 (janv.-mars)
	1953, n° 2 (avril-juin)
	1953, n° 3 (juil.-sept.)
	1953, n° 4 (oct.-déc.)
	1953, n° spécial
	1954, n° 1 (janv.-mars)
	1954, n° 2 (avril-juin)
	1954, n° 3 (juil.-sept.)
	1954, n° 4 (oct.-déc.)
	1955, n° 1 (janv.-mars)

	1955, n° 2 (avril-juin)
	1955, n° 3 (juil.-sept.)
	1955, n° 4 (oct.-déc.)
	1956, n° 1 (janv.-mars)
	1956, n° 2 (avril-juin)
	1956, n° 3 (juil.-sept.)
	1956, n° 4 (oct.-déc.)
	1957, n° 2 (avril-juin)
	1957, n° 3 (juil.-sept.)
	1957, n° 4 (oct.-déc.)
	1957, n° spécial (1956-1957)
	1958, n° 1 (janv.-mars)
	1958, n° 2 (avril-juin)
	1958 n° 3 (juil.-sept.)
	1958, n° 4 (oct.-déc.)
	1959, n° 1 (janv.-mars)
	1959, n° 2 (avril-juin)
	1959 n° 3 (juil.-sept.)
	1959, n° 4 (oct.-déc.)
	1960, n° 1 (janv.-mars)
	1960, n° 2 (avril-juin)
	1960, n° 3 (juil.-sept.)
	1960, n° 4 (oct.-déc.)
	1961, n° 1 (janv.-mars)
	1961, n° 2 (avril-juin)
	1961, n° 3 (juil.-sept.)
	1961, n° 4 (oct.-déc.)
	1962, n° 1 (janv.-mars)
	1962, n° 2 (avril-juin)
	1962, n° 3 (juil.-sept.)
	1962, n° 4 (oct.-déc.)
	1963, n° 1 (janv.-mars)
	1963, n° 2 (avril-juin)
	1963, n° 3 (juil.-sept.)
	1963, n° 4 (oct.-déc.)
	1964, n° 1 (janv.-mars)
	1964, n° 2 (avril-juin)
	1964, n° 3 (juil.-sept.)
	1964, n° 4 (oct.-déc.)
	1965, n° 1 (janv.-mars)
	1965, n° 2 (avril-juin)
	1965, n° 3 (juil.-sept.)
	1965, n° 4 (oct.-déc.)
	1966, n° 1 (janv.-mars)
	1966, n° 2 (avril-juin)
	1966, n° 3 (juil.-sept.)
	1966, n° 4 (oct.-déc.)
	1967, n° 1 (janv.-mars)
	1967, n° 2 (avril-juin)
	1967, n° 3 (juil.-sept)

	1967, n° 4 (oct.-déc.)
	1968, n° 1
	1968, n° 2
	1968, n° 3
	1968, n° 4
	1969, n° 1 (janv.-mars)
	1969, n° 2
	1969, n° 3
	1969, n° 4
	1970, n° 1
	1970, n° 2
	1970, n° 3
	1970, n° 4
	1971, n° 1
	1971, n° 2
	1971, n° 4
	1972, n° 1
	1972, n° 2
	1972, n° 3
	1972, n° 4
	1973, n° 1
	1973, n° 2
	1973, n° 3
	1973, n° 4
	1974, n° 1
	1974, n° 2
	1974, n° 3
	1974, n° 4
	1975, n° 1
	1975, n° 2
	1975, n° 3
	1975, n° 4
	1976, n° 1
	1976, n° 2
	1976, n° 3
	1976, n° 4
	1977, n° 1
	1977, n° 2
	1977, n° 3
	1977, n° 4
	1978, n° 1
	1978, n° 2
	1978, n° 3
	1978, n° 4
	1979, n° 1
	1979, n° 2
	1979, n° 3
	1979, n° 4
	1980, n° 1
	1982, n° spécial

	1983, n° 1
	1983, n° 3-4
	1983, n° 3-4
	1984, n° 1 (1er semestre)
	1984, n° 2
	1985, n° 1
	1985, n° 2
	1986, n° 1
	1986, n° 2
	1987, n° 1
	1987, n° 2
	1988, n° 1
	1988, n° 2
	1989
	1990
	1991
	1992
	1993, n° 1 (1er semestre)
	1993, n° 2 (2eme semestre)
	1994, n° 1 (1er semestre)
	1994, n° 2 (2eme semestre)
	1995, n° 1 (1er semestre)
	1995, n° 2 (2eme semestre)
	1996, n° 1 (1er semestre)
	1997, n° 1 (1er semestre)
	1997, n°2 (2e semestre) + 1998, n°1 (1er semestre)
	1998, n° 4 (4e trimestre)
	1999, n° 2 (2e trimestre)
	1999, n° 3 (3e trimestre)
	1999, n° 4 (4e trimestre)
	2000, n° 1 (1er trimestre)
	2000, n° 2 (2e trimestre)
	2000, n° 3 (3e trimestre)
	2000, n° 4 (4e trimestre)
	2001, n° 1 (1er trimestre)
	2001, n° 2-3 (2e et 3e trimestres)
	2001, n°4 (4e trimestre) et 2002, n°1 (1er trimestre)
	2002, n° 2 (décembre)
	2003 (décembre)

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Titre	L'Industrie nationale : comptes rendus et conférences de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale
Volume	1951, n° 1 (janv.-mars)
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1951

Collation	1 vol. (32 p.) : ill. ; 27 cm
Nombre de vues	52
Cote	INDNAT (11)
Sujet(s)	Industrie
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	03/09/2025
Date de génération du PDF	08/09/2025
Recherche plein texte	Non disponible
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?INDNAT.11

Note d'introduction à [l'Industrie nationale \(1947-2003\)](#)

[L'Industrie nationale](#) prend, de 1947 à 2003, la suite du [Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale](#), publié de 1802 à 1943 et que l'on trouve également numérisé sur le CNUM. Cette notice est destinée à donner un éclairage sur sa création et son évolution ; pour la présentation générale de la Société d'encouragement, on se reportera à la [notice publiée en 2012 : « Pour en savoir plus »](#)

[Une publication indispensable pour une société savante](#)

La Société, aux lendemains du conflit, fait paraître dans un premier temps, en 1948, des [Comptes rendus de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale](#), publication trimestrielle de petit format résumant ses activités durant l'année sociale 1947-1948. À partir du premier trimestre 1949, elle lance une publication plus complète sous le titre de [L'Industrie nationale. Mémoires et comptes rendus de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale](#).

Cette publication est différente de l'ancien [Bulletin](#) par son format, sa disposition et sa périodicité, trimestrielle là où ce dernier était publié en cahiers mensuels (sauf dans ses dernières années). Elle est surtout moins diversifiée, se limitant à des textes de conférences et à des rapports plus ou moins développés sur les remises de récompenses de la Société.

[Une publication qui reflète les ambitions comme les aléas de la Société d'encouragement](#)

À partir de sa création et jusqu'au début des années 1980, [L'Industrie nationale](#) ambitionne d'être une revue de référence abordant, dans une sélection des conférences qu'elle organise — entre 8 et 10 publiées annuellement —, des thèmes extrêmement divers, allant de la mécanique à la biologie et aux questions commerciales, en passant par la chimie, les différents domaines de la physique ou l'agriculture, mettant l'accent sur de grandes avancées ou de grandes réalisations. Elle bénéficie d'ailleurs entre 1954 et 1966 d'une subvention du CNRS qui témoigne de son importance.

À partir du début des années 1980, pour diverses raisons associées, problèmes financiers, perte de son rayonnement, fin des conférences, remise en question du modèle industriel sur lequel se fondait l'activité de la Société, [L'Industrie nationale](#) devient un organe de communication interne, rendant compte des réunions, publiant les rapports sur les récompenses ainsi que quelques articles à caractère rétrospectif ou historique.

La publication disparaît logiquement en 2003 pour être remplacée par un site Internet de même nom, complété par la suite par une lettre d'information.

Commission d'histoire de la Société d'Encouragement,

Juillet 2025.

Bibliographie

Daniel Blouin, Gérard Emptoz, [« 220 ans de la Société d'encouragement »](#), Histoire et Innovation, le carnet de recherche de la commission d'histoire de la Société d'encouragement, en ligne le 25 octobre 2023.

Gérard EMPTOZ, [« Les parcours des présidents de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale des années 1920 à nos jours. Deuxième partie : de la Libération à nos jours »](#), Histoire et Innovation, carnet de recherche de la commission d'histoire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, en ligne le 26 octobre 2024.

S. E. I. N.
Bibliothèque

L'INDUSTRIE NATIONALE



COMPTES RENDUS ET CONFÉRENCES
DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

1951

N° 1

L'INDUSTRIE NATIONALE

COMPTES RENDUS ET CONFÉRENCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

publiés sous la direction de **M. Albert CAQUOT**, membre de l'Institut, président,
avec le concours de la Commission des Publications
et du Secrétariat de la Société

N° 1 : JANVIER-MARS 1951

SOMMAIRE

CINQUANTE ANS D'ÉVOLUTION DANS LA TECHNIQUE DES TRANSPORTS SOUTERRAINS, par M. Louis DEVILLERS

1

*

COMPTES RENDUS DES SÉANCES PUBLIQUES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

Séance du 1 ^{er} juin 1950.	18
Séance du 15 juin 1950.	18
Séance du 29 juin 1950.	20

*

DIVERS

Assemblée générale du 1 ^{er} juin 1950	23
Liste des Récompenses.	28

44, rue de Rennes, PARIS 6^e (LIT 55-61)
Publication trimestrielle

**BÉTON PRÉCONTRAIT
PROCÉDÉS FREYSSINET**

S. T. U. P.

SOCIÉTÉ TECHNIQUE POUR L'UTILISATION DE LA PRÉCONTRAINTÉ

Société anonyme au capital de 10.000.000 de francs.

BUREAU D'ÉTUDES - CONCESSION DE LICENCES

GÉNIE CIVIL

PRÉFABRICATION

42, avenue de Friedland

PARIS

WAG 75-01

PÉTROFRANCE

Société de Distribution des Pétroles en France

SIÈGE SOCIAL : 8, rue de Berri, PARIS (8^e)

Téléph. : ELYsées 83-41 (5 lignes)

Adresse Télégr. : ZETNA-PARIS

CARBURANTS - LUBRIFIANTS - FUEL OILS - SOUTES DE NAVIRES

PÉTROFRANCE met gracieusement ses services techniques à votre disposition pour étudier vos problèmes :
de STOCKAGE, de GRAISSAGE, de CHAUFFAGE

ÉQUIPEMENT AU MAZOUT
(Chaufferies et Fours individuels - Chauffage central)

Sociétés filiales :

PETROTANKERS

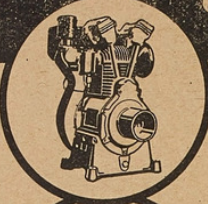
PETROTRANSPORTS

SOCIÉTÉ DES PRODUITS DU PÉTROLE

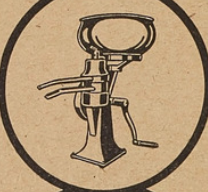
SOCIÉTÉ MAROCAINE DES PRODUITS DU PÉTROLE

STEUAU (AGENCIES) LIMITED

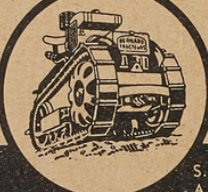
"BERNARD-MOTEURS"



ESSENCE DIESEL
1 à 24 CH.



ÉCRÉMEUSES
150 - 225 - 300 litres



TRACTEURS 15 CH.
à chenilles

PRODUCTIONS :

MOTEURS THERMIQUES

"BERNARD-MOTEURS"

"C.L".CONORD

"JAPY"

•

ÉCRÉMEUSES

"BERNARD-ÉCRÉMEUSES"

LACTINOX

•

TRACTEURS

"BERNARD-TRACTEURS"

•

CATALOGUES ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

S.A. "BERNARD-MOTEURS" - 12, rue Médéric, PARIS (17^e) - Wagram 96-30
 Adresser toute la correspondance : BOITE POSTALE 163-17 - PARIS (17^e)

C.I.C.R.A

ROBINETTERIE

T U B E S

RACCORDS

OUTILLAGE

C^{IE} INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE DE ROBINETTERIE,
RACCORDS & ACCESSOIRES

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 150 MILLIONS DE FRANCS

31, RUE DE LA FOLIE-MÉRICOURT, PARIS (XI^e)

Tél. ROQ. 77-20 à 77-27 R. C. Seine 179.644

AGENTS de CRANE C^o

USINE A LA COURNEUVE (Seine)

ÉTABLISSEMENTS **KUHLMANN**

SOCIÉTÉ ANONYME au CAPITAL de 2.745.000.000 de FRS
Siège Social : 11, rue de La Baume, PARIS (8°)

★

PRODUITS CHIMIQUES

DÉRIVÉS DU SOUFRE - DÉRIVÉS DU CHLORE - PRODUITS
AZOTÉS - DÉRIVÉS DU BARYUM - DÉRIVÉS DU BROME
DÉRIVÉS DU CHROME - DÉRIVÉS DU COBALT - DÉRIVÉS
DU NICKEL - DÉRIVÉS DU CERIUM - DÉRIVÉS DU PHOS-
PHORE - LESSIVES - SILICATES - DÉRIVÉS DE L'ÉTHYLÈNE
DÉRIVÉS DU PROPYLÈNE - ALCOOLS DE SYNTHÈSE
HYDROCARBURES DE SYNTHÈSE

★

PRODUITS POUR L'AGRICULTURE

ENGRAIS PHOSPHATÉS - ENGRAIS AZOTÉS - ENGRAIS
COMPLEXES - PRODUITS INSECTICIDES ET ANTICRYPTO-
GAMIQUES - PRODUITS POUR L'ALIMENTATION DU
BÉTAIL - AMENDEMENTS - HERBICIDES - DÉSINFECTANTS

★

PRODUITS CHIMIQUES ORGANIQUES

RÉSINES SYNTHÉTIQUES - COLLES SYNTHÉTIQUES
MATIÈRES PLASTIQUES - TANINS SYNTHÉTIQUES
PRODUITS INTERMÉDIAIRES - PRODUITS AUXILIAIRES
INDUSTRIELS - PRODUITS R. A. L.

★

TEXTILES CHIMIQUES

RAYONNE VISCOSE - FIBRANNE VISCOSE - CRINODOZ

WORMS et C^{ie}

45, bld Haussmann, PARIS (9^e)

Téléphone : OPÉra 62-50 et 21-36

Télégrammes : LOCATOR-PARIS

**IMPORTATEURS DE CHARBON
ARMATEURS – BANQUIERS
LIGNES RÉGULIÈRES DE CABOTAGE
AGENCE – TRANSIT – MANUTENTION
TRANSPORTS AÉRIENS**

C . I . C . O . L

CARBURANT-AUTO

GAS-OIL



FUELS

HUILES

105, rue St-Lazare, PARIS (9^e)

Téléphone : TRI 95-38 et la suite

PECHELBRONN

LA MINE FRANÇAISE DE PETROLE

PECHELBRONN

Société anonyme d'exploitations minières au capital de 397.880.000 de francs.

Siège social à **MERKWILLER-PECHELBRONN (Bas-Rhin)**

Direction générale : **4, rue Léon-Jost, PARIS (17^e)**



Tous les Produits Pétrolifères

IMPORTATION — DISTRIBUTION



" RÉNOIL "

L'HUILE IDÉALE pour AUTOS

Compagnie PÉTROSTAR

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.000.000 DE FRANCS

★ ★

191, rue de Courcelles — PARIS (XVII^e)

Téléphone ÉTOILE 49-75

— — 49-76

— — 49-77

R. C. Seine 260.523 B



E N T R E P R I S E S
BOUSSIRON

10, Boulevard des Batignolles, PARIS-17°.
ALGER - CASABLANCA - TUNIS

S. E. T. A. O. à ABIDJAN (Cote d'Ivoire)

BÉTON ARMÉ
TRAVAUX PUBLICS
CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

Société Générale d'Entreprises

Société Anonyme au Capital de 1.356.250.000 francs

56, rue du Faubourg-St-Honoré, PARIS (8^e)

Registre du Commerce Seine N° 37.997

ENTREPRISES GÉNÉRALES en FRANCE, dans L'UNION FRANÇAISE et à L'ÉTRANGER

CONSTRUCTION ET ÉQUIPEMENT D'USINES HYDRO-ÉLECTRIQUES
ET DE CENTRALES THERMIQUES

RÉSEAUX DE TRANSPORT D'ÉNERGIE A HAUTE-TENSION
ÉLECTRIFICATION DE CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS - ELECTROBUS

RÉSEAUX D'ÉLECTRIFICATION RURALE

USINES, ATELIERS ET BATIMENTS INDUSTRIELS

CITÉS OUVRIÈRES - ÉDIFICES PUBLICS ET PARTICULIERS

ASSAINISSEMENT DES VILLES - ADDUCTIONS D'EAU

ROUTES - CHEMINS DE FER - TRAMWAYS

OUVRAGES D'ART

TRAVAUX MARITIMES ET FLUVIAUX

Compagnie Française de Raffinage

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 6.000.000.000 DE FR.S.

R. C. Seine n° 239.319 B.

SIÈGE SOCIAL : **11, rue du Docteur-Lancereaux, PARIS (8^e)**

RAFFINERIE DE NORMANDIE

à **GONFREVILLE-L'ORCHER (Seine-Inf.)**

RAFFINERIE DE PROVENCE

à **MARTIGUES (Bouches-du-Rhône)**

Hauts Fourneaux Forges et Aciéries de **POMPEY**

61, rue de Monceau, PARIS (8^e) — Tél. : LAB. 97-10 à 97-19 et 91-74 à 91-76

USINES : { POMPEY et DIEULOUARD (M.-et-M.)
 { MANOIR (EURE) — LORETTE (LOIRE)

ACIERS THOMAS, MARTIN et ÉLECTRIQUE
ACIERS FINS AU CARBONE et ACIERS ALLIÉS
ACIERS RÉSISTANT A LA CORROSION (acide et saline)
ACIERS MOULÉS ET FORGÉS
ACIERS ÉTIRÉS ET COMPRIMÉS
FONTES HÉMATITES — SPIEGEL — FERRO-MANGANÈSE

Aciers de Construction et d'Outillage

CINQUANTE ANS D'ÉVOLUTION DANS LA TECHNIQUE DES TRANSPORTS SOUTERRAINS⁽¹⁾

par M. Louis DEVILLERS,

Directeur Général adjoint de la Régie autonome des Transports Parisiens.

