

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Auteur collectif - Revue
Titre	L'Industrie nationale : comptes rendus et conférences de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1949-2003
Collation	167 vol.
Nombre de volumes	167
Cote	INDNAT
Sujet(s)	Industrie
Note	Numérisation effectuée grâce au prêt de la collection complète accordé par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale (S.E.I.N.)
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039224155
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?INDNAT
LISTE DES VOLUMES	
	1949, n° 1 (janv.-mars)
	1949, n° 2 (avril-juin)
	1949, n° 3 (juil.-sept.)
	1949, n° 4 (oct.-déc.)
	1949, n° 4 bis
	1950, n° 1 (janv.-mars)
	1950, n° 2 (avril-juin)
	1950, n° 3 (juil.-sept.)
	1950, n° 4 bis
	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
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	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	1975, n° 3
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1975

Collation	1 vol. (38 p.) : ill. ; 27 cm
Nombre de vues	44
Cote	INDNAT (112)
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.112

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*

*fondée en 1801
reconnue d'utilité publique*

•

Revue trimestrielle
1975 - N° 3

• • •

SOMMAIRE

TEXTES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

- Les diélectriques céramiques modernes,
par M. J. PEYSSOU, p. 3
- Contribution de la chimie à la protection et à l'amélioration
de l'environnement,
par M. R. DANDRES, p. 15

ACTIVITES DE LA SOCIETE D'ENCOURAGEMENT POUR
L'INDUSTRIE NATIONALE

Palmarès des Prix et Médailles 1974-1975 :

- Distinctions exceptionnelles p. 32
- Médailles d'Or p. 33
- Médailles et Prix spéciaux p. 34
- Médailles de Vermeil p. 35
- Médailles d'Argent p. 36
- Médailles de Bronze p. 37
- Titre Social p. 37

Publication sous la direction de M. Henri NORMANT

Membre de l'Institut, Président

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

Abonnement annuel : 40 F le n° : 20,00 F C.C.P. Paris, n° 618-48

Les diélectriques céramiques modernes

par M. Jean PEYSSCH

Directeur de l'ENSAI de Suresne

1. INTRODUCTION

Une diélectrique moderne est un matériau isolant, transparent, tendant vers une constante diélectrique relative $\epsilon_r = 1$ et une constante diélectrique absolue $\epsilon = \epsilon_0$ (dans le vide), qui varie peu avec la fréquence, la température, la tension, la durée de l'application du champ électrique, etc. Elle est caractérisée par une épaisseur e , une surface S , et une capacité C en picofarads (pF) ou en microfarads (μF).

Elle est caractérisée par une épaisseur e , une surface S , et une capacité C en picofarads (pF) ou en microfarads (μF).

Elle est caractérisée par une épaisseur e , une surface S , et une capacité C en picofarads (pF) ou en microfarads (μF).

Elle est caractérisée par une épaisseur e , une surface S , et une capacité C en picofarads (pF) ou en microfarads (μF).

Conférence prononcée le 1. mai 1979 devant la Société d'Enseignement pour l'Industrie Française.

Elle est caractérisée par une épaisseur e , une surface S , et une capacité C en picofarads (pF) ou en microfarads (μF).

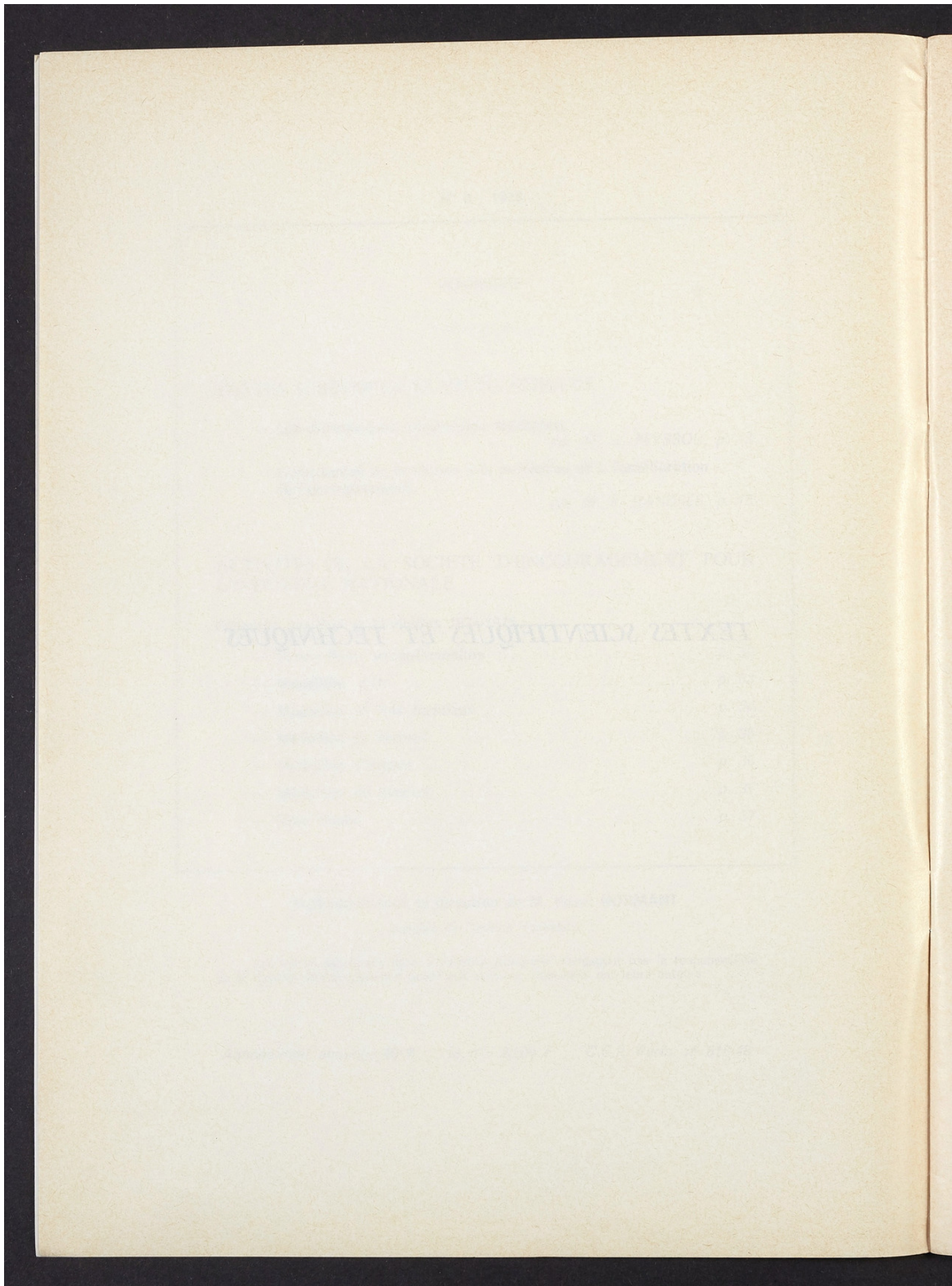
Elle est caractérisée par une épaisseur e , une surface S , et une capacité C en picofarads (pF) ou en microfarads (μF).

