

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](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 possible 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
	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)
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	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	1956, n° 2 (avril-juin)
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1956

Collation	1 vol. (p. [17]-34) ; 27 cm
Nombre de vues	36
Cote	INDNAT (34)
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.34

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 reporterà 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 abondant, 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, publient 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 Emtoz, [« 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 EMTOZ, [« 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

PUBLIÉS AVEC LE CONCOURS
DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

1956
N° 2

S.E.I.N.
Bibliothèque

L'INDUSTRIE NATIONALE

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

publiés sous la direction de **M. Georges DARRIEUS**, Membre de l'Institut, Président,
avec le concours de la Commission des Publications et du Secrétariat de la Société.

Les textes parus dans *L'Industrie Nationale* n'engagent pas la responsabilité de la Société d'Encouragement quant aux opinions exprimées par leurs auteurs.

N° 2 : AVRIL - JUIN 1956

SOMMAIRE

CONFÉRENCES SUR L'ACTIVITÉ DES LABORATOIRES DE RECHERCHES DANS L'INDUSTRIE :

1^o INTRODUCTION GÉNÉRALE, par M. Pierre CHEVENARD . 17

2^o LE CENTRE D'ÉTUDES ET RECHERCHES DES CHARBONNAGES DE FRANCE (CERCHAR) :

I. — Introduction, par M. R. CHERADAME 21
II. — Exposé, par M. Roger LOISON 24

NÉCROLOGIE (M. J. Pernolle) 33

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

Publication trimestrielle

CONFÉRENCES SUR L'ACTIVITÉ DES LABORATOIRES DE RECHERCHES DANS L'INDUSTRIE⁽¹⁾

1°

INTRODUCTION GÉNÉRALE

par M. Pierre CHEVENARD,
Membre de l'Institut.

Comme tous les fervents de recherches qui, à l'instar de H. Le Chatelier, lui-même inspiré par Lavoisier, Chaptal, Berthollet, Gay-Lussac, Delessert... ont vu dans la science le moyen le plus sûr et le plus rapide d'améliorer la condition humaine, en particulier d'accélérer les progrès de l'industrie; comme tous les ingénieurs qui, pour obéir à une irrésistible vocation, ont consacré leur vie à rendre plus efficace le rôle de la science inspiratrice et guide de l'industrie, certains d'y trouver la voie, non peut-être la plus lucrative mais à coup sûr la plus propre à faire fructifier leurs efforts et leurs aptitudes au service du Pays, il m'est arrivé d'apprécier avec pessimisme les lents effets de cette croisade.

Le Chatelier, me suis-je dit parfois, n'avait-il pas bien jugé la situation quand il écrivait en 1916 : « Si le grand public croit à la science, il n'en est malheureusement pas de même des pouvoirs publics ni des chefs d'industrie. » Moi-même, devant les premiers signes précurseurs d'une conversion scientifique dans le monde des affaires, n'ai-je pas écrit cette phrase désabusée : « Le mot recherche devient à la mode car il anoblit les prospectus. »

Aujourd'hui, me rappelant que selon Talleyrand « tout ce qui est exagéré est insignifiant », je désire faire amende honorable. Devant la floraison récente des Centres techniques, devant le nombre et les moyens des laboratoires installés depuis la Libération par de grandes Industries nationalisées et de puissantes Sociétés privées, devant l'intérêt suscité par toute manifestation consacrée à la recherche scientifique et au progrès technique, il ne serait plus opportun, il serait même inéquitable d'évoquer l'indifférence. L'affluence des auditeurs, pressés d'entendre ce soir M. Chéradame et M. Loison me dispense d'insister.

Au sortir de la dernière guerre, au temps des dures restrictions et des pénibles redémarrages, en cette époque favorable aux examens de conscience, il fallut bien reconnaître que le système D, qui nous avait sauvés de justesse en 1914, avait déçu notre attente en 1940. Il devint incontestable que l'absence d'un Physikalische Reichsanstalt, d'un National Physical Laboratory, d'un Bureau of Standards... ne nous avait pas placés en bonne posture pour apporter des solutions rapides et massives à d'urgents problèmes

(1) 1^{re} Séance le 17 novembre 1955 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

L'Industrie nationale. — avril-juin 1956.

posés par la guerre. La décision fut alors prise de combler ces lacunes et vous savez que la réalisation en fut rapide.

La concentration de quelques grandes industries, la nationalisation des houillères, de l'industrie électrique, de l'industrie gazière... ont abouti à créer de puissants laboratoires, luxueusement installés, admirablement équipés et pourvus d'un personnel nombreux et qualifié, où des inventeurs intuitifs coudoient d'érudits chercheurs et de cartésiens déducteurs. En même temps, des professions organisées ont reconnu nécessaire de créer, à frais communs, des laboratoires centraux, tels que l'Institut de Recherches de la Sidérurgie (IRSID).

On mit même tant de conviction à se frapper la poitrine qu'on en est arrivé à sous-estimer le rôle silencieux mais important joué, dans le passé, par des organismes corporatifs qui travaillent bel et bien. Je pense au très efficace Institut de la Soudure autogène animé par notre Collègue Portevin, à la Commission des États de surface qui a éclairé tant de problèmes sous la direction de MM. Portevin et Chaudron, ou encore à l'Union des Techniciens de l'Automobile et du Cycle, UTAC, guide précieux de l'industrie automobile.... Il fut un peu perdu de vue que le Laboratoire central de l'Armement, dirigé par le Général Nicolau, jouait depuis longtemps un rôle essentiel pour vulgariser la métrologie industrielle de précision, sans laquelle l'interchangeabilité en mécanique eût été inaccessible. On a même un peu oublié les réalisations anciennes de l'industrie privée, sans lesquelles la France n'eût pas compté à son actif tant d'importantes découvertes et tant d'inventions!

Bref, au seuil de ce deuxième demi-siècle, compte tenu des réalisations anciennes et de tout ce qui était contenu en puissance dans les dernières, il fut permis de reprendre espoir et d'envisager comme relativement proche le moment où notre Pays retrouverait enfin son rang parmi les grandes nations initiatrices et génératrices de progrès, dans les sciences et les techniques.

**

En 1951, alors que le Sénat des anciens présidents des Ingénieurs civils me faisait l'honneur de me confier les rênes de cette

grande Société, j'ai été, non seulement autorisé, mais fortement encouragé à centrer une série de communications sur un thème appartenant à ma propre carrière, c'est-à-dire ayant pour objet *l'essor de la recherche dans l'industrie*. Le nombre et la qualité des conférenciers applaudis cette année-là à la tribune de la rue Blanche, ont montré que la question venait à son heure et qu'elle soulevait un vif intérêt.

Parlant au nom de la Sorbonne, le professeur Chaudron a dit adopter sans réserve les idées de Le Chatelier sur l'opportunité d'orienter vers des buts utiles les recherches fondamentales, mission essentielle de l'Enseignement supérieur. Il s'est dressé contre ce faux idéalisme qui consisterait à ne prendre pour sujets de thèses que des questions *a priori* dépourvues de toute application, sous le prétexte indéfendable de rester fidèle à un idéal de science désintéressée. L'argumentation du professeur Chaudron a été d'autant plus convaincante que chacun connaît la grande valeur pratique et la haute portée scientifique de ses travaux, notamment sur les métaux purs et sur le mécanisme de la corrosion.

M. Gaston Dupouy, Directeur général du Centre de la Recherche scientifique, a bien voulu accorder à la même thèse le poids de son autorité. Mieux encore, il a promis de travailler à rendre plus souple une réglementation désuète afin de rendre plus fréquents, plus étroits et plus productifs les contacts entre les chercheurs des laboratoires universitaires et ceux de l'industrie.

Avec beaucoup de largeur de vues et de prudence, M. Malcor a décrit les fonctions des organismes professionnels de recherches, de l'IRSID en particulier. Il a souligné la grande difficulté d'animer, de diriger et d'orienter de tels organismes, dont la floraison, à dater de 1946, s'explique par « l'état d'esprit résultant d'une pénurie ». Il a d'abord rappelé leurs moyens d'action : travaux de laboratoires, recherches en usines, création d'ateliers-pilotes, resserrement des liens avec l'Université, création des rapports de leur industrie avec les industries clientes, action sur l'enseignement... ; puis il a souligné la difficulté de faire aboutir des recherches collectives tournées vers les applications, compte tenu de l'esprit individualiste français.

Dans la série des conférences consacrées aux recherches dans l'industrie privée, M. René Perrin et M. Ivan Peychès, tous deux savants inventeurs et créateurs de magnifiques et féconds laboratoires, ont mis l'accent sur « la recherche appliquée, problème vital ». L'un et l'autre ont déroulé la trame des opérations qui, de l'idée initiale, aboutit aux réalisations industrielles selon la chaîne classique : recherches fondamentales, recherches appliquées, documentation quantitative, contrôle.

Dans ma propre allocution inaugurale, après avoir évoqué le souvenir de Fayol, qui se fit géologue pour exploiter de façon rationnelle le gisement houiller de Commentry, j'avais rappelé le programme que ce grand chef m'avait tracé quand, en 1911, il a institué à Imphy un laboratoire d'études métallurgiques : « scruter les alliages sidérurgiques spéciaux afin d'en découvrir et d'en exploiter les propriétés exceptionnelles ». En d'autres termes, il me conseillait de doser harmonieusement les recherches fondamentales et les études d'applications, jusqu'à en faire surgir des produits sidérurgiques nouveaux et utiles.

Il y a quelques semaines, l'éminent savant qui préside aux destinées de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, mon excellent confrère et ami Darrieus, inspiré par le Comité des Arts Physiques, que le savant balistique Ingénieur général Garnier préside avec distinction, a eu l'idée de placer sous l'égide de notre ancienne et chère Société *un nouveau cycle de conférences consacrées à la Recherche*. Si, a-t-il pensé, quelque hésitation pouvait subsister, en 1951, quant à la manière de faire jouer leurs rôles respectifs les plus efficaces aux laboratoires de l'industrie et aux organismes centraux de recherches, une expérience de cinq années avait certainement apporté d'utiles précisions. Cette circonstance me vaut l'honneur de parler aujourd'hui, puisque par l'effet d'une faveur dont je le remercie il m'a confié l'introduction de ce nouveau cycle.

