

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.)
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	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)
	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	1949, n° 4 bis
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1949

Collation	1 vol. (p. [149]-[180] : ill. ; 27 cm
Nombre de vues	52
Cote	INDNAT (5)
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.5

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

1949

N° 4^{bis}

NUMÉRO CONSACRÉ
AUX DÉVELOPPEMENTS DU SYSTÈME MÉTRIQUE

L'INDUSTRIE NATIONALE

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

publiés sous la direction de

M. Louis PINEAU, président,

avec le concours de la Commission des Publications
et du Secrétariat de la Société

NUMÉRO CONSACRÉ AUX DÉVELOPPEMENTS DU SYSTÈME MÉTRIQUE

SOMMAIRE

ACTUALITÉ DU SYSTÈME MÉTRIQUE, par M. A. PÉRARD	149
PROPOS DE NORMALISATEURS, par M. P. NICOLAU	158
LES UNITÉS DE LA MÉCANIQUE ET DE L'ÉLECTRICITÉ, par M. L. DARRIEUS .	163

★

ANNEXES

Comptes rendus des séances de la Neuvième Conférence générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en 1948	177
Les récents progrès du système métrique, par M. A. PÉRARD	177
Index des Noms d'Auteurs	179
Table des Matières	180

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

Publication trimestrielle

C^{ie} DE FIVES-LILLE

7, Rue Montalivet PARIS (8^e)

Téléphone : ANJOU 22-01

Reg. Com. 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

GP
1856

468

4. — A.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

HAUTE & BASSE TENSION

POUR RÉSEAUX ET POSTES

ET POUR INSTALLATIONS INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

GARDY

Tél. : JASmin 48-80

32, Rue Chardon-Lagache
PARIS (16°)

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°)

Téléphone : INVALIDES 46-24

SAINT-GOBAIN

PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS

Tous acides minéraux - Produits sodiques - Produits chlorés
GELS DE SILICE - SULTRILANES, etc...

PRODUITS CHIMIQUES AGRICOLES

Superphosphates - Engrais composés - Engrais azotés
Insecticides - Anticryptogamiques, etc...

Département des Produits Chimiques Minéraux et Agricoles
16, avenue Matignon, PARIS (8^e) (BAL 56-10)



H.G.D.

HUILES, GOUDRONS & DÉRIVÉS

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

S. A. au Capital de 456.000.000 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 (tous types)
NAPHTALINE brute et pure
ANTHRACÈNE brut et pur
PHÉNOLS et Crésols purs
MÉTACRÉSOL
PARACRÉSOL
FORMOL
MÉTHYLCYCLOHEXANOL

CYCLOHEXANOL
HEXAETHYLÉNÉTÉTRAMINE
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 (oleo-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

29, rue de Berri
• PARIS (VIII^e) •

Tél. : BALzac 16.50

— (8 lignes) —



CITERNA

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

PÉTROLES

SOLYDIT

SOCIÉTÉ ANONYME · AU CAPITAL DE 27 MILLIONS

SIÈGE SOCIAL

31, Rue Paul-Chenavard, **LYON (Rhône)**

SERVICES

COMMERCIAUX

PARIS, 154, B^d Haussmann (8^e). Tél. : Carnot 04-93.

LYON, 40, Quai Gailleton. Tél. : 1232 - F 5713.

DECIZE (Nièvre). Tél. : 51.

BORDEAUX, 47, Rue Sainte-Catherine. Tél. : 871-98.

MARSEILLE, 58, Rue Grignan. Tél. : Dragon 35-05.

COMPAGNIE FRANÇAISE DES MÉTAUX

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.119.375.000 Francs

Siège social : **7, rue du Cirque, PARIS (8^e)**

CUIVRE, LAITON, BRONZE, CUPRONICKEL, MAILLECHORT
ALUMINIUM, ALLIAGES LÉGERS, MAGNÉSIUM, PLOMB,
ÉTAIN en planches, disques, barres, fils, profilés, tubes

TUBES SANS SOUDURE en ACIER, CAPSULES pour
SURBOUCHAGE, PIÈCES MOULÉES en ALLIAGES LÉGERS

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES CONSTRUCTIONS

BABCOCK & WILCOX

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 129.600.000 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-SOUDE-EXTRAIT DE JAVEL - CHLORURE DE CHAUX-HYDROGÈNE

SOLVANTS CHLORÉS : MONOCHLOROBENZÈNE - ORTHODICHLOROBENZÈNE - DICHLORÉTHANE - TRICHLORÉTHANE

SOLVANTS HYDROGÉNÉS ET DESHYDROGÉNÉS : TÉTRAHYDRONAPHTALÈNE - DÉCAHYDRONAPHTALÈNE - CYCLOHEXANOL - MÉTHYL-CYCLOHEXANOL - DIMÉTHYLCYCLOHEXANOL - ISOPROPANOL - CYCLO-HEXANONE - MÉTHYLCYCLOHEXANONE

SOLVANTS SPÉCIAUX : TÉRÉGIL - SOLVANT O. M.

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 LAITIER ET DES MÉTAUX - PARADICHLOROBENZÈNE - TÉTRACHLORONAPHTALÈNE - PLASTIFIANTS PHENOCLORS - CIRES CHLORÉES - CIRES ET BRAIS CHLORÉS IGNIFUGES - DIELECTIQUES "PYRALÈNES"

SELS MÉTALLIQUES : OXYDE D'ÉTAIN - BICHLORURE D'ÉTAIN - PROTOCHLORURE 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 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 - EMOGIL - 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 TANNERIE ET MÉGISSERIE - TITANOR - QUINONE - SOLVANTS POUR DÉGRAISSAGE ET PIGMENTATION - CRYPTOTAN (ANTISEPTIQUE - FONGICIDE)

CELLULOSE - PAPETERIE

CELLULOSE DE CHATAIGNIER BLANCHIE - PROCÉDÉ POUR BLANCHIMENT 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.

SOCIÉTÉ ANONYME DES
**MATIÈRES COLORANTES
ET PRODUITS CHIMIQUES**
DE SAINT-DENIS

Capital : 104.998.275 francs

Usines : Saint-Denis et Bordeaux

Siège social : 69, rue de Miromesnil, **PARIS** (8^e)

PRODUITS CHIMIQUES ORGANIQUES

Aniline et Dérivés - Diphénylamine - Centralite

**PRODUITS SPÉCIAUX POUR L'INDUSTRIE
DU CAOUTCHOUC ET DU LATEX**

Accélérateurs - Antioxygènes - Plastifiants - Carbon-Black

INSECTICIDES et FONGICIDES de SYNTHÈSE

HEXACHLOROBENZÈNE — CHLORDANE

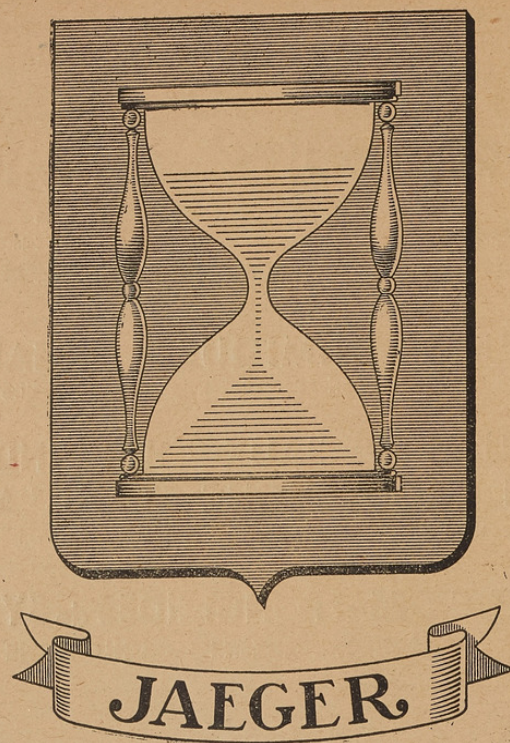
SOCIÉTÉ D'ÉLECTRO-CHIMIE
D'ÉLECTRO-MÉTALLURGIE
ET DES
ACIÉRIES ÉLECTRIQUES D'UGINE

**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



HORLOGERIE
ET
INSTRUMENTS
DE PRÉCISION

4 USINES
2 MILLE
EMPLOYÉS
PARIS ET
LEVALLOIS

ACTUALITÉ DU SYSTÈME MÉTRIQUE ⁽¹⁾

par M. Albert PÉRARD,

*Membre de l'Institut,
Directeur du Bureau international des Poids et Mesures,
Vice-Président de la Société d'Encouragement.*

Mes chers Collègues,

Vous avez eu connaissance du vœu très important et fortement motivé que notre Société d'Encouragement a émis il y a quelques mois en faveur du Système Métrique, s'adressant à toutes les autorités compétentes, aux administrations, organes de normalisation, aux groupements professionnels et industriels, pour les inciter à une stricte application des lois et règlements concernant l'usage des unités de mesure de ce Système.

C'est à ce moment que notre Président a eu l'idée de demander à quelques-uns de nos collègues et à moi-même d'appuyer ce vœu par des exposés appropriés.

Quoique je me déclare toujours prêt à m'employer de toutes mes forces en faveur du développement du Système Métrique, vous avouerai-je que je me suis tout d'abord trouvé un peu embarrassé, parce qu'il me semblait à première vue que tout avait été dit et écrit à son sujet par tant d'autres et un peu par moi-même, qui ai sous presse, en ce moment, un ouvrage intitulé : « Les Récents Progrès du Système Métrique », Rapport présenté, en octobre dernier, à la Conférence Générale des Poids et Mesures, dont la première mission, d'après la Convention du Mètre, est de « discuter et de provoquer les mesures nécessaires pour la propagation et le perfectionnement du Système Métrique ».

Aussi bien, ce n'est pas vraiment une conférence que je vais faire; c'est plutôt comme une conversation à bâtons rompus que je voudrais avoir avec vous, pour répondre de toutes les manières à cette question très ancienne, mais qui devient d'une actualité de plus en plus brûlante au fur et à mesure que le Système Métrique achève

d'étendre géographiquement et techniquement son domaine d'application :

Pourquoi le Système Métrique plutôt qu'un autre? Si rien n'existait, ni Système Métrique, ni systèmes anglo-saxons, que prendrions-nous? D'accord pour un système de mesure universel; mais si l'on ne veut pas des systèmes anglo-saxons, est-ce bien le Système Métrique qu'il faut adopter? Depuis plus d'un siècle et demi qu'il a été créé, n'a-t-il pas vieilli, n'y aurait-il pas quelque chose de plus moderne à lui préférer?

En 1793, on s'est bien gardé de prendre l'un des systèmes existants; on est allé chercher le Système Métrique, qui n'avait rien de commun avec aucun. Pourquoi ne recommencerait-on pas en prenant un système qui n'appartienne à personne?

Telles sont les questions que l'on peut se poser et que l'on nous pose en effet. Je vais tâcher d'y répondre.

D'abord, les conditions ne sont pas du tout les mêmes qu'avant la naissance du Système Métrique. Alors, il y avait une diversité générale, non seulement autant de systèmes que de pays, mais beaucoup de systèmes différents dans chaque pays et à peu près les mêmes défauts partout. Aujourd'hui, les trois quarts du globe ont le Système Métrique, un quart seulement les systèmes anglo-saxons. Et puis, on ne peut changer indéfiniment; on l'a fait une fois, cela suffit; et nos amis Anglais ont été déjà appelés à prendre part à l'élaboration du nouveau système que l'on voulait bâtir. Après que Talleyrand, l'évêque d'Autun, eût voulu écrire au Parlement d'Angleterre pour l'engager à concourir avec la France à la fixation de la base des nouvelles mesures, le rapporteur du Comité d'Agriculture et Commerce, M. de Bonnay, écrivait, le

(1) Conférence faite le 17 mars 1949 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

8 mai 1790 : « L'Angleterre est prête à se joindre à nous pour exécuter cette uniformité. Quand ces deux nations, qui n'ont de rivaux qu'elles-mêmes, l'auront adopté, toute l'Europe ne manquera pas de l'adopter aussi » ; et l'Assemblée Nationale décide que l'Angleterre sera priée de concourir avec la France à la fixation de l'unité naturelle de mesure et de poids.

L'on ne prit pas alors, comme unité de longueur, la toise ou la lieue ou l'aune de Paris ou l'un des pieds : pied de Roi, pied de ville, pied de terre, ni pied de vitrier (beaucoup plus court que les autres) ; mais bien une unité indépendante que l'on crut trouver d'abord dans la longueur du pendule battant la seconde — car on n'avait pas encore de notion bien précise sur la variation de cette longueur suivant les points de la terre — pour se rabattre ensuite sur une fraction déterminée $1/40.10^6$ de la longueur du méridien terrestre. Et l'on sait qu'en 1875, cette fraction de méridien a été remplacée par la distance des axes de deux traits sur une barre de platine iridié.

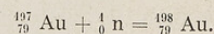
On a donc, une fois pour toutes, abandonné tous les systèmes nationaux pour choisir un système international, qui fut le Système Métrique. Il ne faudrait recommencer que si vraiment on avait quelque chose de beaucoup mieux à offrir. Voyons un peu :

L'étalon de longueur. — Pour les longueurs, que pourrait-on imaginer ? La longueur du pendule battant la seconde ? Nous venons de voir qu'elle a déjà été rejetée, et d'ailleurs elle fait intervenir la seconde de temps, dont nous aurons à reparler un peu plus loin.

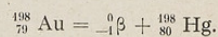
Revenir à une fraction convenue exacte du méridien ? Mais la longueur du méridien dépend de l'ellipsoïde sur lequel elle est comptée. Sur l'ellipsoïde international actuel de Hayford le mètre actuel serait de 0,2288 mm trop petit, mais rien ne permet d'affirmer qu'un autre ellipsoïde encore ne sera pas, dans l'avenir, préféré à celui-là, ni que la longueur des méridiens soit uniforme ou même constante.

On parle beaucoup d'une longueur d'onde lumineuse ? C'est une idée très ancienne qui a déjà fait couler beaucoup d'encre, et il faudrait des pages pour énumérer toutes les critiques qui lui avaient été adressées jusqu'à ces temps derniers et dont les principales

ont trait surtout au fait que les différentes raies que l'on pouvait proposer étaient dissymétriques ou complexes, ce qui provoquait avec la différence de marche, c'est-à-dire avec la longueur à mesurer, une variation apparente de la longueur d'onde, dont il était impossible de s'affranchir. Mais la cause la plus grave de cette complexité, du moins pour certains corps (à nombre de masse et charge nucléaire pairs), résidait, semble-t-il, uniquement dans la multiplicité des isotopes présents ensemble. Or, d'une part, en Amérique, on vient de créer un isotope 198 du mercure ; on l'a obtenu en bombardant de l'or qui, comme on sait, est monobare 197, par des neutrons émanant d'abord de cyclotrons, puis d'une pile atomique suivant la réaction nucléaire :



Avec un nombre de charge 79, c'est encore de l'or ; mais cet or est instable ; il émet un rayonnement β



On a donc ainsi un mercure en quantité relativement considérable de plusieurs dizaines de milligramme, on en a fait des lampes et l'on a effectivement obtenu des raies qui sont celles du mercure, mais avec une constance, qui paraît vraiment extraordinaire, de la longueur d'onde à différence de marche variable, du moins d'après les premiers résultats obtenus. Des expériences sont actuellement en cours dans différents laboratoires, et en particulier au Bureau International des Poids et Mesures, pour étudier les raies de ce corps merveilleux.

En Allemagne, d'autre part, on a pu, par diffusion, épurer à 99,9 p. 100 l'un ou l'autre des isotopes 84 ou 86 du krypton ; et par rapport au mercure le krypton compenserait la faible valeur de sa masse atomique par la possibilité d'un refroidissement à très basse température lui permettant d'émettre des raies plus fines encore, d'après la formule qui montre que la largeur des raies spectrales émises par un corps de masse atomique A à la température absolue T est proportionnelle à $\sqrt{\frac{T}{A}}$. Le mercure, pour avoir une pression de vapeur suffisante doit être à une tempé-

rature de l'ordre de 20° C ou 293° K et l'on a

$$\sqrt{\frac{T}{A}} \approx \frac{293}{198}.$$

Pour le krypton dans l'azote liquide le rapport est $\sqrt{\frac{77}{84}}$ à 77°K (soit — 196°C).

Pour faire un choix, dans lequel entreraient aussi d'autres conditions, comme la luminosité, la commodité de production, il faut attendre les expériences, qui sont d'ailleurs en cours.

A ce moment-là, il est à prévoir que l'étalon matériel dont on aura besoin ne sera plus un étalon à traits. Quand j'ai commencé ma carrière de métrologue, mes maîtres ne tarissaient pas d'éloges sur les longueurs à traits, avec un sourire dédaigneux pour les longueurs à bouts d'autrefois, qui avaient l'inconvénient d'une déformation inévitable sous l'effort nécessaire des palpeurs et d'une usure causée par les contacts répétés, sans compter la mauvaise précision des instruments à leviers d'alors. Aujourd'hui, par un retournement fréquent de la technique, avec les interférences lumineuses, il n'est plus question de contact, d'usure, ni de déformation, et, étant donnée la très grande perfection avec laquelle l'industrie est capable d'exécuter des surfaces optiquement planes, la faveur revient aux longueurs à bouts.