Elle est caractérisée par une épaisseur e , une surface S , et une capacité C en picofarads (pF) ou en microfarads (μF).

Elle est caractérisée par une épaisseur e , une surface S , et une capacité C en picofarads (pF) ou en microfarads (μF).

Elle est caractérisée par une épaisseur e , une surface S , et une capacité C en picofarads (pF) ou en microfarads (μF).

Elle est caractérisée par une épaisseur e , une surface S , et une capacité C en picofarads (pF) ou en microfarads (μF).



Les diélectriques céramiques modernes *

par M. Jean PEYSSOU

Directeur de l'E.N.S.C.I. de Sèvres

I. — INTRODUCTION

Une diélectrique céramique est un matériau isolant électrique, susceptible d'être mis facilement sous forme d'une lame de faible épaisseur (disque pressé, tube extrudé, assiette usinée, feuille mince coulée ou laminée, etc...) et tel que sa constante diélectrique relative $K = \epsilon/\epsilon_0$ (ϵ constante diélectrique absolue du matériau, $\epsilon_0 = 1/4 \pi \cdot 9 \cdot 10^9$ constante diélectrique absolue du vide) soit comprise entre 10 et 20 000. Cette lame de faible épaisseur e , métallisée sur deux surfaces en regard S, et munie de deux connexions, constitue un « condensateur » céramique de capacité :

$C = KS/3,6 \pi e$, avec C en picofarads, S en cm^2 , e en cm.

Selon les « angles de pertes » $\text{tg} \delta$, rapport de l'énergie électrique active transformée en chaleur à l'énergie réactive appliquée en volt. ampère, ces diélectriques sont communément divisés en deux classes :

— la classe I, ou classe H.Q., à faibles pertes ($\text{tg} \delta < 5 \cdot 10^{-4}$ à 1 MHz) et de constante K comprise entre 10 et 200,

utilisable en condensateurs de « circuit » oscillant ;

— la classe II, ou classe H.K., à pertes élevées ($\text{tg} \delta$ supérieur à $50 \cdot 10^{-4}$) et à constante K comprise entre 500 et 20 000, utilisable en condensateurs de « découplage » ou de « filtrage » sous forte tension continue et sous très faible tension Haute Fréquence.

Les condensateurs de la classe I sont montés en parallèle sur des self-inductances L, et la stabilité de la fréquence propre $f_0 = 1/2\pi \sqrt{CL}$ du circuit oscillant exige que les variations de C et de L, en particulier sous l'effet des variations de la température, soient compensées selon :

$$\frac{1}{C} \frac{\Delta C}{\Delta \theta} + \frac{1}{L} \frac{\Delta L}{\Delta \theta} = 0, \text{ où } \Delta \theta \text{ est une variation de température entraînant des variations } \Delta C \text{ et } \Delta L \text{ des composants.}$$

Les self-inductances L étant difficiles à stabiliser, on a préféré imposer aux céramistes la fabrication de diélectriques dont le coefficient T_c , défini par

$$T_c = \frac{1}{K} \frac{\Delta K}{\Delta \theta} = \frac{1}{C} \frac{\Delta C}{\Delta \theta} \text{ soit, lui, bien défini}$$

et réponde à des cahiers de charge tels que celui représenté par le tableau I.

* Conférence prononcée le 5 juin 1975 devant la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

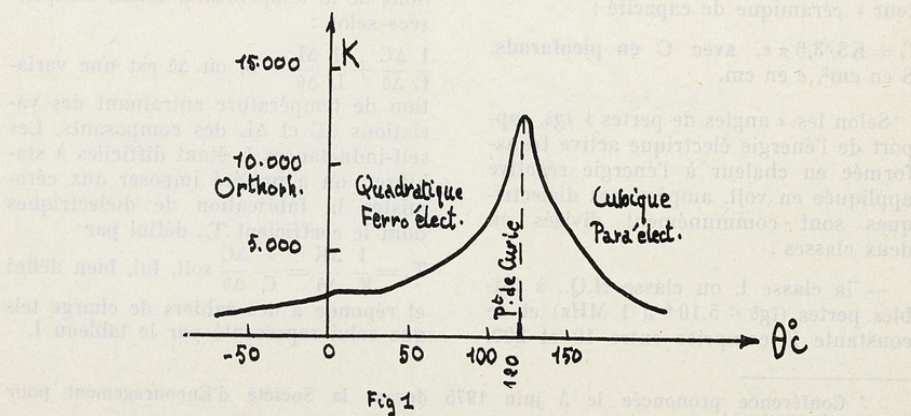
NORMALISATION DES COEFFICIENTS DE TEMPERATURE T_c
DES DIELECTRIQUES H.Q. CLASSIQUES