Monsieur le Président,
Mesdames, Messieurs,

La date à laquelle se place cette conférence, à quelques jours du cinquantième anniversaire de la mise en service du chemin de fer métropolitain de Paris, m'en fixait presque impérativement le sujet. Comment ne pas jeter un regard en arrière sur le demi-siècle écoulé et mesurer le chemin parcouru, depuis ce jour du 19 juillet 1900 où la première rame a circulé entre la porte Maillot et la porte de Vincennes?

Je ne me dissimule pas, toutefois, que le titre de cette conférence est trop ambitieux. Les techniques qui interviennent dans la construction et la vie d'un chemin de fer urbain sont si nombreuses et si variées, et plusieurs d'entre elles ont tant évolué au cours de la première moitié du xx^e siècle que, pour traiter le sujet entier, même sommairement, plusieurs heures seraient nécessaires.

Je serai donc obligé de me borner et, tout en indiquant très rapidement les différents problèmes qui se sont posés, je ne pourrai m'étendre un peu que sur quelques points : je choisirai naturellement ceux que je connais le mieux. Ayant été surtout exploitant, je passerai très vite sur les questions de construction et je m'attarderai un peu plus sur les questions qui touchent plus directement à l'exploitation, telles que la consistance des réseaux, la signalisation et le matériel roulant.

Il est d'ailleurs à remarquer que les différentes techniques n'évoluent pas toutes au même rythme. C'est tantôt l'une et tantôt l'autre qui bénéficient des progrès de la science ou de l'art de l'ingénieur. C'est ainsi que, depuis 1900, les techniques du matériel électrique, par exemple, ont subi une évolution énorme, mais il n'en est pas de même de celles du bâtiment et de la voie. Le matériel roulant de 1900 nous paraîtrait ridicu-

lement désuet tandis que les méthodes de construction des tunnels de la même époque sont encore parfaitement valables.

* * *

Chacun sait que c'est en 1898 qu'a été donné le premier coup de pioche du Métropolitain de Paris.

Ce métropolitain n'était pas le premier dans le monde. Des chemins de fer urbains, méritant plus ou moins le nom de métropolitains, étaient déjà en service dans d'autres grandes villes : depuis 1863 à Londres, depuis 1872 à New York, depuis 1881 à Berlin.

A quoi répondait, à la fin du xix^e siècle, cette idée de chemin de fer métropolitain? Aujourd'hui que la chose est entrée dans les mœurs, l'idée d'un chemin de fer souterrain dans les grandes villes nous paraît tellement évidente que nous n'éprouvons pas le besoin d'en chercher une justification : les difficultés de la circulation, à elles seules, suffiraient, car il est évident qu'à Paris on ne pourrait imaginer de faire circuler sur la voie publique les 4 millions de voyageurs que le métro transporte chaque jour.

Les considérations économiques aussi entrent en compte. Il est certain que, pour un gros trafic, l'exploitation du métropolitain est moins coûteuse. La question a d'ailleurs été traitée, l'an dernier, au Congrès de l'Union internationale des transports publics à Stockholm. Je ne la reprendrai pas ici, et n'en retiendrai que la conclusion, c'est que le chemin de fer souterrain devient avantageux pour un trafic de 20 000 voyageurs environ dans l'heure la plus chargée.

Toutefois, ces raisons avaient moins de valeur en 1900 qu'aujourd'hui. Les rues de Paris n'étaient pas encore très encombrées et le chiffre de 20 000 voyageurs à l'heure sur une ligne pouvait paraître une anticipation bien audacieuse.

On comprend donc qu'on ait hésité, pen-

1. Conférence faite le 26 juin 1950 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
L'Industrie nationale. — janvier-mars 1951.

dant près d'un demi-siècle, pour doter Paris d'un métro (les premiers avant-projets datent de 1850 et la décision définitive de 1898). Et il semble bien que ce ne soient ni la crainte d'un encombrement excessif des voies publiques, ni le souci d'une exploitation économique qui aient emporté la décision, mais plutôt la recherche de la vitesse.

En 1898, c'est la traction animale qui l'emportait encore de beaucoup; les tramways électriques et mécaniques n'en étaient qu'à leurs débuts. La vitesse commerciale n'était guère supérieure à 10 km à l'heure. Un engin susceptible de donner une vitesse double présentait donc un avantage considérable : il fallait, en 1900, 1 h. 5 en tramway de la porte Maillot à la porte de Vincennes; le métro ne mettait pas plus de 30 minutes.

Toutefois, les auteurs des projets n'étaient pas d'accord, à la fin du XIX^e siècle, sur le rôle exact qu'un métropolitain devait jouer dans une grande ville, et le désaccord n'a pas disparu totalement aujourd'hui.

Deux conceptions ont été soutenues, aussi bien à Paris que dans presque toutes les capitales étrangères :

Selon la première, le métro n'est qu'une partie du réseau général des chemins de fer; il relie à travers la ville les lignes qui, de banlieue et de province, viennent du Nord, du Sud, de l'Est et de l'Ouest. Il est construit naturellement à voie normale et au gabarit large des grands réseaux; il peut admettre des trains très longs de voyageurs, voire même de marchandises; ses horaires ne seront pas très serrés et ses tarifs seront obligatoirement variés avec la distance.

La seconde est la conception d'un métro indépendant, sorte de tramway souterrain — ou aérien — à grande capacité, qui ne diffère essentiellement du tramway ordinaire que par deux points : il circule sur une plateforme indépendante, ce qui lui permet une vitesse très supérieure; la distribution et le contrôle des titres de transport se font dans les stations et non dans les voitures. Mais le métro indépendant n'est tenu d'avoir ni l'écartement de voies, ni le gabarit des grands chemins de fer; il faut, en revanche, qu'il ait des trains courts et fréquents; enfin, il peut, si le réseau n'est pas trop étendu, pratiquer un tarif unique, quel que soit le parcours — ce qui, je n'ai pas besoin

de le dire, simplifie considérablement la distribution et le contrôle des titres de transport.

Selon les villes, l'une ou l'autre conception a prévalu, et parfois les deux :

A Londres, en 1863, la première ligne du Metropolitan Railway est une véritable ligne de chemin de fer qui se raccorde aux grands réseaux à Kings Cross et à Paddington, ligne au gabarit normal anglais; traction vapeur. Mais, en 1890, le premier tube du City and South London Ry, de King William Street à Stockwell, est complètement indépendant; il a bien la voie normale, mais son gabarit, surbaissé pour permettre la circulation dans un tube à section circulaire, est bien différent de celui des chemins de fer.

A Berlin, en 1881, la Stadtbahn commence aussi par une ligne de chemin de fer traversant la ville de l'Ouest à l'Est; et le but réel de sa construction est bien plus stratégique qu'urbanistique; deux voies sur quatre servent pourtant au trafic urbain. Mais en 1900 naît l'Untergrundbahn, qui est au contraire indépendante.

A New-York, en revanche, le Métropolitain, d'abord l'Elevated puis le Subway, a été, dès le début, indépendant.

A Paris, comme vous le savez, on a hésité longtemps : le Parlement avait pris position pour la liaison des grands réseaux à travers la ville; le Conseil municipal ne voulait donner son accord qu'à un réseau indépendant qui fût sa propriété, et, pour être bien sûr que l'État ne puisse le lui enlever, il voulait un chemin de fer à voie étroite. Il fallut l'approche de l'Exposition Universelle de 1900 pour mettre fin à une controverse qui avait duré près de 30 ans. Et on s'en tira, comme souvent, par un compromis : le métro eut la voie normale, mais un gabarit plus étroit que les grands réseaux (2,40 m au lieu de 3,20 m), de sorte que les trains de métro pourraient, à la rigueur, passer sur les voies des grands réseaux, mais sans réciprocité. Ce qui revient à dire que le métro est indépendant.

Comme on le voit, le XX^e siècle a commencé sous le signe d'une grande diversité de vues. Et ses cinquante premières années n'ont pas amené l'unité.

Les 17 grandes villes qui ont un réseau qu'on puisse qualifier de métropolitain ont adopté l'une ou l'autre formule : un groupe,

à la tête duquel on trouve Londres et Chicago, a des services communs avec les chemins de fer; l'autre, avec New York, Paris, Moscou, a un réseau indépendant.

Qui a raison? Probablement tous les deux. Nous verrons en finissant que, pour une cité géante, il faut vraisemblablement deux métros : un métro urbain indépendant, dont celui de Paris est le type, pour les quartiers du centre; un métro régional lié aux grands

très vite, faute de temps, sur la construction.

Le premier problème qui s'est posé a été de choisir entre le métro aérien et le métro souterrain. Ici, l'évolution des idées a été très nette. Au XIX^e siècle, c'est le métro aérien qui l'emportait nettement; au milieu du XX^e, c'est le souterrain. La raison en est simple : le métro aérien n'avait d'avantage marqué que de se prêter à la traction vapeur. Du jour où la traction électrique a été défi-

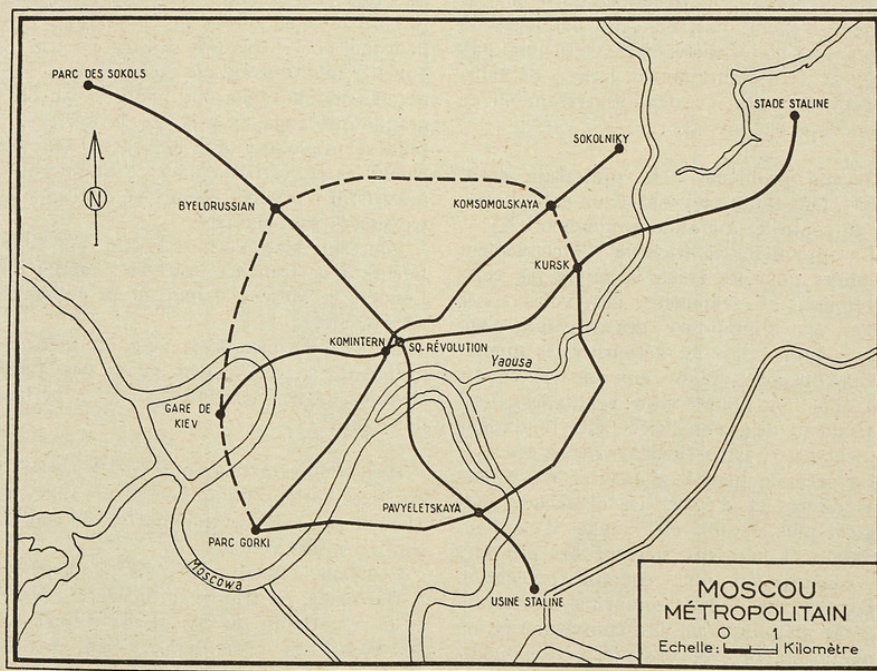


Fig. 1. — Chemin de fer métropolitain de Moscou.

réseaux, comme à Londres, pour la banlieue.

Quoi qu'il en soit, il faut signaler que les métros indépendants ont mieux réussi que les autres, à en juger par le volume de trafic. A New York comme à Paris, le chemin de fer souterrain assure environ 55 p. 100 du trafic total; à Londres, l'Underground n'en assure guère que 15 p. 100 (la grande masse des transports étant assurée par les autobus).

Après ces considérations générales, qui touchent plutôt à l'urbanisme, venons à des considérations plus techniques.

Comme je le disais en débutant, je passerai

nitivement au point et où les préventions injustifiées contre les conditions du transport souterrain ont disparu, le métro aérien n'avait plus qu'un léger avantage de prix de construction. Avantage bien faible en contrepartie de ses inconvénients aux yeux des urbanistes : encombrement des voies de surface et esthétique plus que contestable. On peut dire que le métro aérien est condamné. A New-York, où il avait pris le maximum de développement, on démolit les viaducs à mesure qu'on construit de nouvelles lignes souterraines. Déjà, les grandes lignes de la première et de la sixième avenues ont été

mises en souterrain. Et il ne reste plus que 148 km de viaducs sur 386, dont une seule ligne dans Manhattan, celle de la cinquième Avenue.

A Paris même, il est à remarquer que nous n'avons plus mis en service aucune ligne aérienne depuis 1909; les viaducs ne représentent que 8 km de lignes sur 166; irons-nous jusqu'à les démolir, nous aussi? C'est probable.

Bien entendu, la disparition des métros aériens n'exclut pas, dans les banlieues où la place est moins chère, où les voies publiques peuvent être suffisamment larges, l'établissement des voies en demi-souterrain ou en tranchée à ciel ouvert.

Second problème : le souterrain étant choisi, faut-il faire un souterrain près du sol, ou au contraire à grande profondeur?

La première solution a l'inconvénient d'obliger pour les tracés à suivre les voies publiques, et seulement des voies assez larges, et d'impliquer des travaux complexes pour éviter ou détourner les innombrables obstacles qu'offre aux constructeurs le sous-sol d'une grande ville : égouts, canalisations d'eau, de gaz ou d'électricité, fondations d'anciennes constructions, carrières, etc...

La seconde permet d'adopter des tracés plus directs et d'éviter les obstacles, mais elle est plus sensible aux nappes d'eau souterraines et nécessite souvent des procédés de construction plus coûteux (exécution des travaux dans l'air comprimé, souterrain en tube métallique ou en béton armé) et, en exploitation, des moyens d'élévation mécaniques également coûteux.

Dans l'ensemble, les inconvénients l'emportent sur les avantages, et les constructeurs ont préféré, généralement, le tunnel peu profond, l'exception étant surtout constituée par les tubes de Londres, où la nature du sous-sol, plus compact et homogène, a sans doute justifié ce choix. Bien entendu, dans toutes les villes à sol accidenté, les tunnels ont dû s'enfoncer pour traverser sans déclivités excessives les accidents du relief, ou pour passer sous des nappes fluviales ou maritimes. C'est ainsi qu'à Paris, le rail s'enfonce à 63 m au-dessous de la surface du sol pour traverser la butte de Montmartre, et descend à 14 m au-dessous du niveau de la Seine dans les traversées sous-fluviales.

Sur les procédés de construction proprement dite, je ne dirai pas grand-chose. Trois procédés sont utilisés : l'exécution en tranchées, le creusement par galeries boisées et le bouclier. Il est assez curieux de remarquer qu'à Paris, les trois procédés ont été essayés concurremment en 1898 pour les premières lignes de métro : 1,500 km en tranchée, 7 km en galerie boisée, 2,500 km en bouclier. L'essai a été concluant en faveur de la galerie boisée. La tranchée a l'énorme inconvénient d'interrompre plus ou moins la circulation; c'est pourquoi on l'a très peu utilisée à Paris. Le bouclier n'a d'avantage marqué que lorsqu'on travaille dans une nappe d'eau ou à grande profondeur; près de la surface, il tend à provoquer des désordres dans les chaussées et les immeubles; c'est pourquoi, à Paris, il n'a guère été utilisé que pour les traversées sous-fluviales.

Pourtant, New-York et Berlin sont restés fidèles à la tranchée couverte, tandis que Londres et Moscou donnaient la préférence au bouclier.

En ce qui concerne la voie, les métropolitains ne se distinguent guère des autres chemins de fer électriques. Je n'en parlerai donc pas.

Pour l'énergie électrique de traction, il est assez curieux qu'un accord presque unanime se soit fait dès le début sur le courant continu à 600 volts.

Pourtant, l'unanimité n'est pas parfaite. A Barcelone, on trouve un métro à 1 500 V et la Stadtbahn de Berlin est alimenté à 800 V. A Paris même, le Nord-Sud, en 1910, a mis en service une distribution à 1 200 V suivant l'idée ingénieuse de la distribution à deux ponts : trolley à + 600 V, rail de courant à - 600 V, rails de roulement formant point neutre. Malgré l'intérêt théorique du système, on l'a abandonné, lors de la fusion des réseaux du Métropolitain et du Nord-Sud, dans un souci d'unité, pour pouvoir utiliser le matériel d'un réseau sur l'autre.

La tension 600 V, malgré le consentement presque universel, est-elle la tension de l'avenir? Ce n'est pas certain. Il semble bien qu'on aurait avantage, pour atténuer les chutes de tension aux points éloignés des sous-stations et diminuer les pertes d'énergie en ligne, à adopter une tension plus élevée que les progrès de la technique permettent

d'envisager sans risque. Nous nous proposons, dans Paris, d'adopter dans l'avenir la tension 750 V.

Le Métropolitain a fabriqué au début lui-même son énergie électrique à l'usine du quai de la Rapée; c'était prudent en 1900, et même nécessaire, puisque la traction électrique exigeait une fréquence plus basse que celle des grands réseaux électriques. C'est devenu ensuite inutile. Le Métropolitain de Paris s'alimente donc aux barres des usines et des postes de transformation d'électricité de France. La plupart de ses congénères étrangers achètent également leur courant aux grands réseaux de distribution.

En revanche, le Métropolitain de Paris et la plupart des métropolitains étrangers assurent, dans leurs propres sous-stations, la transformation du courant haute tension en courant continu.

Ici, à l'inverse de ce que nous avons noté pour la construction du souterrain, la technique a beaucoup évolué. Son évolution a franchi quatre étapes :

— première étape : la transformation est faite par des machines tournantes, commutatrices, à 25 périodes;

— deuxième étape : la technique ayant progressé, on sait faire des commutatrices fonctionnant parfaitement avec le courant alternatif à 50 périodes; les producteurs, dans un souci d'unité, cherchent à imposer à tous les utilisateurs la fréquence 50; à partir de 1925, le Métropolitain transforme

en conséquence toutes ses sous-stations;

— troisième étape : l'industrie a mis au point les mutateurs, ou redresseurs à vapeur de mercure, de grande puissance; ces nouveaux appareils ont des pertes à vide moindres que les commutatrices; leur rendement est donc meilleur, surtout à faible charge; le Métropolitain les met à l'essai dès 1923, puis

les généralise à chaque occasion favorable; à l'heure actuelle, sur 30 sous-stations, le métro de Paris en a 19 à commutatrices, avec une puissance installée de 111 000 kw, et 11 à redresseurs avec une puissance de 72 000 kw.