Quoi qu'il en soit, mercure monobare ou krypton monobare, il y a peut-être là l'étalon de longueur de l'avenir, quand les expériences en cours auront confirmé les qualités que la théorie suppose.

Mais je dis bien *étalon* de longueur; car changement de l'étalon n'implique nullement changement de l'unité; personne, parmi les plus fervents partisans d'une longueur d'onde comme étalon de longueur, ne propose de prendre comme unité un multiple rond de la longueur d'onde qui serait choisie.

L'étalon de masse. — Pour les masses. Proposerait-on de prendre effectivement et exactement la masse du décimètre cube d'eau sans autre représentation? Mais nous savons fort bien que cette masse est si difficile à déterminer que l'on a mis un siècle à connaître le sens même de l'écart que le bloc du kilogramme international présentait par rapport à la définition originale; l'on se proposerait alors de faire disparaître cet

écart de 28 mg; mais il est certain qu'une nouvelle détermination de cette constante (que personne d'ailleurs ne s'offre à travailler de nouveau) donnerait un nombre au moins un peu différent. Une telle définition serait bien loin d'avoir la précision indispensable aux pesées, qui est de l'ordre de 2 centièmes de milligramme pour 1 kilogramme, soit 2 centièmes de millionième. Et l'on peut dire, une fois de plus, que cet écart, ces 28 millionièmes, ne gênent personne, n'ont à être connus par personne, sauf par les rares métrologistes qui en tiennent compte; car, pour être affectées par l'écart, il faudrait des expériences d'une précision telle qu'elles constitueraient en fait cette fameuse mesure de la masse volumique de l'eau, si longue et si difficile à mener à bien.

D'ailleurs, il existe une unité de volume qui est exactement et par définition le volume d'une masse d'eau de 1 kilogramme à son maximum de densité, c'est le litre. Il y a ainsi une différence de 28 millionièmes entre le litre et le décimètre cube. Je sais que cette différence chagrine certains, qui voudraient l'abolir et identifier le litre au décimètre cube. Admettons qu'on le fasse; il faudrait alors trouver un autre nom à proposer aux métrologistes, qui en ont besoin pour exprimer commodément le volume d'une masse donnée d'eau; sans quoi on aboutirait tout simplement à cette bizarrerie qu'il y aurait deux noms pour définir le décimètre cube (décimètre cube et litre), et aucun nom pour définir le volume d'une masse d'eau déterminée.

Pour en terminer avec les masses, disons que l'on pourrait avoir l'idée de rechercher un étalon (et non une unité) de masse naturel pour remplacer le bloc de platine iridié, comme une longueur d'onde va peut-être remplacer le Mètre en ce même alliage; c'est assez difficile à trouver; on pourrait songer à la masse au repos de l'une des particules élémentaires; mais tout le monde sent bien que, pour l'instant du moins, la précision de la définition par un tel étalon serait trop faible à quelque chose comme un millième (précision de l'ordre du cent-millième seulement au lieu du cent-millionième qu'il faudrait).

L'étalon de temps. — Je ne sais si je dois parler de la seconde de temps, qui ne fait pas partie formellement du Système Métri-

que, mais qui serait cependant incluse dans les systèmes d'unités du type M. K. S., que l'on est en train de construire internationalement. J'y reviendrai quand nous parlerons de la question décimale. Pour l'instant, je transmets seulement les desiderata des savants astronomes, d'après lesquels le jour solaire moyen, dont la seconde est par définition la $1/86\,400$ partie, aurait besoin d'être conventionnellement mieux défini par la fixation de l'époque à laquelle il se rapporte, ce jour solaire tendant à augmenter avec les siècles, et l'on voudrait fixer la seconde d'après le jour solaire moyen de l'année 1900. Il en résulterait simplement que nos arrière-petits-neveux auraient à se préoccuper d'un léger écart qui, progressivement, dans un certain nombre de siècles, se produirait entre le jour solaire réel de leur époque et $86\,400$ secondes du temps moyen de 1900. Espérons que cet écart ne les gênera pas plus que ne nous gêne aujourd'hui l'écart du kilogramme avec sa définition originale.

A moins que, comme certains le voudraient déjà, l'on ne base l'unité de temps sur la vitesse de la lumière et sur l'étalon de longueur d'après l'égalité :

$$\lambda = v t,$$

λ étant la longueur d'onde qui sera peut-être un jour choisie comme étalon et v la vitesse de la lumière. On voit que l'on pourrait déduire de cette formule un certain étalon de temps, qui aurait la prétention, probablement justifiée, de rester immuable avec les siècles.

Un autre étalon de temps, qui a déjà donné lieu à une réalisation pratique, c'est la fréquence d'une raie d'absorption de l'ammoniaque qui, dans une cavité résonante, sert de régulateur à une horloge à quartz.

On se demande si de tels étalons, sans doute parfaitement stables dans le temps lui-même, comporteraient jamais la précision désormais requise de l'ordre du dix-millionième.

La numération décimale. — Quant aux multiples et aux sous-multiples des unités qui complèteraient le nouveau système à constituer, ils devraient évidemment correspondre au système de la numération.

Pour le système de numération, si nous avons encore le choix, ne serait-il pas préférable, au lieu de la numération décimale, de prendre une numération à base 8 ou 2^3 , qui donnerait satisfaction à notre prédilection instinctive pour la division binaire? ou mieux encore une numération à base 12, qui admet comme diviseurs 2, 3, 4 et 6, alors que 10 n'admet que 2 et 5. Qui ne voit l'avantage immense pour la commodité des partages et des opérations courantes de l'homme de la rue, sans compter la concordance avec les heures du jour (1) et la simplicité d'expression du sinus $4/12$ et cosinus $8/12$ de l'angle droit.

Mais changer la numération, qui est décimale vraisemblablement parce que nous avons 10 doigts, et que les 10 doigts ne manquent pas de servir à tous ceux, enfants et peuples jeunes, qui commencent à compter, est-ce bien raisonnable? D'après Befahy, chez les Romains, dont les calculs étaient extrêmement compliqués, la base de numération était à la fois 2 et 5, ce qui lui conférait un certain caractère décimal; d'après Thuraud-Dangin, chez les Égyptiens, la base était déjà décimale, et chez les Babyloniens, tout en étant sexagésimale, elle avait aussi le nombre 10 comme base auxiliaire, la base sexagésimale, provenant, pense-t-on, des 6 longueurs du rayon contenues dans le périmètre de l'hexagone régulier inscrit. Ce qui est incontestable, c'est que la numération décimale est l'une de ces rares choses acceptées d'emblée et sans aucune entente préalable dans le monde entier, et ceux qui, encore maintenant, vantant avec raison les avantages du système duodécimal, que personne ne conteste, vont jusqu'à proposer son adoption, n'ont certainement pas envisagé à quelles destructions effroyables d'ouvrages, de documents numériques, résultat du travail humain accumulé depuis des siècles, ce changement aboutirait d'un seul coup, et à quel prix il faudrait les reconstituer dans le nouveau système.

Ici, j'ouvre une petite parenthèse, bien banale, je m'en excuse, en faveur de la dizaine, et je m'adresse au grand commerce qui pourrait se trouver dans cet auditoire : Puisque nous sommes bien obligés de conserver la numération décimale, pourquoi, dans le commerce de détail, ne pas faire les

(1) La division duodécimale viendrait, dit-on, des douze phalanges comptées par le pouce sur les quatre autres doigts de la main.

ventes à la dizaine plutôt qu'à la douzaine. Le moment paraîtrait assez favorable pour inaugurer cet usage; car, à l'heure actuelle, on ne vend plus beaucoup de choses à la douzaine. Qui serait assez fortuné pour acheter à la douzaine des draps de lit, ou seulement des œufs. La vente à la dizaine permettrait aussitôt de connaître la réduction de prix consentie sur le prix unitaire; et, pour des quantités plus importantes, le nombre d'unités dans N dizaines est immédiat, tandis que celui contenu dans N douzaines, dès que l'on dépasse 5 ou 6, ne l'est certainement pas autant. Je ne parle pas, naturellement, des douzaines de treize, qui étaient parfois pratiquées aux temps heureux de l'acheteur.

La pratique exigeant des unités qui soient à la dimension des grandeurs à mesurer, ces unités secondaires dans le Système Métrique vont en progression géométrique de raison 10, dans les deux sens; et se désignent par les préfixes bien connus : déci, centi, milli, déca, hecto, kilo. Aux deux exceptions : unités de surface et unités de volume, qui vont respectivement par 10^2 ou 10^3 , sont juxtaposées, pour la commodité publique, deux unités semblables allant de 10 en 10 : l'are (décamètre carré) et le litre (décimètre cube).

De même, à la division de l'angle droit en 90° , s'est ajoutée la division en 100 grades avec le décigrade, le centigrade... qui, outre la décimalisation complète des calculs, offre le double avantage de mettre en évidence les directions à angle droit, les directions opposées, etc., et de laisser saisir aussitôt la valeur des grands angles, particulièrement de ceux qui sont supérieurs à la circonférence : qui comprend ce qu'est un angle de 530 grades ne dira pas toujours ce qu'est un angle de 477° . Et il y a aussi la décimalisation du degré, maintenant entièrement réalisée par une table des lignes trigonométriques naturelles à 6 décimales, actuellement présentée par le savant Directeur de l'Observatoire de Paris.

Il y a tout de même une grandeur dont l'unité n'est pas décimalisée : c'est le temps. J'ai dit déjà qu'elle n'appartenait pas formellement au Système Métrique. On peut se demander cependant pourquoi elle échappe à sa loi. En fait, on a bien tenté la décimalisation du jour; et, dans son rapport du

29 mai 1793, l'Académie des Sciences se prononçait à nouveau pour l'échelle décimale « qu'elle proposait d'étendre à la division du temps et des angles ». Mais, dans la discussion de la loi définitive de 1837, le baron Mounier, en tentant de critiquer le Système Métrique dit : « Il y a eu une loi qui avait ordonné que le jour serait divisé en 10 heures, l'heure en 10 minutes; c'était parfaitement en rapport avec le système décimal; mais on n'a pas tardé à reconnaître que cette extension du système décimal n'apporterait aucun bienfait réel. Avec le cadran duodécimal nous savons fort bien quelles sont les heures de nos séances, quoique nous n'y soyons pas fort exacts; croyez-vous que nous serions plus ponctuels si le cadran décimal eût prévalu? La loi, qui avait ordonné la division décimale du cadran, a été bientôt révoquée. » Plus récemment, pour se rapprocher des habitudes acquises, on a proposé, et d'ailleurs sans plus de succès, la division du jour en 20 heures.

Là encore, il faut répéter d'abord, que, si dans l'univers subsistent des différences entre les unités de longueur et de masse des divers pays, par contre, le monde entier est d'accord sur l'unité de temps. Veut-on rejeter la seule unité acceptée par tous : la seconde temps moyen, sur laquelle aussi sont basées toutes les unités secondaires où intervient le temps, et en laquelle sont exprimés tous les résultats péniblement échafaudés de la recherche scientifique?

Enfin, un argument décisif en faveur du Système Métrique existe dans les unités électriques, que tous les pays sans exception, y compris les Anglo-Saxons, reconnaissent et utilisent; et là, il n'y a aucune compétition; qu'on les fasse dériver, comme le fit la British Association à l'origine, des puissances décimales des unités C. G. S., ou directement du système M. K. S., c'est toujours le Système Métrique, et il n'y a pas d'autres unités en présence. C'est ce que vous démontrera, dans 15 jours, mon confrère et ami M. Darrieus.

En résumé, les réponses aux questions posées initialement sont claires et évidentes :

1° Il n'est pas question de prendre comme système international quelque chose de nouveau.

2° Même, si l'on faisait table rase de tout

ce qui existe, ce que l'on établirait en ignorant le Système Métrique ne pourrait, en aucune façon, lui être supérieur.

Le Système Métrique dans les pays Anglo-Saxons. — Dans ces conditions, comment se fait-il que certains pays retardent toujours leur adhésion absolue, c'est-à-dire, avec obligation par la loi, au Système Métrique.

Je ne crois pas que, comme le dit avec humour un éminent membre du National Physical Laboratory de Teddington, M. Hathorn, ce soit par « une certaine fierté que la nation britannique ait choisi de se débattre dans cette situation d'une façon qui fait montre de son indépendance à l'égard des influences extérieures ». Il n'y a là qu'une innocente taquinerie; mais ce distingué physicien dit aussi, avec regret, que ceux qui ont le plus à se servir de « toute cette arithmétique inutile » des unités anglaises, n'ont guère eu voix au chapitre, jusqu'ici, dans la décision de ne pas changer.

Naturellement, au Bureau International, nous sommes en rapports suivis avec les associations prométriques des pays anglosaxons : Decimal Association d'Angleterre, Metric Association des États-Unis, Indian Decimal Society.

D'après les lettres que nous recevons, il semble qu'il y ait plutôt comme une sorte de laisser-aller, une négligence à attaquer l'affaire, si l'on en juge par cette phrase du Président de la Metric Association, M. J. T. Johnson : « Tous ceux à qui nous parlons du Système Métrique disent : « oui c'est une bonne chose, je suis pour » et cela s'arrête là. Presque tous sont en faveur du Système Métrique; mais ils désirent que ce soit « George » qui fasse le travail ». L'honorable Président se plaint qu'il manque de moyens matériels et d'argent pour appuyer sa campagne auprès du Parlement, et il projette des démarches en liaison avec l'American Association for the Advancement of Science (A. A. A. S.).

Quant à l'Indian Decimal Society, elle est plus sévère encore : « Il y a déjà assez longtemps, nous écrit-elle, nous nous sommes faits les avocats de cette réforme dans l'Inde; mais le conservatisme endurci de la classe dirigeante ne pouvait pas alors être ébranlé. Heureusement, cependant, le Gouvernement provisoire de la nouvelle Union indienne a

été convaincu de son importance; mais la paresse inhérente à l'homme règne encore souverainement. »

Beaucoup de gens, parmi les Britanniques, élèvent ainsi la voix en faveur du Système Métrique; ce sont surtout, il faut bien le reconnaître, les scientifiques, et il en a toujours été ainsi.

Je me rappelle qu'en 1907, lorsque le Comité International des Poids et Mesures décida de faire tapisser de carreaux de céramique blancs le caveau des prototypes internationaux, il fallut déménager les prototypes dans un autre caveau, et comme mon collègue, M. Maudet, qui était le spécialiste des pesées, gravissait l'escalier avec la sage lenteur et les infinies précautions que l'on emploie dans tous les transports de masses de précision pour qu'elles ne frottent pas sur leur support, Sir David Gill, qui était le membre anglais du Comité, lui cria : « Combien voulez-vous que je vous offre, M. Maudet, pour le laisser tomber par terre ». C'était évidemment une charge; car, d'une part, Sir David Gill, éminent homme de science, était déjà alors un fervent partisan du Système Métrique et, d'autre part, ce n'était pas la chute et la mise hors service du Kilo-gramme International qui aurait compromis le Système Métrique tout entier.

Les arguments que donnent ainsi ces partisans britanniques du Système Métrique sont bien connus. Dans la Revue « Scale Journal » ils sont classés en 8 points, et on retrouve toujours les critiques si évidentes des deux systèmes anglais et américain, dont elle détaille d'abord les écarts : par exemple le « gallon impérial » de 20 p. 100 plus grand que le « gallon » des États-Unis; elle tourne aussi en ridicule les mesures qui, sous un même nom, peuvent représenter des grandeurs très différentes. J'ai noté, en particulier, d'après la Metric Association d'Amérique dans « Estadística », qu'il n'y a pas moins de 56 sortes de « bushels »; et, d'après la Decimal Association de Londres (1930) il existe 9 grandeurs du « barrel » suivant qu'il s'agit de bœuf, de beurre, de poudre à canon, d'avoine, de porc, de salpêtre, de harengs, de bière ou de goudron!

Les Américains, en particulier, font valoir que depuis 1792 ils ont adopté le système décimal pour leur unité monétaire, le dollar, et qu'ils ne sont pas prêts de revenir aux

unités monétaires anglaises, tant l'homme de la rue reconnaît la commodité de la décimalisation. Cette même Revue Scale ne voit que deux motifs qui empêchent l'adoption du Système Métrique : 1° la tradition et l'inertie; 2° l'ignorance.

Naturellement, ce ne sont pas là les arguments que mettent en avant les vrais défenseurs des unités anglo-saxonnes; mais lorsqu'on recherche les raisons de ceux-ci, comme dans la controverse, que publie le grand journal « Engineering », au meeting de Brighton de la British Association, on est frappé de leur faiblesse. Par exemple celui qui a pris la contre-partie de l'éloquent plaidoyer de M. Hartshorn, n'a donné comme argument que le goût du commun des mortels, signalé plus haut, pour la division binaire; en dehors de là, son développement n'est qu'une diatribe contre les savants et intellectuels partisans du Système Métrique, et une révolte contre la contrainte que jamais un pays libre comme l'Angleterre ne devrait se laisser imposer par le Système Métrique obligatoire. On se demande vraiment comment on peut mettre en avant un pareil argument; alors que le peuple anglais est certainement beaucoup plus discipliné que le peuple français à toutes les réglementations qu'exige le bien public.