Dès avant sa mise en route, l'IRSID — pour prendre un exemple dans l'industrie que je connais le mieux — avait suscité des réactions variées, dont quelques-unes d'une naïveté désarmante. Quelques industriels se croyaient autorisés à réduire l'importance

de leurs propres laboratoires, le soin d'analyser leurs copeaux ou de rompre leurs éprouvettes étant, s'imaginaient-ils, désormais confiés à l'IRSID. D'autres nourrissaient l'illusion de pouvoir commander à forfait telle ou telle découverte, comme de faire réaliser pour un prix à débattre un superalliage tenace à chaud ou des inoxydables indifférents à tous les corrosifs imaginables. D'autres avaient pensé que l'organisme central, prenant en charge toutes les recherches de caractère fondamental, dispenserait les laboratoires industriels de tout travail appelé « théorique », c'est-à-dire ne concourant pas d'une manière immédiate aux progrès des fabrications. Cette tendance, je l'avoue, me cause quelque inquiétude.

Tout comme M. Perrin et M. Peychès, j'ai la conviction profonde que les laboratoires de l'industrie doivent ajouter une fraction raisonnable de recherches fondamentales à leurs travaux de recherches appliquées : dans ma pensée, raisonnable signifie relativement importante. Cela me paraît nécessaire, ne fût-ce que pour éviter le hiatus qui se creuserait certainement, pour proscrire les longs délais qui ne manqueraient pas d'apparaître entre toute découverte scientifique et le moment où elle concourrait effectivement aux progrès de l'industrie.

Nous allons maintenant entendre un exposé de M. Loison, présenté par M. Chéradame; il est modestement intitulé : « Activités du CERCHAR ». Avant de leur donner la parole, je revendique le privilège de présenter en quelques mots nos conférenciers. Sans doute, leur situation et leurs travaux pourraient-ils me dispenser de suivre la tradition; mais je ne me résignerais pas volontiers à taire des paroles qui sont fort agréables à celui qui les prononce :

M. Raymond Chéradame, né en 1906, a obtenu successivement les diplômes d'Ingénieur de l'École Polytechnique (1925) et de l'École des Mines de Paris (1927).

Après quatre ans passés dans le contrôle des mines, il devient directeur-adjoint de la Station d'essais de Montluçon sur la sécurité dans les mines. De 1941 à 1946, il dirige les services économiques et techniques de l'Office professionnel des Houillères fran-

çaises. A la nationalisation, en 1946, il devient adjoint au Directeur général des Recherches aux Charbonnages de France. Enfin, depuis septembre 1951, il est directeur général-adjoint du Centre d'études et de recherches des Charbonnages de France (CERCHAR).

Il est également vice-président de l'Association nationale de la Recherche technique, membre du Comité de coordination de la Recherche industrielle au Ministère du Commerce et de l'Industrie, Président de l'Association pour l'étude de la Fluidisation, et membre du Comité international et du Comité français d'études sur les Flammes.

M. Roger Loison, né en 1917, possède les diplômes d'Ingénieur de l'École Polytechnique (1936) et de l'École des Mines de Paris (1938). Ingénieur des Mines à Nancy, de 1943 à 1947, il va diriger à Montluçon, de 1947 à 1950, la Station d'essais de Montluçon, rattachée au Centre d'études et de recherches des Charbonnages de France. Il est actuellement Ingénieur en chef au Centre d'études et de recherches des Charbonnages de France et, depuis 1950, il occupe la chaire de Chauffage industriel à l'École supérieure des Mines de Paris.

La parole est à M. Chéradame.

L'ACTIVITÉ DU CENTRE D'ÉTUDES ET RECHERCHES DES CHARBONNAGES DE FRANCE (CERCHAR) (1)

I

Introduction par M. R. CHERADAME,
Co-Directeur général du CERCHAR.

Monsieur le Président,
Mesdames, Messieurs,

Nous sommes très sensibles à l'honneur que la Société d'Encouragement fait au Cerchar en nous demandant de venir participer à son cycle de conférences sur les résultats de la recherche, et en nous confiant le premier des exposés sur ce sujet.

Mon collaborateur M. Loison vous présentera les plus importants de nos travaux, et vous montrera, par quelques exemples, dans quel esprit nous nous efforcerons de les conduire simultanément sur différents plans, les uns très scientifiques, les autres plus pratiques.

Ces méthodes ne sont pas le résultat du hasard. Elles n'expriment que partiellement les idées personnelles ou l'orientation de pensée de la Direction du Cerchar. Elles sont largement influencées par le cadre et l'époque dans lesquels nous travaillons. Ceci a son importance, car il doit en être tenu compte si l'on veut transposer à d'autres domaines et à d'autres époques. Aussi voudrais-je consacrer mon introduction à préciser cette remarque.

Notre cadre, c'est l'industrie pour laquelle nous travaillons. Ce qui la caractérise plus spécialement, c'est son importance, sa structure, et sa nature.

Vous connaissez l'importance des houillères françaises dont la production dépasse 55 millions de tonnes. L'effort de recherches de ces houillères se place entre 0,5 et 1 p. 100 de leur chiffre d'affaires, dont 0,35 p. 100 environ est remis au Cerchar, le reste étant consacré à des essais en place, notamment par des travaux miniers. Ceci nous permet, compte tenu d'une égale participation de la Sarre, de disposer d'un budget d'environ 1 200 millions de francs.

De la structure de nos houillères, je retiens qu'elles se répartissent en 9 bassins (10 avec la Sarre) qui sont des entreprises très importantes ou moyennes, à l'exclusion de très petites sociétés. Les unes ont d'importants services d'études et d'essais, les autres ont au moins un petit bureau d'études.

Ces entreprises en outre sont étroitement associées à une œuvre d'intérêt public. Si elles se font concurrence, c'est sous la forme d'une émulation très pure. Leur politique est nécessairement à plus longue vue que celle de

(1) Conférence faite le 17 Novembre 1955 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

très petites affaires liées à de très petits intérêts. D'ailleurs, la technique minière veut aussi que tout y soit œuvre de longue haleine.

Ces entreprises ne demandent pas au Cerchar à récupérer leur cotisation par des services individuels calculables; elles lui demandent une collaboration confiante, sachant aller des grands problèmes de toute la profession, et d'intérêt proche ou lointain, à de très petites questions qui sortent du domaine des compétences de leurs cadres ou des possibilités scientifiques et techniques de leur équipement.

Cette collaboration confiante doit se manifester à tout instant et à tous les niveaux. Elle requiert une connaissance respective des méthodes de travail de l'industrie et de la science, des impératifs de l'industrie et de la science, une information réciproque fréquente des services d'exploitation et des services de recherche. L'évolution du programme, problème de tous les jours de tous les centres de recherches, doit tenir compte à la fois de l'évolution des résultats de celles-ci, et de la variation des besoins techniques ou économiques des exploitants.

Dans sa nature, notre industrie a une caractéristique : c'est la constance relative de ses produits.

Certes, la forme sous laquelle on utilise le charbon évolue un peu : l'emploi sous forme de gaz se développe, les calibres de charbon cru les plus utilisés tendent à diminuer, etc.... Néanmoins tout part toujours de nos gisements et d'une même matière première, et les problèmes que nous avons à résoudre sont essentiellement :

— l'amélioration des prix de revient dans la production du charbon, du coke, des agglomérés.

— l'amélioration des conditions techniques et économiques d'emploi de ces produits et la recherche de débouchés nouveaux se substituant à ceux qui, tel l'emploi par les chemins de fer, tendent à disparaître.

— la contribution aux problèmes de réduction de la main-d'œuvre nécessaire, tant à la mine pour produire que chez l'usager pour consommer le charbon.

Une autre caractéristique du charbon est sa complexité chimique et physique.

Il se peut que chaque industrie affirme

que sa matière est la plus complexe qui soit. Qui oserait cependant dire que le charbon n'est pas particulièrement complexe et particulièrement mal connu? Améliorer cette connaissance requiert des techniques d'investigation multiples et la collaboration de nombreux chercheurs. Un progrès sensible n'y est donc réalisable que si l'on dispose d'un important noyau de chercheurs. Celui-ci pourrait être un gros Institut de recherche pure, mais on conçoit que la recherche scientifique française, trop limitée dans son volume global, ait eu d'autres préoccupations. Il doit donc être un Institut industriel. Le Cerchar s'efforce d'être ce noyau et peut alors prolonger son propre travail par celui de chercheurs extérieurs de toutes qualités.

L'importance de nos moyens nous permet précisément de travailler dans des conditions conformes à l'orientation requise par cette structure et cette nature de notre industrie.

Notamment, nous pouvons à la fois :

- exécuter à la demande les petites recherches immédiates souhaitées par les bassins, ensemble ou isolément. Le nombre en est variable, mais le total ne représente jamais que quelques centièmes de notre activité.

- conduire des travaux plus longs, ayant des chances d'aboutir en 1, 2 ou 3 ans, dont le but pratique est bien connu et dont la rentabilité peut être supputée, puis collaborer aux travaux d'application qui les prolongent. Ces derniers, comme toute activité de routine, doivent nous occuper au minimum, mais il y a de nombreux cas où il est inévitable que nous nous en chargions, et ceci rejoint les petits services variés que nous rendons aux bassins.

- enfin, conduire des recherches de base destinées à faire progresser notre connaissance des substances et des phénomènes essentiels de notre industrie, sans que l'on puisse préciser *a priori* l'importance ou l'époque des recherches pratiques que ces travaux rendront possibles : il s'agit d'enrichir le substratum où se nourrissent les applications et aussi d'entretenir par le niveau scientifique de ces travaux la qualité scientifique de notre équipe de chercheurs.

Notre méthode de travail porte aussi la marque de notre époque.

La recherche technique n'est pas aujour-

d'hui la même en France et dans d'autres pays. Aux États-Unis, le gros effort de recherche technique remonte à plus de 20 ans, et les moyens dont elle dispose, l'ambiance dans laquelle elle s'exécute, portent la marque de cette ancienneté.

La France, qui avait un retard considérable, a déjà beaucoup évolué. Cette évolution n'est certainement pas terminée, car elle est surtout psychologique, et par conséquent demande du temps : si la plupart des Américains croient à la recherche, c'est parce qu'ils ont fait la comparaison entre les firmes qui exécutaient des recherches et celles qui n'en faisaient pas, et qu'ils ont pu constater l'avantage que les premières en tiraient. Il a suffi de quelques bons exemples pour que le mouvement fasse tache d'huile, et cette extension continue. L'industriel français commence à faire le même raisonnement. Les mêmes constatations doivent le conduire aux mêmes conclusions. Peut-être se décidera-t-il moins vite, non pas qu'il soit moins intelligent, mais parce que, étant davantage esclave des traditions et des préjugés, il lui est plus difficile, je dirai physiquement difficile, de décider qu'il s'est trompé et de changer brusquement d'orientation. De là résulte beaucoup d'inertie dans ce domaine.

Quoi qu'il en soit, aujourd'hui, en France, on peut dire que :

— le climat favorable à la recherche existe déjà dans un bon nombre d'industries, dont la nôtre.