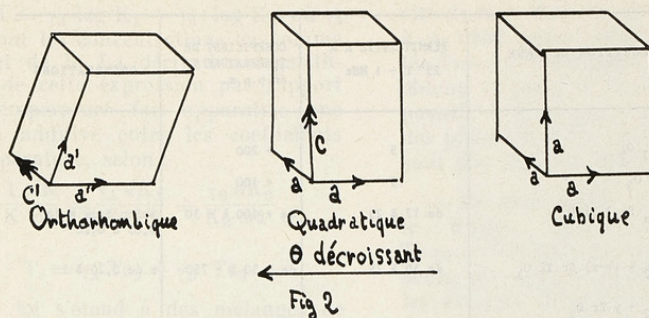
Coefficients de température en ppm.	Tolérances				K classique moyen
	classe 4	classe 3	classe 2	classe 1	
+ 100	± 15	± 30	± 100		15
0	id	id	± 60		20
- 33	id	id	id	± 120	a
- 75	id	id	± 75		30
- 150	id	id	± 80		40
- 220	± 20	± 40			a
- 330	± 25	± 60	± 120	± 500	60
- 470	± 35	± 80			
- 750	± 60	± 120	± 250	± 500	80
- 1500	± 250	± 250			120
- 2200	± 250	± 500			150

TABLEAU I

Les condensateurs de la classe II sont montés entre un conducteur à « découpler » et une masse, et on leur demande seulement d'avoir une capacité minimale garantie entre les deux températures extrêmes d'utilisation. Les diélectriques H.K. sont des pérovskites, cristaux du type ABO_3 (Ex : $BaTiO_3$), présentant un « point de Curie » à cons-

tante diélectrique extrêmement élevée (Ex : 120 °C pour $BaTiO_3$) et dont la courbe $K = f$ (température) reflète les changements d'état cristallins de la maille pérovskite (fig. 1 et fig. 2). Le tableau II donne une idée des tolérances classiquement admises pour les variations des constantes de ces diélectriques avec la température.





NORMALISATION DES TOLERANCES DE VARIATION
DE CAPACITE ENTRE - 55 et + 85° C POUR LES DIELECTRIQUES H.K. CLASSIQUES
PAR RAPPORT A LA CAPACITE NOMINALE GARANTIE

Classe	Classe CCT	Tolérance	K classique moyen
Y		- 90 % + 30 %	10.000
X	2	- 70 % + 30 %	6.000
W	3	- 55 % + 20 %	4.000
Z	5	- 20 % + 20 %	1.500

TABLEAU II

Après avoir sommairement rappelé comment se présentait la gamme des céramiques H.Q. et H.K. il y a une dizaine d'années, on montrera comment les progrès de la « microélectronique » ont amené les céramistes à concevoir d'autres compositions, ou d'autres procédés de préparation. La division en H.Q. et H.K. est commode pour l'exposé, mais la nature des progrès technologiques en cours est applicable aussi bien à l'une qu'à l'autre famille.

II. — LES CERAMIQUES H.Q. CLASSIQUES

Le tableau III représente les compositions « classiques » H.Q. Fruit de 20 à 30 ans d'expérience, ce catalogue sommaire a satisfait les électroniciens pen-

dant fort longtemps jusqu'au jour où la « microélectronique hybride » et la « microélectronique sur semi-conducteurs » ont entraîné une rupture dans l'homogénéité des dimensions des composants passifs rapportés sur un microcircuit. En particulier, l'apparition des techniques « cerfeuil » [condensateurs céramiques multi-couches empilés (fig. 3), à électrodes de palladium, à diélectrique en feuilles coulées de 1/10 de mm d'épaisseur, le tout étant fritté d'un seul bloc] exigeait que la technologie de fabrication s'accompagnât d'un relèvement général de la constante diélectrique, dès lors que l'épaisseur minimale des feuilles en diélectriques classiques avait atteint son plancher vers 7/100 de mm.

COMPOSITION DE BASE	PERMITTIVITE K à 25° C - 1 MHz	COEFFICIENT DE TEMPERATURE T_c en p.p.m.	OBSERVATIONS
Mg Ti ₂ O ₅	15	+ 200	
Mg Ti O ₃	15	+ 100	
(Mg _{1-x} Sr _x) Ti O ₃	de 17 à 25	de + 100 à - 30	selon taux x de 0,05 à 0,20
xTi O ₂ + (1-x) Sr Ti O ₃	de 30 à 75	de - 30 à - 750	x de 0,20 à 1
xTi O ₂ + y Zr O ₂ + 1-(x+y) Sn O ₂	de 30 à 80	de - 45 à - 750	
x Ca Ti O ₃ + (1-x) Ti O ₂	de 80 à 150	de - 750 à - 2500	x de 0 à 1

TABLEAU III
Diélectriques H.Q. classiques

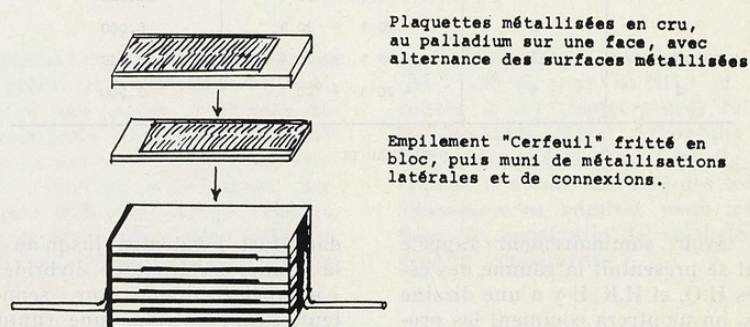


Fig. 3 Condensateur "Cerfeuil" (.)
(.) marque déposée L.C.C. Montreuil)