A mon sens, il convient de donner une attention particulière au Rapport, pour l'information des délégués au Congrès de la Chambre de Commerce Internationale réuni à Paris en juin 1935, préparé par MM. Edw. C. Barton et Richard Bjercke, respectivement président et rapporteur au « Comité d'étude pour l'adoption internationale du Système Métrique décimal ». Après avoir fait l'étude des trois systèmes en présence : système américain, système britannique, Système Métrique, le Rapport donne comme encourageant le fait qu'entre 1823 et 1893, en Angleterre, plus d'une demi-douzaine de Comités spéciaux ont conclu favorablement à l'adoption du Système Métrique, en préconisant un changement progressif; mais il remarque que, à chaque tentative devant le Parlement anglais, on fit la faute de n'accorder jamais que 5 années pour la transformation complète; et après une discussion sur les difficultés particulières de la Grande-Bretagne, il ajoute encore : « Si l'on considère ces faits, on verra qu'aucune difficulté intrin-

sèque ne barre la route à la réforme métrique en Grande-Bretagne, excepté celle d'attirer l'attention des gens sur son importance. » Les projets de 1863, 1868 et 1897 ont échoué, dit-il, par suite d'une hâte non motivée de la part des réformateurs, en permettant au public de croire que tout l'outillage ancien devrait être condamné ou modifié.

Pour ma part, je pense que ce serait non pas 5, même pas 10 ou 15 années qu'il faudrait fixer comme durée de la période transitoire, mais bien 20 et peut-être 30 années : le passage d'une génération. D'abord une réforme qui ne deviendrait effective qu'à longue échéance serait beaucoup plus facilement acceptée; et puis il ne faut pas espérer que ceux qui, dans leur enfance, ont pris l'habitude de telles unités de mesure, qui sentent, pensent et apprécient toutes les grandeurs en fonction d'elles, puissent changer au cours de leur existence. Un autre système de mesure ne pourra pleinement entrer en vigueur que lorsqu'une génération nouvelle aura été entièrement éduquée dans ce nouveau système à l'exclusion de tout autre.

Enfin, ce même rapport s'évertue à dire, comme l'affirmait déjà, il y a 25 ans, le Dr S. W. Stratton, le savant membre américain du Comité International des Poids et Mesures, Directeur du National Bureau of Standards : « Personne ne propose de changer les dimensions des objets courants, mais simplement de les désigner dans un langage et par des mesures connus du monde entier. »

Sans doute, sans doute; mais au point de vue industriel la question n'est pas tout à fait aussi simple, et vous allez entrer un peu plus dans le détail des difficultés avec la conférence qui va suivre, de mon ami de longue date, l'Ingénieur Général Nicolau.

Je voudrais cependant terminer par un mot de confiance : il serait absurde de désespérer, à l'heure actuelle, de l'unification mondiale des systèmes de mesure et de penser que rien n'a changé, qu'il y a toujours eu des partisans du Système Métrique en Amérique et en Angleterre, que leurs efforts n'ont pas abouti, et qu'il y a moins de raison que jamais pour aboutir aujourd'hui.

Si les difficultés, dont l'Ingénieur Général Nicolau va vous parler, augmentent constamment, l'action en faveur de l'unification mondiale se développe encore davantage

parce que la compréhension et l'interchangeabilité de pays à pays est une nécessité qui s'impose de plus en plus puissante et que le bouleversement qui succède à la guerre en fait de plus en plus sentir le besoin.

Dans l'entre-deux guerres, je pensais que les États-Unis étaient beaucoup plus près d'adopter le Système Métrique que la tradi-

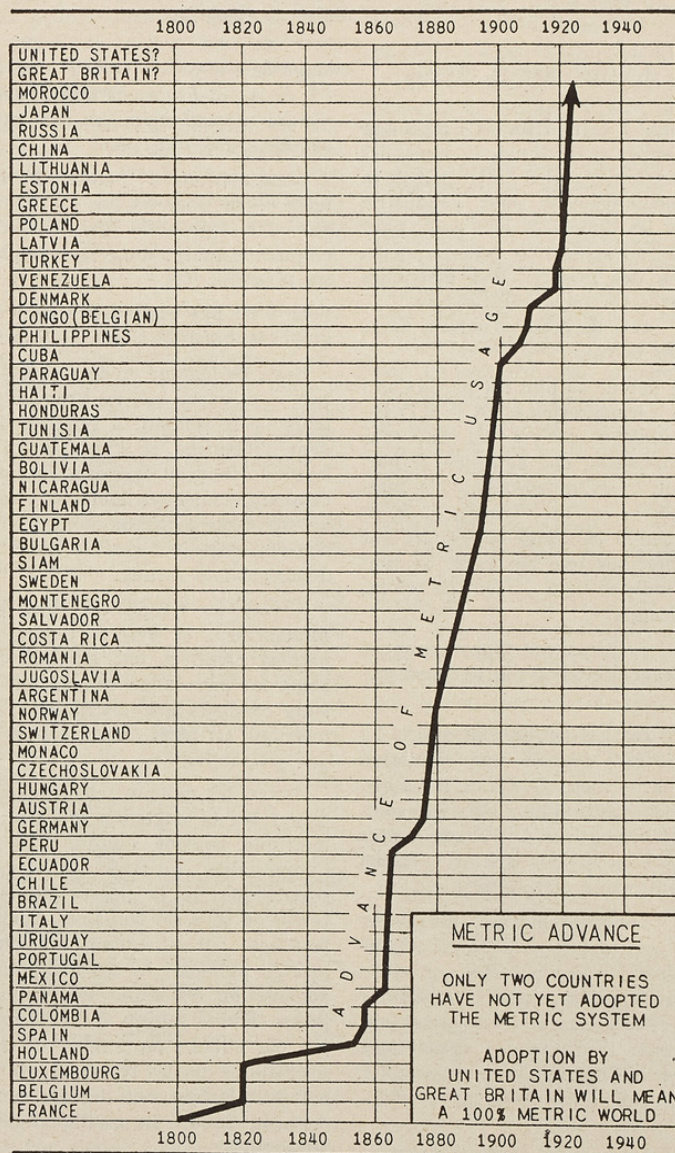
tionaliste Grande-Bretagne; maintenant c'est probablement l'inverse. Des notabilités énergiques et puissantes ajoutent leur pression à celle des événements et la correspondance que nous recevons d'Outre-Manche donne tout de même à penser qu'un pas décisif pourrait être fait dans un avenir qui n'est pas tellement loin de nous.

LÉGENDE
DE LA FIGURE CI-CONTRE

Graphique
de l'avance du Système Métrique

Extrait de l'ouvrage "Metric Weights and Measures"
publié par la *Metric Association*,
Chicago, Illinois).

METRIC WEIGHTS AND MEASURES



PROPOS DE NORMALISATEURS (1)

par M. l'Ingénieur général P. NICOLAU.

Castigat ridendo mores...

L'an dernier, à cette tribune, l'Ingénieur général Salmon, en sa qualité de Commissaire à la Normalisation, a attiré l'attention de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale sur les difficultés que pose, pour l'avenir de la normalisation internationale, la persistance des mesures non métriques dans l'industrie des pays anglo-saxons.

Justement émue de cette situation, notre Société a émis le vœu :

1° Que soit définie au plus tôt par le Commissariat à la Normalisation et l'A.F.N.O.R., et après consultation, s'il y a lieu, dans tous les milieux intéressés, une politique de normalisation qui, s'élevant au-dessus des intérêts particuliers et des tendances d'un moment, se fonde en toute objectivité sur le système métrique que nos pères ne sauraient avoir dédié en vain « à tous les temps, à tous les peuples ».

2° Que cette politique soit vigoureusement défendue en toute occasion par le Gouvernement.

3° Qu'il soit rappelé notamment que la loi fait aux industriels français une obligation d'utiliser les unités métriques et qu'il y a lieu en conséquence d'introduire dans les commandes d'équipements à l'étranger toutes précisions nécessaires pour que le matériel fourni soit conforme à cette utilisation.

4° Que les administrations, centres et groupements professionnels qualifiés, se gardent de renforcer de leur autorité des initiatives de compromis, susceptibles d'affaiblir la position des négociateurs français et par là de décourager l'activité des associations pro-métriques, qui doivent pouvoir compter sur notre appui dans les divers pays anglo-saxons.

Cet appel a été entendu; désormais, il ne saurait plus y avoir d'équivoque. *Sous le*

signe de l'I. S. O., comme sous le signe de l'I. S. A., la France ne peut et doit connaître d'autre normalisation que celle qui se fonde sur les unités métriques.

Cette attitude — j'allais dire ce raidissement — ne nous est pas seulement imposée par une législation qui, vieille de cent cinquante-quatre années, a amplement fait ses preuves.

Ce n'est pas davantage l'esprit de routine qui la commande : bien au contraire.

Epris de logique et de stabilité, les Français — et parmi eux les Français normalisateurs — se refusent à sombrer de nouveau dans l'illogisme et l'incohérence que Talleyrand dénonçait chez eux il y a plus de cent cinquante années et dont nos pères, dans un de ces élans généreux dont s'honore notre Nation, avaient formé le noble dessein de débarrasser le monde.

A tous les temps... A tous les peuples, disaient-ils... et avec le temps, toutes les nations civilisées ont entendu leurs voix. Seuls les pays anglo-saxons ont apporté à leurs concours une restriction : le système métrique est légal dans ces pays; il n'y est pas obligatoire.

Certes, les milieux scientifiques y ont reconnu depuis longtemps que seul le Système métrique possède l'unité, la cohérence et l'universalité qu'exige le développement scientifique de la pensée humaine en ce temps où tous ses domaines d'action s'interpénètrent : il est aujourd'hui, par exemple, peu de publications scientifiques de langue anglaise où les unités métriques ne soient prises comme moyen d'expression. N'est-ce pas par ailleurs un Anglais de haute lignée scientifique que les représentants officiels du monde métrique ont désigné comme Président du Comité international des Poids et Mesures?

Mais dans toutes les écoles américaines,

(1) Conférence faite le 17 mars 1949 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

comme dans toutes les écoles anglaises, on continue d'assouplir l'esprit des jeunes en leur faisant trouver deux pintes dans un quart, trois pieds dans un yard, quatre quarts dans un gallon, six pieds dans un fathom, 12 pouces dans un pied, 4 livres dans la stone, 16 onces dans la livre, 22 yards dans la chaîne, 30 yards 1/4 dans un rod... et j'en passe.

Pourquoi s'étonneraient-ils, après une telle gymnastique, que le pas des vis d'assemblage de leur récepteur radiophonique s'exprime en nombre de filets par pouce, alors que la longueur d'onde de leur poste émetteur favori se mesure en mètres, c'est-à-dire en multiples de 39,7 pouces... à peu près!

Un Français n'arrive pas à comprendre qu'au moment où les techniques, toutes les techniques, même les plus populaires et partant les plus arriérées, cherchent dans la science un moyen pour progresser, il puisse exister deux langages, l'un pour le savant, l'autre pour l'homme de la rue, l'homme de l'atelier, le réalisateur?

Nous savons que beaucoup d'Anglais ne le comprennent pas davantage, beaucoup d'Américains aussi.

Mais nous savons que d'un côté bien des Américains, confortablement installés dans leurs vieilles habitudes, s'en soucient fort peu et que, de l'autre côté, dans l'ardente polémique qui depuis quelques mois oppose « métristes » et « non métristes » dans la presse technique de Grande-Bretagne, le représentant officiel de la Normalisation anglaise — le Directeur de la B. S. A. — qui semble brouillé avec les hommes de science et qui peut-être a fait beaucoup de gymnastique en son jeune âge, marque fermement sa volonté de ne pas comprendre qu'on ne comprenne pas.

Gardons-nous de nous immiscer dans ces querelles de ménage. Quelque nouvelle Martine serait capable de nous répondre, comme à son indiscret voisin M. Robert : « Il me plaît d'être battue ».

Essayons plutôt, en toute objectivité, d'expliquer le comportement de nos obstinés.

Serait-ce une simple manifestation de cet illogisme dont, si l'on en croit Siegfried, aime se parer chaque Anglais, « toujours sceptique sur la possibilité de résoudre les pro-

blèmes humains, anticartésien de naissance et en tout cas fermé à nos façons de petits rentiers avides de trouver une solution pour y prendre une sorte de retraite ».

N'est-ce pas plutôt dans les deux mobiles usuels des actions humaines que réside l'explication : l'amour-propre... l'intérêt?

On a pu dire que le traditionalisme anglais explique la routine, mais il ne l'excuse pas, je pense.

Nous levons notre chapeau au passage du Lord-Maire en perruque et moyenâgeuse vêtue, conscients de la portée morale et patriotique d'une telle parade. Mais ce n'est pas, que je sache, en pareil équipage que les pilotes de la R. A. F. s'élançaient hier encore pour nettoyer le ciel de leur pays...

L'avenir se fonde sur le passé, mais il n'est plus l'avenir s'il reste le passé.

Si nous nous étonnons que deux systèmes de mesures puissent coexister, il nous faut reconnaître que cette dualité n'est pas sans présenter parfois des avantages substantiels. Quand, par exemple, le bois de nos forêts s'achète en tonnes anglaises, ce n'est pas simple affaire de snobisme, comme lorsque nos mères appelaient Garden Party une partie de campagne où l'on buvait le petit doigt en l'air. Il n'est pas sans intérêt que la tonne anglaise vaille 1.016 kg. Sous le manteau de l'équivoque, 16 kg soit 1,6 p. 100 ne sont pas perdus pour tout le monde.

En vérité, faut-il que le Système métrique soit profondément enraciné chez nous, pour qu'au bord du gouffre, notre Ministre des Finances, en quelque nuit d'insomnie, n'ait pas songé à mettre une *once* de tabac dans notre traditionnel paquet de 40 g!

Sans quitter le domaine des choses de l'intérêt, on peut dire aussi que, suivant une loi très générale, la Normalisation appelle la Dénormalisation. Dénormalisation, les changements de mode, cet impôt que, disait Vauvenargues, l'industrie du pauvre met sur la vanité du riche. On pourrait dire aussi bien que, par la dénormalisation, l'industrie du riche met l'impôt sur la faiblesse du pauvre. Il y a peut-être quelque orgueil, pour ceux qui s'attardent à troubler l'unité du monde, à songer que si la normalisation est la force des faibles, la dénormalisation pourrait être celle des forts.

Mais, bien sûr, ce ne sont pas là les arguments par lesquels on a accoutumé de justifier le maintien des vieilles mesures.

Tout changement, disent les mécaniciens, aurait dans nos pays suréquipés le caractère d'une catastrophe économique, par les dépenses de renouvellement d'outillage qu'il entraînerait. Comme entre deux maux il faut choisir le moindre, changez plutôt les équipements désuets de votre vieux continent européen. Non seulement cela coûtera moins cher, mais cela nous fera construire de nouvelles machines et évitera ainsi le chômage.

Le défaut de ce raisonnement, qui par ailleurs est bien dans la ligne paradoxale de l'économie de notre siècle, est de reposer sur une fausseté.

Qu'il soit bien entendu qu'il n'en coûterait pas un « cent » ni un « penny » à changer de mesures : un peu de gêne, certes, mais combien payée par l'enjeu !

C'est qu'il ne s'agit pas, d'un coup de baguette du législateur, de transformer en un jour les patois de tout un peuple en une langue officielle correcte.

D'une manière plus générale, le spectre des conséquences pratiques d'une norme qui rompt délibérément avec le passé, trop souvent dressé comme obstacle aux entreprises de la normalisation, est sans valeur, pourvu que l'on convienne de délais d'application raisonnables.

L'exemple de la France le prouve.

Né en 1795, devenu en quelque sorte majeur en 1835, le Système métrique n'a pas encore chassé complètement le souvenir des anciennes mesures d'avant la Révolution.

Qu'a-t-on fait pour passer des anciennes aux nouvelles ? Voici les tables de construction du fusil modèle 1816 qui nous donnent la solution :

A côté des dimensions en pouces, lignes et points, figurent tout simplement les dimensions métriques ; la même disposition est appliquée aux matériels anciens.

Un nouveau fusil est construit en 1840 : sans aucune gêne, sans aucune perte d'outillage, il peut alors être rapporté aux seules unités métriques.

La transition s'est faite sans douleur. Voici d'ailleurs pour l'ouvrier un pied à cou-

lisé à double graduation, daté de 1840 : d'un côté les anciennes mesures, de l'autre les nouvelles. Il peut servir aussi bien pour les nouvelles fabrications que pour les anciennes qui subsistent encore. La précaution est bonne, car longtemps encore on fabriquera aussi le fusil modèle 1816 et sur les tables de construction de ce fusil, éditées en 1854, figurent toujours, à côté des dimensions métriques, les dimensions en unités périmées.