— ce n'est pas la question financière qui freine la recherche. Cependant, certaines dispositions réglementaires pourraient être prises pour en faciliter le financement. Il faut espérer que le Parlement, qui a maintenant un Comité Parlementaire pour les Sciences et les Techniques, saura s'engager dans cette voie.

— l'esprit de collaboration existe entre les hommes au sein d'une équipe de recherche, — entre les services de recherche technique au sein de nos Associations — et dans nos multiples liaisons directes, dès maintenant bien développées. La collaboration entre l'Université et l'Industrie elle-même, plus lente à promouvoir, trop longtemps freinée par une incompréhension réciproque, dont la cause est surtout un manque de liaison et d'information, évolue très favorablement :

nos demandes aux Universités se développent, et M. Berger, Directeur Général de l'Enseignement Supérieur, a nettement pris position en faveur de cette collaboration, convaincu qu'aider un industriel n'est pas contraire à la mission de service public des Universités.

— par contre, le manque de chercheurs est notre principale difficulté et freine certainement le développement des recherches. Ce n'est d'ailleurs qu'un des aspects du problème général de la formation numériquement très insuffisante des ingénieurs et de tous les autres techniciens, problème qui requiert à la fois de convaincre les Directeurs d'Écoles de former davantage d'ingénieurs, d'adapter sans doute l'enseignement universitaire aux débouchés vers la technique, et d'orienter davantage l'enseignement secondaire vers les études scientifiques.

Il importe toutefois de ne pas se faire de la recherche technique une idée définitive correspondant à cette situation actuelle.

Non seulement des progrès seront faits pour remédier aux insuffisances actuelles que je viens d'évoquer, mais il s'y superposera un phénomène dynamique, celui-là même qui affecte toute notre civilisation.

D'un voyage que je viens de faire aux États-Unis et qui était précisément consacré à la recherche industrielle et au rôle que peut y jouer l'Université, j'ai plus spécialement retenu cette notion d'évolution et en particulier sur les 3 points suivants :

— en quantité d'abord : la recherche industrielle, qui emploie aujourd'hui plus de 400 000 personnes aux U. S. A., progresse chaque année de 6 p. 100 en effectifs et de 10 p. 100 en budget.

— dans la répartition du travail entre les propres services des Sociétés, les Instituts de recherche et les Universités, ensuite : on note une montée considérable des grands centres travaillant pour de nombreuses entreprises. Ils ne représentent encore que quelques centièmes du total, mais leur extension est spectaculaire.

— dans le rôle de l'économie enfin : dans toute recherche, se développe l'étude parallèle ou préalable de ses répercussions économiques, qu'il s'agisse d'une étude de marché, d'une recherche opérationnelle, etc....

Si j'ai tenu à attirer votre attention sur ce point, c'est parce que j'imagine que tout exposé comme celui que M. Loison va vous faire est susceptible, dans l'esprit de la Société d'Encouragement, d'apporter quelques idées à d'autres sociétés qui, ayant des projets d'extension de leurs recherches, s'intéressent à des exemples vécus. Pensant plus particulièrement à ceux-ci, je souhaite que notre exemple leur paraisse valable, mais je crois

aussi nécessaire de leur dire qu'il ne l'est alors, sans doute, que dans la situation présente. Et ainsi, dans des projets à réaliser à moyen terme, il est indispensable d'anticiper sur une évolution générale qui correspond, je le répète, dans un domaine où la répercussion en est sans doute importante, au fait que le progrès technique va de plus en plus vite, et provoque une évolution de plus en plus rapide de l'industrie.

II

Exposé par M. Roger LOISON,
Ingénieur en chef des Mines, Ingénieur en chef au CERCHAR.

Parmi les différents points de vue auxquels on peut se placer pour évoquer l'activité d'un Centre de Recherches tel que le Cerchar, j'ai choisi le point de vue suivant. Je voudrais essayer de vous donner une idée de la nature des recherches qui y sont effectuées et des méthodes de recherche qui y sont employées. Pour cela, j'ai pris parmi les problèmes qui nous sont posés quelques-uns parmi les plus importants et les plus caractéristiques, et à propos de chacun d'eux je vous indiquerai comment il se pose, c'est-à-dire à quels problèmes pratiques il correspond, quelle méthode on utilise pour les résoudre, c'est-à-dire quelle est la nature des recherches auxquelles nous procédons, à quelle question scientifique elles se rattachent, et quelle est notamment la part de recherche fondamentale.

Je vous indiquerai d'abord quelle est la nature générale des problèmes traités. Le Cerchar est chargé, en principe, de l'ensemble des problèmes de recherche que pose l'exploitation des charbonnages. En fait, il n'est pas possible d'aborder de front tous ces

problèmes; il est nécessaire de choisir. Le choix est dicté surtout par le souci de l'efficacité; certains problèmes se prêtent mal à une expérimentation de laboratoire; c'est le cas, notamment, de la plupart des problèmes concernant l'exploitation des mines proprement dite, pour lesquels il est difficile d'imaginer autre chose que l'expérimentation directe au chantier; c'est pourquoi nos recherches dans ce domaine sont très limitées. Par ailleurs, certaines recherches continuent à être poursuivies par les laboratoires de bassins sur des sujets qui intéressent plus particulièrement tel ou tel bassin.

En fait notre activité est centrée sur deux groupes de problèmes :

— les problèmes d'hygiène et de sécurité minière;

— les problèmes d'utilisation et valorisation du charbon, qui concernent eux-mêmes : la préparation mécanique des charbons, l'agglomération, la carbonisation, la combustion et la gazéification.

HYGIÈNE ET SÉCURITÉ MINIÈRES

Parmi les dangers auxquels se trouvent exposés les mineurs de charbon, le plus tristement célèbre est le danger d'inflammation du grisou et des poussières de houille, donnant

lieu aux coups de grisou et aux coups de poussières. On peut résumer par une formule d'ensemble les recherches que nous poursuivons dans ce domaine en disant qu'elles

visent, d'une part à découvrir quelles sont les différentes façons d'enflammer le grisou et les poussières, — et elles sont nombreuses —, et d'autre part à étudier les moyens de s'opposer à l'inflammation, ou tout au moins de limiter la propagation. Ces recherches sont fort anciennes, Le Châtelier s'y est déjà illustré vers 1880, et c'est précisément pour étudier ces phénomènes que furent créées la Station de Liévin en 1907, puis, en 1920, la Station de Montluçon, qui a constitué l'embryon du Cerchar. Des stations analogues ont été construites dans tous les pays charbonniers, et certaines sont fort importantes : la Station anglaise, par exemple, consacre aux recherches sur la sécurité minière des moyens équivalant à l'ensemble des moyens du Cerchar. Les résultats obtenus par chacune de ces stations sont d'ailleurs largement diffusés aux autres, le secret industriel n'existant pas dans ce domaine, et de nombreuses recherches sont menées en parallèle et avec une étroite coordination.

On peut s'étonner de ce qu'après tant d'efforts ces problèmes ne soient pas encore résolus; cela tient en partie à leur complexité, mais cela tient également au fait qu'au fur et à mesure que se développent de nouveaux moyens de production et de nouvelles méthodes d'exploitation, apparaissent en même temps des dangers nouveaux; on ne peut, de ce fait, que rechercher un compromis entre le désir d'exploiter avec un rendement aussi élevé que possible et la nécessité d'assurer un certain degré de sécurité. Les recherches dans le domaine de la sécurité sont donc en fait étroitement liées aux méthodes d'exploitation, et concourent à ce titre au développement de la production.

Prenons l'exemple des explosifs. Les explosifs sont largement utilisés dans les houillères, soit pour le traçage des galeries au rocher et au charbon, soit pour l'abatage du charbon dans les chantiers de production. Le problème qui nous estposé à leur sujet est le suivant : trouver des explosifs pour lesquels le risque d'inflammation du grisou et des poussières soit assez faible pour qu'on puisse les utiliser dans des conditions aussi variées que possible, et notamment dans des chantiers où il existe un risque notable de dégagement de grisou. Il nous a été demandé en particulier, au cours de ces dernières années, de trouver des explosifs qu'on puisse tirer avec des déto-

nateurs à retards; le tir à retard présente pour les mineurs des avantages très appréciables en permettant des avancements plus rapides et une productivité plus grande de la main-d'œuvre; il offre, par contre, un risque d'inflammation du grisou et des poussières supérieur à celui du tir instantané. L'emploi du tir à retard n'a de ce fait été autorisé à partir de 1948 que grâce à la mise au point d'explosifs nettement plus sûrs que ceux que nous possédions jusqu'alors. Mais la question n'a pas été close pour autant; en effet, les premiers explosifs dont l'emploi a été autorisé pour le tir à retard étaient très peu puissants, et il en résultait pour l'exploitant une consommation élevée, c'est-à-dire une dépense d'explosifs importante; nous nous sommes alors efforcés, en maintenant le même niveau de sécurité, d'accroître la puissance ou, plus exactement, de diminuer le prix rapporté à l'unité de puissance. De nouveaux explosifs ont donc été successivement mis au point répondant à ce souci, mais il n'y a évidemment pas de solution définitive; on peut toujours espérer l'améliorer et c'est encore l'un des problèmes importants auxquels nous travaillons actuellement.

Le problème des explosifs de sûreté étant ainsi posé, voyons maintenant comment il est étudié. On peut l'aborder de deux manières, et les deux méthodes ont été effectivement utilisées alternativement ou simultanément; on les retrouve d'ailleurs à peu près toujours, quel que soit le problème étudié :

— La première méthode, qu'on peut appeler méthode indirecte ou méthode analytique, consiste à analyser le phénomène global de l'inflammation du grisou ou des poussières par le tir d'un explosif, afin d'essayer d'en découvrir le mécanisme et d'en énoncer les lois.

— La seconde méthode, qu'on peut appeler méthode statistique, consiste à provoquer le tir d'un explosif dans certaines conditions au sein d'une atmosphère grisouteuse ou poussiéreuse, et à constater s'il y a inflammation ou non; on répète cette opération un grand nombre de fois, en faisant varier méthodiquement les différents paramètres définissant l'essai, de façon à en déduire, par l'application de méthodes statistiques, l'influence de ces paramètres.