Néanmoins, l'examen des tableaux I et III montre que les diélectriques classiques se groupent par familles de compositions. Une famille est, à la base, un mélange de deux composés (1) et (2), tels que le mélange réagisse assez peu au cours du frittage. Dans ces conditions, la céramique finale est constituée de deux ensembles de grains, des grains

formés du composé (1) avec un peu de (2) en solution solide dans (1) (composé A) et des grains formés du composé (2) avec un peu de composé (1) en solution solide dans (2) (composé B). La constante diélectrique K de la céramique finale s'exprime en fonction des constantes K_A et K_B selon la loi de Lichtenecker (en gros) :

$\log K = \gamma_A \log K_A + \gamma_B \log K_B$, où γ_A et γ_B sont les concentrations en volume de A et de B. La dérivation logarithmique de cette expression par rapport à la température fait apparaître une relation additive entre les coefficients de température, selon :

$$\frac{1}{K} \frac{dK}{d\theta} = \frac{\gamma_A}{K_A} \frac{dK_A}{d\theta} + \frac{\gamma_B}{K_B} \frac{dK_B}{d\theta}$$

ou :

$$T_c = \gamma_A T_{cA} + \gamma_B T_{cB}.$$

Cette loi s'étend à des mélanges de plus de deux composés.

Les tableaux I et III montrent également une loi de croissance identique pour la constante K dans les compositions classiques, et pour [Tc], ce qui a parfois permis d'énoncer une loi linéaire de [Tc] en fonction de K. Cependant, comme aucune raison scientifique ne pourrait être invoquée, on n'a pu considérer cette relation que comme une pure coïncidence.

III. — LES CERAMIQUES H.Q. MODERNES

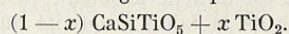
C'est ainsi que, bravant cette dernière « loi » expérimentale, les céramistes ont essayé, au cours des dix dernières années, d'obtenir, pour des coefficients de température K θ bien normalisés (tableau I), des matériaux à constantes diélectriques plusieurs fois supérieures à celles des matériaux classiques du tableau III.

EXEMPLE I : Compositions à base de « SPHÈNE » CaSiTiO_5 .

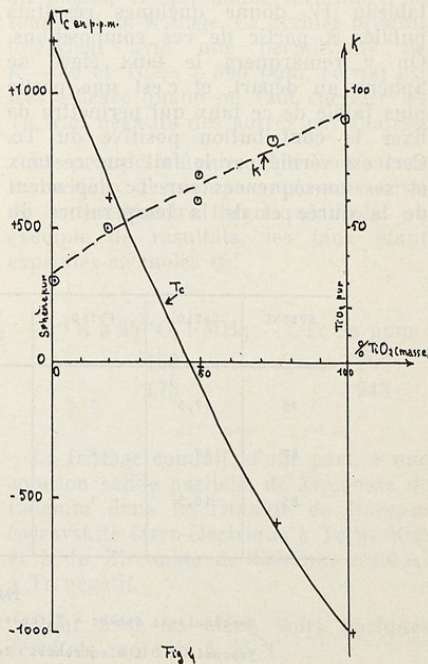
Le « Sphène » ou « Titanite » est obtenu par chamottage en proportions stoechiométriques de Silice, de Rutile et de Carbonate de Calcium. Toutefois, selon les conditions de broyage, de finesse des grains initiaux, de la réactivité des produits, il arrive que la réaction espérée n'est pas totale, c'est-à-dire que la formation du Sphène soit irrégulièrement répartie dans les grains de chamotte avec excès ailleurs de tel ou tel autre composant. Le Sphène industriel est proposé avec une permitti-

tivité de $K = 30$ à 50 , avec $T_c + 300$ ppm à $+1800$ ppm (valeur moyenne adoptée $T_c = +1200$ ppm). Le Sphène ainsi obtenu va jouer le rôle de phase A à T_c positif, et il ne reste plus qu'à trouver des phases B à T_c négatifs et ne réagissant pas avec ce Sphène.

— La plus simple de ces phases est le Rutile, TiO_2 avec $K = 80$ et $T_c = -750$ ppm, la courbe (fig. 4) représente un résultat mettant en évidence les diverses permittivités et coefficients de températures obtenus en fonction de taux x du mélange de départ :



On notera en particulier que le $T_c = 0$ est obtenu ici pour un produit à $K = 60$ à 70 , au lieu de la valeur 25 à 30 pour les anciennes compositions classiques. Cette composition correspond à $x = 0,5$ en poids. Dans la pratique, la stabilité du couple Sphène-Rutile est assez délicate à assurer, et, dans l'esprit des chercheurs, il était bon de remplacer du Sphène par d'autres compositions à T_c



positif, quitte à accepter un certain taux de réaction entre les produits, ou, inversement, à remplacer le Rutile par d'autres compositions à T_c négatif.

On a proposé, par exemple, de remplacer tout ou partie du Rutile par des composés moins réactifs tels que :

— le Titane de calcium CaTiO_3 (pérovskite paraélectrique à T_c fortement négatif, mais très peu réactif en cuisson). Le mélange équimoléculaire de Sphène et de Titanate de Ca donne une permittivité de 80 pour un T_c de 0. Le frittage correct est difficile à obtenir justement à cause de la faible réactivité du Titanate de Ca ;

— des solutions solides de Titanates de Ca et de Pb, dont on peut régler le T_c fonction des teneurs en Ca et en Pb, ce qui donne une souplesse plus grande au céramiste ;

— des compositions ternaires du type :

$x \text{CaTiO}_3 + y \text{PbTiO}_3 + z(\text{La}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{TiO}_2)$ dans lesquelles le Sphène passerait partiellement en solution solide. Le tableau IV donne quelques résultats publiés à partir de ces compositions. On y remarquera le taux élevé de Sphène au départ, et c'est une partie plus faible de ce taux qui permettra de fixer la contribution positive du T_c . Ceci est vérifié par le fait que ce taux et ses conséquences sur T_c dépendent de la durée et de la température du

frittage, ce qui rend encore critique la reproductibilité industrielle des produits ;

— des combinaisons en solutions solides de Titanates de Strontium SrTiO_3 et de Rutile. Ce Titanate de Strontium est un pérovskite paraélectrique à T_c fortement négatif, avec à 25°C : $K = 230$ et $T_c = -3\,300$ ppm.