Dans mon enfance, les oranges se payaient en *sous* et s'évaluaient en *liards* ; leur saveur n'en était pas altérée. J'ai vécu au temps heureux où la saucisse se mesurait encore à l'*aune* ; on se sert du *centimètre* aujourd'hui. Mais ce n'est pas la faute du Système métrique si nous en mangeons moins.

Ainsi il a fallu plus d'un siècle pour que le système métrique peu à peu s'implante chez nous à travers le romantisme.

Au rythme actuel de la vie industrielle, au siècle de l'école obligatoire et des congés payés, il faudrait à peine une génération.

Il suffit en somme de le vouloir.

En 1930, pour se conformer à la nouvelle convention internationale concernant la température de référence des mesures industrielles, l'artillerie française a dû passer du système dit 0° au système 20°. C'était en fait un changement de mètre. On s'est borné à établir un tableau de correspondance. Peu à peu, les tracés de nouveaux matériels établis à 20° chassent ceux des anciens établis à 0°. Le système 0° sera bientôt dans l'histoire....

Il y a quelques mois, j'ai visité en Angleterre une boulonnerie où l'on avait traduit en valeurs métriques toutes les dimensions des multiples boulons fabriqués. Cette usine avait fait, pour l'usage interne, l'expérience que l'on hésite encore à généraliser. Pourtant, tout y était parfaitement serein. Le Directeur n'avait rien perdu de son humour.

De quoi demain sera-t-il fait ?

Tandis que notre A. F. N. O. R. accorde les violons pour célébrer avec éclat, au prochain solstice d'été, la renaissance de l'I. S. O. sur les cendres de l'I. S. A., le monde des normalisateurs est ballotté par de bien curieux remous.

Dans une superbe et totale indifférence pour les travaux préparatoires de ces assises internationales, les Anglo-Saxons poursuivent, avec quelque hâte semble-t-il, leurs normalisations nationales sur la base des mesures en pouces. Bien plus, des accords qui, vus d'ici, ont l'apparence de coups de force, sont conclus en marge de l'I. S. O. entre pays non métriques. Je veux parler des accords récents entre les U. S. A., la Grande-Bretagne et le Canada sur un système de filetages commun, au profil dit d'Ottawa : véritable bombe atomique qui a jeté quelque confusion dans le jardin des normalisateurs qui se réclament encore des traditions de courtoisie de la Guerre en Dentelles.

En dépit de ces symptômes alarmants, le bandeau sur les yeux, et les oreilles bouchées, quelques snobs s'appliquent chez nous à parler en pouces... avec une pincée de bluff, ce sont même souvent des micropouces. Pauvres industriels européens qui osons à peine croire aux dixièmes de microns ! Quel retard !

Une meute de paresseux, sur leur sillage, ne se donnent plus la peine de transformer en unités métriques les valeurs numériques rencontrées dans les textes qu'ils traduisent. Une presse technique, complaisante, diffuse tout cela, naïvement, sans contrôle, toute fière de sa robe New Look, au point qu'il lui arrive même d'ouvrir ses colonnes, sinon ses bras, aux défaitistes !

Car il y a aussi quelques défaitistes : sur les routes de l'intérêt, on en rencontre toujours.... Ils se disent parfois des résignés.

Mais il est aussi des âmes charitables, bien pensantes pourrait-on dire, qui s'ingénient à trouver un moyen pour passer des pouces et de leurs fractions usuelles aux dimensions nominales métriques des séries géométriques de l'I. S. A. Les tolérances sont là pour absorber l'à peu près de l'opération. Le système I. S. A. torturé, s'écroulera peut-être. Qu'importe ; quand il sera par terre nous l'appellerons I. S. O., et avec ses ruines nous construirons un pont sur l'Atlantique. Je ne vois pas hélas que de l'autre côté de l'eau on s'inquiète de tendre la moindre perche à nos généreux pontonniers. Comment pourront-ils atteindre la rive silencieuse ? Faisons donc un pont à sens unique... ou bien, comme on l'a proposé du dehors, en serons-nous réduits à endormir les défenseurs du

Système métrique, en mettant un simple numéro matricule sur les éléments de machines américains pour les faire accepter en Europe, ainsi débaptisés ?

Cette fresque ne serait pas complète si, par un saisissant effet d'opposition, je ne montrais dans le bas, se dégageant d'une ombre légère, les normalisateurs allemands — car, à défaut d'Allemagne vous l'avez peut-être oublié, il existe des Allemands —. Les voici toujours à la tâche, poursuivant pour le compte du D. N. A. qui relève la tête, l'œuvre métrique de l'I. S. A., indifférents, eux aussi, aux bruits du dehors, qui peut-être leur parviennent assourdis.

Et pour couronner le tout, voici enfin la foule de ceux qu'indigne cette atmosphère de duperie et qui, avec la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, demandent que les cartes soient abattues.

Siegfried rapporte qu'un important personnage britannique, qui avait beaucoup négocié avec les Français, lui expliquait ainsi son système de défense. Il arrive toujours et le plus souvent très vite, un moment où le représentant de la France me dit : « Mais enfin, Monsieur, vous admettez que 2 et 2 font 4 » ? Je réponds froidement « no ». Et alors la discussion utile commence.

Peut-être penserez-vous avec moi qu'en disant à notre tour « non » nous sommes déjà sur le chemin de l'entente.

Certes, par notre exigence d'une solution qui se fonde sur la raison et non sur le poids et sur le nombre, nous voulons toujours que 2 et 2 fassent 4, mais ne sommes-nous pas déjà prêts à faire que 25 soit presque égal à 25,4 ?

Sera-t-il vraiment nécessaire de torturer ainsi l'arithmétique pour nous entendre ?

Malgré votre amour atavique de l'illorgisme, vous comprendrez sans doute, Messieurs les Normalisateurs anglais — et vous, Messieurs les Américains qui, juchés sur vos gratte-ciel, nous voyez si petits du petit bout de la lorgnette — vous comprendrez qu'à l'échelle actuelle du Monde, le succès des armes impose aux vainqueurs de grands devoirs envers l'humanité.

Et s'il vous faut trouver dans le passé la ligne de ces devoirs, vous vous appellerez, j'en suis sûr, qu'au temps des perruques et

des jabots de dentelles, s'inscrivait encore dans l'Armorial de la Chevalerie, entre autres devises : Noblesse oblige.

Mes Chers Collègues,

En quittant ce vieil Hôtel où l'ombre du grand Chaptal, notre illustre Président fondateur, guide depuis plus d'un siècle l'action de notre Société dans la voie des intérêts supérieurs de l'industrie de notre Pays, ce n'est pas à l'existentialisme douteux qui se terre dans les caves d'alentour, que vous demanderez une réponse aux graves points d'interrogation que j'ai posés devant vous.

J'imagine qu'au logis vous chercherez, comme moi, une fois de plus, dans le petit recueil du bon La Fontaine, qui a façonné nos âmes au temps où elles prenaient corps, la morale de cette histoire.

Bouleversés par le triste sort du doux et tendre agneau (« Le loup l'emporte et puis le mange »!), vous verrez dans l'agitation de vos rêves, le corbeau de la Fable, mué en un coq — un peu déplumé — haut perché au-dessus de la marée des intérêts sordides, tenant en son bec, au lieu du fromage qui s'est fait rare, le mètre de Breteuil, celui qui n'a pas de patrie. Vous le verrez fièrement campé, sourd aux flatteries intéressées des messires renards en quête de sa proie.

Alors vous vous réveillerez, plus fermes encore et résolus, rassurés sur l'avenir de la grande idée d'union des peuples que nos pères ont léguée à notre vigilance.

Confiants dans le grand remède du temps pour achever leur œuvre, c'est dans l'aventure du lion et du rat, elle aussi bien symbolique en l'occurrence, que vous trouverez la plus sage conclusion :

« Patience et longueur de temps font mieux que force ni que rage ».

LES UNITÉS DE LA MÉCANIQUE ET DE L'ÉLECTRICITÉ ET LE SYSTÈME GIORGI⁽¹⁾

Par M. Georges DARRIEUS,
Membre de l'Institut.

INTRODUCTION.

La question des grandeurs et des unités de la physique ou de la technique, est de celles qui, incessamment remises en discussion, paraissent ne pouvoir jamais aboutir à une solution définitive et satisfaisante. Un de ses caractères particuliers est de présenter un double aspect : l'un pratique et utilitaire, l'autre spéculatif, voire métaphysique, qui explique l'attitude très variée qu'affectent en général à son égard, suivant leur tempérament ou leurs préoccupations, les diverses catégories de penseurs, chercheurs, professeurs, expérimentateurs, praticiens, hommes d'action..., etc.

Tandis que les esprits épris de rigueur, de logique, ou à inclination contemplative, se laissent volontiers attirer par les problèmes, parfois difficiles à saisir, ou de nature fondamentale, qui s'y présentent, bon nombre de professeurs ressentent déjà le danger pour la précision ou la sûreté de leur enseignement, d'un domaine mouvant, semé d'incertitudes et apparemment sans issue.

Quant à ceux que leur sens pratique ou

leur savoir faire incitent à une meilleure utilisation de leur temps, ils ont tôt fait de dénoncer la vanité de discussions dont rien de positif ne leur paraît devoir se dégager.

Et cependant l'expérience montre que de grands créateurs et inventeurs, qu'en raison du succès de leurs réalisations il ne saurait être question de récuser comme des rêveurs, par exemple Lanchester, l'un des pionniers anglais de la construction automobile, se sont parfois complu en ces questions spéculatives, en dépit de leur caractère à première vue décevant et stérile.

C'est en tout cas un fait remarquable, que la persistance d'une controverse à ce sujet en tous temps, en tous pays et en tous milieux, et bien loin que, comme certains pourraient le penser, ces discussions ne soient le fait que de Latins, suspects d'un penchant immodéré pour la logique, les idées pures ou les joutes oratoires, l'examen des revues techniques récentes, notamment anglo-saxonnes, en révèle l'existence tout aussi répandue dans les autres pays.

CONCEPTION COURANTE ET CONCRÈTE DES GRANDEURS.

Beaucoup de professeurs, pour des motifs prétendus de clarté et de précision du langage se refusent à voir, dans l'expression mathématique des lois de la physique, autre chose que des relations purement numériques entre les mesures des grandeurs, et, déniaient toute signification à l'assertion, jugée par eux elliptique et négligée, que la vitesse est le quotient d'une longueur par un temps, se contraignent à l'énoncé développé : le nombre qui mesure la vitesse est le quotient du nombre..., etc.

L'usage courant, suivant d'ailleurs l'exemple des plus grands maîtres, admet au contraire implicitement que l'objet des relations puisse être la grandeur elle-même, « produit

d'un nombre appelé sa mesure par une grandeur de même espèce prise pour unité » (J. Fourier, Maxwell...), ce qui permet d'écrire, non seulement, ce dont tout le monde conviendra, que le rapport du yard au pied est égal à 3, mais que : $1 \text{ yard} = 3 \text{ pieds}$; sans que cette relation, qui exprime simplement l'identité de deux longueurs, implique pour autant l'absurdité $1 = 3$.

Cette attribution d'un sens élargi aux relations entre les mesures physiques, en étendant implicitement aux grandeurs concrètes des définitions et des opérations qui ne paraissent tout d'abord s'appliquer qu'au nombre pur, répond à un sentiment instinctif quasi universel, qu'il serait vain de dénier ou de

(1) Conférence faite le 31 mars 1949 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

combattre comme entaché à l'origine de vague ou d'imprécision, car l'expérience pédagogique des maîtres de l'enseignement primaire leur en a fait de bonne heure reconnaître le caractère inné chez les jeunes enfants. Ceux-ci, en effet, naturellement sensibles à la notion de collection d'objets, éprouvent toujours par contre quelque difficulté à acquérir celle de nombre abstrait.

Au surplus cette acception concrète des relations de la physique ne saurait être désavouée par les mathématiciens dont la science elle-même offre, dans son développement, l'exemple manifeste d'une généralisation semblable; puisqu'une évolution qui se poursuit sans cesse, y a soumis successivement aux opérations du calcul, depuis le simple nombre entier, les entités de complexité croissante que sont les nombres fractionnaires, irrationnels, imaginaires, les quaternions, les matrices, les tenseurs, les opérateurs..., etc.

Si ce processus est, en un sens, celui d'une abstraction croissante, la merveilleuse adaptation à la physique théorique du calcul tensoriel par exemple, atteste que les notions qu'il utilise, loin d'être des créations arbitraires de notre esprit, épousent de plus en plus, par une sorte d'harmonie préétablie, la réalité

sensible, et révèlent ainsi peu à peu leur essence objective et concrète.

Cette conception de relations portant sur des grandeurs concrètes et non sur des nombres purement abstraits, conduit d'ailleurs immédiatement à la règle, maintenant évidente, naturelle et intuitive, à suivre pour la transformation des unités.

Car, en envisageant ces dernières comme les facteurs non purement numériques du produit que constitue la grandeur considérée, et les porteurs des dimensions physiques de cette dernière (au sens de la théorie des « dimensions ») nous écrivons, sans aucune hésitation, pour la transformation des valeurs numériques, dans le cas par exemple de l'accélération d'un train :

$$75 \frac{\text{mille : heure}}{\text{minute}} = 75 \cdot \frac{1.609 \text{ mètres}}{3.600 \text{ secondes} \cdot 60 \text{ secondes}} = 0,56 \frac{m}{s^2};$$

et, bien que cette manière simple de procéder sans risque d'erreur, aux changements d'unités, soit sans doute déjà familière à quelques-uns qui l'appliquent sans y penser, elle mériterait cependant d'être universellement connue et enseignée explicitement comme la plus naturelle et la plus sûre.

UNITÉS DE LA MÉCANIQUE.

Alors que la géométrie ne fait intervenir, comme grandeur fondamentale que la longueur, à laquelle vient s'ajouter, en cinématique, le temps, la mécanique, dynamique, ou statique, requiert l'introduction d'une troisième notion, qui peut être par exemple, soit la force, soit la masse.

Cette constatation familière a contribué à accréditer l'opinion communément admise qu'en laissant toutefois de côté la chaleur et l'électricité, le nombre des grandeurs fondamentales à faire intervenir en physique serait obligatoirement trois. L'avis tend au contraire à prévaloir aujourd'hui que ce nombre, loin d'être imposé par la nature des choses, répond plutôt à de simples exigences d'ordre pratique, ou de commodité, et qu'en principe le choix d'un nombre différent, soit plus grand, soit au contraire plus petit, voire, dans le cas

extrême, nul, peut parfaitement se justifier⁽¹⁾.

Lorsqu'au cours du développement d'un domaine de recherches, s'introduisent successivement de nouvelles sortes de grandeurs, celles-ci peuvent être en général, soit considérées comme de nouvelles grandeurs fondamentales, soit rattachées à celles existantes par des relations de définition qui en fassent des unités dérivées, à condition de ne maintenir dans ces relations aucun coefficient arbitraire qu'elles n'auraient alors d'autre effet que de définir, en montrant en même temps leurs « dimensions » par rapport aux autres grandeurs.

Chaque introduction d'une nouvelle unité dérivée peut d'autre part donner lieu à la formation d'un nouveau paramètre sans dimensions, déduit de l'équation même de définition de la grandeur, de sorte que le

(1) L.S. DZUNG et A. MELDAHL. A propos des unités de mesure, des dimensions et des lois de similitude. *Revue Brown Boveri*, XXXIII, juin 1946 p. 123.

nombre de ces paramètres purement numériques, égal au nombre total des grandeurs envisagées, diminué de celui des grandeurs fondamentales, est d'autant plus grand que ce dernier nombre aura été choisi moins élevé.

Or ces paramètres sans dimension définissent aussi les conditions de similitude qui sont ainsi d'autant plus malaisées à satisfaire que leur nombre est plus élevé. La pratique des essais de modèles, qui s'est révélée si féconde en tant de techniques, suppose donc qu'il soit fait abstraction de différences de détail, dont la considération, liée à l'intervention de relations supplémentaires plus ou moins cachées et raisonnablement négligeables en première approximation, rendrait en toute rigueur impossible la réalisation d'une stricte similitude.

Ainsi les phénomènes de capillarité contribuent à nous révéler en divers domaines que la structure atomique de la matière implique l'intervention constante dans les phénomènes physiques d'une unité de longueur naturelle dont, bien que son extrême petitesse permette de l'ignorer dans la plupart des phénomènes de la vie courante, la fixité n'admet en principe aucune possibilité de changement d'échelle.

A l'opposé, le fait de ne plus reconnaître momentanément l'équivalence entre les 3 directions de l'espace, qui exprime une isotropie que l'invariabilité approximative des solides usuels a rendue naturelle et familière, nous permet d'élargir le domaine de réalisation et d'investigation des essais de modèles, par exemple lorsqu'il est fait usage, comme dans les plans en relief ou pour certains modèles de cours d'eau (Reynolds), d'une échelle agrandie pour la verticale.

A cette pratique se rattache l'emploi fréquent et, le plus souvent parfaitement légitime, voire recommandable en certains cas, d'unités de longueur différentes pour les diverses dimensions de l'espace, surtout si leur mesure relève de méthodes ou d'instruments différents; par exemple, en aéronautique, le mille marin pour les distances et le mètre pour les altitudes, ou le millimètre pour le diamètre, et le kilomètre pour la longueur des fils de lignes électriques.