L'étude du mécanisme de l'inflammation du grisou par le tir nous a conduits à nous pencher successivement sur les différents phénomènes élémentaires qui peuvent jouer un rôle. Nous avons été amenés notamment à examiner les particularités présentées par les réactions de combustion du méthane, particularités qui peuvent, pour la plupart, s'expliquer par la théorie des réactions en chaîne; nous avons en particulier étudié l'action des sensibilisateurs, c'est-à-dire des corps qui, introduits en faible teneur dans un mélange gazeux inflammable, en abaissent très sensiblement la température d'inflammation, et l'action des inhibiteurs qui ont une action opposée. Actuellement nous essayons de déterminer de façon précise quelles sont les caractéristiques d'une onde de choc capable d'enflammer un mélange d'air et de méthane; la détonation d'un explosif engendre, en effet, des ondes de choc qui se propagent dans l'atmosphère extérieure; la propagation d'une onde de choc s'accompagne d'une élévation extrêmement brusque de la température et de la pression, qui peuvent suffire à enflammer un mélange de méthane et d'air, mais on peut penser qu'à cause du caractère extrêmement rapide du phénomène, les conditions de température et de pression nécessaires à l'inflammation soient différentes de celles déterminées par les moyens classiques; d'où l'intérêt de cette étude. Elle exige la mise en œuvre de moyens d'observation particuliers, tels qu'enregistrement cinématographique à grande fréquence, enregistrement de pression très rapidement variable.

Ces études sur le mécanisme de l'inflammation du grisou par les explosifs n'ont pas encore permis de se faire une représentation complète et précise du phénomène; elle montre qu'il y a plusieurs mécanismes possibles : échauffement de l'air grisouteux au contact des fumées chaudes produites par la détonation de l'explosif, projection dans le milieu grisouteux d'éléments en cours de décomposition et susceptibles d'amorcer les réactions en chaîne de l'inflammation, inflammation par onde de choc; suivant les conditions du tir, tel ou tel de ces mécanismes joue le rôle prédominant. La complexité du phénomène n'a pas permis d'élaborer de théorie quanti-

tative, mais ces études théoriques fournissent des hypothèses de travail qui servent de guides au développement de la méthode statistique; c'est par l'application de ces dernières méthodes que sont mises au point les formules nouvelles.

Un autre problème important, parmi ceux ressortissant au domaine de l'hygiène et de la sécurité minière, est celui de la silicose, maladie provoquée par la respiration de poussières siliceuses. Ce n'est pas, comme le précédent, un problème spécifique des houillères; c'est au contraire dans les mines métalliques que cette maladie a été mise tout d'abord en évidence, et ce n'est guère qu'au cours des 15 dernières années qu'on s'est rendu compte de l'ampleur du rôle joué par la silicose dans les houillères; on s'est aperçu que dans bien des cas l'usure prématurée de nombreux mineurs qu'on attribuait, sans pouvoir préciser la cause, au travail de la mine, était en réalité imputable à la silicose.

La lutte contre la silicose s'est organisée sur plusieurs plans.

— d'abord sur le plan médical proprement dit par le dépistage systématique des ouvriers atteints et leur orientation vers des emplois sans dangers;

— ensuite sur le plan technique par la mise en œuvre de procédés d'abatage et de méthodes d'exploitation susceptibles de réduire la concentration en poussières de l'atmosphère des chantiers;

— enfin sur le plan scientifique par l'étude du mécanisme par lequel la maladie prend naissance et se développe.

Le Cerchar a joué un rôle très différent suivant le plan considéré.

La mise au point des moyens de prévention techniques destinés à réduire la concentration en poussières de l'atmosphère a été jusqu'ici l'œuvre des exploitants de mines eux-mêmes, en liaison avec certains constructeurs de matériel. Le rôle du Cerchar a consisté surtout à fournir aux exploitants des moyens de contrôle de l'empoussièrement de l'atmosphère, afin qu'ils puissent se rendre compte

de l'efficacité des moyens de prévention qu'ils ont mis en œuvre et, en comparant l'efficacité des différents moyens, s'acheminer progressivement vers des solutions meilleures⁽¹⁾. Il s'agit de prélever toutes les poussières en suspension dans un volume donné sans les altérer et sans modifier leur degré d'agglomération; il y a ensuite un problème d'analyse granulométrique dans le domaine compris entre $1/10 \mu$ et quelques μ ; il y a enfin un problème d'analyse chimique, et notamment l'analyse de la silice libre, pour laquelle on a fait appel à des méthodes physiques rapides : diffraction des rayons X, analyse thermique différentielle.

Une étude de ce genre comporte un double aspect. Il faut d'abord étudier le problème physique mis en œuvre, et s'assurer qu'il est capable de servir de base à la mesure que l'on désire effectuer; on a été amené ainsi à réexaminer le principe des différents appareils de prélèvement : précipitateur thermique, filtre électrostatique, filtre à membrane; on a été amené également à compléter l'étude du principe de l'analyse thermique différentielle pour l'adapter à de très petits échantillons. Cette première partie de l'étude est donc une pure étude de physique, voire de physique mathématique; elle conduit à la conception d'un appareil (prélèvement ou analyse) qui donne satisfaction au laboratoire, mais l'étude ne doit pas s'arrêter là si on veut répondre à la question pratique qui nous est posée : il faut aller jusqu'à la réalisation d'un appareil maniable par le personnel de la mine, c'est-à-dire un appareil robuste, simple, peu encombrant. Cela exige une seconde étude d'une tout autre nature qui s'apparente peut-être plus au bricolage qu'aux techniques scientifiques, mais qui n'en demande pas moins beaucoup d'ingéniosité et de persévérance, et elle est d'ailleurs souvent plus longue que la première.

Un autre aspect de l'étude entreprise par le Cerchar à propos de la silicose est l'étude théorique du mécanisme de la genèse et du développement de la maladie. C'est dans cette voie que nous avons porté l'effort maximum.

L'un des objectifs de l'étude est la détermination de l'influence, sur le développe-

ment de la maladie, des caractéristiques de la poussière tant en ce qui concerne sa granulométrie que sa nature chimique et minéralogique : cette connaissance est en effet indispensable si on veut développer sur des bases solides les moyens de prévention techniques; elle est d'ailleurs maintenant assez bien acquise, du moins dans ses grandes lignes. Un autre objectif, plus ambitieux, est l'analyse du mécanisme de l'action de la silice. Il s'agit pour cela de saisir les différents stades intermédiaires qui s'échelonnent entre l'introduction du grain de silice dans les alvéoles pulmonaires et le développement du tissu fibreux caractéristique de la silicose. Les techniques employées sont naturellement celles de la médecine et de la biologie, c'est-à-dire d'une part l'observation d'organes malades (poumons), d'autre part l'expérimentation sur des animaux, le plus souvent des rats, sur lesquels on injecte une quantité de poussière connue et qu'on immole au bout d'un temps déterminé afin de procéder à leur observation.

Cette connaissance devrait faciliter beaucoup la recherche des moyens thérapeutiques capables, sinon de guérir la maladie, du moins de s'opposer à son développement; c'est vers la recherche de tels moyens que nous avons maintenant orienté cette étude.

Dans cette étude les moyens d'investigation sont l'observation au microscope optique et surtout au microscope électrique, avec lequel on a pu déceler la structure de la matière fibreuse, l'enregistrement cinématographique qui, par l'accélération de la fréquence des images, permet de mieux saisir le développement des phénomènes, et les techniques de chimie biologique qui permettent d'identifier certaines substances dont la présence paraît en relation avec le développement de la fibrose. L'ensemble de ces observations ne fournit pas une explication du phénomène au sens classique de la physique; il permet de décrire d'une façon précise les stades successifs du développement des phénomènes, sans qu'on puisse établir de relation certaine de cause à effet entre eux.

Changeons maintenant de domaine pour aborder celui de l'utilisation et de la valorisation des charbons, et commençons par le problème de la carbonisation.

(1) Ce contrôle soulève d'abord un problème de prélèvement de poussières.

CARBONISATION

Vous savez que pour obtenir par les procédés classiques un coke ayant les qualités requises par les sidérurgistes, on ne peut employer que certaines catégories de charbons dont les réserves sont très limitées. Le problème s'est donc posé d'essayer de fabriquer du coke avec une gamme de charbons aussi étendue que possible et, notamment, avec les charbons flambants, charbons à teneur en matières volatiles élevée dont les réserves sont importantes. Ce problème se pose avec plus ou moins d'acuité dans presque tous les pays; il est particulièrement aigu en France, puisque tous les charbons du Bassin de Lorraine étaient réputés non cokéifiables il y a une quinzaine d'années. Depuis la guerre des progrès très importants ont été réalisés grâce à l'effort collectif des cokeries sidérurgiques et minières. On peut considérer que le problème est en grande partie résolu puisqu'il est possible de porter à 70 p. 100 la proportion de charbons lorrains entrant dans les pâtes à coke, tout au moins dans les cokeries spécialement conçues dans ce but et munies de la technique du pilonnage. Des progrès restent à faire tant pour essayer d'accroître encore la proportion de charbons flambants que pour mieux contrôler la qualité du coke obtenu et essayer de le relier aux caractéristiques des charbons employés et aux paramètres de fabrication. La fabrication du coke est demeurée, en effet, fort empirique; la qualité du coke, comme la qualité du charbon, s'apprécie par des essais normalisés sans signification physique précise, et on ne sait pas les relier les uns aux autres par des relations générales; l'influence des paramètres de fabrication est elle-même incomplètement connue, de sorte qu'on observe dans la fabrication industrielle des fluctuations de qualité importantes et inexplicables.

Le problème a été abordé par le Cerchar par deux méthodes qui correspondent, là encore, à la méthode analytique et à la méthode statistique; l'une consiste à analyser au laboratoire le mécanisme de la cokéfaction, l'autre consiste à étudier, à l'échelle d'une cokerie expérimentale, l'influence des différents facteurs de fabrication sur la qualité du coke.

La question du mécanisme de la cokéfaction est une question fort ancienne, qui n'a jusqu'ici progressé que lentement; cela tient à l'ignorance dans laquelle nous sommes encore de la constitution et de la structure du charbon; on est obligé de ce fait à recourir à des essais empiriques dans lesquels on s'efforce de soumettre le charbon à des conditions analogues à celles qu'il subit dans le four à coke. Sans essayer de percer le mystère de la constitution du charbon, sur lequel nous reviendrons dans un instant, nous avons toutefois pu marquer un progrès important en appliquant des moyens d'observation nouveaux et plus précis; l'un d'eux nous a été fourni par une transposition du dilatomètre Chevenard, utilisé en métallurgie; il nous a permis de déterminer d'une façon précise la loi de contraction du charbon, postérieurement à sa resolidification; un autre moyen utilisant, l'observation du coke en lumière polarisée, nous a permis de voir dans quelle mesure se mélagent les grains de charbon au cours de leur ramollissement. Munis de ces observations, il nous a été possible par des considérations de pure mécanique d'échafauder une théorie de la fissuration du coke; c'est le phénomène par lequel le coke se fragmente dans la cellule de four à coke sous l'effet des tensions internes auxquelles il est soumis, tensions qui sont dues elles-mêmes à la contraction du coke après sa resolidification; c'est ce phénomène qui détermine le calibre du coke et, dans une certaine mesure, sa solidité. Cette théorie est incomplète, car elle ne considère qu'une fraction des phénomènes qui se déroulent dans le four à coke, mais ce phénomène est probablement le plus important. Quoi qu'il en soit, cette théorie nous a conduits d'une part, à prévoir l'influence de certains facteurs tels que la granulométrie du charbon et, d'autre part, de concevoir certains appareils de laboratoire capables de relier les propriétés des charbons et des mélanges de charbons aux propriétés du coke qu'il permet d'obtenir. Là encore l'étude théorique a dû être suivie d'une étude pratique destinée àachever la mise au point de ces appareils afin qu'ils puissent être facilement manipulés par un laboratoire de cokerie.