Comme on le voit, les sous-stations sont relativement puissantes (puissance moyenne 6 000 kw); elles sont aussi peu nombreuses; elles sont conduites par 2 agents, un chef et un aide, chargés de faire les manœuvres nécessaires pour mettre en route ou arrêter les machines, mettre le courant sur les lignes ou le couper, veiller à la charge des

batteries d'accumulateurs, qui sont nécessaires pour la sécurité de l'éclairage, faire le nécessaire en cas d'incident, opérations dont beaucoup peuvent être rendues automatiques ou commandées à distance. Ce sera la 4^e étape; les sous-stations ne seront plus conduites par des agents sur place, mais commandées à distance; n'ayant plus besoin de main-d'œuvre, elles pourront, sans inconvénient être plus nombreuses et réparties le long des lignes, ce qui réduira les pertes par effet Joule et les chutes de tension en ligne;

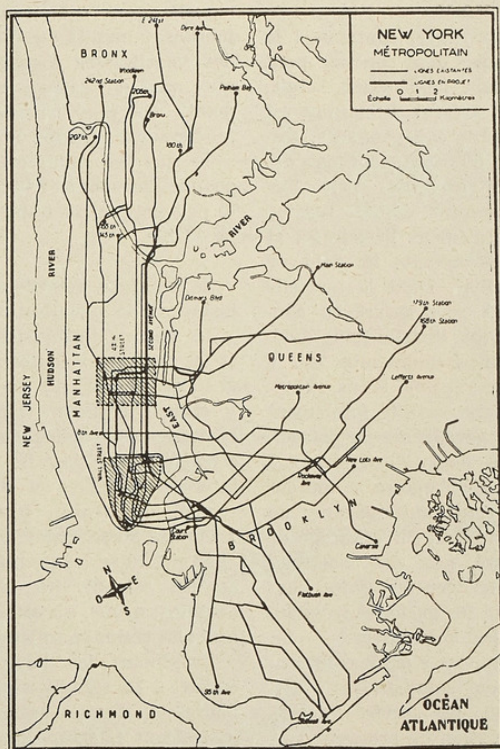


Fig. 2. — Chemin de fer métropolitain de New-York.

étant nombreuses, elles n'auront plus besoin de comporter de machines de réserve, chaque sous-station formant la réserve de ses voisines.

Le système de distribution comportera ainsi un grand nombre de sous-stations monogroupes (environ 90 au lieu de 30), réparties le long des lignes, commandées d'un certain nombre de postes centraux, quatre en principe, et transformant le courant alternatif 60 000 V en continu 750 V.

Une difficulté se présente, toutefois : la sécurité de l'éclairage, dont on ne peut admettre en souterrain l'extinction totale, même instantanée. A présent, l'éclairage est assuré par deux circuits indépendants, distribuant du courant 600 V fourni par des batteries d'accumulateurs, de sorte que l'interruption du courant haute tension laisse subsister intégralement l'éclairage, et qu'une avarie sur les circuits ne peut en supprimer que la moitié. Dans la nouvelle disposition, l'éclairage sera assuré en courant alternatif par deux distributions indépendantes, alimentant chacune sous 220 V la moitié de l'éclairage; et pour le cas, exceptionnel, où le courant serait totalement coupé dans la région parisienne, on prévoit, dans les quatre centres dont j'ai parlé tout à l'heure, des groupes électrogènes à moteur Diesel et à mise en route automatique; un éclairage de sécurité réduit, dit éclairage de jalonnement, alimenté par des batteries situées dans les quatre centres, évite l'extinction totale pendant les quelques secondes que mettent ces groupes à démarrer.

Cette quatrième étape est à peine commencée : 2 sous-stations commandées à distance seulement sont en service, depuis quelques mois. A l'occasion du prolongement en cours d'équipement à Saint-Ouen, la ligne n° 13, de Saint-Lazare à Saint-Ouen (Pleyel) et à la porte de Clichy, doit recevoir le nouvel équipement.

Il y aurait beaucoup à dire sur les autres équipements du Métropolitain :

— sur l'éclairage : plusieurs fois renforcé depuis 50 ans, avec, en dernière étape, l'adoption, en principe, de l'éclairage fluorescent;

— sur les appareils élévateurs, passant de l'ascenseur hydraulique à l'ascenseur électrique avec conducteur, puis à l'ascenseur automatique, que nous nous proposons de généraliser, et à l'escalier mécanique;

— sur les avertisseurs d'alarme, qui per-

mettent, en cas d'urgence, de couper le courant d'une station quelconque et de nombreux points en tunnel;

— sur la ventilation, un peu négligée au début, où on s'en remettait à l'effet de piston des trains dans les tunnels, pour produire les aspirations et refoulements d'air par les accès des stations et par quelques baies d'aération; ventilation semi-naturelle à laquelle nous substituons, ou plutôt surajoutons, à mesure des possibilités financières, des ventilations forcées mécaniques, et à quoi nous envisageons même d'ajouter, aux points les plus chauds, une réfrigération fondée sur le principe de la pompe de chaleur;

— sur les épuisements, qui expulsent chaque jour moyen 2 000 t d'eau du souterrain et peuvent, en cas d'urgence, en débiter près de 40 000.

Je voudrais toutefois m'arrêter quelques instants à la signalisation.

Ici encore, l'évolution a été considérable et les transports souterrains ont été souvent à l'avant-garde du progrès technique. Ils y étaient d'ailleurs bien obligés, ayant à résoudre ces problèmes contradictoires d'une sécurité aussi parfaite que possible, d'un intervalle régulier et d'un extrême resserrement des trains, jusqu'à 2 minutes ou 1 minute 30 secondes.

Avant 1900, les premiers métros étrangers avaient adopté des dispositifs simplistes. Certains, même, n'avaient pas de signaux du tout; les trains se suivaient à vue.

La plupart des chemins de fer en étaient encore à la signalisation manuelle : sémaphores ou disques actionnés à la main, sur indications télégraphiques ou téléphoniques.

Pourtant, le principe du block system qui a, dans la suite, régi la signalisation, était déjà dégagé.

L'un des systèmes les plus satisfaisants de l'époque était le système Hall, inventé dès 1867, et en service à la fin du siècle sur certains chemins de fer américains, et en France sur une ligne du P.-L.-M. C'est celui qu'adoptèrent les créateurs du Métropolitain.

C'était une signalisation à pédales : les roues du train passant au droit d'un signal appuyaient sur une pédale qui établissait les circuits électriques nécessaires. Ceux-ci, alimentés par des piles, actionnaient des relais, dont l'un mettait à l'arrêt le signal

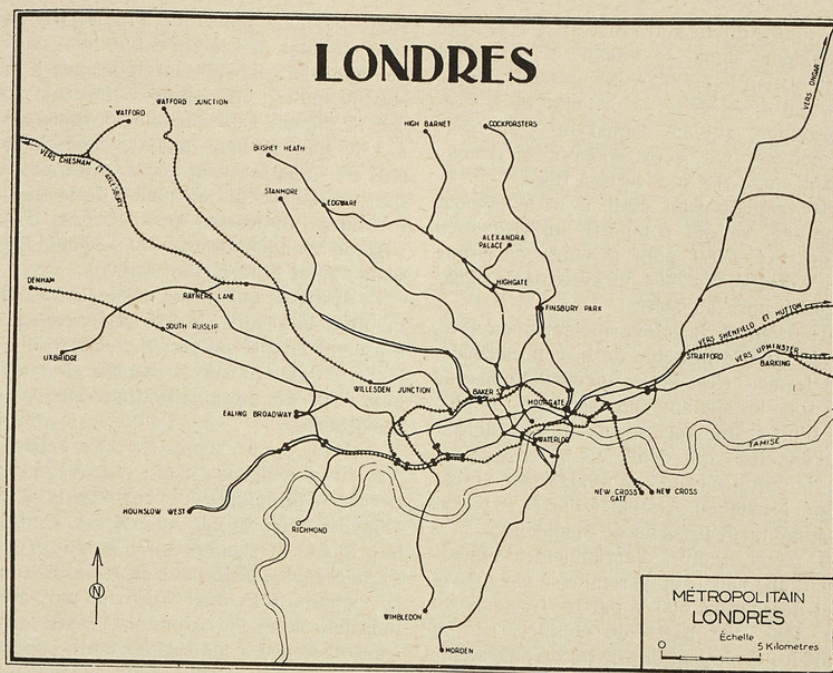


Fig. 3. — Chemin de fer métropolitain de Londres.

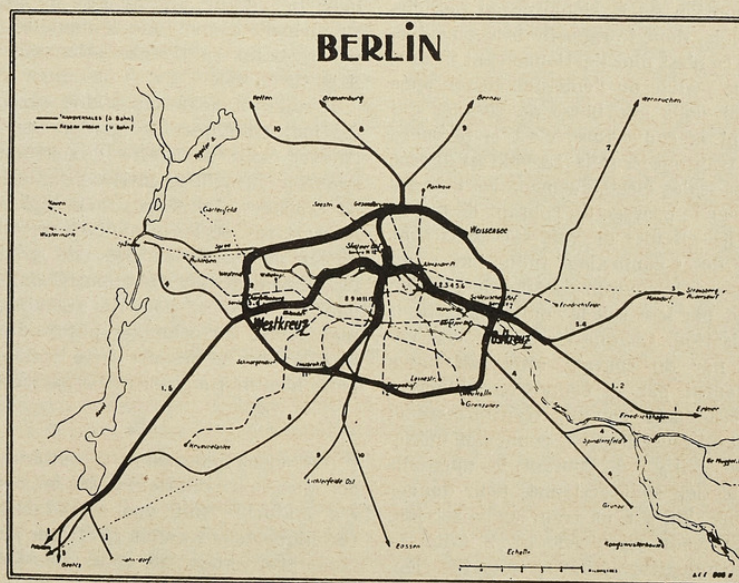


Fig. 4. — Chemin de fer métropolitain de Berlin.

local, tandis qu'un autre mettait à voie libre le deuxième signal en amont; le deuxième signal, et non le premier, car on avait admis, par souci de sécurité, le principe de la section-tampon, suivant lequel un train doit être couvert par deux signaux au rouge, laissant entre eux une section libre.

Cette signalisation était à actionnement instantané, ce qui comporte un risque en cas de raté. C'est pour atténuer ce risque qu'on a étudié, dès 1904, un système de signalisation propre au Métro.

Au système de la voie normalement ouverte, on substitua le principe de la voie normalement fermée, c'est-à-dire qu'en l'absence de train tous les signaux sont au rouge; le passage d'un train lance en avant un courant dit d'annonce, qui débloque, si la voie est libre, le premier signal en aval. Ainsi, en cas de raté, les signaux restent à l'arrêt et on est immédiatement prévenu de l'incident.

En même temps, l'actionnement mécanique d'une pédale était remplacé par l'envoi direct de courant 600 V par les frotteurs du train dans une barre de contact, ce qui évitait les complications et les dérangements d'une distribution par piles.

L'étape suivante du progrès de la signalisation n'est pas spéciale au Métropolitain. C'est l'adoption de la signalisation par circuits de voie, dont je rappelle brièvement le principe : ce n'est plus l'actionnement instantané d'une pédale ou l'émission instantanée de courant dans une barre de contact qui provoquent la couverture, c'est la présence même du train sur les rails. La voie est divisée en circuits isolés électriquement les uns des autres; pour le passage du courant de retour traction, les circuits de voie successifs sont reliés par des « connexions inductives » qui laissent passer le courant continu de traction et arrêtent par leur self le courant alternatif de signalisation. Chaque circuit de voie est parcouru par du courant alternatif basse tension fourni par la connexion inductive aval fonctionnant comme transformateur; ce courant est recueilli par la connexion inductive amont. S'il y a du courant, les appareils de signalisation sont actionnés pour donner la voie libre. S'il y a un train sur la section, les essieux court-circuitent les 2 rails; la connexion inductive amont ne recueille rien, les relais tombent au repos, qui donne l'indication « Arrêt ». Bien entendu, les circuits

sont organisés pour que l'indication Arrêt subsiste tant que le train n'est pas couvert par une distance suffisante pour que le train suivant puisse être admis à franchir à son tour le signal. C'est donc une signalisation à voie normalement ouverte, mais la sécurité est singulièrement accrue puisque, d'une part, c'est l'occupation même de la voie qui provoque l'indication arrêt, et que, d'autre part, le manque de courant accidentel provoque aussi l'indication Arrêt.

Ce système, qui donne entière satisfaction quant à la sécurité de fonctionnement, est à présent adopté universellement. Toutefois, les avis diffèrent sur la manière de traduire aux yeux des agents les indications de la signalisation.

A Paris, nous sommes restés fidèles au principe des signaux fixes, placés le long de la voie, en des points convenablement choisis. D'autres réseaux ont adopté, au contraire, le principe de signaux sur le train même, le « Cab-Signal », s'ajoutant ou se substituant à la signalisation fixe. Jusqu'à plus ample informé, nous persistons à penser que la transmission des indications entre la voie et le matériel roulant offre moins de sécurité que la transmission à un poste de signaux fixe.

Nous avons néanmoins adopté, sur notre ligne de Sceaux, les signaux de loge, mais simplement comme une commodité, la sécurité reposant sur l'observation des signaux fixes sur la voie.

Il resterait beaucoup à dire sur la signalisation, à indiquer les artifices qu'il a fallu trouver pour permettre aux trains de se resserrer jusqu'à un intervalle d'une minute 30 secondes, les dispositions spéciales aux bifurcations et les signalisations très complexes des terminus. De très grands perfectionnements ont été apportés depuis 1900, dont le dernier, pour la signalisation de manœuvre, est celui des postes dits « tous relais », dont le premier a été installé à Ivry. Nous n'en finirions pas de les passer en revue.

* * *

J'en viens maintenant au matériel roulant. Ici encore, l'évolution a été immense; elle n'a d'ailleurs fait que suivre celle de la technique de la traction électrique en général. Nous trouverons, au cours du demi-siècle, quatre types principaux de matériel successifs.

Après la traction vapeur des premiers métros, dont il n'était plus question en 1900, on en était à la traction électrique en unités simples, c'est-à-dire que chaque train ne comportait qu'une seule automotrice avec 2 ou 3 remorques. C'est avec ce système que le Métropolitain de Paris a débuté : motrice et remorques à deux essieux parallèles; longueur 8 m environ; caisses en bois. La motrice a 2 moteurs de 125 chevaux. L'équipement de commande est celui d'un tramway; il se réduit à un combinateur manœuvré à la main, dont les contacts distribuent le courant de traction dans les deux moteurs, en établissant les connexions voulues (introduction puis élimination des résistances de démarrage; couplage des moteurs en série, puis en parallèle).

La traction en unités simples s'opposait à la réalisation de trains de grande capacité, puisqu'il n'y avait qu'une automotrice et deux moteurs. Et tout de suite on s'est aperçu que 3 voitures de 8 m offrant 150 places étaient insuffisantes.

Dès 1902, on passe au système des unités doubles; l'équipement de commande est le même, mais les contacts du combinateur envoient le courant non seulement aux deux moteurs de l'automotrice de tête, mais aux deux moteurs d'une autre automotrice, par l'intermédiaire d'une ligne de train. On a pu ainsi mettre en service des trains de 8 voitures (2 motrices, 6 remorques) offrant 400 places, qui suffisaient au trafic, encore limité, de l'époque. Ce système avait de multiples inconvénients : manœuvre pénible, coupures trop lentes du courant, usure rapide des contacts et sujétion d'une ligne de train à 600 V portant des courants intenses.

En 1904, on adopte la traction en unités multiples, selon le principe inventé quelques années avant par Sprague, traction dont la caractéristique, comme le nom l'indique, est de permettre de commander d'un seul poste un nombre quelconque de groupes de 2 moteurs, répartis sur le train. Chaque automotrice a ses circuits de traction indépendants et les connexions nécessaires sont commandées à distance, de la loge de tête, par l'intermédiaire d'un circuit de commande empruntant une ligne de train; mais cette ligne de train ne transporte plus que des courants très faibles.

Je n'insiste pas sur ce système universel-

lement adopté depuis, ni sur les nombreux mécanismes électriques ou électro-pneumatiques qui ont été imaginés pour le réaliser. Peu à peu, il se substitue, sur toutes les lignes, aux équipements anciens.

En même temps, les voitures à 2 essieux parallèles ont laissé la place aux voitures à 2 bogies; et les caisses en bois ont été remplacées par des caisses métalliques.

En 1910, avec l'apparition du matériel Nord-Sud, les trains ont pris, à peu de choses près, leur aspect définitif, avec 5 voitures de 13,60 m, dont 2 motrices à 4 moteurs et 3 remorques; matériel nettement en avance sur la technique de l'époque et qui est toujours en service. Depuis, les modifications ont été en même temps moins apparentes et moins profondes. Les voitures sont allongées au maximum de 14,2 m compatible avec la longueur des stations; les équipements sont perfectionnés; on généralise les motrices à 4 moteurs et la puissance est augmentée (de 250 chevaux en 1900 à 1 400 par train).

Parmi les nombreuses améliorations, je ne dirai un mot que de celles qui se rapportent à la fermeture des portes des voitures, car elles ont une grande importance du point de vue de la sécurité et aussi de l'économie du transport, et nous y avons adopté des solutions différentes de celles de l'étranger.

En 1900, on laissait aux agents des trains le soin d'ouvrir et de fermer les portes. Il y avait pour cela un garde par voiture. Mais en 1914, la mobilisation ayant privé le Métropolitain d'une grande partie de son personnel, il fallut adopter la fermeture mécanique.

Je passe sur les détails de réalisation, pour signaler seulement que nous sommes restés fidèles, à Paris, à la commande pneumatique, tandis que beaucoup d'autres adoptaient la fermeture électrique. Mais ce qui nous sépare surtout de nos confrères étrangers, c'est que nous n'avons pas admis l'ouverture automatique, qui est fréquemment adoptée ailleurs; nous laissons aux voyageurs le soin d'ouvrir les portes. On nous a parfois critiqués à ce sujet, mais nous avons maintenu notre position par souci de sécurité, de peur qu'une porte s'ouvrant automatiquement, un voyageur surpris — adossé par exemple — ne tombe sur le quai.

A signaler, avec la fermeture pneumatique, le dispositif qui empêche de donner le signal

de départ tant que les portes ne sont pas fermées.

Ces petits problèmes, qui peuvent paraître secondaires à côté des grands problèmes de la traction électrique, sont pourtant très importants, puisque leur solution a permis de réduire le nombre des gardes d'un par voiture au début, à 3, 2, puis un seul par train.

Sous réserve de ces perfectionnements, le matériel, disais-je, n'avait pas subi de modifications essentielles depuis 1910.

Il faut arriver aux approches de la dernière guerre pour voir apparaître, à Paris, l'idée d'une modification plus profonde, liée à un changement de mode d'exploitation. Cette modification est inspirée surtout par un double souci d'économie : économie de poids, économie de parcours.