Dans cette hypothèse la pente n'est plus représentée par un nombre pur, mais par le rapport de deux longueurs de nature différente.

Par contre, en cinématique, le point de vue

relativiste ou la reconnaissance du rôle capital que joue dans la nature la vitesse de la lumière conduiraient, en prenant cette dernière pour unité de vitesse, à l'adoption d'une même unité pour la longueur ou pour le temps, ce qui revient à considérer les vitesses, au même titre que des rapports entre longueurs dans l'espace géométrique proprement dit, comme de simples pentes ou rapports purement numériques dans l'univers ou espace-temps homogène d'Einstein-Minkowski.

Si cette voie n'a pas été suivie c'est, d'une part en raison de l'excessive grandeur de la vitesse de la lumière, qui eût conduit pour l'une ou l'autre au moins des unités de longueur et de temps à une valeur anormalement grande ou petite, d'autre part parce que la détermination de cette constante naturelle est loin encore de comporter la précision avec laquelle peuvent s'effectuer en métrologie les comparaisons séparées de longueur et de temps.

De même, en dynamique, l'introduction d'une nouvelle grandeur fondamentale, telle que la masse, pourrait en principe être éludée, en faisant état non seulement de la loi fondamentale $f = m\gamma$ (Galilée) mais encore de celle de la gravitation universelle (Newton) $f = G \frac{mm'}{r^2}$, et considérant comme purement

numérique la constante G de la gravitation, ce qui permet de rattacher, par l'équation de dimensions $[M] = [L^3 T^{-2}]$, la masse aux deux autres grandeurs fondamentales, et conduit même à la simple identité $[M] = [T] = [L]$ si le choix d'une vitesse naturelle, telle que celle de la lumière, a préalablement ramené l'unité de temps à celle de longueur.

Ce rattachement de l'unité de masse aux seules unités de longueur et de temps, établit plus précisément, comme il résulte de l'équation aux dimensions ci-dessus, une relation entre le temps et la seule densité, et correspond au fait, signalé autrefois par lord Kelvin, que la période d'oscillation propre fondamentale d'un astre fluide homogène autour de sa forme sphérique d'équilibre, en rapport invariable avec celle d'un pendule simple de longueur égale au rayon r de l'astre, ne dépend, comme celle-ci, que de la densité de l'astre ρ et non de sa grandeur, et définit ainsi une unité naturelle de temps. En fait la période $T = 2\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$ du pendule simple

classique de longueur r dans un champ uniforme g , devient, en raison de la courbure du champ, celle d'oscillation à la surface du globe, d'une masse qu'un fil de suspension de longueur infinie assujettirait à se déplacer sans frottement dans un plan tangent.

Cette période, égale à $\sqrt{3\pi/G\rho}$, est, pour la terre, comme pour tout astre de même densité moyenne (5,5), 1 h. 24 minutes; c'est aussi le double de la durée de trajet d'un véhicule, abandonné à la gravité le long d'une voie ferrée creusée en tunnel à travers l'écorce, et reliant suivant une corde rectiligne, qui peut en particulier être un diamètre, deux localités quelconques de sa surface; à condition toutefois, si l'arc embrassé n'est pas très petit, que la masse de la sphère attirante s'y trouve uniformément répartie.

Mais pour ramener à l'unité la constante de la gravitation qui, en unités CGS, vaut $6,68 \cdot 10^{-8}$, il faudrait que l'unité de masse eût la valeur numérique $1,5 \cdot 10^7$, en grammes dans le système centimètre-seconde, ou en tonnes dans le système mètre-seconde.

L'inconvenance de grandeurs aussi démesurées ainsi que le caractère peu familier, sauf par le champ de la pesanteur, des phénomènes de gravitation, enfin, l'imprécision relative actuelle de la détermination de cette constante fondamentale, expliquent que, comme pour l'unité de temps, le rattachement, possible en principe, de l'unité de masse aux seules unités cinématiques n'ait pas été adopté en pratique.

A un autre point de vue une réduction excessive, à deux, à une, voire à zéro par le recours aux unités naturelles, du nombre des grandeurs fondamentales, n'est pas désirable, car elle restreint la portée, et par conséquent l'utilité dans les calculs, des vérifications d'homogénéité, puisqu'à la limite où les grandeurs seraient toutes de même espèce, ou même toutes des nombres purs, voire entiers, d'unités naturelles quantifiées ou de formes abstraites, aucun signe ne permettrait plus de dénoncer leur intrusion ou leur absence dans les relations.

Or si cette réduction implacable au quantitatif est conforme à la tendance actuelle, bien affirmée et justifiée par ses succès, vers une géométrisation de plus en plus poussée de la physique, et répond sans doute à la véritable essence des choses, il s'en faut que la reconnaissance de cette ultime vérité puisse nous faire perdre de vue que, dans la vie pratique, en dépit des révélations de la chimie ordinaire ou nucléaire, une fleur n'est pas du terreau encore que la substance en soit la même, ni de la musique une oscillation quelconque; et, même dans la science où, pour reconnaître des analogies, des relations, s'impose à l'intuition et à l'imagination du chercheur la nécessité de faire un choix en négligeant les détails, l'expérience révèle l'intérêt de maintenir, avec le règne du qualitatif, les distinctions courantes entre les grandeurs familières du monde physique.

FORCE ET MASSE.

Pour constituer la troisième unité fondamentale que requiert ainsi la dynamique, la préférence est encore communément donnée, notamment dans l'industrie, à la force en raison du caractère prétendu inné ou plus intuitif, mais aussi bien flou et anthropomorphique de cette notion, dont la définition précise moderne par les lois de la dynamique (Galilée, Newton, lord Kelvin,...), montre en fait la dépendance étroite à l'égard des concepts tout aussi primitifs ou fondamentaux que sont la masse et l'énergie.

L'inconvénient majeur du choix du poids comme unité principale de la mécanique, est la confusion constante à laquelle il prête entre le poids effectif, variable suivant le

lieu ou le moment, et le poids normal (à la latitude de 45° et au niveau de la mer avec $g_0 = 980,665 \text{ cm/s}^2$) qui, proportionnel à la masse, en joue pratiquement le rôle dans le langage courant (pesées, boîtes de « poids » « poids et mesures »); de sorte que dans l'esprit de beaucoup de gens l'expression de poids, employée communément dans les transactions, a fini par perdre sa signification correcte de force exercée par la gravité dans un champ déterminé, pour prendre, notamment dans les pays germaniques, une place indécise entre la force et la masse.

Or la balance mesure en fait les masses et non les poids, qui demeurent indéterminés tant que n'est pas effectuée une mesure

simultanée de l'intensité de la pesanteur, à moins qu'il ne s'agisse du poids normal ou dans des conditions arbitraires spécifiées, ce qui ramène implicitement à la masse, sans que cette substitution de notions puisse se réclamer, comme l'emploi analogue du « volume normal » des chimistes pour caractériser une quantité de matière, de raisons de commodité tenant au mode de mesure.

En cette matière continue donc à régner une extrême confusion, que dénonçait déjà Maxwell et dont témoigne aussi le referendum « Was ist Gewicht? » organisé en 1934 par l'Association électrotechnique allemande, car, si les réponses, émanant du monde entier, y ont fait ressortir une majorité substantielle en faveur du point de vue que nous devons considérer aujourd'hui comme orthodoxe, elles n'en révélaient pas moins de surprenantes divergences, qui se traduisent par exemple, par une distinction assez subtile dans les pays de langue germanique, entre « Dichte » et « Wichte ».

Le choix de la force ou du poids comme grandeur fondamentale, s'il a pu sembler au début naturel et commode, revenait en somme à conférer à la gravité g_0 à la surface du sol, à la place de la constante de gravitation, un rôle prééminent qui doit apparaître aujourd'hui bien excessif, arbitraire, contingent, et proprement « terre à terre », alors que les perspectives de l'aéronautique, des projectiles téléguidés et des satellites artificiels élargissent notre point de vue à de plus vastes horizons.

La reconnaissance du caractère arbitraire des conditions normales pourrait faire proposer, en vue de simplifier les calculs, le choix, aussi peu justifié, mais apparemment plus commode, de la valeur ronde $g_0 = 10 \text{ m} : \text{s}^2$, sans doute atteinte à une profondeur de l'ordre de 200 km, en raison de la persistance, au-dessous du niveau du sol, de la croissance vers le bas de la gravité, qui résulte de la moindre densité des roches superficielles de l'écorce (2,5 environ contre 5,5 pour la moyenne du globe).

Mais, si séduisante que risque d'apparaître cette sorte de conciliation, elle contribuerait dangereusement à dissimuler, au lieu de la mettre en pleine lumière, une grave

confusion de principe; et il convient de rejeter aussi la solution malheureusement admise dans certains manuels, et d'ailleurs légitime en principe, qui, au prix de l'introduction dans la relation de Galilée, $f = km\gamma$, d'un coefficient k dont la dimension abstraite dépend ainsi de quatre grandeurs fondamentales, fait jouer au kilogramme étalon le rôle à la fois de l'unité de poids et de l'unité de masse.

Loin de penser, comme certains, à réparer une omission qui n'est plus à regretter aujourd'hui, en dotant tardivement d'un nom la véritable unité de masse du système technique (qui pèse 9,81 kg-force), et en contribuant ainsi à en consacrer l'usage, nous devons faire en sorte que ce système, malheureusement encore répandu dans le monde industriel, cède promptement la place aux systèmes modernes plus rationnels fondés sur la masse comme grandeur fondamentale.

Comme nous l'avons rappelé à diverses reprises, notamment en 1927 à la session de Bellagio de la Commission électrotechnique internationale⁽¹⁾, le système technique usuel des mécaniciens présente ce paradoxe choquant que la gravité g , absente, au moins explicitement dans les relations où la ferait attendre sa signification physique, intervient par contre intempestivement dans celles qui décrivent des phénomènes ne relevant que de l'inertie, mais nullement de la pesanteur.

Aussi, en dépit de l'opinion courante, devons-nous considérer ce système, que l'habitude, tout au moins en France, fait dénommer improprement métrique, comme une corruption, — survenue malheureusement au cours du XIX^e siècle par négligence, incompréhension ou malentendu — de celui qu'avaient en vue ses fondateurs.

En effet, comme l'a souligné notamment en 1928 M. Ch. Ed. Guillaume, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures⁽²⁾, les archives du pavillon de Breteuil ne laissent aucun doute sur ce que, dès l'origine, dans l'esprit des promoteurs du système métrique, le kilogramme-étalon représentait bien l'unité de masse.

Nous devons même admirer le bonheur avec lequel ces pionniers, par exemple van Swinden dans le rapport présenté le 29 prai-

(1) Sur l'emploi pratique du système MTS. *Rev. Gén. de l'Électricité*, XXIII, n° 6, p. 267 (1928).

(2) Sur le système d'unités Mètre-tonne-seconde. *Rev. Gén. de l'Électricité*, XXIII, n° 9, p. 399 (1928).

rial an VII (17 juin 1799) à l'Institut national des Sciences et Arts, ont su s'exprimer presque dans les termes que nous emploierions aujourd'hui; car, ne l'oublions pas, la science, n'a pu préciser que progressivement et laborieusement, au cours du XIX^e siècle, les définitions et les domaines respectifs d'emploi correct des nombreux termes, originairement de signification voisine et plus ou moins interchangeables, qu'elle empruntait au langage courant : tels que force, effort, pression, énergie, action, force vive, quantité de mouvement..., etc.

Il est donc permis de s'étonner et de regretter que la voie droite et sûre reconnue et pratiquée immédiatement par des savants tels que Gauss, lord Kelvin, Maxwell, puis consacrée en 1861 par l'Association britannique pour l'Avancement des Sciences, enfin en 1889 par la Conférence générale des Poids et Mesures, ait été perdue au cours du XIX^e siècle, pour laisser prendre à la force ou au poids normal le rôle incombant rationnellement à la masse.

Si cette dernière notion eût pu paraître abstraite ou artificielle au temps d'Aristote, le monde moderne offre par contre aujourd'hui de bonne heure à l'observation de l'enfant une foule de mécanismes familiers dont le frottement est pratiquement exclu (bille sur un marbre, volant, bicyclette, roulements...) et qui, comme le bélier, le marteau, le wagon..., etc., sont bien propres à faire concevoir sans peine la masse comme distincte du poids; tandis que le vocabulaire traditionnel des métiers (« masse » de carrier...) atteste lui-même le caractère intuitif, naturel, et primitif de cette notion.

Et, de même que l'inertie apparaît ainsi comme la tendance des corps à conserver aussi bien — en conséquence du principe de relativité sous sa forme la plus rudimentaire (Galilée) — leur état de mouvement uniforme, que celui de repos, de même dans le domaine mental, et suivant la remarque de Faraday, l'inertie trouve son analogue aussi bien dans l'habitude que dans la paresse.

En définitive, il ne dépend plus sans doute que de l'acquiescement raisonné de quelques professeurs, conscients de leur mission d'édu-

cateurs et résolus à donner le ton au monde technique au lieu d'en emprunter parfois, pour paraître « à la page », le jargon et les errements, que disparaisse en très peu d'années un système d'unités périmé, au profit des systèmes modernes, mètre-tonne-seconde ou mètre-kilogramme-seconde, qui semblables au système CGS des physiciens dont ils ne diffèrent que par des rapports simples (puissances de 10) pour les unités principales, comportent aussi la masse comme grandeur fondamentale.

Une telle adhésion apporterait immédiatement à l'enseignement un immense soulagement, en répandant la clarté où règne encore la confusion, et procurant enfin aux élèves ce sentiment de tranquille sécurité que leurs professeurs n'ont jamais réussi à leur communiquer jusqu'à présent dans ces problèmes réputés à tort si difficiles de transformation d'unités.

La recrudescence récente, dans les pays anglo-saxons, d'un malaise latent en ce domaine⁽¹⁾, peut bien apparaître comme la sanction de l'incompréhension du monde industriel à l'égard de la proposition de lord Kelvin qui, afin d'adapter aux conceptions modernes le système britannique, avait proposé le nom de « poundal » pour l'unité de force cohérente avec la livre-masse, tandis que l'entêtement des mécaniciens à considérer la livre comme unité de force, donnait lieu récemment encore aux États-Unis à une suprême tentative pour consacrer tardivement sous le nom de « slug », l'unité de masse qui pèse 32,2 livres-poids.

Un grand pas vient toutefois, comme nous allons le voir, d'être fait dans la voie de la logique, par l'extension rapide au cours de ces dernières années, notamment en Amérique, de l'emploi, dans les laboratoires ainsi que dans le monde électrotechnique, du nouveau système Giorgi d'unités électriques; de sorte qu'il paraît permis d'espérer maintenant, pour un proche avenir, des progrès décisifs vers l'adoption universelle, inéluctable, quoique si longtemps différée, d'un système rationnel et pratiquement unique de mesures, commun à la science et à la technique.

(1) Un professeur anglais n'avouait-il pas récemment que ses élèves se trouvaient réduits à se fier à leur appréciation de l'ordre de grandeur convenable du résultat, pour décider si la gravité g devait ou non être introduite dans les formules, et, dans la première alternative, au numérateur ou au dénominateur; favorisés d'ailleurs en cette conjecture, par rapport à leurs concurrents continentaux, par la circonstance que la valeur numérique 32,2 (ft/s²) est plus éloignée de 1 que 9,8 (m/s²)?

LES UNITÉS ÉLECTRIQUES.

Avec l'électricité s'introduisent de nouvelles grandeurs en même temps que les relations qui servent à les définir, telles que la loi de Coulomb.

Il est naturel ici encore, pour simplifier l'écriture de ces relations, de supposer égaux à l'unité les coefficients arbitraires qui, exprimant une proportionnalité, ne paraissent correspondre, par exemple dans le vide, à aucune propriété variable du milieu, et peuvent ainsi passer pour ne représentant pas une grandeur physique véritable. C'est ainsi qu'a été constitué le système électrostatique absolu, où l'unité de la charge électrique q est définie par la condition que le pouvoir inducteur spécifique ou permittivité ϵ , qui intervient comme coefficient dans la loi de Coulomb : $f = \frac{1}{\epsilon} \frac{qq'}{r^2}$, soit égal à 1 dans le vide.

Les diverses grandeurs électriques, courant, potentiel, résistance... etc., ont pu être ainsi définies de proche en proche par un assentiment quasi universel pour n'introduire à leur sujet aucun autre coefficient numérique. Mais avec la découverte des effets magnétiques des courants s'est présentée, pour la définition de ces mêmes grandeurs, une deuxième voie d'accès, par le système électromagnétique absolu. Ce dernier système qui paraissait à l'origine ne devoir concerner que le domaine distinct des grandeurs magnétiques associées aux aimants, s'était constitué d'une manière tout à fait semblable à celle suivie pour le système électrostatique, en posant $\mu = 1$ pour la perméabilité du vide ou coefficient de la loi de Coulomb, qui donne la force $f = \frac{1}{\mu} \frac{mm'}{r^2}$ s'exerçant entre masses magnétiques mm' à la distance r . Tant que les deux systèmes se sont développés dans leur domaine propre originel sans se rencontrer, ils ont pu paraître tout aussi naturels et légitimes l'un que l'autre, et si le second donnait prise à des réserves justifiées quant au caractère fictif de la notion de pôle d'aimant, la similitude de structure que révèle en particulier l'identité de forme des deux lois de Coulomb respectivement électrique et magnétique, présentait un attrait esthétique indéniable qui, aujourd'hui encore, paraît correspondre à une réalité profonde.