Le problème théorique fondamental qui est à la base de la carbonisation, et qui est d'ailleurs également à la base de toutes les études concernant l'utilisation du charbon, est le problème de la constitution et de la structure du charbon; il apparaît avec moins d'urgence peut-être dans les problèmes de combustion et de gazéification; il devient de toute première importance lorsqu'on aborde le problème de la chimie de la houille. Actuellement la houille n'intervient dans l'industrie chimique que par ses produits de pyrogénération : gaz de four et, accessoirement, goudron, et ses produits de gazéification : $\text{CO} + \text{H}_2$; autrement dit, pour transformer la houille en produits chimiques on commence par démolir l'édifice structurel en éléments simples à partir desquels on s'efforce de reconstruire par synthèse des éléments plus compliqués, dont certains ont une structure qui n'est sans doute pas très éloignée de celle de la houille initiale. La seule exception est l'hydrogénération de la houille, par laquelle on produit directement des hydrocarbures liquides. Il n'est pas douteux que la connaissance de la structure de la houille en permettrait un usage plus rationnel dans tous les domaines.

Des recherches très importantes ont été poursuivies au cours de ces dernières années dans différents pays étrangers et notamment en Angleterre et en Hollande. L'emploi de nouvelles méthodes d'investigation, et notamment de méthodes physiques, a permis d'acquérir un certain nombre de données sur la structure à l'échelle de la centaine ou du millier d'angströms; les données sur la constitution chimique proprement dite et la structure à l'échelle de l'angström sont plus incertaines. Il est vraisemblable que la structure du charbon est du type macromoléculaire, mais, comme il arrive pour certaines substances organiques naturelles, ces macromolécules ne seraient pas de véritables macromolécules, en ce sens qu'elles ne seraient pas constituées par la répétition d'un motif (monomère), mais par l'assemblage de molécules analogues (du type polyaromatique condensé) mais pas strictement identiques; il ne serait possible, dans ces conditions, que d'en donner une description statistique et non une description exacte.

La contribution du Cerchar dans ce domaine est encore très modeste; les quelques études que nous avons amorcées sont en relation

avec l'étude de la carbonisation. Nous envisageons d'étendre cette étude en adoptant un point de vue plus général et plus théorique, c'est-à-dire en n'ayant d'autre but immédiat que de chercher à pénétrer plus avant dans la connaissance de la structure du charbon.

* *

Une autre façon d'aborder le problème de la carbonisation est celle adoptée par la Station de Marienau. Cette Station a été créée peu après la guerre par l'I. R. S. I. D. les Charbonnages de France et les Bassins de Lorraine et de Sarre; elle est d'ailleurs toujours financée et contrôlée par ces organismes; le Cerchar en assure la direction technique. Ici la méthode suivie est la méthode expérimentale directe; l'outil principal est un groupe de 4 cellules de fours à coke dont les caractéristiques sont très voisines de celles qu'on peut rencontrer dans les cokeries industrielles; les essais consistent à faire du coke comme dans une cokerie industrielle, mais les opérations diffèrent d'une opération industrielle par le fait qu'on essaie de contrôler d'autant près que possible les conditions de marche par un grand nombre de mesures et que l'on effectue tant sur le charbon enfourné que sur le coke produit un grand nombre de déterminations.

L'objectif assigné à la Station de Marienau est intermédiaire entre celui d'une station pilote et celui d'une station de recherches. J'entends par station pilote une installation dans laquelle on s'efforce de mettre en œuvre, dans des conditions voisines des conditions industrielles, un procédé nouveau afin de montrer qu'il est techniquement réalisable et de fournir les éléments économiques nécessaires à l'évaluation de sa rentabilité; au contraire, dans la station de recherches industrielles on essaye de découvrir l'influence de tel ou tel paramètre, ou même de découvrir des lois physiques dont on trouvera l'application dans des installations industrielles. En fait la station de Marienau avait été conçue initialement comme une station pilote, station de démonstration d'un procédé particulier qu'on a appelé le procédé Marienau, et qui consiste à sécher le mélange avant son enfournement et à incorporer une certaine proportion de semi-coke. Par la suite elle a été plus ou moins transformée en station

de recherches, son objet ayant été étendu à l'étude des différents problèmes posés par la cokéfaction; on a entrepris alors une étude systématique de l'influence des différents facteurs sur la qualité du coke, facteurs qui sont de deux ordres, les uns définissant le mode de fabrication, les autres concernant la nature du charbon. Mais son rôle de démonstration subsiste encore; lorsqu'un résultat est considéré comme acquis par les expérimentateurs il faut généralement, avant qu'il soit considéré comme applicable par les industriels, qu'il soit confirmé par des essais d'assez longue durée dans des conditions aussi voisines que possible de la réalité industrielle. La station de Marienau est donc à ce titre à la fois un instrument de recherche et un instrument de persuasion.

On peut prendre également, dans les études de carbonisation, l'exemple d'un autre type de problème; c'est la mise au point d'un procédé de fabrication nouveau; il s'agit en l'espèce de la fabrication de semi-coke par fluidisation. L'incorporation de semi-coke (obtenu par distillation de la houille vers 500 à 600°) est l'un des procédés préconisés pour faciliter l'introduction de charbon flambant dans les pâtes à coke; la question se pose donc de savoir comment fabriquer ce semi-coke. Il existe actuellement un procédé qui a fait ses preuves, c'est le four tournant à chauffage externe, mais on lui reproche son faible rendement thermique, sa capacité de production limitée et ses charges

d'exploitation élevées. Le développement des techniques de fluidisation dans de nombreux domaines, et notamment dans l'industrie pétrolière, nous a incités à en tenter l'application au problème de la semi-carbonisation.

Une telle étude se développe en deux stades, correspondant à deux échelles différentes; d'abord à l'échelle du laboratoire où on a essayé de bâtir un appareil, avec les seuls moyens du laboratoire, sur lequel on puisse étudier les caractéristiques générales du phénomène, déterminer les constantes qui seront nécessaires à la construction d'un appareil plus gros et évaluer au moins très approximativement le rendement qu'on peut en attendre; à ce stade l'appareil est réduit au strict minimum et il peut être, étant donné ses dimensions, dépourvu de bien des annexes. Le second stade est le stade de l'unité pilote; dans le cas particulier envisagé il s'agit d'une installation capable de 1 t/h qui a été montée à la station de Marienau; l'objectif est cette fois d'obtenir une marche régulière et continue et d'évaluer avec précision le bilan de l'opération afin d'apprécier l'intérêt économique du procédé. Dans ce second stade nous sommes obligés de faire appel à des constructeurs ou à des bureaux d'études car à cette échelle l'installation doit généralement comporter, en dehors de l'appareil que l'on veut expérimenter, une série d'annexes comme les moyens de manutention souvent plus importantes que l'appareil proprement dit.

PRÉPARATION MÉCANIQUE

Dans l'étude de la préparation mécanique du charbon, le rôle du Cerchar est double. Nous cherchons d'abord à perfectionner les appareils de lavage existants et à inventer des procédés de séparation nouveaux; je ne m'arrêterai pas sur cet aspect de nos recherches, non parce qu'elles sont sans importance, bien au contraire, mais parce que cet aspect n'est pas original en tant que méthode de travail; on pourrait redire à son sujet ce qui vient d'être dit à propos du procédé de semi-carbonisation.

L'autre aspect de nos recherches nous paraît plus caractéristique. Il consiste à mettre au point une méthode qui permette, d'une part, d'apprécier d'une manière assez exacte

les performances d'une installation de lavage existante, d'autre part de prévoir les résultats qu'on peut obtenir en appliquant un procédé de lavage donné à un charbon donné.

On n'utilisait auparavant que des moyens de contrôle simples qui ne permettaient que d'apprécier le résultat global de l'opération de lavage, sans pouvoir distinguer dans ce résultat la part revenant au charbon et la part revenant aux caractéristiques de l'appareil de lavage. La méthode mise au point permet, au contraire, de caractériser séparément le charbon traité et l'appareil de lavage par une courbe et par des indices convenables. Sans entrer dans le détail des études qui nous ont permis de l'élaborer, disons seule-

ment qu'elle n'a mis en œuvre aucun procédé physique nouveau, mais qu'elle est basée essentiellement sur une analyse statistique des phénomènes. Cette méthode est maintenant appliquée soit par les exploitations minières elles-mêmes, soit par une équipe spécialisée du Cerchar qui se déplace dans les Bassins; elle a été dotée d'un camion-laboratoire qui lui permet d'effectuer sur place les prélèvements et mesures nécessaires. Elle examine soit des installations neuves dont elle effectue les essais de réception, soit des installations anciennes dont elle analyse le fonctionnement, ce qui l'amène généralement à suggérer des perfectionnements; elle peut également examiner les problèmes nouveaux posés par la rénovation ou l'extension d'un siège et proposer, compte tenu des caractéristiques du charbon, la solution la mieux adaptée à l'objectif qu'on désire atteindre.

Le rôle joué par le Cerchar dans ce domaine est donc, en fait, celui d'un véritable bureau d'études plutôt que d'un organisme de recherches.

Un autre mode d'action du Cerchar, qui s'exerce dans des domaines très variés, est celui qui consiste à acquérir un appareil ou une installation d'un type nouveau et à le mettre à la disposition d'une exploitation; si le fonctionnement s'avère satisfaisant, l'exploitation le rachète et l'intègre dans ses engins de production, sinon les frais d'acquisition demeurent à la charge du Cerchar. Cette

façon d'opérer est appliquée à des objets très divers : gazogènes, fours de semi-carbonisation, foyers, etc... Tantôt il s'agit d'un appareil ou d'un procédé prototype proposé par un constructeur et qui n'a pas encore été expérimenté à l'échelle industrielle, tantôt il s'agit d'un appareil déjà utilisé à l'étranger sur le plan industriel, mais dont on ignore s'il pourra s'adapter aux problèmes particuliers des gisements français. De toute façon, une exploitation hésite à en faire l'expérience pour son compte, et c'est le Cerchar qui assume le risque si le problème peut présenter un intérêt général pour l'ensemble des houillères.