Les trains de 5 voitures de 14,20 m de caisse (15 m hors tout) remplissent exactement les stations de 75 m. Pour gagner du poids, on pourrait penser à constituer des trains de même longueur avec 4 voitures seulement, on aurait 2 bogies de moins. Mais il faudrait des voitures de 18 m de longueur de caisse. Hélas, aussi bien les épures d'inscription dans les courbes que des essais réalisés en vraie grandeur avec des maquettes ont montré qu'il était impossible de faire passer des voitures aussi longues dans les courbes des souterrains du métro (je rappelle que les courbes de 75 m de rayon sont très fréquentes, et qu'il y en a même une, bien connue, de 37,50 m de rayon à Bastille), à moins de leur donner une forme en cigare, effilée aux bouts, ce qui ferait perdre beaucoup de places.

D'où l'idée de prendre un matériel articulé dont voici le schéma : trois caisses, respectivement de 12,70 m, 9,70 m et 12,70 m de longueur, reposent sur 4 bogies. Un train, formé de 2 unités de ce genre, occupera la longueur d'une station de 75 m et offrira la même capacité que les trains actuels de 5 voitures, avec 2 bogies de moins. D'où gain de poids, qu'on peut améliorer encore par l'emploi de procédés de construction améliorés (généralisation de la soudure, alliages légers, etc...) et qui ramènent finalement le poids d'une rame de 72 m de 140 à 108 t.

D'autre part, économie sur les parcours : comme vous le savez, les trains du Métro de

Paris ne sont jamais déformés en exploitation; sur les principales lignes, quels que soient l'heure et le jour, les trains ont uniformément 5 voitures. Il en résulte évidemment qu'aux heures creuses, pour éviter des attentes excessives au public, on offre un nombre de places surabondant. Dans beaucoup de grandes villes étrangères, on a résolu le problème en changeant la composition des trains suivant les heures et les jours. A Paris, par souci de simplicité, nous avons choisi la solution inverse; d'ailleurs, les manœuvres de couplément et de découplément nécessitent aux terminus des aménagements spéciaux; ils immobilisent quelques instants le matériel et presque nécessairement du personnel; l'économie n'était donc pas évidente.

Toutefois, la situation a changé depuis que la technique a mis au point des coupleurs automatiques assurant d'un seul coup l'accouplement mécanique, pneumatique et électrique. Déjà, depuis 1938, nous avons essayé le découplément sur la ligne de Sceaux, où les grandes variations de trafic, suivant les heures, le rendaient à peu près indispensable. Nous avons décidé de l'essayer sur le Métropolitain proprement dit, en commençant par une ligne exploitée en fourche, la ligne 13, où il est particulièrement utile de pouvoir réduire la composition des trains aux heures creuses, pour éviter des intervalles excessifs.

Les caractéristiques du nouveau matériel sont donc : matériel articulé, 3 caisses sur 4 bogies; accouplement automatique. Les unités qui ont 36,6 m de longueur hors tout et offrent environ 600 places, circuleront isolément aux heures creuses et groupées par 2 aux heures d'affluence. Lorsque nous aurons une ligne entière à stations allongées à 105 ou 110 m., nous l'exploiterons avec des rames de 3 unités aux heures d'affluence, 2 unités aux heures demi-creuses, 1 seule unité aux heures très creuses du soir.

Parmi les avantages de ce nouveau matériel, je citerai encore :

- l'amélioration des accélérations au démarrage, résultant à la fois de l'allègement du matériel, de l'augmentation de la fraction de poids adhérent et du perfectionnement de l'équipement;

- l'amélioration du freinage;

- l'augmentation du nombre de portes, 22 au lieu de 20 pour un train de 72 m et

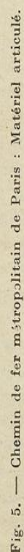


Fig. 5. — Chemin de fer métropolitain de Paris : Matériel articulé.

leur répartition régulière le long du quai, ce qui permet d'espérer une montée et une descente plus rapides des voyageurs et, par conséquent, une diminution des stationnements.

Meilleure accélération, meilleur freinage, stationnements moins longs : trois éléments qui concourent à augmenter la vitesse commerciale, que nous espérons ainsi porter de 22 à 25 km à l'heure environ.

Je passe sur les autres caractéristiques de ce nouveau matériel.

Je dirai seulement un mot d'une question que nous sommes posée, celle de savoir si nous devions employer un matériel à adhérence totale, c'est-à-dire avec un moteur par essieu, soit 8 moteurs par unité. Après une étude économique très complète, nous avons estimé que l'adhérence totale n'était pas payante, le prix plus élevé des moteurs et des équipements et l'alourdissement du matériel compensant les avantages d'une plus forte accélération au démarrage. Nous nous en sommes tenus, en conséquence, à 2 bogies moteurs sur 4.

La conclusion aurait peut-être été différente si nous avions pu adopter le freinage par récupération. Je n'ai pas besoin d'expliquer ici ce qu'est le freinage par récupération : au freinage, les moteurs fonctionnent en génératrices, la force vive du train, au lieu d'être gaspillée à échauffer des sabots de frein, est transformée en énergie électrique, qui est renvoyée sur la ligne.

Le problème, malheureusement, n'a pas encore reçu, à ma connaissance, de solution pratique efficace pour les grandes puissances. Les ingénieurs du métropolitain s'y sont attaqués presque dès le début. On a longuement essayé des dispositifs de régulation et de récupération, les uns par variation de la tension d'alimentation, au moyen d'une machine auxiliaire, d'autres par variation de champ inducteur. Les résultats n'ont pas été mauvais, mais pas non plus décisifs. On a obtenu sur des trains d'essais des économies d'énergie électrique de plus de 20 p. 100, mais compensées en partie par le poids plus lourd de l'équipement, et surtout payées par des incidents en ligne trop nombreux pour qu'un exploitant puisse les tolérer.

Mais nous ne désespérons pas. Et nous poursuivons encore aujourd'hui des essais, dont les résultats sont encourageants.

J'arrête ici cette course à bâtons rompus parmi les installations du métropolitain, en m'excusant, contradictoirement, d'avoir été à la fois trop long et très incomplet.

Je voudrais maintenant, avant de finir, et débordant un peu le cadre de mon sujet, quitter le premier demi-siècle et essayer de prévoir ce que le second demi-siècle réserve aux transports souterrains.

Et tout d'abord, quelle peut être, dans les cinquante prochaines années, l'évolution même de Paris?

La population de la Région parisienne a augmenté constamment depuis plusieurs siècles, pour atteindre 15 p. 100 de la population de la France entière. Ce mouvement va-t-il se poursuivre? Ce n'est pas évident. Sans doute Paris restera-t-il le centre administratif de la France, et un centre mondial pour le commerce, l'art et le tourisme. Mais il n'est pas certain, ni peut-être désirable, que Paris se développe comme centre d'industrie lourde.

Mais si on peut admettre que la population n'augmentera plus guère, on doit prévoir et espérer que sa répartition géographique se modifiera encore profondément. L'évolution est commencée depuis longtemps; les quartiers du centre, qui étaient, il y a cent ans, les plus peuplés, ont perdu et continuent à perdre de leur population. La zone de densité maximum est celle maintenant qui est située entre 3 et 6 km du centre. Mais les densités sont encore excessives : 52 000 habitants au km² dans le XI^e; 44 000 dans le XVIII^e; densités qui dépassent de beaucoup celles qu'on constate dans la plupart des grandes villes d'Europe et d'Amérique et qui ne sont dépassées que par celles des fourmières asiatiques.

Cet état de choses n'est certainement pas satisfaisant au point de vue de l'hygiène, qui ne saurait s'accommoder d'une situation où cinq personnes vivent et respirent nuit et jour sur 100 m²; elle est inquiétante à d'autres points de vue, quand on pense que certains projectiles peuvent détruire la vie sur plus d'un km². Il faut donc souhaiter que la population parisienne s'étale plus largement. Dans le graphique que vous allez voir, on a supposé qu'au cours du second demi-siècle cet

étalement était tel que le maximum de densité ne dépasse pas 10 000 au km². On arrive à une surface totale pratique de région parisienne de 2 800 km², représentée par un cercle de 30 km de rayon; la zone centrale de 6 km de rayon aurait une densité de 10 000 et une population de 1 200 000, au lieu de 3 000 000 aujourd'hui. La première zone suburbaine de 6 à 12 km aurait une densité moyenne de 6 000 avec 2 000 000 d'habitants. La troisième zone de 12 à 18 km une densité de 3 000 avec 1 500 000 habitants, etc....

Si cette répartition hypothétique de population était atteinte, on voit que, pour un même total, les besoins de transport seraient profondément modifiés.

Les conséquences pourraient être très graves pour le Métropolitain.

Notre réseau urbain, tel que l'a vu se développer la première moitié du xx^e siècle, est pratiquement achevé.

Dans Paris, il est si dense qu'on ne voit pas bien ce qu'on pourrait y ajouter. Une opération, pourtant, est encore en réserve dans nos cartons, c'est celle d'un raccordement Saint-Lazare-Invalides, qui mettrait fin à la situation difficile que crée, à Saint-Lazare, l'arrivée en impasse de la ligne n° 13, dont les voyageurs viennent surcharger les lignes 3 et 12. Situation peu satisfaisante actuellement, mais qui pourra devenir intolérable lorsque cette ligne 13 ayant été prolongée à Saint-Ouen et à Clichy, son trafic aura beaucoup augmenté.

Le raccordement projeté, donnant la correspondance à Miromesnil avec la ligne n° 9, et à Champs-Élysées-Clemenceau avec la ligne n° 1, réduira les échanges à Saint-Lazare.

En dehors de ce raccordement, on ne voit pas bien ce qu'on pourrait encore trouver comme ligne vraiment utile au Métropolitain actuel dans Paris.

Pour ce qui est des prolongements en banlieue, on n'aperçoit pas non plus de très grandes perspectives d'avenir. Le prolongement de la ligne n° 13 de la porte de Saint-Ouen au carrefour Pleyel est sur le point d'être achevé. Un autre prolongement de la même ligne, de la porte de Clichy au pont de Clichy, est décidé; son exécution n'est retardée que par l'importance des expropriations nécessaires pour établir le tunnel dans une rue étroite.

Peut-être aussi donnera-t-on suite à l'idée

d'un prolongement de la ligne n° 1 du Pont de Neuilly au Rond-Point de la Défense, surtout si on choisit le plateau de la Folie pour emplacement d'une prochaine Exposition Internationale.

Fera-t-on beaucoup d'autres prolongements? C'est peu probable. Toutes les communes très peuplées de la ceinture de Paris sont déjà touchées par le Métropolitain. Et, d'autre part, il y a deux obstacles qui limitent l'extension en banlieue du réseau métropolitain actuel : l'obstacle « vitesse » et l'obstacle « tarifs ».

Obstacle « vitesse ». Le Métropolitain a des stations très rapprochées, beaucoup plus rapprochées que la plupart de ses congénères étrangers. L'espacement moyen dans Paris est de 480 m, sur les prolongements suburbains, de 750 m. La vitesse commerciale, quelle que soit la puissance du matériel, est forcément limitée. Elle varie, à présent, suivant les lignes, entre 20 et 23 km à l'heure. Avec le matériel plus léger dont je vous ai parlé, on ne peut guère espérer plus de 25 à 26 km. Compte tenu du temps nécessaire pour gagner la station la plus proche, des attentes, des correspondances, un parcours moyen de 5 km nécessite 30 ou 35 minutes. Chaque kilomètre en plus coûte 2 minutes 30; on ne peut donc aller très loin.

Obstacle « tarifs ». Le principe à Paris, vous le savez, est celui du tarif unique, indépendant de la distance. Ce tarif unique a d'immenses avantages de simplicité et d'économie. Mais il a aussi son inconvénient, c'est que, s'il convient bien pour un réseau très ramassé où les voyageurs font des parcours à peu près comparables (entre 4 et 7 km par exemple), il est de moins en moins adapté à mesure que ce réseau s'étale. Un prix de 14 F pour 6 ou 7 km, ce n'est pas cher, mais c'est encore raisonnable; mais 14 F pour 10 ou 12 km, ce ne serait plus suffisant.

La solution serait simple, et on l'a suggérée plus d'une fois : abandonner le tarif unique et adopter des tarifs différentiels : prélever, par exemple, une surtaxe sur les prolongements en banlieue; sur le papier, c'est facile, et la solution a même été adoptée, en principe, en 1929. Mais sur le terrain, c'est moins simple et, étudiée à fond, la question n'a pas reçu de solution satisfaisante.

On a donc exploité les prolongements en banlieue avec le tarif unique, et au réseau de

10 km de diamètre de 1900-1930, on a substitué, sans changement de prix, un réseau de 14 km. L'équilibre financier est plus difficile, mais il deviendrait impossible sur un diamètre de 20 km. C'est ce qui fait que, probablement, le métro urbain actuel n'ira pas à beaucoup plus de 2 ou 3 km de l'ancienne enceinte de Paris.

Faut-il en conclure que le Métropolitain a dit ou presque son dernier mot? Certainement non.

Le Métro actuel ne va pas assez vite pour desservir la moyenne banlieue; il faut donc faire un métro express.

Le tarif unique ne s'adapte pas aux grandes distances; il faut donc, mais sur ces lignes express seulement, établir des tarifs différentiels.

L'idée du métro express n'est pas nouvelle. C'est le système courant à New York. Dans le centre, les lignes importantes ont 4 voies; 2 voies omnibus et 2 voies express, où les trains brûlent un certain nombre de stations; dans les faubourgs, il n'y a que 3 voies : 2 voies omnibus et une seule voie express qui sert, le matin dans le sens « up town », le soir « down town ».

A Paris, les rues ne sont pas assez larges pour qu'il soit possible de doubler les lignes actuelles, ni même de les porter à 3 voies. Il faudra donc faire des lignes express indépendantes des lignes omnibus, ce qui permettra de leur appliquer une tarification spéciale, indispensable dès que les lignes deviennent un peu longues.

Bien entendu, il serait absurde d'étendre ces lignes dans la moyenne banlieue, en faisant abstraction de ce qui existe déjà, c'est-à-dire des lignes de la banlieue S. N. C. F. dont beaucoup sont déjà électrifiées. Les lignes de métropolitain express auront donc des parcours communs, dans la petite et moyenne banlieue, avec les lignes S. N. C. F. Nous revenons à la conception de Londres, mais seulement pour un deuxième réseau métropolitain, que déjà on a appelé Métropolitain régional.

L'idée n'est pas nouvelle. Elle est agitée depuis 1930 et a déjà reçu un commencement d'exécution quand, en 1938, la ligne de Sceaux a été rattachée au Métropolitain.

Le schéma ci-contre indique quelles pourraient être les grandes lignes de ce réseau. Au Sud, figure la ligne de Sceaux

qui, se raccordant avec les lignes de la banlieue Montparnasse et de la banlieue Sud-Ouest, forme une transversale Sud-Nord qui s'épanouit à l'autre extrémité sur les banlieues Nord et Est.

D'autre part, la ligne de Vincennes, dont le rattachement à la Régie Autonome des transports parisiens est déjà décidé en principe, vient se souder aux lignes de la banlieue P.-L.-M. pour former une transversale Est-Ouest qui, du côté Ouest, englobe les lignes de la banlieue Saint-Lazare.

Quelles seraient les caractéristiques techniques de ce métro régional?

- gabarit large de 3,20 m;
- stations de 180 m de long, permettant d'admettre des trains de 8 voitures de 22 m, offrant 2 000 places;
- lignes à grande profondeur dans Paris pour passer en-dessous des lignes du métro actuel et des autres obstacles du sous-sol parisien avec, peut-être même, la possibilité de passer sous les immeubles;
- alimentation en courant continu 1 500 V distribué par trolley à suspension caténaire;
- signalisation par circuits de voie à 4 indications (voie libre, avertissement, ralentissement, arrêt);
- voitures de 22 m de longueur environ, munies de dispositifs d'accouplement automatique;
- vitesse commerciale : 40 km à l'heure;
- capacité de transport : 50 000 voyageurs à l'heure;
- exploitation par rafales.

Si les hypothèses ci-dessus sur la répartition de la population se réalisaient, ce métro régional pourrait transporter 600 ou 800 millions de voyageurs annuels.

Que deviendra le Métro actuel dans cette organisation plus vaste?

Son rôle sera surtout de distribuer dans les quartiers de travail les voyageurs amenés des quartiers d'habitation par le métro régional.

Ce réseau régional, en effet, au prix de 2 ou 3 milliards le kilomètre en souterrain, ne comportera fatalement que peu de lignes dans Paris, et, sur ces lignes, peu de stations. Les voyageurs venant de banlieue n'arriveront donc pas tous directement à destination; mais presque tous, au contraire, pourront y parvenir au prix d'un seul transbordement, par le Métropolitain urbain.

Ce rôle de distributeur sera très important, car il paraît évident que la multiplication des voitures automobiles va conduire, dans Paris, à des difficultés de circuler telles que le transport souterrain sera le seul pratique

— l'adoption de matériels allégés et plus puissants, articulés ou non, lui permettra d'aller plus vite;

— l'allongement des quais à 105 ou 110 m augmentera sa capacité de transport;

RESEAU REGIONAL TRANSMETTES PROPOSEES

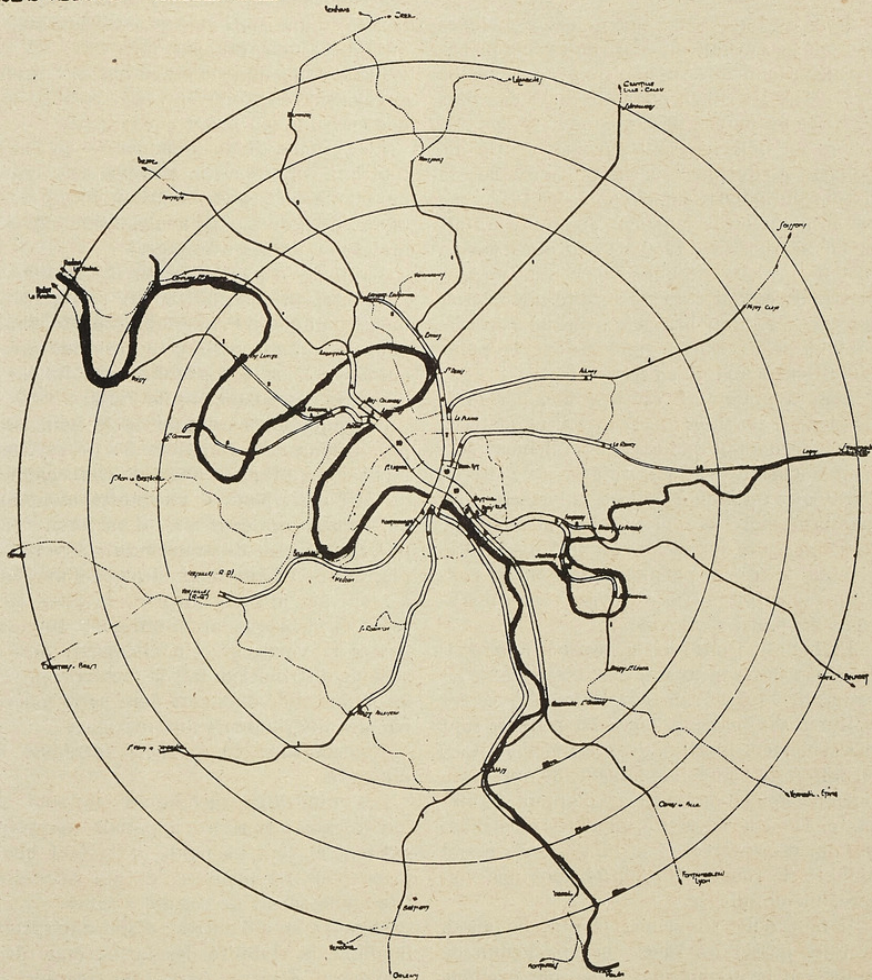


Fig. 6. — Étude de réseau régional (Paris).

et rapide; et le réseau urbain, avec ses lignes très serrées et ses stations très rapprochées, y est parfaitement adapté.