Mais la perméabilité magnétique intervient aussi dans la relation $f = 2\mu \frac{ii'}{r}$ qui donne la force électrodynamique par unité de longueur s'exerçant entre deux courants rectilignes indéfinis i et i' à la distance r ; et qui, conduisant à une nouvelle définition, électromagnétique, du courant, joue un rôle essentiel dans la constitution du système actuel des unités électriques.

Or, l'expérience montre que, suivant que l'on procède ainsi, pour la définition des grandeurs électromagnétiques, par l'une ou l'autre voie, électrique ou magnétique, on aboutit pour les unités correspondantes à des valeurs différentes, dont le rapport est le nombre extrêmement grand (ou son carré) qui mesure (avec les unités de longueur et de temps adoptées) la vitesse de la lumière.

C'est l'interprétation de ce fait qui a conduit Maxwell à sa célèbre théorie électromagnétique de la lumière, dont la conséquence essentielle est l'existence, pour tout système cohérent sans constantes superflues, d'une relation nécessaire $\epsilon_0 \mu_0 c^2 = 1$, entre la permittivité, la perméabilité et la vitesse de la lumière dans le vide.

Les systèmes électrostatique et électromagnétique absolus sont donc incompatibles, à moins que la vitesse de la lumière ne soit prise pour unité, solution dont nous avons montré qu'elle ne pouvait guère être pratiquement retenue; et si l'on peut convenir d'adopter comme compromis, pour chaque sorte de grandeur, celui des deux systèmes qui paraît en introduire le plus directement ou le plus naturellement la notion, ce critérium se révèle indécis ou arbitraire pour un grand nombre de ces grandeurs, au voisinage des limites naturelles mal tracées et contestables des deux domaines.

Une solution, qui équivaut presque à admettre $c = 1$, consiste à poser, comme dans la théorie de la relativité $\tau = ct$, ce qui présente pour la mémoire l'avantage d'associer partout dans les formules c et t , mais laisse subsister l'inconfort d'unités disproportionnées, démesurément grandes ou petites. Il en est de même quoique à un moindre degré pour le système de Gauss qui consiste à poser $\epsilon_0 = \mu_0 = 1/c$ et que son caractère symétrique

rend assez séduisant au point de vue formel; mais il existe encore un système mixte assez voisin, qui est de ce fait souvent confondu avec le précédent, de sorte qu'en l'absence d'aucun accord généralement accepté, les préférences arbitraires des auteurs continuent à se disperser entre un grand nombre de variantes plus ou moins distinctes, et qu'en définitive il n'est pas possible de reconnaître toujours avec certitude, dans les mémoires de physique moderne, lequel, des systèmes électrostatique, de Gauss, mixte, ou relativiste, y est effectivement utilisé.

L'utilité, dans le domaine électrotechnique, d'un choix d'unités dont l'ordre de grandeur se montre approprié aux mesures courantes, a fait naître le système « pratique », qui comporte les unités universellement en usage aujourd'hui, volt, ampère, ohm, watt, etc.; mais, par une idée préconçue dont les électriciens ne sont parvenus que peu à peu à s'affranchir, les promoteurs de ce système, n'imaginant pas qu'il pût être autre qu'électromagnétique absolu, ont cru à la nécessité, pour en assurer la cohérence, de lui rattacher de nouvelles unités de longueur et de masse, à savoir le quadrant terrestre 10^9 centimètres, et la fraction 10^{-11} du gramme.

Le caractère démesuré de ces unités, si peu en rapport avec l'intention que traduisait la dénomination du système, les a fait évidemment laisser de côté pratiquement, de sorte que les électriciens, afin de n'avoir affaire toujours qu'à des nombres d'un ordre de grandeur raisonnable, avaient pris le parti empirique mais peu satisfaisant, d'utiliser suivant les cas, sans autre critère qu'une apparente commodité, tantôt le système pratique, tantôt le système électromagnétique CGS.

Ainsi s'est constitué un ensemble assez informe et peu cohérent, dans lequel les facteurs de transformation 10^{-1} , 10^{-8} , 10^{-9} , $9 \cdot 10^{11}$... etc., encombrant la mémoire et surchargent inutilement les équations, dont ils contribuent à faire perdre de vue la signification profonde, la genèse, et les exigences, quant aux distinctions à maintenir entre grandeurs apparentées, quoique parfois encore confondues à tort, comme le champ et l'induction. L'extrême confusion qui en résulte aujourd'hui a contribué ainsi à développer un malaise persistant, dont souffre profondé-

ment l'enseignement actuel de l'électrotechnique.

Enfin, par une infraction fâcheuse à la règle primitive suivant laquelle seules devaient être pourvues de noms propres les unités pratiques, les noms d'Oersted, Gauss, et Maxwell ont été donnés à des unités CGS, ce qui entraîne cette conséquence regrettable de priver de ces noms illustres l'extension sous sa forme moderne du système pratique, au profit d'un système incomplet destiné justement à tomber en désuétude.

Ce fut le grand mérite du professeur G. Giorgi de montrer, dès 1901, que le système des unités pratiques pouvait être considéré comme l'extension cohérente du système des unités mécaniques, mètre-seconde-kilogramme (masse), à condition de renoncer au préjugé du système absolu, et de reconnaître comme naturelle et nécessaire l'introduction, dans le nouveau domaine de l'électricité, d'une quatrième unité fondamentale, indépendante en principe des trois premières, comme celles-ci sont elles-mêmes les unes vis-à-vis des autres.

Le choix de cette quatrième unité est largement indifférent. Une difficulté naît toutefois de ce que la préférence ne peut être donnée sans arbitraire à une unité du groupe électrique plutôt que magnétique, pas plus, comme nous l'avons vu qu'à l'un plutôt qu'à l'autre des deux systèmes absolus E. S. et E. M., aux titres équivalents quoique inconciliables.

Aussi, à défaut de la permittivité du vide ϵ_0 ou de la perméabilité du vide μ_0 , dont la relation $\epsilon_0 \mu_0 c^2 = 1$ fixe le produit, pourrait-on, pour sauvegarder la symétrie, normaliser leur rapport $\mu_0 : \epsilon_0$.

Or la racine carrée de ce rapport est égale au quotient par 4π de la grandeur que les radioélectriciens ont été amenés à considérer comme l'extension naturelle, pour une section carrée de dimension quelconque d'une onde plane polarisée, de la notion d'impédance d'onde des lignes, et qui, pour le vide, vaut 377 ohms.

Le rapport $\mu_0 : \epsilon_0$ et par suite ϵ_0 et μ_0 , se trouvent ainsi ramenés à une résistance, ce qui revient à prendre l'ohm comme quatrième unité, et réalise un compromis équitable entre les grandeurs électriques et magnétiques, puisque l'ohm est le quotient du volt par l'ampère, ou du weber (unité de flux

et de masse magnétique) par le coulomb (unité de charge électrique).

Mais ce choix présente l'inconvénient de conduire à des exposants fractionnaires pour l'expression des « dimensions » des autres grandeurs fondamentales, charge, flux, courant, tension,... etc., de sorte qu'il est généralement admis aujourd'hui comme préférable de retenir plutôt comme quatrième unité l'une de ces dernières grandeurs, par exemple le coulomb ou l'ampère.

Enfin, pour des raisons tenant à la technique des mesures et qui ont paru décisives à la quasi-unanimité des spécialistes des grands laboratoires de métrologie, cette quatrième unité n'a pas été représentée arbitrairement par un étalon, comme le sont les 3 premières, ou comme l'était effectivement jusqu'en 1948 l'ampère international, défini par l'équivalent électrochimique de l'argent, mais repose de nouveau sur une définition électromagnétique, équivalente à l'adoption implicite, dans le système mètre-seconde-kilogramme, d'une unité de perméabilité égale à 10^7 fois la perméabilité du vide μ_0 ; d'où résulte, pour la permittivité $\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$, en prenant $c = 3 \cdot 10^8$ m : s, la valeur $\frac{10^7}{9 \cdot 10^{16}} = 1,111 \cdot 10^{-10}$.

Le point de vue électromagnétique conserve bien ainsi, dans la construction finale du système Giorgi, une certaine primauté, puisque μ_0 , et non ϵ_0 , y est pris égal à une puissance de 10, ce qui sauvegarde un rapport simple entre la perméabilité absolue et la perméabilité relative ou rapportée au vide, dont la considération, familière aux praticiens, garde naturellement une grande importance; mais, comme ni l'une ni l'autre des constantes relatives au vide, n'est prise pour unité, l'égalité de traitement entre les deux points de vue concurrents, électrique et magnétique, se trouve quand même en principe respectée.

Ce dernier objectif se trouve encore plus complètement atteint, suivant la suggestion de Kalantaroff, par le renoncement de la masse mécanique au rôle de grandeur fondamentale, ce qui permet de disposer de deux des quatre unités principales, l'une pour l'électricité, l'autre pour le magnétisme, par exemple l'ampère et le volt ou mieux leurs intégrales

de temps, à savoir le coulomb et le weber.

Ce dernier choix se montre particulièrement heureux en ce qu'il conduit à l'expression la plus simple, avec exposants entiers et toujours petits, pour les équations de dimension. Il trouve surtout une justification supplémentaire dans certaines considérations de physique théorique, qui, si elles soulèvent encore bien des mystères non éclaircis, n'en apparaissent pas moins dès à présent comme fondamentales. En effet, d'une part l'existence de charges électriques élémentaires, d'autre part celle, requise par les conditions de Bohr déterminant les orbites stables dans les atomes, d'un quantum associé de flux (ou de masse) magnétique, nous fournissent deux constantes naturelles dont le produit est la constante ou quantum d'action h de Planck.

Or l'action, grandeur en vérité bien abstraite, mais dont l'importance capitale se révèle toujours davantage, est le produit d'une énergie par un temps; ce qui permet de passer, en divisant par la seconde de temps, du produit coulomb-weber qu'est l'unité pratique d'action, à l'unité d'énergie ou joule, sous l'une des deux formes équivalentes : coulomb-volt ou ampère-weber; enfin, de l'énergie à la masse, ou du joule au kilogramme, en divisant par le carré de l'unité de vitesse ($m^2 : s^2$).

Si nous sommes loin encore d'avoir saisi la signification dernière des unités naturelles de masse magnétique et de charge électrique, ainsi que la raison du rapport simple $137/2$, demi-entier, de leurs valeurs numériques dans les systèmes absolus respectifs, nous présentons du moins dès à présent que le système d'unités pratiques Giorgi, est assez fondé dans son adaptation intime à la réalité, pour n'avoir vraisemblablement rien à redouter de l'évolution ultérieure de la théorie.

Le rattachement des unités principales à la notion moderne d'action met enfin en pleine lumière ces relations de dualité entre grandeurs électrique et magnétique que Maxwell avait déjà notées, en quelques lignes de son célèbre traité d'Electricité et de Magnétisme (T. II, *Théorie des unités*, p. 297).

L'arrangement du diagramme ci-joint (1) (fig. 1) vise à faire ressortir cette correspondance entre grandeurs conjuguées deux à deux respectivement électrique et magné-

(1) Ce diagramme est extrait de : Note sur les relations entre les unités électriques et leur rationalisation : *Soc. Fr. des Electr.*, n° 69, sept. 1936, p. 959.

tique, et se faisant pendant de part et d'autre d'une colonne centrale qui contient les grandeurs « neutres » groupées autour de l'action comme grandeur fondamentale.

Les relations qu'établit ainsi naturellement entre les grandeurs physiques cette commune filiation, trouvent leur expression moderne la plus parfaite dans l'écriture tensorielle, et revêtent divers aspects que fait notamment ressortir le cas, particulièrement important, des quatre grandeurs E , D , H , B , caractéristiques du champ électromagnétique. Celles-ci peuvent être en effet, suivant le point de vue envisagé, groupées deux à deux, de trois manières différentes, également significatives (1).

Tout d'abord la séparation, d'une part des grandeurs électriques, la force E , et le déplacement D , d'autre part des grandeurs magnétiques, le champ H , et l'induction B , correspond encore au caractère différent de symétrie de ces deux paires de grandeurs vectorielles, dont les premières (E , D) sont « polaires », les autres (H , B) « axiales ».

D'autre part dans les produits correspondants qui, au facteur $1/2$ près, représentent les énergies respectives, électrique et magnétique, par unité de volume, l'un des facteurs (E ou H) est, comme la force, la pression, la température... etc., de la nature des « intensités » au sens souligné par Gibbs, Ostwald, Le Chatelier... etc., tandis que le facteur conjugué (D ou B) est, comme le déplacement, le volume, l'entropie... etc., de la nature des « extensions » ou variables de position, qui interviennent généralement par leur différentielle dans le produit qu'est l'énergie.

Ce deuxième aspect correspond encore à la symétrie, au moins formelle, entre les deux domaines électrique et magnétique que traduisent la similitude des deux lois de Coulomb, l'analogie de comportement des charges électrique et magnétique, l'opposition entre les deux systèmes absolus d'unités... etc., et, si la théorie moderne relativiste a tendu entre-temps à rabaisser l'importance prêtée à ce premier point de vue, qu'elle jugeait secondaire et superficiel, certains travaux récents tendraient au contraire à en souligner de nouveau le caractère vraiment fondamental.

Enfin le troisième groupement qui rassemble les vecteurs E force électrique et B induc-

tion magnétique d'une part, ainsi que H champ magnétique et D déplacement électrique d'autre part, correspond au point de vue relativiste qui fait apparaître les vecteurs ainsi associés comme les composantes d'un même tenseur, qui s'échangent partiellement entre elles — comme celles d'un vecteur ordinaire dans les changements d'axes — au cours des transformations plus générales mais analogues, que sont les passages d'un système de référence à un autre en mouvement relatif par rapport au premier.

A un point de vue plus élémentaire, d'ailleurs profondément apparenté au précédent, la paire EB correspond à ce qu'il est permis d'appeler l'aspect actif du champ, en ce sens que E et B constituent les facteurs de l'action du champ sur une charge électrique ponctuelle respectivement en repos ou en mouvement, tandis que D et H , dérivant de l'existence de charges électriques respectivement en repos ou en mouvement, caractériseraient au contraire l'aspect passif du champ, ou l'action des charges sur le champ.

Les trois points de vue ci-dessus se retrouvent évoqués, sous une forme élémentaire, dans l'expression simple des dimensions de ces 4 grandeurs, dont les unités respectives sont, pour la force électrique E le volt par mètre ou weber par mètre-seconde, pour le déplacement électrique D le coulomb par mètre carré, pour le champ magnétique H l'ampère par mètre ou coulomb par mètre-seconde, enfin pour l'induction magnétique B le weber par mètre carré. Ces 4 grandeurs se trouvent ainsi constituées uniformément par la combinaison des deux numérateurs que sont les unités fondamentales, coulomb et weber, avec les deux dénominateurs, mètre carré et mètre-seconde associés à deux sections orthogonales respectivement d'espace (xy) et d'espace-temps (zt) d'une cellule quadridimensionnelle d'univers (xyz).

Notons en passant que cette similitude étroite de formation entre les expressions des 4 grandeurs caractéristiques du champ électromagnétique, règle en fait, sans ambiguïté et d'une manière qui nous paraît décisive, une question de principe importante qui semble n'avoir donné lieu à controverse dans le passé que tant qu'elle pouvait passer pour ne relever que du point de vue théorique

(1) Des relations tout à fait semblables régissent l'ensemble analogue des grandeurs p v T S en thermo-dynamique.

et abstrait des équations de Maxwell. Il s'agit de la « rationalisation » ou du mode d'écriture des relations et de définition de grandeurs qui vise, non pas tant à restreindre l'intervention inévitable du facteur 4π qu'à l'écarter des relations fondamentales, surtout lorsque sa signification n'y apparaît pas manifeste. Car si aucune hésitation n'est permise, et si aucune divergence d'opinion n'existe, quant à la définition des grandeurs et au choix des unités pour la tension disruptive (volt par mètre), l'induction magnétique (weber par m²) et le déplacement électrique ou densité de charge d'un condensateur (coulomb par m²), aucune autre alternative ne subsiste plus pour constituer un ensemble cohérent, c'est-à-dire comportant l'ampère-tour par m. pour unité de force magnétique, que la définition de cette dernière grandeur sous sa forme rationalisée.

L'opportunité pratique de la rationalisation découle, comme l'a fait notamment ressortir Langevin, de ce qu'elle est naturellement adaptée à ces éléments simples, de forme parallélépipédique, naturels et familiers dans la construction, que sont le condensateur plan et la nappe de courant, plutôt qu'à ces conceptions un peu idéales que sont la sphère et le conducteur rectiligne indéfini.