Dans cette optique, on a obtenu un coefficient de température nul à partir des taux suivants (en mole %) :

Sphène 40, Rutile 49, SrTiO_3 11, avec à 25°C , $K = 108$ à 1 MHz.

Il semble que ce produit détienne actuellement le record de permittivité pour un T_c nul.

EXEMPLE II : Compositions à base d'Aluminate de Lanthane, AlLaO_3 .

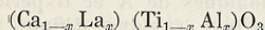
Ces compositions ont également été proposées pour enrichir la famille des diélectriques de T_c étalés depuis 0 jusqu'à -750 ppm. On applique encore la formule de Lichtenecker à partir du premier composé, l'Aluminate de Lanthane, à T_c positif, jouant le rôle du Sphène de tout à l'heure, et d'un autre composé à T_c négatif. Le premier composé est obtenu par frittage du mélange stoechiométrique d'Alumine et d'Oxyde de Lanthane. Le deuxième composé est, par exemple, un Titanate de Ca ou de Sr, à coefficient de température fortement négatif. Il semble d'ailleurs que,

SPHENE	CaTiO_3	PbTiO_3	$\text{La}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{TiO}_2$	K à 25°C 1 MHz	T_c en p.p.m.
75	17,5	5	2,5	68	- 80
80	14	4	2	66	- 22
85	10,5	3	1,5	57	+ 80

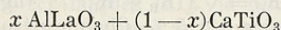
TABLEAU IV

Combinaisons Sphène + Titanates à T_c variables (d'après brevet japonais T D K Electronics Tokyo n° 43/61465 du 29.10.1968.)

selon les conditions de frittage du mélange, on doit rester circonspect sur la répartition des composés en phases juxtaposées et en solutions solides, et l'on estime prudent d'admettre seulement, pour des conditions de cuisson bien précises, que K et Tc sont une fonction de x dans le produit global de formule :



correspondant au mélange de départ :



On obtient par exemple :

pour $x = 0,5$	K = 40	Tc = 0	ppm
0,4	48	— 65	ppm
0,15	98	— 700	ppm

On remarquera la rapidité avec laquelle varie le coefficient de température avec x et ceci est l'une des raisons pour lesquelles il est difficile de maîtriser les Tc fortement négatifs. On préconise, à juste titre, que cette maîtrise soit améliorée en partant d'une solution liquide contenant les taux désirés de cations, en passant aux hydrates par coprécipitation, puis à des chamottes déjà bien définies en composition sous une température relativement basse de chamottage de l'ordre de 1 100 °C, suivie d'un frittage vers 1 400-1 450 °C. Les compositions sont déjà en équilibre au cours du chamottage, ce qui annihile ensuite les fluctuations dues aux irrégularités du frittage.

CaTiO ₃	PbTiO ₃	La ₂ O ₃ .2 TiO ₂	K à 25 °C, 1 MHz	Tc en ppm
74	16,1	9,9	153	— 796
75	17,2	7,8	173	— 943

Compositions de Titano-Zirconates alcalino-terreux.

Ce sont des pérovskites para-électriques à point de Curie inférieur à la température minimale service. L'une des compositions les plus classiques est celle qui est basée sur le mélange de Titanate de Baryum et de Zirconate de Calcium.

EXEMPLE III : Compositions à permittivités supérieures à 100.

Ces compositions sont toutes à coefficient de température fortement négatifs mais leur permittivité les rend très utiles dans la miniaturisation des condensateurs à angles de pertes encore acceptables comme « H.Q. ».

Compositions de Titanates de Ca, Pb, La.

Dans ces compositions (où parfois Ca peut être partiellement remplacé par Sr), on veut bénéficier de la permittivité élevée du titanate alcalino-terreux et atténuer en même temps son coefficient de température trop négatif par une solution solide avec le Titanate de Pb, à Tc fortement positif (pérovskite ferro-électrique avec risque d'angle de pertes élevé). On remplace parfois le Titanate de Plomb par du Titanate de Magnésium, à Tc moins positif mais à très faibles pertes. Le rôle du Titanate de Lanthane (La₂O₃.2 TiO₂), orthorhombique du type pyrochlorite, est de diminuer la diffusion réciproque des alcalino-terreux et du plomb, ce qui donne davantage de souplesse au frittage. Ce dernier produit intervient avec une permittivité de K = 40 et Tc = + 500 ppm, ce qui est très efficace quand on veut corriger les Tc trop négatifs des autres partenaires.

Les propriétés finales dépendent encore ici du taux des composants, mais aussi de toute l'histoire thermique. Voici un exemple de résultats, les taux étant exprimés en moles %.

Le frittage conduit, d'une part, à une solution solide partielle de Zirconate de Calcium dans le Titanate de Baryum (pérovskite ferro-électrique à Tc positif) et à du Zirconate de Calcium résiduel à Tc négatif.

Pour fixer les idées, voici quelques résultats mesurés à 25 °C.

moles %	BaTiO ₃	CaZrO ₃	K à 25 °C C 1 MHz	Tc en ppm
	65	35	300	— 3 300
	75	27	700	— 5 500

Ces résultats représentent les propriétés d'une pérovskite paraélectrique indiquant l'influence prépondérante d'un point de Curie qui se rapproche de l'ambiante avec le taux croissant de Titanate de Baryum. Malheureusement, les angles de pertes croissent également et dépassent 10.10^{-4} pour la composition de $K=700$.