Le rôle du Cerchar ne se borne d'ailleurs pas à assurer un risque financier; en contrepartie de l'aide financière nous désirons pouvoir déterminer aussi largement que possible les caractéristiques de l'appareil ou du procédé, et déterminer son domaine d'emploi, afin de pouvoir renseigner l'ensemble de la profession. Nous ne nous bornons donc pas, comme on le ferait pour une exploitation normale, à mettre en service le plus rapidement possible l'appareil pour l'utiliser à la production; nous nous réservons au contraire, pendant quelques mois, le droit de procéder à une expérimentation au cours de laquelle l'appareil fonctionne dans des conditions aussi variées que possible. Notre rôle technique consiste donc, d'une part, à participer à la mise en route et éventuellement à la mise au point de l'appareil, et d'autre part à procéder aux mesures qui permettront de connaître les performances de l'appareil.

CONCLUSION

Je pense que vous aurez été frappés tout d'abord par la grande diversité des sujets que nous avons à traiter et la diversité des disciplines scientifiques auxquelles ils se rapportent; encore me suis-je bien gardé de les énumérer toutes; mais ce que j'ai voulu surtout mettre en évidence c'est, plus que la diversité des sujets, la diversité des méthodes de recherche employées et la variété dans la nature et le caractère des travaux auxquels nous nous livrons. Ils s'échelonnent entre deux extrêmes :

— L'un de ces extrêmes est constitué par des travaux de science pure tels que ceux que j'ai mentionnés à propos de la silicose,

de l'inflammation du grisou, de la carbonisation; ils appartiennent au domaine de la recherche fondamentale, puisqu'ils ont pour objet l'étude des propriétés de la matière ou la recherche d'un mécanisme chimique, physique ou biologique. Ces travaux sont conduits avec la même méthode, le même appareillage et les mêmes gens que dans un laboratoire d'Université; ils ne s'en distinguent que par le cadre général dans lequel ils sont placés; j'y reviendrai dans un instant.

— L'autre extrême est constitué par ce qu'on peut appeler des essais de plate-forme, qui ont pour objet la détermination des caractéristiques d'usage d'un appareil, que

ce soit un moteur, une chaudière, un gazogène; la travail de recherche s'y réduit à la mise au point de méthodes de mesure et de contrôle.

Entre ces deux extrêmes se place le cas intermédiaire, en fait le plus fréquent, qu'on peut qualifier de recherche technique, dont l'objet est la recherche ou l'amélioration d'appareils ou de procédés de fabrication; il comporte lui-même différents degrés suivant qu'il s'agit de la mise au point par nous-mêmes d'un procédé tout à fait nouveau ou simplement de la critique ou du perfectionnement d'appareils existants.

La part de la recherche fondamentale est très variable selon les sujets; nous avons vu qu'elle représente la plus grosse part de nos recherches sur la silicose, une part importante de celles sur la carbonisation; elle est à peu près nulle, par contre, dans d'autres domaines tels que la combustion. Si elle est faible ou nulle dans certains secteurs, cela ne prouve pas que nous l'estimions superflue; cela tient à ce que nous ne pouvons pas tout

faire, le nombre des sujets de recherches qui nous sont offerts étant très supérieur à ce que nous pouvons entreprendre; il nous faut choisir. Nous n'entreprendons des recherches fondamentales dans un domaine que si nous avons vraiment besoin de connaissances scientifiques nouvelles dans ce domaine; par ailleurs nous nous limitons évidemment aux sujets qui nous sont propres, tels que la structure du charbon, l'inflammation du grisou; c'est en cela que se distingue notre recherche fondamentale de celle des Universités. J'imagine, en effet, que dans une Université le choix des sujets doit être avant tout dicté par les plus ou moins grandes chances de trouver du nouveau et, également, par le type d'appareillage scientifique dont on dispose; ces considérations jouent également dans notre cas, mais elles ne sont pas déterminantes; l'argument essentiel est le besoin que nous avons de résultats nouveaux dans un domaine déterminé; notre recherche fondamentale est donc orientée, elle est orientée par le besoin.

NÉCROLOGIE

JOSEPH PERNOLLET : sa vie; son œuvre (1874-1955)

par M. ANDROUIN,
Membre du Comité des Arts mécaniques.

Joseph Pernollet est né à Paris en 1874. Après de solides études secondaires, il fit ses études d'Ingénieur à l'École Centrale (Promotion 1896) puis son service militaire dans l'artillerie.

Il débute ensuite au Havre, aux Chantiers de la Méditerranée. Puis il travailla quelques années à l'usine fondée par son père, où étaient fabriqués les trieurs Pernollet, lesquels sont encore sur le marché sans avoir eu à subir de modifications importantes, le principe en étant resté sans changement.

En 1906, Joseph Pernollet devint le gendre de M. Ernest Vuillaume, industriel déjà bien connu pour la qualité des fabrications d'articles de boulonnerie. C'est dans cette entreprise que s'est poursuivie toute sa carrière professionnelle.

Il s'attacha, dès le début, à l'amélioration des fabrications, en qualité et en rapidité. En même temps, il dirigea la construction et les aménagements d'une nouvelle usine à Revigny-sur-l'Ornain (Meuse).

L'Industrie nationale. — avril-juin 1956.

En 1914, il fut mobilisé le premier jour et envoyé au Fort du Lomont, près de Belfort; il devint commandant de batterie en Alsace et prit part aux batailles de l'Hartmannswillerkopf.

En décembre 1915, il fut rappelé aux usines Vuillaume pour y diriger et développer les fabrications de Défense Nationale, non seulement à Paris, mais aussi à Revigny; bien que cette usine fût dans la zone des opérations de guerre, elle put être maintenue en pleine activité jusqu'à la fin des hostilités.

Dès la démobilisation, il reprit ses travaux de modernisation des usines de Paris et de Revigny.

En même temps, il s'intéresse à la normalisation et devient membre du comité E de la « Commission Permanente de Standardisation », Comité présidé par M. E. Sauvage. Il étudie alors les travaux antérieurs de la Société d'Encouragement sur les Filetages et tout ce qui s'y rapporte, ainsi que

ceux du Congrès de Zurich poursuivis de 1898 à 1900 sur la création du système international.

Sur ces bases, Joseph Pernollet dressa le projet du fascicule E-1 de la C. P. S., lequel est resté jusqu'à présent sans autres changements que ceux de quelques détails et de la présentation.

Mais l'activité de J. Pernollet dans le domaine de la normalisation ne se limita pas à l'industrie à laquelle il était directement intéressé.

A la suite de la carence de la Commission « Permanente » de Standardisation, il participa à diverses activités, dont le congrès de Zurich de 1925, qui eurent comme conséquences :

La création de l'AFNOR et celle du CNM 1^{re} période (1927-1940), la constitution de l'ISA (1927).

Pendant la période dite des *bureaux de normalisation*, J. Pernollet a été Vice-Président de celui de la mécanique, présidé par M. Mairesse.

L'équipe ainsi constituée prend à tâche de continuer, dans toute la mesure où c'est encore possible, les travaux du CNM; lors de la renaissance de celui-ci, en 1948, la nouvelle équipe trouve un programme de travaux qui lui permet de reprendre ses

activités normales, auxquelles J. Pernollet n'a jamais cessé de s'intéresser.

Pendant toute la durée de la longue maladie qui l'a tenu éloigné du CNM et des réunions de notre Comité des Arts Mécaniques, il s'est maintenu au courant des travaux de ces organismes, intervenant par écrit dans toutes les occasions où cela lui semblait justifié.

Nos publications lui doivent une note sur l'unification des Filetages, parue au bulletin de juin 1923, où il résume l'évolution de la question au sein de la Société d'Encouragement jusqu'à cette date, et fait le point d'une manière telle qu'aujourd'hui il n'y aurait rien à y changer.

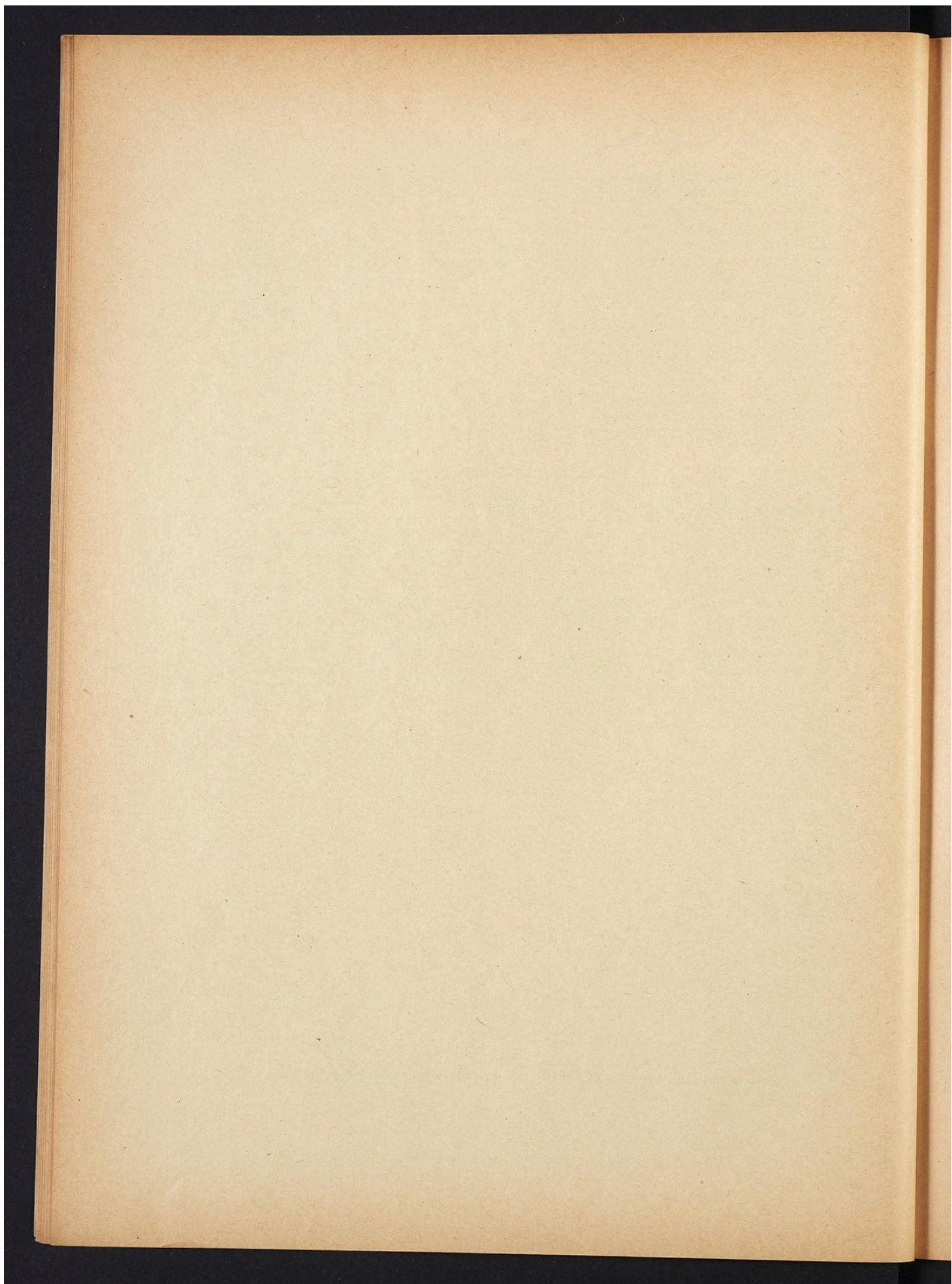
Il est juste et opportun de mentionner ici que Joseph Pernollet était chef d'une nombreuse famille, où trois fils sont devenus, comme lui, des Ingénieurs de l'École Centrale. Fervent chrétien, il avait, depuis de nombreuses années, compris toute l'importance du facteur humain.