Bien que le principe même de la rationalisation paraisse aujourd'hui généralement admis, une légère incertitude subsiste encore sur la forme définitive à donner à son application. Dans celle primitive (Heaviside, Lorentz) les relations dites « complémentaires » $D = \epsilon E$, $B = \mu H$, présentent le mode d'écriture le plus simple, mais au prix de l'introduction du facteur 4π dans l'expression des lois de Coulomb, où l'on ne peut soutenir de manière probante que sa présence s'impose vraiment. Cette solution pouvait paraître naturelle si, comme l'admettaient implicitement ses promoteurs, la définition des unités avait pu suivre celle des relations; mais comme, par l'adoption du système Giorgi, les unités se trouvent imposées indépendamment

du mode d'écriture des relations, la forme ci-dessus de rationalisation, tout en faisant disparaître en apparence le facteur 4π , l'introduit par contre dans les valeurs numériques des permittivités et des perméabilités.

$$(\mu'_0 = 4\pi\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}, \quad \epsilon'_0 = \frac{\epsilon_0}{4\pi} = \frac{10^{-9}}{4\pi \cdot 8,988} \text{ dans le vide})$$

qui deviennent aussi moins aisées à se rappeler.

Or, comme nous l'avons montré en 1936⁽¹⁾, en reprenant une remarque antérieure de Dellinger, le principe de la rationalisation s'accommode du maintien des grandeurs ϵ et μ dans leur signification primitive familière, avec des valeurs numériques proches de celles des systèmes absolus, et aisées à se remémorer à l'aide de la relation $\epsilon_0\mu_0c^2 = 1$ (qui subsiste d'ailleurs si ϵ_0 et μ_0 sont remplacés par ϵ'_0 et μ'_0), enfin, dans lesquelles ne se dissimule pas le facteur 4π ; à condition que ce facteur soit par contre introduit explicitement dans les équations « complémentaires » entre champ et induction, comme l'avait fait Maxwell lui-même pour le déplacement.

Comme par contre la presque totalité des autres relations et notamment les lois de Coulomb conservent dans cette variante de rationalisation leur forme familière, son adoption ne dérangerait que d'une manière insignifiante les habitudes actuelles qu'elle consacrerait en tout ce qu'elles présentent de raisonnable, tout en atteignant avec le plus de succès, ainsi qu'il est aisé de le constater en faisant le tour des relations usuelles, l'objectif initial de réduire au minimum les interventions inévitables du facteur 4π .

Toutefois, comme ce choix des grandeurs familières ϵ_0 et μ_0 plutôt que de $\frac{\epsilon_0}{4\pi}$ et $4\pi\mu_0$,

pour représenter les propriétés de l'espace vide ne porte au fond que sur un détail d'écriture, le Comité électrotechnique français, tout en rappelant les avantages d'ordre pratique de notre proposition, s'est déclaré prêt à se rallier à celle des deux solutions qui recueillera internationalement le plus de suffrages.

CONCLUSION.

Le tableau ci-après présente l'ensemble des grandeurs de l'électromagnétisme et de leurs unités dans le système Giorgi M. K. S. ra-

tionnel, dont il contribue à faire ressortir la cohésion et la belle ordonnance. Lié à une forme d'écriture des relations toujours con-

(1) Note sur les relations entre les unités électriques et leur rationalisation. *Soc. Fr. des Electr.*, n° 69, sept. 1936, p. 959.

densée, rationnelle, élégante et suggestive, il ne demande plus à la mémoire, en fait de valeur numérique, que le rappel de la perméabilité du vide, 10^{-7} , et l'on s'explique aisément qu'à travers les étapes successives jalonnées par les sessions de Scheveningen (1935) et de Torquay (1938) de la Commission électrotechnique internationale, ses mérites propres lui aient ainsi gagné peu à peu l'adhésion universelle des électriciens, puis celle, au début un peu réticente, des physiciens.

Les contacts que la mobilisation industrielle a rendus plus fréquents pendant la guerre entre techniciens, physiciens de laboratoire et théoriciens, auront aussi beaucoup contribué à ce résultat, notamment aux États-Unis où il n'est presque pas de livre récent, d'électricité ou de radiotechnique, qui ne proclame, parfois avec enthousiasme, son adhésion au système Giorgi.

A ce tournant mémorable de l'histoire de la normalisation, il convient d'évoquer la petite réunion de l'hôtel Continental au cours de laquelle, pendant le Congrès de l'Electricité de 1881, un petit groupe de savants, Helmholtz, Kelvin, Mascart... etc., arrêtaient le système actuel des unités électriques.

Si, comme il est à peine nécessaire de le rappeler, ce système repose, ainsi que tout l'ensemble des mesures scientifiques, sur le système métrique, sa prompte adoption, dans les laboratoires du monde entier, puis dans les jeunes industries qui en sont issues, aura été le facteur le plus puissant de diffusion universelle de la réforme que la Convention dédiait déjà « à tous les temps, à tous les peuples ».

Alors que l'heureux aboutissement de son œuvre, dans un délai maintenant plus proche que beaucoup n'imaginent, consacre une des rares supériorités qui soient encore reconnues unanimement à notre pays, la France, justement fière de son rôle passé en cette matière, et fidèle à sa mission traditionnelle, doit se montrer plus que jamais attentive à donner l'exemple d'une conduite pleinement con-

forme à son idéal de logique et de clarté.

Sa loi de 1919 sur les unités de mesure MTS constituait en fait une anticipation du système Giorgi MKS, dont elle ne s'écarte que par le choix d'une unité de masse mille fois plus grande, la tonne au lieu du kilogramme, ce qui affranchit la dénomination de cette unité principale du préfixe kilo, au prix il est vrai de son introduction dans les unités d'énergie et de puissance, le kilojoule et le kilowatt, 10^{10} fois plus grandes que les unités correspondantes du système CGS.

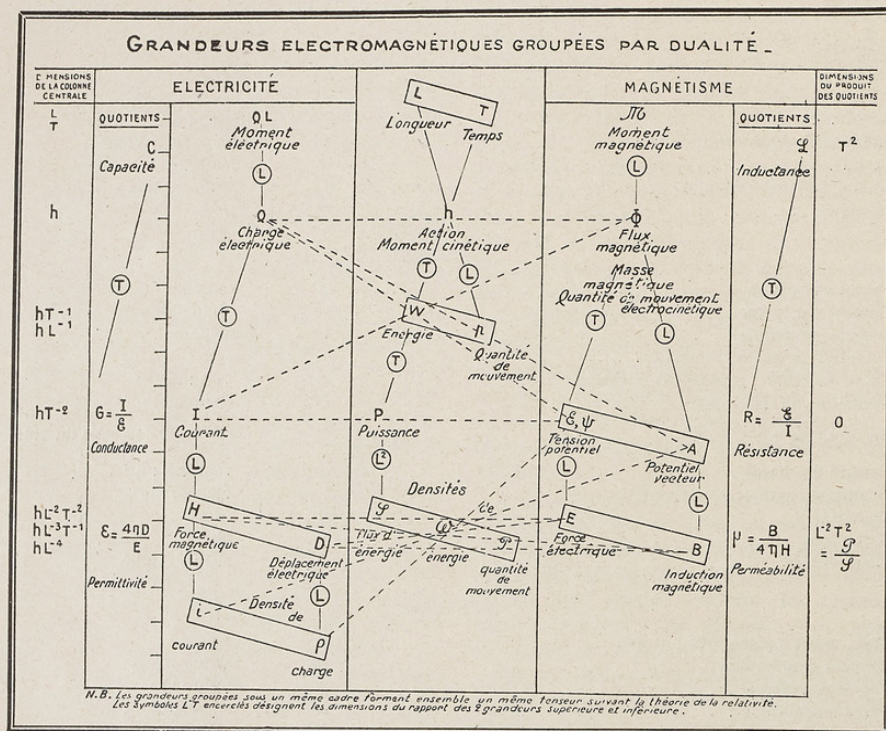
La conservation de la valeur numérique unité pour la densité de l'eau accentuait d'autre part la similitude avec ce dernier système, et la grandeur de son unité de pression, la pièze, équivalente à une colonne d'eau de 102 mm, ou au 1/100 environ de la pression atmosphérique, était évidemment plus convenable que celle, mille fois moindre, de l'unité correspondante MKS, le pascal, dont la dénomination, comme pour d'autres grandeurs du même système, demeure d'ailleurs encore soumise à discussion; alors que ces questions de noms se trouvent réglées complètement et de manière satisfaisante dans la loi française de 1919.

Il est donc permis de regretter jusqu'à un certain point qu'une mise en pratique plus prompte en notre pays de ce prolongement naturel du système métrique, ne nous ait pas permis d'en mieux soutenir les chances, comme la France eût été peut-être mieux en mesure de le faire il y a plus d'un siècle.

Mais si, comme il est à prévoir, les raisons en faveur du système MKS l'emportent finalement sur le plan international, nous nous attacherons à souligner, plutôt que de minimiser les différences, l'étroite parenté et l'extrême facilité de passage de l'un à l'autre des deux systèmes, et nous féliciterons qu'une fois encore la France ait joué ainsi un rôle capital dans l'élaboration et les progrès de cette langue universelle, essentielle au monde moderne, qu'est un système rationnel et uniforme de mesures.

Tableau des grandeurs de l'électromagnétisme et de leurs unités
dans le système Giorgi M.K.S. rationnel.

<i>Grandeurs mécaniques.</i>		
	Symbole	Unité
Longueur	L	mètre
Temps	T	seconde
Masse	M	kilogramme
Force.	F	joule : mètre, newton
Quantité de mouvement	p	kg-m : s, J-s : m
Énergie.	W	joule
Action, moment cinétique.	h	joule-seconde
Puissance.	P	watt
<i>Électricité.</i>		
Charge électrique	Q	coulomb
Moment électrique.		coulomb-mètre
Courant électrique.	I	ampère
Potentiel, force électromotrice.	$\mathcal{E}, V, \psi$	volt
Force électrique, gradient de potentiel	E	volt : mètre
Déplacement électrique.	D	coulomb : m ²
Permittivité $\frac{4\pi D}{E}$	ϵ	8,988.10 ⁹ fois celle du vide
Densité de charge	ρ	coulomb : m ³
Densité de courant.	i	ampère : m ²
Capacité	C	farad
Résistance	R	ohm
Conductance	G	siemens, mho
<i>Magnétisme.</i>		
Flux, masse magnétique ($\times 4\pi$)	Φ	weber
Moment magnétique	$\mathcal{M}$	weber-mètre
Potentiel vecteur	A	weber : m
Force magnétique	H	ampère-tour : m
Induction magnétique	B	weber : m ²
Force magnétomotrice, potentiel magnétique	$\mathcal{F}$	ampère-tour
Perméabilité $\frac{B}{4\pi H}$	μ	10 ⁷ fois celle du vide
Inductance	L	henry
<i>Grandeurs mixtes.</i>		
Flux d'énergie, vecteur de Poynting	$\mathcal{S}$	watt : m ²
Densité d'énergie, tensions de Maxwell	$\mathcal{U}$	joule : m ³
Quantité de mouvement électromagnétique	$\mathcal{P}$	joule-seconde : m ⁴



ANNEXES

Comptes rendus des Séances de la Neuvième Conférence générale des Poids et Mesures réunie à Paris en 1948.

La Neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures a tenu session du 12 au 21 octobre. Sa devancière datait de 15 années.

La séance d'ouverture, dans le Salon de l'Horloge du Ministère des Affaires Étrangères, était présidée par M. Robert Schuman, qui a accueilli les Délégués par une aimable allocution. Les autres séances ont eu lieu au Pavillon de Breteuil, à Sèvres. Elles étaient présidées par M. Henri Villat, Président de l'Académie des Sciences de Paris, et en son absence, par le chef de la Délégation française, M. Louis de Broglie, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, membre de l'Académie Française.

Parmi les questions traitées, on peut citer : le compte rendu de la clôture de la première vérification des Mètres prototypes nationaux, et de l'exécution actuelle de la troisième vérification des kilogrammes nationaux;

les expériences sur les longueurs d'onde lumineuses susceptibles de préparer l'adoption, dans un avenir plus ou moins lointain, d'une onde lumineuse émise par l'un des nouveaux éléments monobares, comme étalon de longueur qui ferait suite au prototype actuel de platine iridié;

la mesure absolue, en cours, de l'intensité de la pesanteur;

l'approbation des décisions du Comité International au sujet du passage des unités électriques internationales aux unités absolues, et au sujet de la nouvelle définition de l'unité de lumière;

l'entreprise d'une enquête officielle sur la possibilité d'établir un système international pratique d'unités : Mètre, Kilogramme (masse), Seconde, Ampère;

l'adoption de l'Échelle internationale de Température;

quelques décisions destinées à favoriser l'expansion du Système Métrique;

l'unification, en Europe, de la numération des très grands nombres.

Des propositions ont été émises, par la Délégation suisse et par la Délégation soviétique, tendant à préparer une extension considérable du domaine d'activité du Bureau International, en même temps qu'un accroissement très sérieux de ses possibilités financières.

Un nouveau Membre, de nationalité argentine, le Professeur Isnardi, a été élu au Comité International des Poids et Mesures.

Dans les Annexes à ces Comptes rendus, figure le texte complet de l'Échelle Internationale de Température.

Les récents progrès du Système Métrique, 1948,

par M. Albert PÉRARD,

Directeur du Bureau International des Poids et Mesures.

Cet ouvrage constitue le Rapport que le Directeur du Bureau International a présenté à la Neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures, suivant l'usage établi par son prédécesseur Ch.-Ed. Guillaume, et en conformité de l'article 7 du Règlement annexé à la Convention du Mètre, d'après

lequel la Conférence Générale « a pour mission de discuter et de provoquer les mesures nécessaires pour la propagation et le perfectionnement du Système Métrique... ».

La Première Partie rappelle brièvement les travaux accomplis en métrologie depuis la précédente Conférence Générale, tenue

en 1933. L'indication de ces travaux est donnée aux Comptes Rendus de la Conférence.

La Deuxième Partie met en évidence les progrès des législations en faveur du Système Métrique, parmi lesquels nous relèverons seulement :

Au Brésil, loi du 4 août 1938 interdisant l'usage et la mention d'unités autres que celles du Système Métrique, et réorganisation du Service des Poids et Mesures.

En Chine, Système Métrique seul légal, mais tolérance, à titre transitoire, du $\frac{1}{3}$ de mètre et du $\frac{1}{2}$ kilogramme, comme système mercantile.

En Égypte, loi du 27 mars 1939 consacrant l'établissement du Système Métrique. L'emploi des mesures de longueur anglaises et égyptiennes est limité aux tissus vendus en pièces, à la culture et au commerce du coton brut.

Aux États-Unis d'Amérique, projet de loi élaboré par le Directeur du National Bureau of Standards, définissant, pour les longueurs, le mètre et l'inch comme unités légales, ce dernier devant être égal à 0,0254 m; pour les masses, le kilogramme et la pound avoir du poids, cette dernière égale à 0,4535924277 kg. Campagne inlassable de la Metric Association.

En Grande-Bretagne, activité continue de la Decimal Association, qui compte parmi ses adhérents plus de 600 établissements industriels, et importantes décisions de l'Empire Scientific Conference de 1946 sur les étalons de mesure, recommandant en particulier l'adoption du Système Métrique dans les domaines scientifiques.

Au Paraguay, Système Métrique devenu obligatoire.

En Turquie, Système Métrique d'abord introduit dans les villes turques (1931), mis en vigueur dans toute l'étendue du pays depuis 1934.

En U. R. S. S., célébration, en décembre 1948, du trentième anniversaire de l'introduction du Système Métrique, et adoption par décret, des nouvelles unités électriques et photométriques.

En Yougoslavie, projet de loi définissant les unités légales (système M. K. S.), actuel-

lement soumis à l'examen du Corps législatif.

Suit un compte rendu rapide des réunions internationales pour ce qui concerne la métrologie :

La Première Conférence de Métrologie Pratique, réunie en 1937, a établi un avant-projet pour la création d'un organisme international permanent dans sa spécialité.

Les Congrès de la Chambre Internationale de Commerce, à Paris en 1935 et à Copenhague en 1939, ont adopté l'un et l'autre des résolutions tendant à rendre universel l'emploi du Système Métrique.

L'International Air Transport Association (I. A. T. A.) a recommandé à l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (O. A. C. I.) l'utilisation de diverses unités, parmi lesquelles le mètre pour les hauteurs et les dimensions des aérodromes, le kilogramme et la tonne métrique pour les masses.

En outre, à l'Organisation des Nations Unies (O. N. U.), des interventions pressantes ont demandé une décision établissant l'universalité du Système Métrique.