Cette dernière composition fait donc le pont entre les diélectriques « H.Q. » et les diélectriques « H.K. », dont on va parler tout de suite.

IV. — LES CERAMIQUES H.K. CLASSIQUES

Les céramiques H.K. classiques sont à base de « pérovskites » ABO₃ où :

A peut être : Ba⁺⁺, Sr⁺⁺, Pb⁺⁺, Ca⁺⁺,
et aussi K⁺ et Na⁺, etc...

B peut être : Ti⁴⁺, Zr⁴⁺, Sn⁴⁺, Hf⁴⁺,
et aussi Nb⁵⁺ et Ta⁵⁺, etc...

Une pérovskite est possible si les rayons ioniques de A et B permettent une structure cubique définie par la relation :

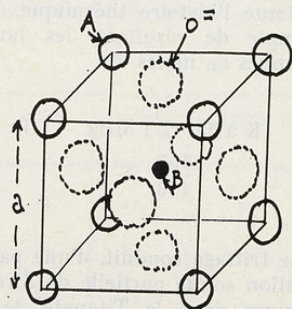
$R_A + R_O = \sqrt{2} (R_B + R_O)$ (fig. 5)
à satisfaire à $\pm 5\%$. Chaque pérovskite ainsi constituée possède un point de Curie (correspondant à un maximum de constante diélectrique de l'ordre de $K_{\max} = 6\,000$ à $16\,000$), mais la forme de la courbe $K=f$ (température) est celle de la figure 1 plus ou moins décalée avec la composition entre les températures de Curie extrêmes :

T curie = — 260 °C pour SrTiO₃,

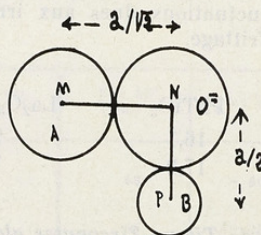
et

T curie = + 490 °C pour PbTiO₃.

maille pérovskite cubique



coupe selon plan 110



Condition du contact entre

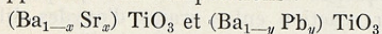
A, O⁼ et B :

$MN = NB \times \sqrt{2}$

ou $R_A + R_O = \sqrt{2} (R_O + R_B)$

Fig. 5

Si les rayons ioniques sont assez voisins, deux pérovskites peuvent syncristalliser en toute proportion et le point de Curie de la céramique obtenue en frittant un mélange des deux pérovskites est une fonction linéaire du taux de la composition. C'est le cas (fig. 6) se rapportant aux compositions :



Dans les autres cas, les solutions solides entre 2 pérovskites (1) et (2) ne sont jamais totales et, comme dans le cas des céramiques H.Q., la céramique finale est un mélange de deux solutions solides, l'une formée par un peu de pérovskite (2) en solution solide dans (1) (composé A'), et l'autre formée par un peu de pérovskite (1) en solution solide dans (2) (composé B'). Dans ces conditions, le produit final donne, à toutes les températures, une constante résultante K définie par la loi de Lichteneker, en fonction des constantes $K_{A'}$ et $K_{B'}$ des solutions solides composants de base.

Le résultat est que, sur une large étendue de température, la courbe $K=f$ (température) rappelle l'existence des deux composés A' et B', avec leurs propres points de Curie $T_{cA'}$, $T_{cB'}$. La courbe résultante est en dos de chameau à deux bosses et l'on utilise cette propriété pour régulariser, autant que faire se peut, les variations de K avec la température (fig. 7). On arrive même à obtenir des courbes « plates » d'autant plus plates d'ailleurs que la constante moyenne est moins élevée (c'est ce qui est représenté au tableau II). Ici aussi, la micro-miniaturisation et la technique « cerfeuil » imposent une augmentation des constantes diélectriques, soit en pointe (pérovskite unique), soit en courbe moyenne à deux bosses du type « plat ».

V. — LES CERAMIQUES H.K. MODERNES : AXES DE RECHERCHES

Le problème se pose, théoriquement tout au moins, d'une manière simple.

Il s'agit de passer sur la figure 7 du domaine connu des courbes en traits

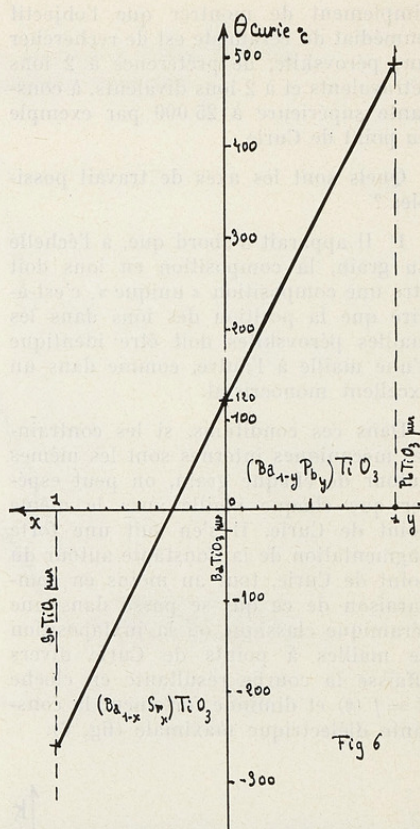


Fig 6

pleins au domaine inconnu en traits pointillés (objectif hypothétique) exigés par l'utilisateur. Voici comment on essaie de résoudre ce problème au stade laboratoire.

On constate, dans l'élaboration des pâtes mères des compositions A' et B', que celles-ci, prises isolément, présentent une courbe du type figure 1 avec une permittivité maximale de 12 000 à 16 000, selon les soins pris en cours d'élaboration et la pureté des produits. On doit en conclure que les pâtes mères d'une hypothétique composition courbe plate à $K > 15\,000$ devraient avoir une permittivité maximale de l'ordre de $12\,000 \times 3 = 36\,000$. Cette valeur est utopique dans l'état actuel de nos possibilités, et l'intérêt de ce petit calcul est

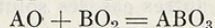
simplement de montrer que l'objectif immédiat du céramiste est de rechercher une pérovskite, de préférence à 2 ions tétravalents et à 2 ions divalents, à constante supérieure à 25 000 par exemple au point de Curie.