D'une droiture inébranlable, il jouissait de l'estime unanime des milieux où il avait des relations : fournisseurs, concurrents, clients, collaborateurs, camarades, collègues, etc., à qui il a laissé un édifiant exemple de haute conscience et d'altruisme.

Le Président de la Société, Directeur Gérant : G. DARRIEUS.

D. P. n° 1080.

Imprimé en France chez BRODARD ET TAUPIN, Imprimeur-Relieur, Coulommiers-Paris. — 9-1956.



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

LES PUBLICATIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
3, Quai Anatole-France (PARIS VII^e)

I. — OUVRAGES

DUMAS.	— Les épreuves sur échantillons (ouvrage relié pellior rouge)	1 000 F
DUVAL.	— English for the Scientist	450 F
DUVAL.	— Power is science	en préparation
DUVAL.	— Wer sucht, der findet	relié 450 F
DUVAL.	— Besser spät als nie	450 F
FORTET R.	— Éléments de calcul des probabilités	1 200 F
FRECHET.	— Formulaire de Mathématiques, Chapitre XII	600 F
FABRY.	— L'ozone atmosphérique	1 200 F
FRANÇON M.	— Le microscope à contraste de phase et le microscope interférentiel	1 000 F
GRIVET.	— La résonance paramagnétique nucléaire (ouvrage relié plein pellior rouge)	2 000 F
COTTON.	— Œuvres Scientifiques (relié pleine toile)	1 400 F
LANGEVIN P.	— Les Œuvres Scientifiques	broché 2 000 F cartonné 2 400 F
PERRIN J.	— Les Œuvres Scientifiques	broché 1 500 F cartonné 1 800 F
PETIAU.	— La théorie des fonctions de BESEL exposée en vue de ses applications à la Physique Mathématique (ouvrage relié plein pellior rouge)	2 500 F
SURUGUE.	— Techniques générales du laboratoire de physique.	
	Tome I	2 400 F
	Tome II. — broché	1 800 F
	cartonné	2 000 F
	Tome III. — broché	2 700 F
	cartonné	3 000 F
VOGEL TH.	— Les fonctions orthogonales dans les problèmes aux limites de la Physique Mathématique	1 200 F

II. — COLLOQUES INTERNATIONAUX

II.	— Hauts polymères	400 F
III.	— Spectres moléculaires	750 F
V.	— Échanges isotopiques et structure moléculaire	700 F
VII.	— Diffusion de la lumière et effet de Raman	1 200 F
XII.	— Topologie algébrique	600 F
XIV.	— Méthodes de calcul dans les problèmes de mécanique	900 F
XV.	— Analyse harmonique	600 F
XVII.	— Polarisation de la matière	1 800 F
XIX.	— Absorption et cinétique hétérogène	2 400 F
XX.	— La combustion du carbone	1 800 F

XXIX.	— Cinquantenaire de la découverte du radium	1 000 F
XXX.	— Réarrangements moléculaires et inversion de Walden	2 000 F
XXXV.	— Action éolienne et phénomènes d'évaporation et d'hydrologie superficielle dans les zones arides	2 500 F
XXXVI.	— Les méthodes formelles en axiomatique. — Logique mathématique	600 F
XXXVII.	— Les machines à calculer modernes et la pensée humaine	2 000 F
XXXVIII.	— Particules fondamentales et noyaux	1 800 F
XXXIX.	— Électrolyse	1 800 F
XL.	— Économétrie	2 200 F
LII.	— Géométrie différentielle	1 000 F
LIII.	— Étude des molécules d'eau dans les solides par les ondes électromagnétiques	1 800 F
LIV.	— Rôle du cortège électronique dans les phénomènes radio-actifs	1 200 F
LVII.	— L'hydroxycarbonylation	1 000 F
LVIII.	— Aspects généraux de la science des macromolécules (relié plein pellior rouge)	900 F
LXII.	— Les méthodes dynamiques en économétrie (relié pleine toile)	

COLLOQUES NATIONAUX

10. — La chimie des hautes températures.

RENSEIGNEMENTS ET VENTE : SERVICE DES PUBLICATIONS DU C. N. R. S.
13, Quai Anatole France, PARIS VII^e, Tél. INV. 45-96 CCP Paris 9061-11.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

Bulletin Signalétique

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE MENSUELLE OU SONT SIGNALÉS PAR DE COURTS EXTRAITS CLASSÉS PAR MATIÈRE
LES TRAVAUX SCIENTIFIQUES TECHNIQUES ET PHILOSOPHIQUES PUBLIÉS DANS LE MONDE ENTIER.

La revue est scindée en trois parties :

PREMIÈRE PARTIE : Mathématiques, astronomie, physique, chimie, sciences de l'Ingénieur, sciences de la Terre.	
Abonnement : FRANCE	6 500 F
ÉTRANGER	7 500 F
DEUXIÈME PARTIE : Sciences biologiques, industries alimentaires, agriculture.	
Abonnement : FRANCE	6 500 F
ÉTRANGER	7 500 F
TROISIÈME PARTIE : Philosophie (paraît trimestriellement).	
Abonnement : FRANCE	2 700 F
ÉTRANGER	3 200 F

Des tirés à part sont mis à la disposition des spécialistes.

Le Centre de Documentation du C. N. R. S., 16 rue Pierre-Curie, fournit, en outre, la reproduction photographique, sur microfilm ou sur papier, des articles signalés dans le « Bulletin Signalétique » ou des articles dont la référence bibliographique précise lui est fournie.

RENSEIGNEMENTS ET VENTE : SERVICE DES PUBLICATIONS DU C. N. R. S.
13, Quai Anatole-France, PARIS VII^e, Tél : INV. 45-95 CCP Paris 9061-11.

COMPAGNIE INDUSTRIELLE
DES PILES ÉLECTRIQUES

C I P E L

Société Anonyme au Capital de 345.000.000 de Francs.

98 ter, Bld Heloise, ARGENTEUIL (S.-&-O.).

Piles " AD "

à grande capacité
pour SIGNALISATION
TÉLÉPHONES
TÉLÉGRAPHES
etc...

Piles " MAZDA "

ÉCLAIRAGE PORTATIF
AMPOULES
BATTERIES
BOITIERS
R A D I O

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS EIFFEL

Constructions métalliques - Ponts et Charpentes

Entreprises Générales

Section Chaudronnerie (LEROUX et GATINOIS)

Chaudières, Réservoirs, Matériel routier

(Épandage, Stockage des Liants)

SIÈGE SOCIAL ET BUREAUX :

23, rue Dumont-d'Urville, PARIS 16^e

USINE :

7, rue du Parc, BLANC-MESNIL.

Compagnie Générale de GÉOPHYSIQUE

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

50, rue Fabert, PARIS (7^e)

Téléphone : INVALIDES 46-24

MAISON BREGUET

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL 465.600.000 FR.
15, avenue d'Eylau - PARIS 16^e - Tél. : POINCARÉ 22-00 à 22-05

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES ET MÉCANIQUES

GROUPES ÉLECTROGÈNES COMPLETS
TURBINES A VAPEUR - RÉDUCTEURS ASISMIQUES
MACHINES ÉLECTRIQUES - APPAREILLAGE
POMPES CENTRIFUGES - CONDENSATION
APPAREILS DE LEVAGE - PROJECTEURS

SOCIÉTÉ LE CARBONE-LORRAINE

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 812.400.000 FRANCS.

SIÈGE SOCIAL : 45, RUE DES ACACIAS, PARIS (XVII^e) TÉL. GAL. 59.62

CHARBONS POUR L'ÉLECTROTECHNIQUE

Anodes, frotteurs, contacts, charbons d'arc et de piles, charbons pour microphones, résistances électriques, etc.

CHARBONS POUR L'INDUSTRIE CHIMIQUE

Échangeurs thermiques en graphite polyblocs, grilles, bacs, tuyauteries pièces diverses.

COUSSINETS AUTOLUBRIFIANTS « CALCAR »

ET TOUTES PIÈCES MÉCANIQUES EN MÉTAUX FRITTÉS
(bronze, laiton, alliages ferreux)

« CARBORAM » (CARBURES MÉTALLIQUES DURS)

POUR L'USINAGE DES MÉTAUX
outils pour machines-outils, filières et matrices, outils de mines
pièces d'usure diverses.

Société Générale d'Entreprises

Société Anonyme au Capital de 1.808.000.000 de francs

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

Registre du Commerce Seine 54 B 4990

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

CONSTRUCTION ET ÉQUIPEMENT D'USINES HYDROÉLECTRIQUES
ET DE CENTRALES THÉRMIQUES

USINES, ATELIERS ET BATIMENTS INDUSTRIELS

RÉSEAUX DE TRANSPORT D'ÉNERGIE A HAUTE TENSION

ÉLECTRIFICATION DE CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS - ÉLECTROBUS

RÉSEAUX D'ÉLECTRIFICATION RURALE

CITÉS OUVRIÈRES - ÉDIFICES PUBLICS ET PARTICULIERS

TRAVAUX MARITIMES ET FLUVIAUX

ASSAINISSEMENT DES VILLES - ADDUCTIONS D'EAU

AÉROPORTS - OUVRAGES D'ART

ROUTES - CHEMINS DE FER - TRAMWAYS

E N T R E P R I S E S

BOUSSIRON

10, Boulevard des Batignolles, PARIS-17^e.

ALGER - CASABLANCA - TUNIS

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

BÉTON ARMÉ

TRAVAUX PUBLICS

CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

Compagnie Française de Raffinage

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 8.400.000.000 DE FRS.