L'ouvrage se termine par ces mots : « En conclusion, nous voudrions marquer qu'à l'heure actuelle, où sur des questions d'ordre économique, social ou politique, des oppositions subsistent entre les nations, il est du moins un domaine dans lequel l'entente des hommes n'a jamais cessé. Pour la seconde fois, la guerre a imposé à notre institution une épreuve longue et pénible; mais elle n'a pu ébranler ses assises. Longtemps séparés par la tourmente, les membres du Comité International se sont retrouvés à nouveau au Pavillon de Breteuil dans une atmosphère de confiance et d'estime réciproques, et ont simplement repris leurs travaux interrompus, prouvant ainsi au monde que l'union de leurs pays respectifs dans l'œuvre scientifique fondée et poursuivie en commun n'avait pas cessé. Nous en ressentons à la fois une légitime fierté et un grand encouragement; car, à nos yeux, le Système Métrique n'est pas seulement un instrument de progrès scientifique, c'est aussi un principe actif de rapprochement entre les peuples ».

INDEX DES NOMS D'AUTEURS
contenus dans l'Année 1949 de l'Industrie Nationale.

I

INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS D'ARTICLES,
CONFÉRENCES ET MÉMOIRES PUBLIÉS PENDANT L'ANNÉE 1949

MM.	Pages.
BELIN (E.). — Photographie et Cinématographie en couleurs	95
DARRIEUS (G.). — Les Unités de la Mécanique et de l'Électricité et le Système Giorgi	163
DELBORD (Y.). — La Télévision	53
DUBERTRET (P.). — Les Turbines à combustion	14
MARTIN (R.). — Le Traitement moderne des méningites purulentes aiguës	117
MERLE (G. du). — L'Aviation de haute vitesse	1
NICOLAU (P.). — Propos de Normalisateurs	158
PERARD (A.). — Actualité du Système métrique	149
TRÉFOUËL (J.). — Lecomte du Noüy	85

II

INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS D'OUVRAGES
OU DE CONFÉRENCES AYANT FAIT L'OBJET DE COMPTES RENDUS

MM.	Pages
CAQUOT (A.). — Les grandes possibilités de l'équipement hydroélectrique français.	Conférence 79
CAZAUD (R.). — La fatigue des métaux	Ouvrage 82
CHAMPLY (R.). — Comment on devient tourneur sur métaux	— 116
DARRIEUS (G.). — Les Unités de la Mécanique et de l'Électricité et le Système Giorgi	Conférence 163
DELBORD (Y.). — La télévision et ses applications	— 77
DOLLFUS (J.). — Atlas mondial	Ouvrage 51
DOURDIN (J.). — L'étude des marchés par sondages	Conférence 112
GRÉGOIRE (J.-A.). — L'ingénieur de l'automobile	—
LACHAMPT (F.). — Modernisation d'un procédé millénaire : la fabrication continue du savon	Conférence 43
LEBRUN (A.). — Cinquante années de sidérurgie lorraine dans l'Économie française	— 39
LEPRINCE-RINGUET (L.). — Les accélérateurs de particules et leur application	— 75
LHULLIER (J.). — Les paradoxes de l'Économie suisse	—
MARTIN (D' R.). — Le Traitement moderne des méningites purulentes aiguës	— 110
NICOLAU. — Propos de Normalisateurs	— 158
PÉRARD (A.). — Actualité du Système métrique	— 149
PRÉAUD (R.). — L'agriculture parmi les industries nationales	— 45
RANG (A.). — Henri Becquerel et la découverte de la radioactivité	Ouvrage 82
TRÉFOUËL (J.). — Pierre Lecomte du Noüy	Conférence 48

TABLE DES MATIÈRES

(Année 1949)

1°

Articles, Conférences et Mémoires.

	Pages.
L'AVIATION DE HAUTE VITESSE, par M. G. du Merle.	1
TURBINES À COMBUSTION, par M. P. Dubertret.	14
LA TÉLÉVISION, par M. Y. Delbord.	53
LECOMTE DU NOÛY, par M. le Professeur J. Tréfouël.	85
PHOTOGRAPHIE ET CINÉMATOGRAPHIE EN COULEURS, par M. E. Belin.	95
TRAITEMENT MODERNE DES MÉNINGITES PURULENTES AIGÜES, par M. le Docteur R. Martin.	117
ACTUALITÉ DU SYSTÈME MÉTRIQUE, par M. A. Pérard.	149
PROPOS DE NORMALISATEURS, par M. l'Ingénieur général Nicolau.	158
LES UNITÉS DE LA MÉCANIQUE ET DE L'ÉLECTRICITÉ ET LE SYSTÈME GIORGI, par M. G. Darrieus.	163

2°

Comptes Rendus des Séances publiques de la Société d'Encouragement.

Séances du 28 octobre au 21 décembre 1948 (Conf. Lebrun, Lachamp, Préaud, Tréfouël)	37 à 50
Séances du 13 janvier au 10 février 1949 (Conf. Leprince-Ringuet, Delbord, Caquot).	74 à 81
Séances du 24 février au 19 mai 1949 (Conf. Belin, Pérard, Nicolau, Darrieus, Martin, Dourdin).	103 à 114
Séances du 17 juin et du 2 juillet 1949 (Conf. Lhuillier, Grégoire)	125 à 147
Cérémonie des Récompenses et Palmarès	130

3°

Comptes rendus des Comités.

Comité d'Agriculture (Séance du 10 juin 1949). Comm. M. Nottin : <i>Les Blés germés</i>	115
---	-----

4°

Divers.

Assemblée générale du 23 décembre 1948	50
Bibliographie	15-82-116-148
Congrès international des Ingénieurs pour le développement des pays d'outre-mer. Ré- trospective et Exposition pour l'équipement de l'Union française	83
Nécrologie (M. Ch. Mildé).	116
Ouvrages reçus.	147
Comptes rendus des Séances de la Neuvième Conférence générale des Poids et Mesures réunie à Paris en 1948	177
Les récents progrès du Système métrique, 1948, par M. A. Pérard.	177
Index	179

Le Directeur Gérant : L. PINEAU.

D. P. n° 10803.

Imprimé en France chez BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris. — 5-1950.

**SYNDICAT des IMPORTATEURS
de PRODUITS PÉTROLIFÈRES**
du CENTRE et du SUD-EST de la FRANCE (S.I.P.S.E.C.)

12, rue de Presbourg, PARIS (XVI^e) Tél. KLÉber 78-95 et 78-96

FONDÉ EN 1928

Membres affiliés :

Établissements **MELIN & HOUGUENAGUE**, à GEVREY-CHAMBERTIN (Côte-d'Or).

Établissements **LABRUYÈRE & EBERLÉ**, 32, rue de Lyon, à MACON (Saône-et-Loire).

Établissements **COINEAU**, 24, avenue Marceau, St-YRIEIX-la-PERCHE (Haute-Vienne).

Établissements **Antoine BAUD**, 93, bld Lavoisier, CLERMONT-FERRAND (Puy-de-Dôme).

Société "**L'ALLOBROGE**", La Folatière, CHAMBÉRY (Savoie).

Société "**LA JEANNE D'ARC**", 38, rue des États-Unis, ÉPINAL (Vosges).

Établissements **DORSEMAINE**, 37, rue de Paris, VICHY (Allier).

Établissements **TAVERNIER**, "**Motoforce**", 94, rue Bergson, SAINT-ÉTIENNE (Loire).

Établissements **ARROUS-DALBIN**, 147, rue d'Entraigues, TOURS (Indre-et-Loire).

Société **EST-MÉTAUX**, à CHAMBÉRY (Savoie).

Établissements **Léon BARBIER**, rue Eugène-Sue, GRENOBLE (Isère).

Société des **HYDROCARBURES** du **GATINAIS**, à NARGIS (Loiret). **M. BOURDEAUX**, 5, route de Varennes, SOUPPES-sur-LOING (Seine-et-Marne).

Compagnie Française des **PRODUITS PÉTROLIFÈRES**, 55, av. des Champs-Élysées, PARIS.

Société **FORÉZIENNE DES PÉTROLES**, à SAINT-ÉTIENNE (Loire).

Établissements **BERTRAND & MIEGE**, 52, rue Jean-Jaurès, LUXEUIL-les-BAINS (Haute-Saône).

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

STEUA (AGENCIÉS) LIMITED

"BERNARD-MOTEURS"

PRODUCTIONS :

MOTEURS THERMIQUES

"BERNARD-MOTEURS"
"C.L".CONORD
"JAPY"

•

ÉCRÉMEUSES

"BERNARD-ÉCRÉMEUSES"
LACTINOX

•

TRACTEURS

"BERNARD-TRACTEURS"

•

CATALOGUES ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

ESSENCE DIESEL
1 à 24 CH.

ÉCRÉMEUSES
150 - 225 - 300 litres

TRACTEURS 15 CH.
à chenilles

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

123-C

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 60 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 2.196.000.000 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 PHOS-
PHORE - LESSIVES - SILICATES - DÉRIVÉS DE L'ÉTYLÈNE
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

Produits Chimiques

ACIDE CHLORHYDRIQUE — ACIDE MONOCHLORACÉTIQUE — ACIDE PERCHLORIQUE — AFCOSOL — AFCOVYLS — ALCALI — ALUMINATE DE SOUDE — ALUMINES — ALUNS — AMMONIAC ANHYDRE — ANHYDRIDE SULFUREUX — AUBANITES — BROME — CAOUTCHOUC CHLORÉ — CHIOLITHE — CHLORATE DE BARYTE — CHLORATE DE POTASSE — CHLORATE DE SOUDE — CHLORE LIQUIDE — CHLORHYDRATE D'AMMONIAQUE — CIMENT BLANC — DICHLORÉTHANE — EXTRAIT DE JAVEL — FLUORURE D'ALUMINIUM — HÉXACHLORÉTHANE — LESSIVE DE POTASSE — LESSIVE DE SOUDE — MÉTABISULFITE DE POTASSE — PERCHLORATE D'AMMONIAQUE — PERCHLORATE DE POTASSE — PERCHLORÉTHYLENE — PERFIX — PHÉNOTAN — PHOSPHATE TRISODIQUE — PLASTIFIANT 2 BIS — RIBÉLITE — SOLUGOMME — SOUDE CAUSTIQUE — SULFATE D'ALUMINE — SULFATE DE CUIVRE — SELS DE THALLIUM — THIOGOMME — THIOLATEX — TÉTRACHLORURE DE SILICIUM — TÉTRACHLORÉTHANE — TRICHLORÉTHYLENE — TÉTRACHLORURE DE TITANE — URÉE — XYLOPHÈNES — ZÉOLITHES.

pour les Industries

DU CAOUTCHOUC — DES CABLES ET DES ISOLANTS — DE LA CÉRAMIQUE — L'INDUSTRIE DES COLLES, LAQUES, PEINTURES ET VERNIS — L'INDUSTRIE DES CORPS GRAS — L'INDUSTRIE DU CUIR — L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE — L'INDUSTRIE DES EXPLOSIFS — L'INDUSTRIE DU FROID — L'INDUSTRIE DES MATIÈRES PLASTIQUES — LES INDUSTRIES MÉCANIQUES — L'INDUSTRIE DU PAPIER — L'INDUSTRIE DU PÉTROLE — L'INDUSTRIE TEXTILE — L'INDUSTRIE DU VERRE — L'IMPRIMERIE — LA MÉTALLURGIE — LA PRÉSERVATION DES BOIS — LA SAVONNERIE — LES TRAVAUX PUBLICS — LA TEINTURERIE — LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES, ETC.



COMPAGNIE de PRODUITS CHIMIQUES et ELECTROMÉTALLURGIQUES
ALAIS, FROGES ET CAMARGUE
 23, rue Balzac, PARIS (8^e). TÉL. CARNOT 54-72

**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 Générale d'Entreprises

Société Anonyme au Capital de 1.085.000.000 de 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°)

RAFFINERIE DE NORMANDIE

à GONFREVILLE-L'ORCHER (Seine-Inf.)

RAFFINERIE DE PROVENCE

à MARTIGUES (Bouches-du-Rhône)

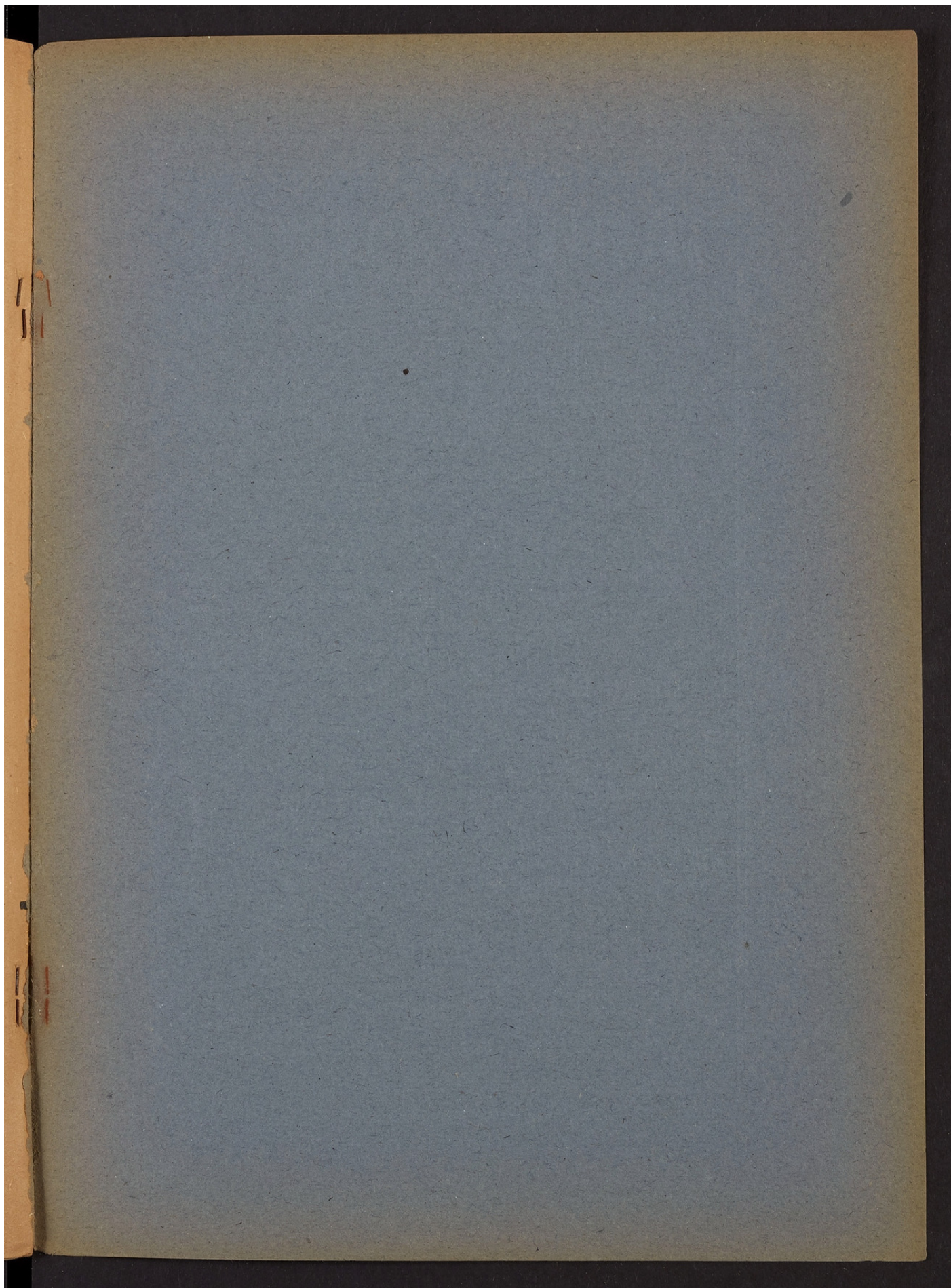
Hauts Fourneaux Forges et Aciéries de POMPEY

61, rue de Monceau, PARIS (8°) — 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



COMPAGNIE FRANÇAISE THOMSON-HOUSTON

Société Anonyme au Capital de 880 millions de Francs

SIÈGE SOCIAL : 173, Boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

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^e)

Tél. : ÉLYSÉES 12-07 et 14-00

Télégr. : THOMELEC-PARIS

Usine : 37, rue de Vouillé, Paris (15^e)

DÉPARTEMENT ÉLECTRO-MÉNAGER

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

Services Commerciaux : 173, bld Haussmann, Paris (8^e)

Tél. : ÉLYSÉES 12-07 et 14-00

Télégr. : THOMELEC-PARIS

Usines à Lesquin-lez-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^e)

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^e)

Tél. : ÉLYSÉES 12-07 et 14-00

Télégr. : THOMELEC-PARIS

Usine : 74, faubourg de Moutéssé, 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^e)

LABORATOIRE THOMSONCOLOR

DÉVELOPPEMENT ET TIRAGE DE FILMS
EN COULEURS

Services Commerciaux : 173, bld Haussmann, Paris (8^e)

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^e)

Tél. : SUFFREN 50-04 - Télégr. : RAYONIXAR-PARIS

R. C. Seine 10.761

Usines : 51, rue Lacordaire, Paris (15^e)

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^e)

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

R. C. Seine 189.588

Usine à Chauny (Aisne)

SOCIÉTÉ FRIGECO

RÉFRIGÉRATEURS ÉLECTRIQUES MÉNAGERS
ET COMMERCIAUX

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

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

R. C. Seine 246.129 B

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

D. P. n° 10803. (Publication trimestrielle)