Quels sont les axes de travail possibles ?

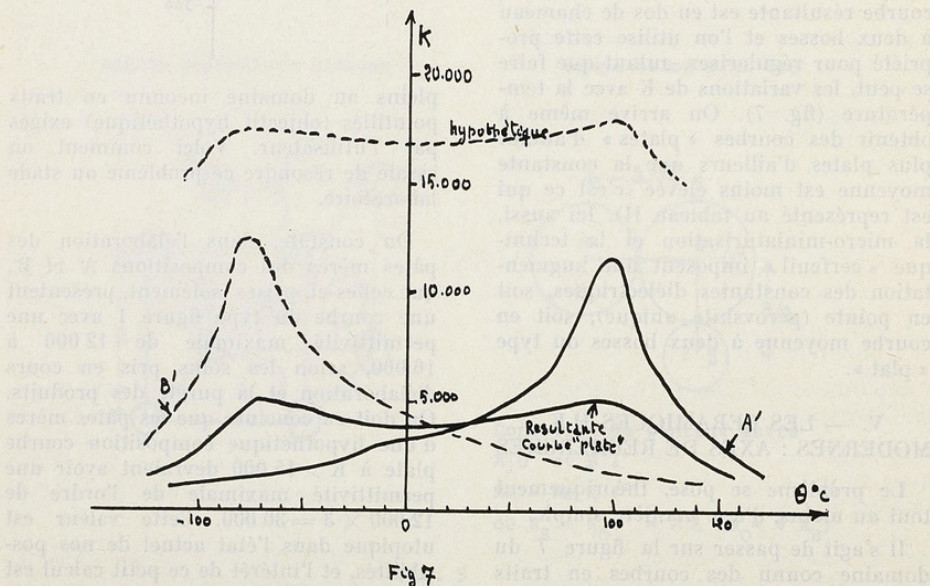
1° Il apparaît d'abord que, à l'échelle du grain, la composition en ions doit être une composition « unique », c'est-à-dire que la position des ions dans les mailles pérovskites doit être identique d'une maille à l'autre, comme dans un excellent monocristal.

Dans ces conditions, si les contraintes mécaniques internes sont les mêmes autour de chaque grain, on peut espérer que chaque maille aura le même point de Curie. Il s'en suit une forte augmentation de la Constante autour du point de Curie, tout au moins en comparaison de ce qui se passe dans une céramique classique où la juxtaposition de mailles à points de Curie divers affaisse la courbe résultante en cloche $K = f(\theta)$ et diminue fortement la constante diélectrique maximale (fig. 8).

On remplacerait, ainsi, une juxtaposition de plusieurs diélectriques à points de Curie voisins certes, mais différents, par une seule et unique composition. Il doit s'en suivre une forte augmentation de la permittivité au seul point de Curie. Or, dans les techniques actuelles, selon lesquelles les chamottes sont préparées par réaction entre grains d'oxydes différents, il apparaît que la réaction :



n'est jamais complètement assurée et que les grains ont une hétérogénéité de distribution des ions telle que la pérovskite recherchée n'est pas formée à 100 %. Il en est évidemment de même quand il s'agit de solution solide entre deux pérovskites. Une voie d'amélioration consiste donc à rechercher dès le stade « cru » une bonne distribution des ions. Cette voie est déjà appliquée avec succès dans la recherche de produits magnétiques sophistiqués, à partir de solutions aqueuses ou organiques de sels des ions à mettre en jeu. On précipite ensuite les hydrates par coprécipitation, ou bien on dessèche des glaçons des solutions ; le solide obtenu est ensuite porté à la température de chamottage



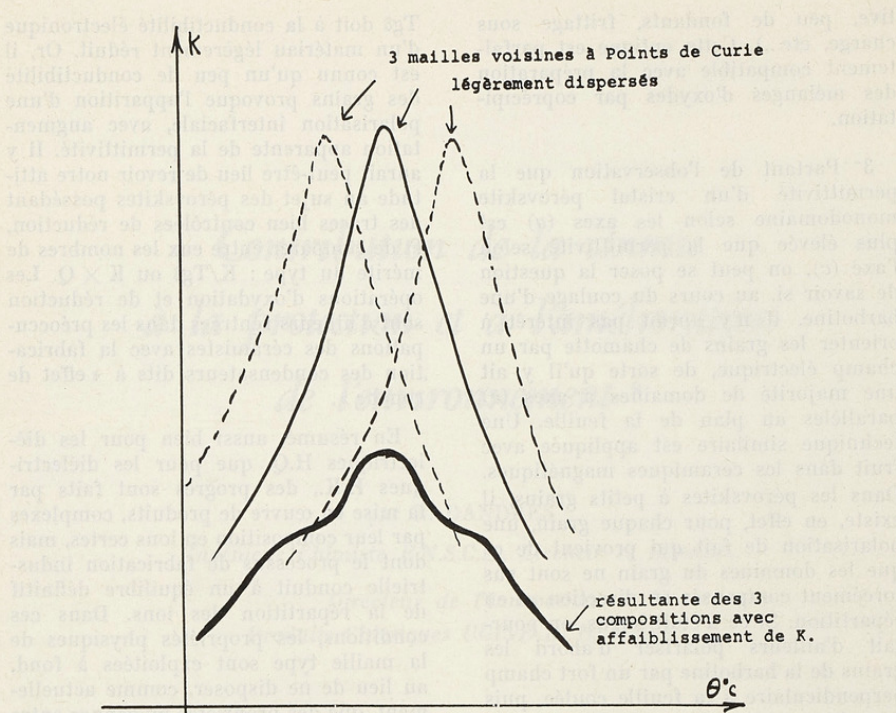


Fig 8

en vue de sa transformation en la combinaison cristalline recherchée. Ces mêmes méthodes sont également prometteuses pour tout autre catégorie d'oxydes, dont les pérovskites.