R. C. Seine n° 54 B 3492

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

RAFFINERIE DE NORMANDIE

à **GONFREVILLE-L'ORCHER (Seine-Maritime)**

RAFFINERIE DE PROVENCE

à **MARTIGUES (Bouches-du-Rhône)**

**Société
des Aciéries de**

POMPEY

61, rue de Monceau, PARIS (8^e) — Tél. : LAB. 97-10 (10 lignes)

USINES : { POMPEY et DIEULOURD (M.-et-M.)
MANOIR (EURE) — LORETTE (LOIRE)
CORMELLES-LE-ROYAL (CALVADOS)

ACIERS THOMAS, MARTIN et ÉLECTRIQUE

ACIERS FINS AU CARBONE et ACIERS ALLIES

ACIERS RÉSISTANT A LA CORROSION (acide et saline)

ACIERS MOULÉS A HAUTE TENEUR EN ÉLÉMENTS NOBLES

ACIERS FORGÉS (brides, pièces de robinetterie, pièces diverses)

ACIERS ÉTIRÉS et COMPRIMÉS

FONTES HÉMATITES — SPIEGEL — FERRO-MANGANÈSE

Tous Aciers de Construction et d'Outillage

APPAREILS DE LABORATOIRE
ET MACHINES INDUSTRIELLES

P. CHEVENARD

- pour l'analyse dilatométrique et thermomagnétique des matériaux;
- 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) et de rupture;
 - Essais de torsion alternée;
 - 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.

A. D. A. M. E. L.
4-6, Passage Louis-Philippe
PARIS (11^e)

L'AIR LIQUIDE

SOCIÉTÉ ANONYME

Téléph. : INV. 44-30 75, Quai d'Orsay - PARIS (7^e) Télégr. : AIRLIQUID-PARIS

Ses DIVISIONS & FILIALES exploitent 175 usines DANS LE MONDE

O X Y G È N E
A I R - A Z O T E

COMPRIMÉS ET LIQUIDES



ARGON

GAZ RARES EXTRAITS DE L'AIR



A C É T Y L È N E D I S S O U S

INSTALLATIONS de PRODUCTION
DES GAZ CI-CONTRE
ET DE SÉPARATION DE TOUS
MÉLANGES GAZEUX PAR LIQUÉFACTION



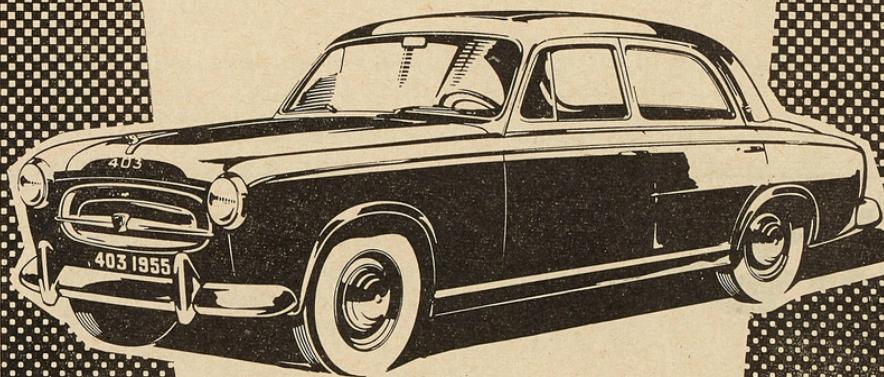
RÉCIPIENTS POUR LE
TRANSPORT ET L'UTILISATION
D'OXYGÈNE ET D'AZOTE LIQUIDES



MATÉRIEL
POUR
Soudage, Trempe, Oxycoupage, etc...

Consultez son « SERVICE APPLICATIONS » pour tous travaux de
Soudage, Oxycoupage, Décapage, Décripage, Trempe superficielle au chalumeau
Emmanchement par contraction, Soudage en atmosphère d'Argon, Découpage à
la poudre, etc..., etc...

Dès son apparition
la **403**
remporte
un succès éclatant.



*Vous pouvez demander
un essai dès maintenant
au Concessionnaire*

Peugeot

SOCIETE CHIMIQUE de la GRANDE PAROISSE

AZOTE ET PRODUITS CHIMIQUES

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.399.700.000 FRANCS

SIEGE SOCIAL : 8, rue Cognacq-Jay - PARIS (VII^e) ◆ Tél. : INV. 44-30 à 44-38

R. C. Seine 55 B 12665 Adr. Télégr. : GRANPARG-PARIS R. P. CA Ouest n° 102

INSTALLATIONS D'USINES :

SYNTHÈSE DE L'AMMONIAQUE (Procédé Georges Claude) ENGRAIS AZOTÉS | HYDROGÈNE et GAZ de VILLE par CRACKING et CONVERSION des Hydrocarbures

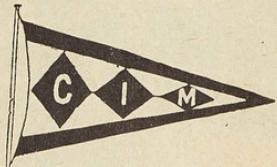
SYNTHÈSE DE L'ALCOOL MÉTHYLIQUE RECUIT BRILLANT (Licence I. C. I.)

DISTILLATION A BASSE TEMPERATURE (des schistes, lignites, etc.) CRISTALLISATION DES SELS (Licence Krystal)

PRODUITS FABRIQUÉS :

AMMONIAC ANHYDRE :—: ALCALI A TOUS DEGRÉS :—: ENGRAIS AZOTÉS

USINES OU ATELIERS: GRAND-QUEVILLY (Seine-Maritime) - WAZIERS (Nord) - FRAIS-MARAIS (Nord)-PARIS, 25 rue Vicq-d'Azir - AUBERVILLIERS (Seine), 65, rue du Landy



La C. I. M. assure au Havre le trafic des hydrocarbures à destination des Raffineries de la Basse-Seine et des Dépôts de la Région Parisienne.

Au Havre : Bassins accessibles aux plus grands navires pétroliers et capacité de stockage de 310.000 m³

A Gennevilliers : Dépôt spécialisé de 41.200 m³

COMPAGNIE INDUSTRIELLE MARITIME

Concessionnaire du Port Autonome du Havre

36, rue de Liège

PARIS (VII^e)

EUROpe 44-30

PROGIL

Société Anonyme au Capital de 2.000.000.000 de Francs
79, Rue de MIROMESNIL, PARIS 8^e. Tél. Laborde 91-60

PRODUITS CHIMIQUES

CHLORE ET DÉRIVÉS - SOUDE - SOLVANTS CHLORÉS, HYDROGÉNÉS ET DESHYDROGÉNÉS - HUILES DIÉLECTRIQUES "PYRALÈNES" - SULFURE DE CARBONE - PHOSPHATES DE SOUDE MONO, DI ET TRISODIQUE - PYRO ET POLYPHOSPHATES - SILICATES DE SOUDE ET DE POTASSE - MÉTASILICATE-PARADICHLOROBENZENE - OXYDE D'ÉTAIN - CHLORURES D'ÉTAIN ET DE ZINC - ACÉTATE DE PLUMB - ACIDES OXALIQUE ET FORMIQUE - FLUIDES DE CHAUFFAGE "GILOTHERM".

CRYPTOGILS ET XYLOPHÈNES POUR LA PROTECTION DES BOIS

LUTTE CONTRE L'ÉCHAUFFURE, LES PIQURES D'INSECTES, LA MERULE
ET LE BLEUISSEMENT DES RÉSINEUX

SPÉCIALITÉS POUR TEXTILE ET TANNERIE

ADJUVANTS POUR TEINTURE, IMPRESSION ET BLANCHIMENT - SPÉCIALITÉS "GILTEX"
TANINS VÉGÉTAUX ET SYNTHÉTIQUES - HÉMATINES - TITANOR - "CRYPTOTAN"

PAPETERIE

CELLULOSE DE CHATAIGNIER BLANCHIE - PAPIERS D'IMPRESSION ET D'ÉCRITURE

*Ingénieurs spécialisés et Laboratoires à la disposition de toutes industries.
Notices sur demande adressée à PROGIL, 79, rue de Miromesnil, PARIS 8^e*

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 : EUROPE 31-00
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : TROCHIM-PARIS

LES FILTRES DURIEUX



PAPIER A FILTRER

En disques, en filtres plissés, en feuilles 52×52

SPÉCIALITÉS :

FILTRES SANS CENDRES

N° 111, 112 et Crêpé N° 113 extra-rapide

Filtres Durcis n° 128 & Durcis sans cendres n° 114

Cartouches pour extracteurs de tous systèmes

PAPIER " CRÊPÉ DURIEUX "

Toutes Dimensions, pour Filtres-Presses. (Envoi d'échantillons sur demande)

Registre du Comm. de la Seine N° 722.521-2-3 Téléphone : ARCHives 03-51

MÉDAILLE D'OR de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (Juillet 1918)

18, rue Pavée, PARIS (4^e)

Demandez le Catalogue donnant toutes les explications sur les emplois de mes différentes sortes



ETABLISSEMENTS
KUHLMANN

SOCIÉTÉ ANONYME au CAPITAL de 6.100.000.000 de FRS
Siège Social : 11, rue de la Baume, PARIS (8^e)

★

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 PHOSPHORE - 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

COMPAGNIE FRANÇAISE THOMSON-HOUSTON

Société Anonyme au Capital de 4.975.200.000 Francs

SIEGE SOCIAL : 173, BOULEVARD HAUSSMANN, PARIS-VIII^e

R. C. Scine 34 B 8975

TÉLÉPHONE : ÉLYSÉES 83-70

Télégr. Elihu 42 Paris

RADIODIFFUSION

RADIOCOMMUNICATIONS - TÉLÉVISION

HAUTE FRÉQUENCE INDUSTRIELLE

TOUTES LES APPLICATIONS DU RADAR
ET DES HYPERFRÉQUENCES

TUBES ÉLECTRONIQUES - SEMI-CONDUCTEURS

TUBES HYPERFRÉQUENCES

RÉCEPTEURS DE T.S.F. ET DE TÉLÉVISION,

ÉLECTROPHONES, DISQUES

" DUCRETET-THOMSON "

CHAUFFAGE ET CUISINE DOMESTIQUES

APPAREILS MÉNAGERS

RASOIRS ÉLECTRIQUES

APPAREILLAGE - TUBES ISOLATEURS

RÉFRIGÉRATEURS ÉLECTRIQUES



TOUTES VARIÉTÉS DE CÂBLES ET FILS ÉLECTRIQUES
CUIVRE, ALUMINIUM, ALMELIC EN FILS, CÂBLES, MÉPLATS
FILS ET MÉPLATS ÉMAILLÉS - FILS GUIPÉS POUR BOBINAGE
CÂBLES SPÉCIAUX INCOMBUSTIBLES - CÂBLES COAXIAUX