Il va sans dire que ce métropolitain actuel, lui aussi, bénéficiera des progrès techniques :

— les progrès de la signalisation permettront peut-être de resserrer encore les intervalles des trains;

— les moyens d'élévation mécanique, la ventilation seront améliorés.

Mais ce sont là perfectionnement de détail.

On doit prévoir des modifications plus fondamentales au cours du prochain demi-siècle.

Pour l'instant, sans se lancer trop avant dans le domaine de l'utopie, je pense qu'on peut en envisager au moins trois :

Voie. — La voie est une de ces techniques qui ont peu évolué au cours de ces cinquante dernières années. Aussi n'en avais-je même pas parlé. En 1900, on fixait déjà des rails en acier au moyen de tire-fonds sur des traverses en bois reposant sur une couche de ballast. A quelques variations près sur la nature du ballast, sur le choix des traverses, sur le poids ou la longueur des rails, on fait la même chose en 1950. On en est resté au même principe d'une voie relativement élastique, ce qui était nécessaire pour éviter les contacts trop brutaux avec un matériel roulant relativement rigide, dont le poids n'était suspendu qu'en partie.

Mais à présent, il est possible, par l'utilisation des pneumatiques, d'avoir un matériel élastique dont le poids sera totalement suspendu. On ne peut pas refuser au matériel ferroviaire un progrès qui est universellement acquis au matériel routier, au grand avantage du confort des voyageurs. Et si l'on admet le chemin de fer sur pneumatiques, on est conduit obligatoirement à reviser les conceptions en matière de voie.

Le ballast, les traverses destinés à amortir les chocs deviennent inutiles; il faut donc les supprimer. Et les rails eux-mêmes? Avec des voitures sur pneumatiques, les rails ne sont pas seulement inutiles, ils sont nuisibles. Car, en raison de leur faible largeur, ils offrent au pneumatique une surface d'appui insuffisante. D'où la nécessité, pour les michelines qui ont été essayées çà et là, d'un très grand nombre de roues : 16, 20, 24 pour une voiture, même allégée.

Il faut donc supprimer le rail, lui aussi, et faire passer les roues sur un chemin de roulement beaucoup plus large, par exemple en béton ou en tôles posées directement sur béton.

Je n'ai pas besoin de dire qu'une conception aussi révolutionnaire pose beaucoup de problèmes qui n'ont pas encore été tous résolus : guidage des voitures, aiguillages, amenée et retour de courant, fonctionnement des signaux, etc....

Stations. — Pour les stations, je crois qu'il faudra, un jour ou l'autre, envisager une réforme qui est la conséquence logique de notre régime tarifaire : c'est la suppression des billets.

On ne peut se dissimuler que notre dispositif de contrôle est un peu choquant : à l'entrée d'une station, une receveuse délivre un billet; quelques pas plus loin, un surveillant y fait un trou et, en bas de l'escalier, le voyageur, bien souvent, jette ce billet dans une corbeille (ou même sur le quai).

Le système du tarif unique — je l'ai dit tout à l'heure — a son inconvénient, qui est de s'opposer à une extension illimitée des lignes. Que, du moins, nous bénéficions intégralement de ses avantages!

Ici, il n'y a pas à innover. Le système de l'exploitation sans billets est très généralement appliqué en Amérique (non seulement pour les métros mais pour les tramways et autobus). Il ne doit pas être très difficile de l'adapter aux conditions de Paris.

J'indique, pour ceux qui ne le connaissent pas, comment il fonctionne : le voyageur, muni d'une pièce de monnaie convenable (si le tarif correspond à une unité monétaire) ou, dans le cas contraire, d'un jeton vendu par l'entreprise de transports, introduit sa pièce ou son jeton dans la fente d'une boîte à monnaie; la boîte identifie la pièce ou le jeton et débloque un tourniquet qui laisse passer le voyageur. Un changeur, dans la salle de distribution, fait la monnaie ou vend les jetons, aidé d'ailleurs dans cette fonction par des distributeurs automatiques.

Évidemment, ce système introduit des difficultés.

Les difficultés techniques ne sont pas inquiétantes; tous les appareils nécessaires existent et sont au point, il ne faut que la place pour les installer, ce qui nécessitera l'agrandissement de certaines salles.

Mais il y en a d'autres : d'abord le système implique la stabilité des tarifs, donc de la monnaie; d'autre part, suppression des billets, cela veut dire suppression des premières classes et des tarifs réduits. Pour les premières classes, je les abandonnerais sans regret; elles ne rapportent pas grand-chose et sont une cause de complications pour l'exploitation. Quant aux tarifs réduits, il ne doit pas être impossible de trouver une combinaison, allocation-transports ou autre,

pour que leurs bénéficiaires conservent les avantages qu'on a voulu leur accorder.

Matériel. — Du côté matériel roulant, outre la suspension sur pneumatiques dont je viens de parler, je vois une autre modification possible, mais celle-là à beaucoup plus longue échéance.

J'ai dit l'évolution qui, depuis 1900, a fait réduire le nombre d'agents par train de 6 à 4, puis 3, puis 2. On doit pouvoir aller plus loin.

Des deux agents qui subsistent, l'un, le chef de train, surveille le service en station, donne le signal de départ et intervient en cas d'incident; l'autre, le conducteur, assure, d'une part, la mise en marche du train, le réglage de la vitesse, le freinage, et, d'autre part, la surveillance de la voie et des signaux.

Une bonne partie de ce travail doit pouvoir être mécanisée. Ce ne sera sans doute pas pour les techniciens de la fin du ^{xx}e siècle un problème insoluble que de régler d'avance, en vue d'un déroulement automatique, les opérations de démarrage du train, ralentissements dans les courbes, réglage de l'emploi du courant, freinage et arrêt en station, ni même d'apporter à ces opérations les correctifs nécessaires pour tenir compte de la charge des trains ou pour rattraper éven-

tuellement les retards. Quant au problème de l'observation automatique des signaux, il est dès à présent résolu; de nombreux réseaux ont déjà l'arrêt automatique.

On peut donc envisager, avant l'an 2 000, le train conduit par un seul agent, qui n'aura d'autre tâche, pendant la marche, que de surveiller la voie pour le cas, excessivement rare en souterrain, où s'y rencontrerait un obstacle inopiné.

Je n'ai pas besoin de dire que les grands projets dont je viens de parler coûtent cher.

Si on ajoute les frais de constitution du métro régional aux réformes que j'ai indiquées pour le métro urbain, je crois qu'il n'est pas excessif d'envisager un coût de 200 ou 300 milliards.

Est-ce là chiffre déraisonnable? Non. Le Métropolitain d'aujourd'hui, en francs actuels, n'a pas coûté beaucoup moins.

Il n'est pas utopique de supposer que la seconde moitié du ^{xx}e siècle pourra faire autant que la première moitié, et que l'an 2000 verra le métropolitain régional relier Pontoise à Corbeil ou Versailles à Meaux, tandis que le métropolitain urbain fonctionnera sans rails, sans billets et peut-être sans conducteurs.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES PUBLIQUES

SÉANCE PUBLIQUE DU 1^{er} JUIN 1950

Le Microscope électronique. Applications en métallographie et à l'étude des états de surface,

par M. Gaston DUPOUY,
*Directeur du Centre National de la Recherche scientifique,
Correspondant de l'Institut.*

Résumé de la Conférence.

L'auteur rappelle d'abord le principe de la focalisation d'un faisceau d'électrons par un champ électrique ou un champ magnétique présentant la symétrie de révolution.

D'autre part, d'après les travaux de M. Louis de Broglie, « l'onde associée » à un électron de 50 000 volts a une longueur d'onde environ 100 000 fois plus courte que celle de la radiation verte du mercure.

De cet ensemble de faits résulte la possibilité de réaliser un microscope électronique dont le pouvoir de résolution est considérablement supérieur à celui du microscope optique classique.

En microscopie électronique plusieurs procédés d'observation des images peuvent être mis en œuvre.

L'auteur insiste particulièrement sur la méthode par transparence et la méthode par réflexion, sous l'incidence rasante.

Le microscope électronique est utilisable en métallographie pour l'étude de la texture des métaux et de leurs alliages, pour celle de leurs transformations allotropiques. On s'en sert également, avec profit, en vue de montrer l'influence des traitements thermiques et mécaniques; enfin pour l'étude de la corrosion.

Il est possible également, en utilisant un faisceau d'électrons sous une incidence presque rasante, de faire l'étude de la microgéométrie des surfaces et de montrer les imperfections de celles-ci.

Nouveaux Membres.

M. ERNEST MERCIER.

MANUFACTURE GÉNÉRALE DE RESSORTS
D'AUTOMOBILES.

M. LOUIS JAMBON.

SOCIÉTÉS DES CHANTIERS ET ATELIERS DE
LYON.

Présentés par M. Louis Pineau.

SÉANCE PUBLIQUE DU 15 JUIN 1950

La diffraction des électrons et ses applications,

par M. Jean-Jacques TRILLAT.
*Professeur à la Sorbonne,
Directeur du Laboratoire des Rayons X du Centre National de la Recherche Scientifique à Bellevue.*

Introduction de M. LEPRINCE-RINGUET,

Membre de l'Institut.

La découverte de la diffraction des électrons est l'une des pages les plus curieuses de l'histoire des sciences. On sait que, dès

1924, Louis de Broglie, dans son exposé de thèse si simple et si remarquablement clair, avait écrit comme l'une des expressions fon-

damentales de sa nouvelle théorie de la mécanique ondulatoire, la relation $\lambda = \frac{h}{mv}$, associant ainsi une longueur d'onde à la masse et à la vitesse d'une particule par l'intermédiaire de la constante de Planck h . Il prévoyait ainsi que le mouvement de particules pouvait être remplacé par la propagation d'un groupe d'ondes : dans le cas des électrons, la longueur d'onde associée pouvait très facilement être de l'ordre des distances réticulaires habituelles aux cristaux, et l'on pouvait calculer les conditions de la diffraction d'un faisceau d'électrons : à l'inverse de beaucoup de théories qui sont très compliquées et qui présentent des calculs dont la compréhension et l'utilisation sont très difficiles pour les expérimentateurs, celle de Louis de Broglie était d'une simplicité extraordinaire. Il est étrange que quatre années environ se soient écoulées entre la soutenance de cette thèse à Paris au milieu des plus célèbres physiciens français et la découverte tout à fait fortuite, par deux physiciens américains, de la diffraction.

C'est en effet à la suite d'une rupture d'un appareil et de sa remise en état que Davisson et Germer, travaillant sur la réémission des électrons par les métaux, au Laboratoire de la Société de Téléphones Bell, ont découvert un phénomène qu'ils n'ont pas reconnu immédiatement et qui était effectivement la première manifestation observée de la diffraction des électrons. Très peu de temps après, d'ailleurs, G. P. Thomson, travaillant à partir de la thèse de Louis de Broglie, trouvait cette diffraction d'une façon inéluctable.

Ainsi ce phénomène a-t-il fourni sans doute, autour de 1928, la plus saisissante illustration de la validité de la mécanique ondulatoire. Mais la diffraction des électrons, retrouvée et étudiée en France par Ponte et par Trillat, a aussi un champ d'application considérable. Ce n'est plus seulement un phénomène de physique, car ses prolongements semi-industriels, et même industriels,

sont très nombreux. C'est ce que va vous dire, avec une autorité toute particulière, M. Jean-Jacques Trillat, qui dirige le Laboratoire des Rayons X du Laboratoire National de la Recherche Scientifique, après avoir été l'un des éléments les plus actifs du Laboratoire de Recherches Physiques sur les Rayons X de M. Maurice de Broglie.

C'est là, dans ce centre très vivant de la rue Lord-Byron, que j'ai fait la connaissance de Jean-Jacques Trillat, en 1929, dans une des pièces du sous-sol, où de nombreux appareils de rayons X étaient réunis pour l'étude de la structure des liquides, de l'arrangement régulier des molécules à la surface de séparation d'une goutte liquide et de l'air, ou d'une goutte et de son support. Je me rappelle très bien cette première initiation à la physique qu'il m'a donnée. J'étais ancien polytechnicien, donc assez peu entraîné au travail expérimental, et j'ai découvert chez Jean Trillat des dons exceptionnels d'expérimentateur : tout ce qu'il faisait était très simple et je dois dire extrêmement précis de conception et de réalisation.

Cela se passait d'ailleurs au moment des premiers clichés de diffraction des électrons que nous regardions avec une admiration tout à fait neuve.

Ce qui m'a frappé beaucoup aussi, c'est la diversité des expériences faites par Jean Trillat. Il possède à la fois un sens de la réalisation très poussé et une capacité de travail considérable : lorsqu'il s'intéresse à une question, il arrive toujours à réaliser un dispositif à la fois très simple et très efficace, et il ne s'arrête jamais avant d'en avoir extrait toutes les indications qu'il peut donner.

Je profite de cette circonstance pour dire à Jean Trillat tout ce que je lui dois pour ce début d'initiation à la recherche expérimentale, et je lui passe la parole pour qu'il vous expose les résultats si divers et importants obtenus grâce à la diffraction des électrons dont il est un des pionniers.

Nouveaux Membres.

M. ANDRÉ LÉBOUC.

ASSOCIATION POUR L'ENCOURAGEMENT A LA RECHERCHE AÉRONAUTIQUE (A. E. R. A.).

Présentés par M. Louis Pineau.

SÉANCE PUBLIQUE DU 29 JUIN 1950

Cinquantenaire du Chemin de fer Métropolitain de Paris.

1^o Remise de la Grande Médaille de la Société d'Encouragement à la Régie Autonome des Transports Parisiens.

Rapport de M. l'Ingénieur Général DUMANOIS.

Président du Comité des Arts Mécaniques.

Si on recherchait parmi les mots usuels celui dont la fréquence est la plus grande dans la Région parisienne c'est incontestablement ce mot de 5 lettres : « Métro » qui l'emporterait et de beaucoup.

Sur ses 180 km de ligne quotidiennement en effet, 5 millions de personnes l'utilisent et prononcent à cette occasion une ou plusieurs fois le mot fatidique : « J'ai juste le temps d'attraper mon métro ». « J'ai été comprimé dans le métro », « Je ne veux pas rater le dernier métro ». C'est dire la place que le métro tient dans la vie de Paris, au point qu'on ne peut concevoir Paris sans métro. On l'a bien vu d'ailleurs.

L'idée de décongestionner les rues d'une Capitale dont la population s'accroissait sans cesse n'est pas nouvelle. Dès 1850, on a pensé à utiliser les chemins de fer qui commençaient à sillonner la France.

Un premier projet, établi à ce moment, prévoyait la construction de lignes joignant les Halles aux grandes gares et qui seraient parcourues, à la fois, par des trains de voyageurs et de marchandises.

La guerre de 1870 interrompit les études qui furent reprises ensuite plusieurs fois jusqu'à la fin du siècle par des ingénieurs éminents, mais n'aboutirent que lorsqu'enfin la traction électrique, bien au point, apporta la vraie solution technique.

La solution administrative fut, elle aussi, difficile à mettre au point. Une querelle divisa pendant longtemps les représentants de l'État et ceux de la Ville de Paris, partisans les uns d'une jonction des grands réseaux, les autres d'un chemin de fer municipal complètement indépendant.

Si finalement la loi du 30 mars 1898 donna raison aux derniers et permit la réalisation du magnifique outil de travail que les Pari-

siens possèdent maintenant, il faut bien dire que les premiers n'avaient pas tort non plus et que, pour une ville géante comme Paris, à l'image d'autres capitales, la décentralisation indispensable doit faire participer les deux genres de réseaux.

Sous la conduite d'une pléiade d'ingénieurs, dirigés par Fulgence Bienvenüe, les travaux de la première ligne, de Vincennes à Neuilly, furent attaqués dès la promulgation de la loi et si activement poussés qu'en un temps record elle put être ouverte à l'exploitation le 18 juillet 1900, en pleine Exposition universelle.

Pourtant, la technique de ces travaux souterrains, dans les villes, comportait encore bien des inconnues; les méthodes de construction et le matériel de mise en œuvre durent être mis au point avec de grandes difficultés, particulièrement à la traversée du canal Saint-Martin.

Malgré les pronostics défavorables, peut être pas toujours désintéressés, le succès fut tel que d'autres lignes furent aussitôt mises en chantier. Et on assista au développement rapide de ce moyen de transport nouveau qui conquiert très vite la faveur des Parisiens.

Successivement, un premier tronçon des lignes 6, entre Étoile et Trocadéro, et 2, entre Étoile et Dauphine, furent ouvertes à la fin de 1900.

En 1904, la ligne 3 fut achevée entre Villiers et Père-Lachaise; puis, en 1908, la transversale Nord-Sud de Clignancourt à Châtelet; en 1910, ce fut le tour de la ligne 12, ancien Nord-Sud, de la Porte de Versailles à Notre-Dame de Lorette; puis de la ligne 7 de Porte de la Villette à Opéra et en 1911 de la ligne 13 de Saint-Lazare à Porte de Saint-Ouen. La ligne 8, de Beaugrenelle à Opéra, fut ouverte à l'exploitation juste avant la guerre de 1914.

Entre les deux guerres, le réseau prit sa contexture définitive avec l'exécution des prolongements en banlieue vers Vincennes, Neuilly, Charenton, Levallois, Issy et la construction des lignes 11 entre Châtelet et les Lilas et 14 entre la Porte de Vanves et Montparnasse.

La construction de ces lignes posa de nouveaux problèmes où l'art de l'ingénieur fut mis à de rudes épreuves, notamment pour les traversées sous la Seine, les percées à travers le sous-sol de Paris, encombré déjà d'égouts et de canalisations de tous genres, le passage sous certains immeubles ou sous des lignes de chemin de fer et dans les terrains croulants, comme sous la butte Montmartre, aux Lilas et à Ivry, nécessitant l'emploi de techniques nouvelles dont celle de la congélation des terrains mouvants n'est pas la moins intéressante.

Comme l'a si bien dit l'Inspecteur général Bienvenüe : « le propre des constructions souterraines, c'est d'être parfaitement ingrates à l'égard de leurs auteurs, il est rigoureusement vrai de dire que si la difficulté a été complètement vaincue, l'ouvrage achevé ne doit plus en porter la trace et force est aux hommes qui l'ont surmontée de demander qu'on les croie sur parole ».

A la vérité, les Parisiens qui ont vu les caissons remorqués sur la Seine ou les chantiers de la Cité, de la Place Saint-Michel ou de la Place de l'Opéra se sont bien rendu compte de ces difficultés qu'on ne peut soupçonner quand on traverse les stations correspondantes. J'aime à croire que, si la station de la gare Montparnasse a été baptisée du nom du créateur du métro, c'est précisément pour que les usagers aient le temps de méditer longuement cette opinion de Bienvenüe sur les travaux souterrains pendant le trajet dans les couloirs des correspondances.

Il convient de reconnaître aussi que ces travaux souterrains qui ont entraîné l'extraction de dizaines de millions de mètres cubes de terrassement ont été conduits de façon à n'apporter que le minimum de perturbation à la circulation et que, à part un éboulement boulevard Haussmann consécutif à un orage et une émotion à la Porte Saint-Martin, ils n'ont eu aucune répercussion à la surface. Il convient aussi de signaler que, malgré les risques que présentaient ces travaux souterrains, les accidents du travail

ont été particulièrement peu nombreux : l'incident de fonçage du caisson de la Cité est le seul dont on ait conservé le souvenir.

Mais, à mon avis, l'opération la plus remarquable fût celle réalisée lors de la suppression du tunnel des Batignolles.

La transformation du métro souterrain en métro suspendu fut faite en un temps record sans arrêter un seul instant le trafic des chemins de fer et celui du métro. Quand on songe que cette transformation faisait intervenir l'administration du métro, celle des chemins de fer de l'État, le service des ponts et chaussées, la préfecture de police, le Ministère des travaux publics et qu'il n'en est résulté aucun retard, on peut dire que cela aussi est un record.

Si la technique des travaux et de l'équipement fait appel d'une façon beaucoup plus « spectaculaire » aux techniques de l'ingénieur, l'exploitation d'un métropolitain pose des problèmes aussi difficiles et beaucoup moins connus.

Les transports de masse, à pointes violentes, des trafics urbains exigent un calcul extrêmement délicat du personnel et du matériel nécessaires pour satisfaire à tout moment au trafic qui se présente sans une sarabondance de moyens qui conduirait à la ruine. Et cependant, ce trafic n'est dépassé, que de peu, par le métro de New-York, avec ses 360 km de lignes.

D'autre part, l'écoulement du flot des voyageurs, sans heurt, aux entrées, aux sorties, aux accès de correspondance, pose des problèmes techniques qui s'apparentent à ceux de l'hydraulique.

Enfin, les tarifs qui doivent couvrir, en principe, l'ensemble des dépenses, doivent être aménagés pour concilier aux mieux l'intérêt des collectivités avec celui des usagers. Doit-on adopter le tarif unique, qui conduit au déficit si les lignes s'étendent trop loin avec des prolongements de moins en moins rentables, ou le tarif multiple qui augmente les dépenses de contrôle, ou prévoir deux réseaux séparés, l'un pour le noyau intérieur dense, l'autre pour les faubourgs et la banlieue ? Il est intéressant de rappeler à ce propos que les tarifs du métro parisien sont plus bas que ceux de n'importe quelle

ville étrangère (un trajet moyen coûte 18 fr. à Londres, 35 fr. à New-York, 52 fr. à Chicago, 35 fr. à Moscou, au lieu de 14 fr. à Paris.)

Malgré toutes ces difficultés, l'exploitation est assurée dans des conditions de sécurité que ne peut disputer aucun autre moyen de transport.

Depuis 1903, aucun accident n'a laissé de souvenir.

Enfin, la coordination avec les autres moyens de transport, autobus, trolleybus, lignes de banlieue de la S. N. C. F., autocars, et taxis, pose bien d'autres problèmes difficiles pour lesquels il n'est pas trop de toute la science des ingénieurs de la Régie autonome des transports parisiens, chargée maintenant de l'exploitation de l'ensemble des transports de Paris.

En résumé, en fêtant le cinquantenaire du métro, on peut dire que sa réussite a été parfaite. La meilleure preuve en est que de nombreuses villes étrangères ont fait appel à la science de nos ingénieurs pour étudier leurs

transports et l'exécution éventuelle d'un réseau semblable.

L'étude vient d'en être terminée à Calcutta, une des plus grandes agglomérations de l'Inde, et est en cours à Montevideo, capitale de l'Uruguay.

D'autres missions ont été envoyées à Rio de Janeiro, São Paulo au Brésil. Des pourparlers sont engagés à Caracas au Venezuela et à Montréal au Canada.

Ainsi, depuis 50 ans, le chemin de fer métropolitain de Paris, par les compétences qu'il a mises en jeu, a stimulé l'activité de nombreuses branches de nos industries nationales : bâtiments, travaux publics, mécanique, électricité notamment. Le puissant essor qu'il a donné à certaines d'entre elles, le renom qu'il a acquis aussi bien en France qu'à l'Étranger, justifient amplement l'honneur qu'a décidé de lui accorder la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale en lui décernant sa grande Médaille annuelle.

Allocution de M. RICOCH,

Président de la Régie Autonome des Transports Parisiens.

Messieurs,

Au nom du Conseil d'Administration, au nom de tout le personnel, je prie votre Société de bien vouloir accepter nos plus vifs remerciements pour la remise, à la Régie Autonome des Transports Parisiens, de votre médaille annuelle.

Ainsi notre Administration va prendre place dans la liste, presque centenaire maintenant, des dignitaires de cette haute distinction, aux côtés des plus grands noms de l'industrie et du commerce du Monde.

Cet honneur récompense le labeur acharné des milliers d'ingénieurs, d'ouvriers et d'agents qui, depuis 50 ans, ont créé le merveilleux outil de transport que les Parisiens utilisent actuellement.

Dans notre France encore pantelante de la dernière épreuve, bien des noms pouvaient être retenus parmi les artisans de sa résurrection qui, une nouvelle fois, étonne le monde entier.

C'est pourquoi nous vous sommes particulièrement reconnaissants de votre choix, bien conforme à l'esprit qui présida, en 1801,

à la fondation de votre Société, destinée à l'amélioration de toutes les branches de l'industrie française. En fait, nos Transports Parisiens les utilisent presque toutes : Travaux Publics, Bâtiments, Constructions Mécaniques, Constructions Électriques, et ont, par les problèmes sans cesse nouveaux qu'il leur a fallu résoudre, contribué grandement à les améliorer.

L'illustre savant dont l'effigie est gravée sur cette médaille et qui doit être associé à cette solennité, quoiqu'il fût plus connu par ses travaux d'hydraulique et de mécanique, eut lui-même à s'occuper en son temps des transports parisiens, puisque le début de sa célébrité lui vint d'un mémoire qu'il fit au sujet de la reconstruction du Pont de Neuilly.

Cette médaille, nous la conserverons précieusement, elle sera, pour nos agents dont le travail est parfois ignoré, le gage de la reconnaissance, non seulement de votre Société mais, en son nom, de la collectivité parisienne pour laquelle ils se dévouent chaque jour et, à travers elle, de notre France toujours présente aux travaux de la paix, toujours renaissante après les pires adversités.

2^o Conférence.

Cinquante ans d'évolution dans la Technique des Transports souterrains

par M. Louis DEVILLERS,

Directeur Général adjoint de la Régie Autonome des Transports Parisiens

(Voir p. 1 le texte de la Conférence.)

Nouveaux membres présentés.

M. Georges LAYRAC.

ÉTABLISSEMENTS E. CORNAC.

Présentés par M. Louis Pineau.

M. Edouard LEMARÉCHAL.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE

DES ENGRAIS AZOTÉS.

Présentés par M. Paul Nottin.

Souscription pour publications.

M. Michot-Dupont.

M. Mario Rigaud.

M. François Carpentier.

DIVERS

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 1^{er} JUIN 1950

L'Assemblée s'est réunie à 16 h. 15 sous la présidence de M. Louis Pineau.
Le procès-verbal de l'Assemblée du 22 décembre 1949 est approuvé.

RATIFICATION DE NOMINATIONS DE MEMBRES DU CONSEIL.

M. Ernest Mercier (Commission des fonds);
M. Guillaume Janneau (Constructions et Beaux-Arts).

ÉLECTION COMPLÉMENTAIRE AU BUREAU.

M. René DUCHEMIN est nommé Censeur en remplacement de M. René OPPENHEIM décédé.

RAPPORT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

Chers Collègues,

Nous rendons tout d'abord un hommage très ému à la mémoire de M. René Oppenheim, Membre de notre Conseil depuis près de 10 ans. M. Oppenheim fit toujours preuve d'un attachement particulier à l'œuvre de la Société d'Encouragement. A notre Commission des Fonds et à notre Bureau, où il siégeait comme censeur, il nous accordait, grâce à la clarté de son jugement et à sa vaste expérience des affaires, une coopération précieuse et inlassable.

Cette action, M. Oppenheim a voulu, avant de disparaître, la prolonger par un bienfait. Le legs de cent mille francs qu'il nous a fait est destiné à faire face aux nécessités de nos tâches diverses, nécessités qu'il connaissait particulièrement bien.

Ce geste de notre très regretté Collègue et bienfaiteur ne nous impose pas seulement une profonde reconnaissance. Il nous crée des devoirs que nous aurons à cœur de remplir.

Nous aurons à prévoir pour ce legs, puis-qu'il nous a accordé le droit d'en disposer au mieux, un usage aussi utile que possible.

Il nous appartiendra aussi de prévoir sous quelle forme, telle que récompense ou Conférences, le nom de M. Oppenheim pourrait rester attaché à une manifestation régulière.

Il en est de même des adhésions qui nous ont été apportées depuis l'année dernière, ainsi que de l'amical intérêt que nous témoi-

gnent les Sociétés industrielles de province, dont, au cours d'une de nos dernières séances, le président Henri Brun, leur doyen, nous apportait l'émouvante assurance. Nous entendons répondre dignement à ces témoignages concordants de la confiance que l'on veut bien nous accorder en présentant et en publiant des travaux de qualité et en entretenant ces contacts entre les hommes appartenant aux divers domaines de la Science et de l'Industrie qui sont le propre de notre Société.

* * *

La longue suite de Conférences que nous avons organisée depuis l'année dernière a réuni des auditoires particulièrement nombreux sur des programmes extrêmement variés.

Elle était très brillamment inaugurée, le 6 octobre dernier, par la Conférence de M. Blondel sur le développement économique de l'Afrique du Nord. Cet exposé, qui venait s'insérer dans le programme du Congrès-Exposition organisé par la Société des Ingénieurs de la France d'Outre-Mer, était placé sous le haut patronage du Général Juin et de M. Naegelen.

Puis vint la neuvième Conférence Bardy, faite par M. Bénard sur les Combinaisons métalliques à Composition variable.

Ce fut ensuite le Cycle consacré, sur l'initiative du Comité des Arts physiques, aux Indicateurs radioactifs et à leurs applica-

tions industrielles et biologiques. Les Conférenciers furent M. Haissinsky pour la Chimie minérale et le Docteur Morel pour les applications à la biologie.

Le 15 décembre, une conférence très vivante et très actuelle de M. Prault se référait à un tout autre domaine : la situation des propriétaires fonciers et le statut du fermage et du métayage.

Le 19 janvier, M. Viaut exposait les moyens de la Météorologie et leur évolution, compte tenu des besoins nouveaux de l'aviation.

Puis s'ouvrait le second Cycle organisé par le Comité des Arts Physiques et consacré au Radio-Contrôle Industriel et aux applications de la microscopie électronique. Dans ce cycle, M. Robert Barbotin a parlé du Contrôle Radiographique, M. André Guinier des Méthodes et du Rôle de l'analyse cristallographique dans les laboratoires industriels, M. Jacques Pomey de l'application du compteur de Geger-Muller à l'étude de la diffraction X. Tout à l'heure, M. Gaston Dupouy parlera de la microscopie électronique et de ses applications en métallographie et à l'étude des États de surface.

Enfin le 15 juin M. Trillat terminera la série de ces exposés avec la diffraction des électrons et ses applications.

Par ailleurs, notre Conférence habituelle sur les Pays étrangers fut consacrée cette année à la Suède. En évoquant ce « pays de la liberté organisée », M. Rolf Nordling a indiqué en même temps les aspects français et suédois des problèmes étudiés.

Au Comité des Arts Chimiques, notre Société a dû un exposé de M. Champetier sur les Silicoles, le 30 mars. Le docteur Duché, le 20 avril, a consacré notre quinzième Conférence Carrion à la biologie des sols tropicaux.

Notre Comité des Constructions et Beaux-Arts a organisé deux séances : le 4 mai MM. Dubertret et Desplanches ont traité les Pompes de Chaleur; le 25 mai, en présence de M. Claudius Petit, Ministre de la Reconstruction et de l'Urbanisme, M. Gosselin a exposé le problème du coût de la construction et ses perspectives d'avenir.

Puis viendra, dans le cadre des fêtes du Cinquantenaire du Métropolitain, une Conférence consacrée à cette œuvre immense à laquelle la Société se propose de décerner la grande Médaille.

Enfin, la Cérémonie des Récompenses aura lieu le 1^{er} juillet.

* * *

Cette année a été marquée en outre par un événement important de la vie de la Société d'Encouragement : la reprise d'une publication analogue à l'ancien Bulletin, sous la forme d'une grande revue : « L'Industrie Nationale ».

Il était nécessaire de disposer à cet effet d'importantes ressources. Elles ont été trouvées principalement auprès de nombreuses Sociétés qui nous ont favorisés de leur publicité, et aussi dans l'aide généreuse qu'ont bien voulu nous accorder de nombreux Membres, que nous tenons à remercier tout particulièrement.

Cette publication est redevenue pour notre Société un moyen d'action, aussi bien que d'échanges documentaires, dont nous comptons bien développer la diffusion.

Nous avons d'autre part commencé la réalisation de deux autres projets :

1^o Tout d'abord la création d'une *Commission d'histoire*.

L'ancienneté de la Société d'Encouragement et son importante documentation sur l'histoire des sciences et des techniques la qualifient tout spécialement pour devenir un centre de travaux historiques. Aussi la nouvelle Commission ne manquera-t-elle pas de bases solides pour des études du passé riches en enseignements actuels.

Il est apparu toutefois désirable d'assigner à ses premiers travaux un domaine bien délimité, en tenant compte de la situation matérielle et des ressources dont on dispose, en particulier du fonds précieux que représente la Bibliothèque de la Société.

2^o D'autre part, la Célébration de la *Cent cinquantième année* d'existence de la Société d'Encouragement.

Ce second projet se relie d'ailleurs assez étroitement au précédent, puisque les propositions du Comité d'Initiative comportent l'établissement d'un Rapport Général rétrospectif dans lequel, en retraçant l'évolution de l'Industrie française pendant un siècle et demi, on s'efforcera de montrer la part prise par la Société d'Encouragement dans l'inspiration, la récompense et la diffusion du progrès technique. La Commission d'his-

toire aurait évidemment un rôle essentiel dans l'élaboration de ce Rapport.

Par ailleurs, le Comité d'initiative prévoit des Conférences d'actualité organisées par les divers Comités et destinées à montrer la vitalité de la Science et de la Technique françaises.

* * *

Quelle que soit la forme définitive que pourra prendre cette manifestation, elle

fournira une occasion de montrer que, dans son activité présente, la Société d'Encouragement est restée fidèle à l'esprit qui animait ses fondateurs.

Le Conseil d'Administration sera donc tout particulièrement reconnaissant aux Membres de la Société qui voudront bien lui accorder leur coopération et les en remercie par avance, comme elle les remercie des concours précieux qui lui ont permis de mener à bien les tâches de cette année.

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ.

1^o Rapport présenté par M. Cornu-Thénard
au nom de la Commission des Fonds sur les Comptes de l'Exercice 1949.

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous soumettre aujourd'hui le rapport sur les Comptes de votre Société pour l'année 1949, d'après l'examen que la Commission des Fonds en a fait,

conformément à l'article 31 de vos Statuts.

Avant d'aborder les Fonds spéciaux et Fondations, nous passerons en revue, suivant l'habitude, le tableau des Recettes et Dépenses des Fonds Généraux.

1^{re} PARTIE : FONDS GÉNÉRAUX.

<i>Recettes.</i>		<i>Dépenses.</i>	
1 ^o Cotisations annuelles des membres ordinaires de la Société.	978.792 »	1 ^o Bulletin et autres publications de la Société (excédent de dépenses)	95.704,50
2 ^o Arrérages et intérêts	73.528 »	2 ^o Frais d'administration :	
3 ^o Immeuble (excédent de recettes).	507.713,50	personnel.	980.780 »
4 ^o Souscriptions générales.	154.500 »	fournitures.	217.497 »
5 ^o Recettes d'ordre	348.929 »	3 ^o Conférences	315.876,50
		4 ^o Pension	43.355 »
		5 ^o Divers	33.211 »
		6 ^o Dépenses d'ordre.	348.929 »
		7 ^o Solde créditeur versé à la Réserve	28.109,50
Total Frs	<u>2.063.462,50</u>	Total Frs	<u>2.063.462,50</u>

Le montant des cotisations des Membres ordinaires de votre Société dépasse de plus de 16 p. 100 le chiffre de l'an passé. Si la somme des arrérages de vos rentes et obligations ne change pas d'un exercice à l'autre, par contre l'excédent des recettes sur les dépenses de vos immeubles, à 507.713 francs, excède de 19,7 p. 100 celui de l'année dernière.

Les Souscriptions générales, indépendamment des subventions accordées pour les publications de la Société, s'inscrivent au chiffre très respectable de 154.500 francs,

et nous remercions ici très vivement, en votre nom, les généreux donateurs.

Le montant élevé des Recettes d'ordre, qui trouvent leur contre-partie inscrite aux Dépenses, résulte de la récupération de la part contributive du personnel aux Assurances Sociales, du remboursement des avances, frais, services divers, etc... toutes choses ayant subi des majorations importantes en 1949.

Si nous passons à l'examen de la deuxième colonne du tableau relatif aux Fonds Géné-

raux, nous constatons, dès l'abord, que, malgré l'importance des décaissements effectifs concernant le Bulletin et autres Publications de la Société, décaissements qui s'élèvent à plus de 830.000 francs, la différence entre les débours et les recettes ne fait apparaître qu'un excédent de dépenses de 95.704 fr. 50; ce résultat éminemment favorable est dû, en dehors du produit des abonnements et de la vente au numéro, au bénéfice net sur la Publicité et à des Souscriptions affectées spécialement au poste qui nous occupe. Cette double constatation fait ressortir l'intérêt provoqué par vos manifestations dont vos publications rendent compte en constituant un document durable des questions traitées par les Conférenciers.

Les frais d'administration, en ce qui a trait

tant au personnel qu'aux fournitures, frais postaux, etc., s'élèvent à près de 1.200.000 francs — soit une majoration de plus de 39 p. 100 sur le chiffre de l'an dernier. Le renchérissement de toutes choses n'explique que partiellement cette augmentation, qui est due également au développement substantiel de l'activité de votre Société et aux mesures qui ont été prises pour y satisfaire.

Le succès obtenu par vos Conférences légitime les frais élevés de leur préparation, qui atteignent 315.876 francs.

Les autres postes du tableau n'appellent aucune observation particulière. Nous vous faisons toutefois remarquer que, malgré l'importance des dépenses, les Comptes permettent de prévoir un versement de 28.109 fr. 50 à la Réserve.

II^e PARTIE : FONDS SPÉCIAUX ET FONDATIONS.

Vous apprendrez avec satisfaction que, grâce à l'active intervention de votre Président, 39 personnalités industrielles et 43 Sociétés se sont inscrites comme Membres de votre Société au cours de l'année 1949.

Pour éviter une publication onéreuse, à laquelle la lecture du Bilan peut suppléer en partie, nous nous bornerons, comme précédemment, à vous signaler que les portefeuilles commun et individuels des Fonds Généraux

et des Fondations se composent le 31 décembre 1949 de 92.500 francs de Rente 5 p. 100 1949 et de 68.200 francs de Caisse Autonome 4 p. 100 1941,

et de 267 obligations Caisse Autonome, P. T. T., S. N. C. F., Crédit National et Emprunts Coloniaux.

Enfin sur les revenus des Fondations, il a été prélevé, en 1949 :

1 ^o Prix Fourcade	1.000 »
Prix Galitzine	2.000 »
Prix Melsens	2.000 »
Prix Meynot	2.000 »
Prix Thenard	1.500 »
2 ^o Conférence Carrion	21.000 »
3 ^o Médailles aux Contremaîtres et Ouvriers	44.749 »
Total	<u>74.249 »</u>

La Commission des Fonds, qui a été douloureusement éprouvée, au début de cette année, par le décès de M. Oppenheim, à qui elle adresse ici un souvenir ému pour la collaboration si avertie et si dévouée qu'il lui assurait, a étudié votre Comptabilité et a procédé à de nombreux sondages : elle peut vous donner l'assurance que vos écritures sont tenues de manière en tous points satisfaisante.

Nous vous proposons, Messieurs, d'approuver les Comptes et le Bilan tels que nous vous les présentons. Les chiffres qui vous sont

soumis, et qui sont l'expression arithmétique brutale des succès remportés au cours de l'année sous revue, font surabondamment ressortir l'éminente impulsion communiquée à votre Œuvre par votre Président qui, malgré les difficultés de l'heure, a réussi à effacer les traces des désastreuses années d'occupation et à replacer votre Société à la tête du mouvement que ses fondateurs se proposaient de réaliser. Nous croyons être les interprètes de tous nos Collègues, en priant ici Monsieur Louis Pineau d'accepter l'assurance de notre profonde reconnaissance.

2^e Rapport de M. MATHERON, Censeur.

Messieurs,

L'an dernier, mon regretté Collègue, M. Oppenheim, dont je me fais un devoir de saluer aujourd'hui la mémoire, avait, dans son rapport, souligné les intéressants résultats dus aux efforts conjugués de notre Direction et à l'activité si remarquable de notre Président. L'équilibre des Recettes et Dépenses avait pu être établi grâce à un prélèvement extrêmement modique sur la Réserve n'atteignant pas 5.000 francs.

Aujourd'hui, pour la première fois depuis de nombreuses années, les Comptes permettent un versement à la Réserve, d'un montant de l'ordre de 28.000 francs.

Ce résultat n'est, il faut le dire, atteint que grâce à des souscriptions exceptionnelles pour un total de 154.500 francs. Mais comme l'an dernier les recettes exceptionnelles avaient atteint 250.000 francs, vous constatez qu'un nouveau pas sérieux vient d'être fait vers l'équilibre des dépenses par les seules recettes normales et régulières. Mais

il est essentiel de ne pas relâcher l'effort actuel pour atteindre enfin l'équilibre réel.

L'amélioration constatée par rapport au précédent exercice provient en majeure partie d'une réduction considérable de l'excédent des dépenses sur les recettes propres au Bulletin et autres publications de la Société. Cet excédent n'est plus que de 95.704 francs contre 450.000 l'an dernier.

Comme le souligne le rapport de M. Cornu-Thénard, ces résultats remarquables font surabondamment ressortir l'éminente impulsion communiquée à votre œuvre par votre Président auquel sont dus des remerciements tout particuliers.

Nous savons que l'effort sera poursuivi; nous pouvons donc légitimement espérer que, l'an prochain, les Comptes feront ressortir une situation complètement et définitivement consolidée permettant à notre Société de demeurer à la tête du Mouvement que ses fondateurs se proposaient de réaliser, et où notre Président, aidé par toute l'Equipe de Direction, a su si brillamment la replacer.

RÉCOMPENSES

RÉCOMPENSES ATTRIBUÉES PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'ANNÉE 1949

La Grande Médaille à l'effigie de Prony est attribuée pour le Cinquantenaire du CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN (1950) sur rapport de M. Dumanois, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

Le Grand Prix Lamy est attribué à la SOCIÉTÉ DE PROSPECTION ÉLECTRIQUE sur rapport de M. Pineau, au nom du Bureau.

Prix et Médailles spéciaux.

<i>Récompenses</i>	<i>Lauréats</i>	<i>Rapporteurs</i>	<i>Comités</i>
Prix Letort	M. Eugène LE MEUR . .	MM. Véron . .	Arts Mécaniques
Médaille Richard	ATELIER DE PRÉCISION DU LABORATOIRE CEN- TRAL DE L'ARMEMENT.	Androuin . .	—
— Farcot	MM. Jean DIEUDONNÉ . .	Dumanois . .	—
Prix Osmond	Paul LACOMBE . .	Chaudron . .	Arts Chimiques
Médaille Menier	Jean PETIT	Champetier . .	—
— de Milly	Mlle M. T. FRANÇOIS . .	Dufraisse . .	—
— Aimé Girard	MM. L. PRAULT	Nottin	Agriculture
— Jollivet	G. VIENNOT-BOUR- GIN	Guinier	—
Prix Melsens	André VIAUT	Pérard	Arts Physiques
Médaille Bourdon	Boris VODAR	Ribaud	—
— Gaumont	L. P. CLERC	Belin	—
— Christofle- Bouilhet.	Gabriel LACROIX . .	Fressinet . .	Constructions et Beaux-Arts
— Baccarat	André THURET	Ragey	—
— Armengaud	P. THIONET	Pineau	Arts Économiques
— Roy	CENTRALE D'ÉQUIPE- MENT AGRICOLE DU PAYSANAT ET SEG- TEURS DE MODERNISA- TION DU PAYSANAT DU MAROC	Beau	—
Prix Carré	MM. J. RIMBAUD	Minard	—
Médaille Bapst	L. PANARD	Ramas	—
— Gilbert	Dr. V. RAYMOND	Rouvillois . .	—
— Toussaint	J. MARAIS	Pineau	—
Prix Fourcade (normal) . .	A. VOLF	Jean	—
Prix Fourcade (extension) .	M. TAUPENAS	Jean	—
Médaille Dumas	M. NORDET	Jean	—

Médailles d'or.

<i>Lauréats</i>	<i>Objet</i>	<i>Rapporteurs</i>	<i>Comités</i>
MM. Fernand PICARD . . .	Industrie Automobile.		
	Études	MM. Dumanois .	Arts Mécaniques
Marc DANNENMULLER	Métallurgie	Portevin . . .	— Chimiques
Roger TRINTIGNAC . . .	Mise en valeur des sols du Maroc	Le Grand . . .	Comité d'Agricul- ture
Jacques LABOURET . . .	Électricité	Darrieus . . .	Arts Physiques

<i>Lauréats</i>	<i>Objet</i>	<i>Rapporteurs</i>	<i>Comités</i>
MM. L. ARRETCHÉ	Reconstruction de Saint Malo	MM. Carpentier	Constructions et Beaux-Arts
J. ANDREAU	Mécanique. Aérodynamique. Énergie éolienne.	Beau	Arts Économiques
R. GARRIC	Action Sociale	Lacoin	—
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS POUR LA FRANCE D'OUTRE-MER		Pineau	Section de la France d'Outre-Mer

Médailles de vermeil.

MM. André CATTIN	Mécaniques. Études Techniques	MM. Roy	Arts Mécaniques
René AELION	Polyamides	Champetier	Arts Chimiques
Mlle JUNGFLEISCH	Chimie minérale	Hackspill	—
MM. DUCHAUFOR	Sols forestiers	Guinier	Agriculture
Jean REBIFFÉ	Coopération et Mutualité Agricoles	Nottin	—
Louis MAURICE	{ Radiologie	Boreau	Arts Physiques
C. BEURTHERET	{ Radiographie	Boreau	—
Albert WARNIER	Radio-Émission	Boreau	—
J. SÉJOURNET	Contre-réaction dans les émetteurs	Pomey	—
Paul BEUCHER	Filage de l'Acier	Ragey	Constructions et Beaux-Arts
	Art et Industrie du Meuble		
ÉCOLE D'APPRENTISSAGE DU SERVICE ÉLECTRIQUE ET DE SIGNALISATION DE SAINT-OUEN (S. N. C. F.)		Marois	Arts Économiques
CENTRE D'APPRENTISSAGE DU SERVICE DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION DU DÉPOT DE MOHON (S. N. C. F.)		Marois	—
M. Adrien BICHE	Fonderie	Ramas	—

Médailles d'argent.

MM. Joseph ROCHE	Micrographie	MM. Portevin	Arts Chimiques
Paul FOURNIER	Chimie	Champetier	—
J. BROCARD	Industrie chimique	Perillhou	—
A. SAUZE	Éclairage Fluorescent	Fressinet	Constructions et Beaux-Arts

Médailles de bronze.

<i>Lauréats</i>	<i>Objet</i>	<i>Rapporteurs</i>	<i>Comités</i>
MM. Pierre BERNARD. . .	Mécanique	MM. Dumanois.	Arts Mécaniques
E. LEMARÉCHAL. . .	Tendeur de Clôtures . .	Nottin . . .	Agriculture

Médailles des ouvriers et contremaîtres.

Cette Médaille a été attribuée à des ouvriers et contremaîtres appartenant aux Maisons suivantes :

A. — Ancienneté.

Anc. Éts Baignol et Farjon.	Sté DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS ROBERT ET C ^{ie} .
Cie DE FIVES-LILLE : Usine de Givors.	Sté an. DE COMMENTRY FOURCHAMBAULT ET DECAZEVILLE : Aciéries d'Imphy.
Cie DES FORGES DE CHATILLON, COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS : Ets. du Nord.	Sté fr. DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES (Anc. Éts CAIL).
Éts CAILLARD et C ^{ie} .	Sté des GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE.
Éts. A. LEPETIT.	Sté NAT. DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS : Région Est.
Éts LEVERD ET VOITURIEZ.	SHELL FRANÇAISE : Entrepôt de Bordeaux.
Man. DES GLACES ET PRODUITS CHIMIQUES DE SAINT-GOBAIN, CHAUNY ET CIREY : Glacerie de Saint-Gobain, Usine de l'Oseraie, Usine de Wasquehal.	Sté gén. des HUILES DE PÉTROLE : Dépôt de Lyon.

B. — Titre Mixte.

CHANTIER ET ATELIERS DE SAINT-NAZAIRE (Penhoët) : Chantiers de Normandie.	ÉLECTROTUBE-SOLESMES. Éts CAILLARD ET C ^{ie} .
Cie ÉLECTRO-MÉCANIQUE : Éts du Havre, du Bourget, Équipements et Travaux, de Lyon.	Éts J. J. CARNAUD ET FORGES DE BASSE-INDRE : Succursale de Marseille.
Cie DE FIVES-LILLE : Usines du Nord.	Éts J. VERGER ET DELPORTE. Éts SAINT-CHAMOND-GRANAT.
Cie gén. DE RADIOLOGIE.	FAÏENCERIE DE GIEN.
Cie DES PHOSPHATES DE CONSTANTINE.	L'AIR LIQUIDE.
COMPTEURS ET MOTEURS ASTER.	M ^{on} DEROY FILS AINÉ.

Sté an. DES HAUTS FOURNEAUX, FORGES ET ACIÉRIES DE POMPEY : Usine de Pompey.	Éts DESMARAIS FRÈRES : Dépôt du Havre, Dépôt de Collonges- au-Mont d'Or.
Sté an. RIGAUD.	GROUPEMENT D'ACHAT DES CARBURANTS.
Sté DES FONDERIES DE PONT-A-MOUSSON : Atelier de Saint-Denis-les-Sens.	SHELL FRANÇAISE : Entrepôt de Saignes-Ydes, Entrepôt de Nanterre.
Sté fr. DE CONSTRUCTIONS BABCOCK ET WILCOX.	Sté an. DE LILLE BONNIÈRES ET COLOMBES.
Sté DES GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE.	Sté fr. DES PÉTROLES SERCO.
Sté G. MARCHAL FILS.	Sté gén. DES HUILES DE PÉTROLE : Éts de Lavera, Dépôt de Gennevilliers.
TUBES DE VALENCIENNES ET DENAIN.	Sté DES PÉTROLES TONELINE.
Anc. Éts JOUBERT.	SOCONY-VACUUM FRANÇAISE : Raffinerie de N.-D. de Gravenchon, Dépôt de Rouen, Dépôt de Sens.
Cie fr. DE RAFFINAGE : Raffinerie de Normandie, Raffinerie de Provence.	STANDARD FRANÇAISE DES PÉTROLES : Usine de Port-Saint-Louis-du-Rhône.
Cie DE RAFFINAGE SHELL-BERRE : Raffinerie de Petit-Couronne.	
Éts LÉON BARBIER.	

La Cérémonie de Distribution des Récompenses, pour l'année 1949, a eu lieu le 1^{er} juillet 1950.

Le Président de la Société, Directeur Gérant : A. CAQUOT.

D. P. n° 10803.

C^{ie} DE FIVES-LILLE

POUR CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES ET ENTREPRISES
Société Anonyme au capital de Un Milliard de Francs
7, Rue Montalivet, PARIS (8^e).

Tél. : ANJ, 22-01 et 32-40.

R. C. Seine 75 707.

•
INSTALLATIONS COMPLÈTES
DE SUCRERIES - RAFFINERIES - DISTILLERIES
•
MATÉRIEL ÉLECTRIQUE DE TOUTES PUISSANCES POUR
CENTRALES THERMIQUES ET HYDRAULIQUES
•
CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES " STIRLING "
•
PONTS ET CHARPENTES MÉTALLIQUES

BAIGNOL & FARJON

CRAYONS
PLUMES
P. PLUMES
P. MINES
GOMMES
PUNAISES

GILBERT & BLANZY-POURE

1836

468

1 — B.

DUNLOP FORT

EXTRA RENFORCÉ

pour aller

VITE

pour aller

LOIN

P.P.P. 242 1/2



Compagnie Générale de GEOPHYSIQUE

Application des procédés tellurique,
électriques, sismiques, gravimétrique
aux recherches pétrolières, minières,
travaux de Génie Civil.

48, B^d de Latour-Maubourg, PARIS (7^e)

Téléphone : INVALIDES 46-24



HUILES, GOUDRONS & DÉRIVÉS

Service Commercial :
10, rue Alfred-de-Vigny
Tél. Wagram 63-21 à 25

S. A. au Capital de 570.000.000 de francs
Siège Social : 10, rue Alfred-de-Vigny
PARIS (8^e)

Usines à Vendin-le-Vieil (P.-de-C.)
Jouy-aux-Arches (Moselle)
Saint-Fons (Rhône)

MATIÈRES PREMIÈRES pour l'Industrie Organique de Synthèse, l'Industrie des Couleurs et Vernis et les Industries diverses

GOUDRONS et dérivés
BRAIS DE HOUILLE
HUILES de houille 1^{er} type
NAPHTALINE brute et pure
ANTHRACÈNE brut et pur
PHÉNOLS et Crésols purs
MÉTACRÉSOL
PARACRÉSOL
FORMOL
MÉTHYLCYCLOHEXANOL

CYCLOHEXANOL
HEXAETHYLÉNTÉTRAMINE
TRIOXYMÉTHYLÈNE
PHTALATES tous types
BENZOLS techniques et purs
LIANTS pour peinture
CARBONILEUM
CRÉSYL
GÉDANTHROL
VERNIS noir et incolore

MATIÈRES PREMIÈRES pour l'Industrie des matières plastiques et MATIÈRES PLASTIQUES

ANHYDRIDE phtalique
FORMOL - PHÉNOL
CRÉSOLS - XYLÉNOLS
PLASTIFIANTS
RÉSINES de coumarone
RÉSINES GÉDÉLITE

RÉSINES Synthétiques
(diverses)
GEDOSOL
(100% phénolique)
GEDOPALS (oléo-solubles)

POUDRES A MOULER

" GÉDÉLITE " thermo durcissable

PRODUITS pour l'Industrie Pharmaceutique et la Parfumerie

CHLORURE DE BENZYLE
CHLORURE DE BENZOYLE
ACIDES BENZOÏQUES
BENZOATE DE SOUDE
BENZONAPHTOL

BENZALDÉHYDE
ALCOOL BENZYLIQUE
BENZOATE DE BENZYLE
PEROXYDE DE BENZOYLE
ACÉTATE DE BENZYLE



La C. I. M. assure au Havre la réception des hydrocarbures à destination de la Région Parisienne et plus particulièrement la desserte des Raffineries de la Basse-Seine.

Bassins accessibles aux plus grands navires pétroliers avec stockage disponible prévu à un minimum de 200.000 m³

Distribution assurée dans la Région Parisienne par un dépôt spécialisé à Gennevilliers (40.000 m³)

COMPAGNIE INDUSTRIELLE MARITIME

Concessionnaire du Port Autonome du Havre

36, rue de Liège

PARIS

EUROPE 44-30

29, rue de Berri
• PARIS (VIII^e) •

Tél. : BALzac 16.50
— (8 lignes) —



CITERNA

TRANSPORTS RAPIDES DE COMBUSTIBLES LIQUIDES
==== PAR BATEAUX-CITERNES AUTOMOTEURS

APPAREILS DE LABORATOIRE
ET MACHINES INDUSTRIELLES

P. CHEVENARD

- pour l'analyse dilatométrique et thermomagnétique des matériaux;
- pour l'enregistrement de la force thermoélectrique et de la résistivité des alliages en fonction de la température;
- pour l'essai mécanique et micromécanique des métaux à froid et à chaud;
Essais de traction, de flexion, de compression, de dureté;
Essais de fluage (Traction-Relaxation);
Essais de torsion continue et de torsion alternée;
Essais de choc. - Étude du frottement interne;
- pour l'étude des réactions chimiques par la méthode de la pesée continue;
- pour la mesure des températures et le réglage thermostatique des fours.



SOCIÉTÉ ANONYME DE
COMMENTRY-FOURCHAMBAULT et DECAZEVILLE
84, Rue de Lille — PARIS (7^e)

CHANTIERS NAVALS DE LA PALLICE

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE FR. 185.000.000

29, RUE GALILÉE, PARIS 16^e Tél. KLE 81-90

RÉPARATIONS DE NAVIRES

DEUX CALES SÈCHES : 107 ET 176 M.

CONSTRUCTIONS NAVALES

MÉCANIQUE - FORGE - FONDERIE

CHAUDRONNERIE GÉNÉRALE

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES CONSTRUCTIONS

BABCOCK & WILCOX

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 259.200.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 48, rue La Boétie, 48

PARIS (8^e) Téléphone : ÉLYSÉES 89-50

•

U S I N E S :

La Courneuve (Seine)

Cherbourg (Manche)

CHAUDIÈRES à VAPEUR - GROSSE CHAUDRONNERIE
RIVÉE ET SOUDÉE - MATÉRIELS POUR
RAFFINERIES DE PÉTROLE ET SUCRERIES

PROGIL

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 800.000.000 DE FRs

10, QUAI DE SERIN - LYON

77, RUE DE MIROMESNIL - PARIS

PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS

CHLORE-SOUE-EXTRAIT DE JAVEL - CHLORURE DE CHAUX-HYDROGÈNE
SOLVANTS CHLORÉS : MONOCHLOROBENZÈNE - ORTHODICHLORO-
BENZÈNE - DICHLORÉTHANE - TRICHLORÉTHANE

SOLVANTS HYDROGÉNÉS ET DESHYDROGÉNÉS : TÉTRAHYDRONAPH-
TALÈNE - DÉCAHYDRONAPHTALÈNE - CYCLOHEXANOL - MÉTHYL-
CYCLOHEXANOL - DIMÉTHYLCYCLOHEXANOL - CYCLOHEXANONE
MÉTHYLCYCLOHEXANONE

SOLVANT SPÉCIAL : TÉRÉGIL.

PHOSPHATES DE SOUDE : MONO, DI ET TRISODIQUE, ANHYDRES ET
CRISTALLISÉS - PYROPHOSPHATES DE SOUDE - MÉTAPHOSPHATES ET
POLYPHOSPHATES

PRODUITS CHIMIQUES DIVERS : SULFURE DE CARBONE - SILICATES
DE SOUDE - MÉTASILICATES - SILICATE DE POTASSE - SELS DE FUSION
POUR FROMAGES - LESSIVES POUR LE LAVAGE DU LINGE - SPÉCIALITÉS
"PROGICLAIR" POUR LE NETTOYAGE DE LA VERRERIE, DU MATÉRIEL
LAITIÉ ET DES MÉTAUX - PARADICHLOROBENZÈNE - TÉTRACHLORO-
NAPHTALÈNE - PLASTIFIANTS "PHENOCLORS" - CIRES CHLORÉES - CIRES
ET BRAIS CHLORÉS IGNIFUGES - DIELECTIQUES "PYRALÈNES"

SELS MÉTALLIQUES : OXYDE D'ÉTAIN - BICHLORURE D'ÉTAIN - PROTO-
CHLORURE D'ÉTAIN - CHLORURE DE ZINC - ACÉTATE DE PLOMB

ACIDES ET SELS ORGANIQUES : ACIDE FORMIQUE - ACIDE OXALIQUE
FORMIATE DE SOUDE - TRIFORMIATE D'ALUMINE

PROTECTION DES BOIS ET DES MATIÈRES ORGANIQUES

CRYPTOGILS ET XYLOPHENES POUR LA LUTTE CONTRE L'ÉCHAUFFURE,
LES PIQURES D'INSECTES, LA MÉRULE ET LE BLEUISSEMENT DES RÉSINEUX

PRODUITS AUXILIAIRES POUR TEXTILE

BLANCHISSAGE INDUSTRIEL - PRÉPARATION - TEINTURE - APPRÊT
MOUILLANTS ET DÉTERSIFS - "GILTEX"

EXTRAITS TANNANTS - TANINS SYNTHÉTIQUES

EXTRAITS TANNANTS VÉGÉTAUX : CHATAIGNIER - CHÊNE - QUEBRACHO
TANINS SYNTHÉTIQUES - "ALBATANS" POUR PETITES PEAUX ET GROS
CUIRS - HEMATINES - PRODUITS CHIMIQUES SPÉCIAUX, POUR TAN-
NERIE ET MÉGISSERIE - TITANOR - QUINONE - SOLVANTS POUR DÉGRAIS-
SAGE ET PIGMENTATION - "CRYPTOTAN" (ANTISEPTIQUE - FONGICIDE)

CELLULOSE - PAPETERIE

CELLULOSE DE CHATAIGNIER BLANCHIE - PROCÉDÉ POUR BLANCHI-
MENT DES FIBRES - PAPIERS D'IMPRESSION ET D'ÉCRITURE

PRODUITS AGRICOLES

INSECTICIDES - ANTICRYPTOGAMIQUES - HERBICIDES

NOTICES SUR DEMANDE

TECHNICIENS SPÉCIALISTES et LABORATOIRES à la disposition de toutes Industries.

KODAK

*met au service de l'Industrie
une gamme complète de*

SURFACES SENSIBLES

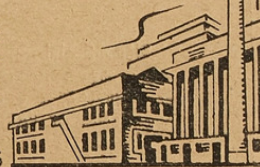
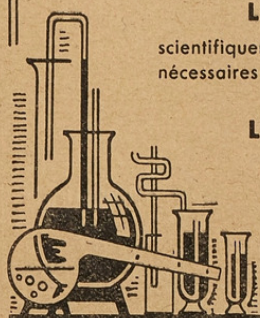
dont la renommée est mondiale et qui répond à tous ses besoins photographiques : Radio Industrielle, Photomicrographie, Reproduction de Documents, Prise de vue documentaire, Cinéma ultra-rapide et toute étude scientifique.

LES FILTRES KODAK WRATTEN

scientifiquement fabriqués et contrôlés, sont des accessoires nécessaires pour toute photographie appliquée à l'industrie.

LES PUBLICATIONS KODAK

Formulaire Aide - Mémoire Kodak
Films Kodak - Manuel pratique de
Radiographie Industrielle - La Photographie dans les Régions Tropicales, sont indispensables aux techniciens.



KODAK-PATHÉ S.A.F. PARIS

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRO-CHIMIE
D'ÉLECTRO-MÉTALLURGIE
ET DES
ACIÉRIES ÉLECTRIQUES D'UGINE

**ACIERS
PRODUITS CHIMIQUES
ALUMINIUM
MAGNÉSIUM
FERRO-ALLIAGES
ÉTAIN**

SIÈGE SOCIAL : 10, RUE DU GÉNÉRAL-FOY - PARIS (8^e)

TÉLÉPHONE : LABORDE 12-75 - 12-76 - 18-40

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : TROCHIM-PARIS

SOCIÉTÉ FRANÇAISE de CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS

CAIL

S. A. Capital 288 Millions

Siège Social

14, rue Cambacérès - **PARIS** (8^e)
Téléphone : ANJOU 50-95 — 69-61
Télégrammes : ANCICAIL-PARIS 123

Direction Générale & Usines

à **DENAIN** (Nord)
Téléphone : N° 6, 7 et 8
Télégrammes : ANCICAIL-DENAIN

**INSTALLATIONS COMPLÈTES DE SUCRERIES
DE CANNES ET DE BETTERAVES**

LOCOMOTIVES - VOITURES MÉTALLIQUES

MATÉRIEL DE CHAUFFERIES

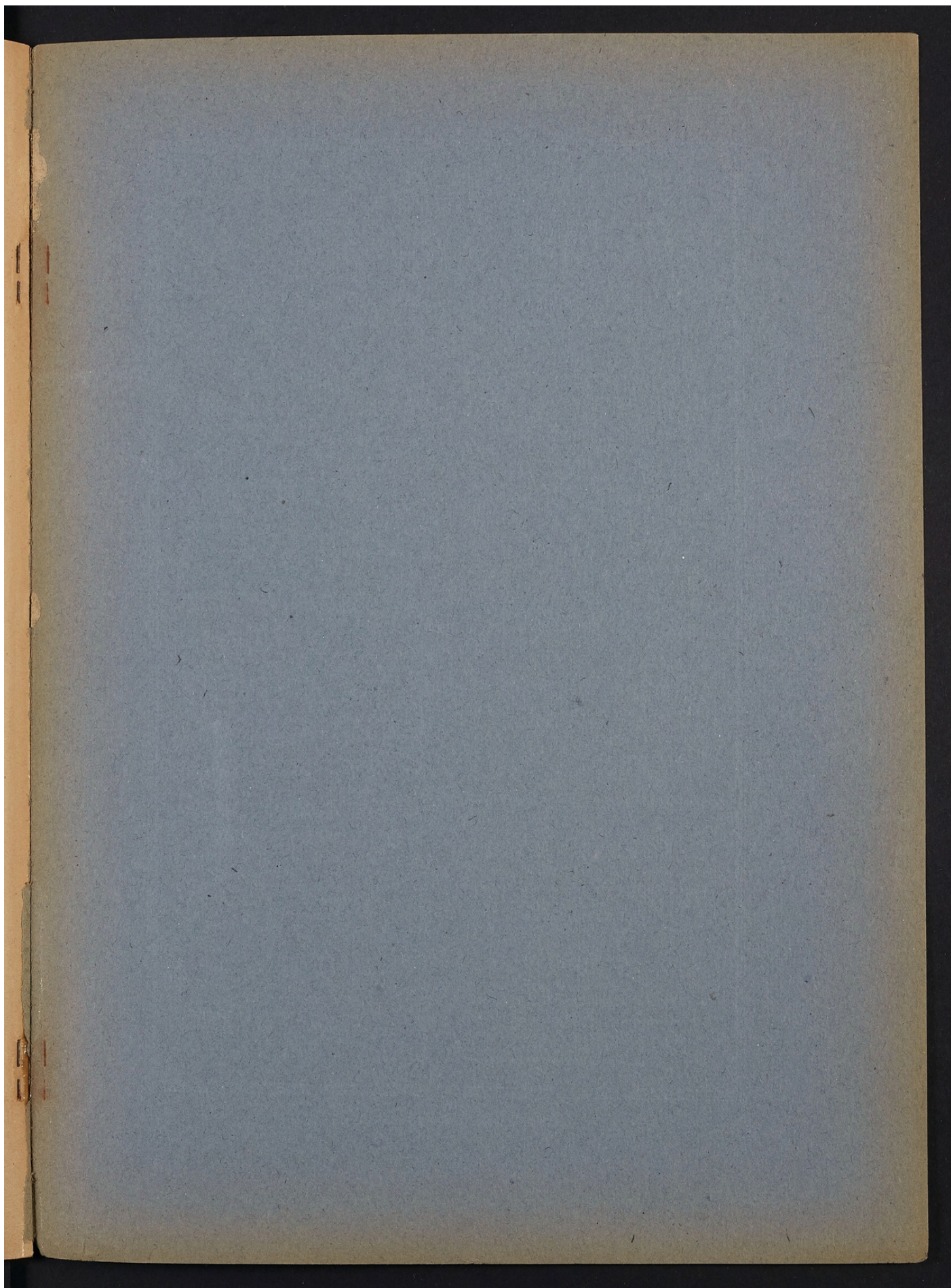
MOTEURS DIESEL "Licence FRANCO-TOSI"

MATÉRIEL DE CIMENTERIES - MATÉRIEL DE CONCASSAGE

MATÉRIEL MÉTALLURGIQUE - PIÈCES FORGÉES ET MOULÉES

GROSSE CHAUDRONNERIE — MÉCANIQUE GÉNÉRALE

TOLES FINES - TOLES DYNAMOS & TRANSFOS - TOLES GALVANISÉES



COMPAGNIE FRANÇAISE THOMSON-HOUSTON

Société Anonyme au Capital de 880 millions de Francs

SIÈGE SOCIAL : 173, Boulevard Haussmann, PARIS (8°)

R. C. Seine 60.343 - Téléph. : Élysées 83-70 - Télégr. : Elihu-42-Paris

DÉPARTEMENT RADIO-ÉMISSION

RADIODIFFUSION - RADIOCOMMUNICATIONS
TÉLÉVISION - TUBES ÉLECTRONIQUES
HAUTE FRÉQUENCE INDUSTRIELLE

Serv. Comm. : 4, r. du Fossé-Blanc, Gennevilliers (Seine)

Tél. : GRÉSILLONS 33-05

Télégr. : ELIHURATEL-GENNEVILLIERS

Usines : 4, rue du Fossé Blanc, Gennevilliers (Seine)
45, rue de la Concorde, Asnières (Seine)

DÉPARTEMENT RADIO-RÉCEPTION

RÉCEPTEURS DUCRETET-THOMSON
MACHINES PARLANTES - SONORISATION

Services Commerciaux : 173, bld Haussmann, Paris (8°)

Tél. : ÉLYSÉES 12-07 et 14-00

Télégr. : THOMELEC-PARIS

Usine : 37, rue de Vouillé, Paris (15°)

DÉPARTEMENT ÉLECTRO-MÉNAGER

CHAUFFAGE ET CUISINE DOMESTIQUES ET
PROFESSIONNELLES - APPAREILS MÉNAGERS
APPAREILLAGE - TUBES ISOLATEURS

Services Commerciaux : 173, bld Haussmann, Paris (8°)

Tél. : ÉLYSÉES 12-07 et 14-00

Télégr. : THOMELEC-PARIS

Usines à Lesquin-les-Lille (Nord) et à Jarville (M.-et-M.)

DÉPARTEMENT FILS ET CABLES

FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES ISOLÉS

Serv. Comm. et Usine : 78, av. Simon-Bolivar, Paris (19°)

Tél. : NORD 01-82 et 01-87

Télégr. : THOMSCABLE-PARIS

DÉPARTEMENT ÉLECTRO-MÉCANIQUE

MÉCANIQUE MOYENNE DE PRÉCISION
MATÉRIEL ÉLECTRIQUE - MICROFILM

Services Commerciaux : 173, bld Haussmann, Paris (8°)

Tél. : ÉLYSÉES 12-07 et 14-00

Télégr. : THOMELEC-PARIS

Usine : 74, faubourg de Mouësse, Nevers (Nièvre)

LABORATOIRE DE

RECHERCHES EN HYPERFRÉQUENCES

RADAR EN ONDES CENTIMÉTRIQUES
RELAIS HERTZIENS

Serv. Comm. : 4, r. du Fossé-Blanc, Gennevilliers (Seine)

Tél. : GRÉSILLONS 33-05

Télégr. : ELIHURATEL-GENNEVILLIERS

Laboratoire : 37, rue de Vouillé, Paris (15°)

LABORATOIRE THOMSONCOLOR

DÉVELOPPEMENT ET TIRAGE DE FILMS
EN COULEURS

Services Commerciaux : 173, bld Haussmann, Paris (8°)

Tél. : ÉLYSÉES 83-70 - Télégr. : ELIHU-42-PARIS

Laboratoire : 160, Quai de Polangis, Joinville-le-Pont (S.)

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE RADIOLOGIE

APPLICATIONS MÉDICALES et INDUSTRIELLES
DES RAYONS X - TUBES DE RADIOLOGIE
TUBES REDRESSEURS - POMPES À VIDE
APPLICATIONS INDUSTRIELLES DU VIDE

Siège Soc. et Serv. Comm. : 34, bld de Vaugirard, Paris (15°)

Tél. : SUFFREN 60-04 - Télégr. : RAYONIXAR-PARIS

R. C. Seine 70.761

Usines : 51, rue Lacordaire, Paris (15°)

53, rue Bokanowski, Asnières (Seine)

SOCIÉTÉ DES TRÉFILERIES, LAMINOIRS

ET FONDERIES DE CHAUNY

CONDUCTEURS en CUIVRE et en ALUMINIUM
LAMINÉS - FILS - CABLES

Siège Soc. et Serv. Comm. : 47, rue La Bruyère, Paris (9°)

Tél. : TRINITÉ 97-10 - Télégr. : FINTREFIF-PARIS

R. C. Seine 189.686

Usine à Chauny (Aisne)

SOCIÉTÉ FRIGECO

RÉFRIGÉRATEURS ÉLECTRIQUES MÉNAGERS
ET COMMERCIAUX

Siège Soc. et Serv. Comm. : 38, av. Kléber, Paris (16°)

Tél. : KLÉBER 75-70 - Télégr. : GÉCOFRI-PARIS

R. C. Seine 248.139 B

Usine : 85, rue du Général-Roguet, Clichy (Seine)