2° Il est reconnu que les céramiques de pérovskite à grain fin (diamètre moyen inférieur à 1 micromètre) présentent en général une permittivité moyenne H.F. plus élevée que la même composition à gros grains. Une théorie admise explique cette apparente anomalie en disant que les grains fins sont monocristallins et monodomaines, alors que les gros grains sont monocristallins et polydomaines. Dans ce dernier cas, les contraintes mécaniques internes apparues au cours du passage cubique quadratique (fig. 2) ont pu être résorbées par l'existence des allongements des mailles en direction des axes (C) et

leur raccourcissement en direction des axes (a). Dans le cas des petits grains, en revanche, la maille n'est que très peu déformée et conserve, de ce fait, une compression selon l'axe (C) et une tension selon les axes (a). Or, la théorie (de Devonshire) permet de prévoir que, dans ce cas, les permittivités croissent, résultat conforme à l'expérience. Un gain de 15 à 20 % est généralement observé entre les valeurs de K des céramiques à grains inférieurs à 1 micromètre et des céramiques à grains supérieurs à 10 micromètres.

On peut donc espérer un autre degré d'amélioration des constantes en partant de chamottes à grains inférieurs à 1 micromètre et en conduisant le frittage de sorte que le diamètre des grains ne grossisse pas trop (uniformité de la granulométrie au départ, chamotte réac-

tive, peu de fondants, frittage sous charge, etc...). Cette optique est parfaitement compatible avec la préparation des mélanges d'oxydes par coprécipitation.

3° Partant de l'observation que la permittivité d'un cristal pérovskite monodomaine selon les axes (a) est plus élevée que la permittivité selon l'axe (c), on peut se poser la question de savoir si, au cours du coulage d'une barbotine, il n'y aurait pas intérêt à orienter les grains de chamotte par un champ électrique, de sorte qu'il y ait une majorité de domaines à axes (c) parallèles au plan de la feuille. Une technique similaire est appliquée avec fruit dans les céramiques magnétiques. Dans les pérovskites à petits grains, il existe, en effet, pour chaque grain, une polarisation de fait qui provient de ce que les domaines du grain ne sont pas forcément compensés en direction ni en répartition. Si ce n'était le cas, on pourrait d'ailleurs polariser d'abord les grains de la barbotine par un fort champ perpendiculaire à la feuille coulée, puis faire basculer ce champ de 90° pour le rendre parallèle à la feuille, quitte à diminuer son intensité dans cette deuxième position. Si cette opération réussit, on remplacerait la constante moyenne égale à $(2 K_a + K_c)/3$ par la valeur K_c , soit en gros un gain de 50 %.

4° Il est connu que les titanates sont des sels relativement sensibles à la réduction chimique à chaud, avec passage d'ions Ti^{4+} à l'état d'ions Ti^{3+} . Dans la pratique céramique, on essaie d'éviter cette réduction en ménageant une réoxydation énergique des produits au cours du refroidissement, ce qui se traduit par un abaissement de l'angle de pertes, tout au moins pour la part que

$Tg\delta$ doit à la conductibilité électronique d'un matériau légèrement réduit. Or, il est connu qu'un peu de conductibilité des grains provoque l'apparition d'une polarisation interfaciale, avec augmentation apparente de la permittivité. Il y aurait peut-être lieu de revoir notre attitude au sujet des pérovskites possédant des traces bien contrôlées de réduction, et de comparer entre eux les nombres de mérite du type : $K/Tg\delta$ ou $K \times Q$. Les opérations d'oxydation et de réduction sont d'ailleurs rentrées dans les préoccupations des céramistes avec la fabrication des condensateurs dits à « effet de couche ».

En résumé, aussi bien pour les diélectriques H.Q. que pour les diélectriques H.K., des progrès sont faits par la mise en œuvre de produits, complexes par leur composition en ions certes, mais dont le processus de fabrication industrielle conduit à un équilibre définitif de la répartition des ions. Dans ces conditions, les propriétés physiques de la maille type sont exploitées à fond, au lieu de ne disposer, comme actuellement, que des propriétés moyennes entre des mailles de composition terriblement fluctuante. Cette recherche de l'homogénéité conduit nécessairement à l'élaboration de céramiques à grains fins, particulièrement dans le cas des céramiques H.K., pour lesquels des constantes de pointe de 18 000 à 20 000 sont actuellement atteintes en laboratoire.

La répartition parfaite des ions et la texture à grains fins sont possibles à partir de chamottes préparées par coprécipitation de solutions ou par des processus analogues partant de solutions liquides homogènes. Reste à savoir si l'industrialisation de ces procédés sera compatible avec les lois du marché industriel en régime libéral.

*Contribution de la chimie à la protection et à l'amélioration de l'environnement **

par R. DANDRES

Ingénieur Chimiste E.N.S.C.L., Licencié ès Sciences,

Directeur de l'Innovation

Produits Chimiques UGINE KUHLMANN

En introduction à cette causerie, il m'a semblé bon de rappeler la définition que donne l'AFNOR de l'Environnement : « Ensemble à un moment donné des agents physiques, chimiques et biologiques et des facteurs sociaux, susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou à terme, sur les organismes vivants et les activités humaines ».

La protection de l'environnement consiste à mettre en œuvre les moyens propres à réduire les altérages négatifs que sont les gênes et les nuisances ; l'amélioration de l'environnement résulte de la mise en œuvre d'altérages positifs, c'est-à-dire exerçant une action favorable.

Ces définitions ne sont évidemment que qualitatives et si l'on veut évaluer les effets nets d'une technologie ou d'un projet d'aménagement sur l'environnement,

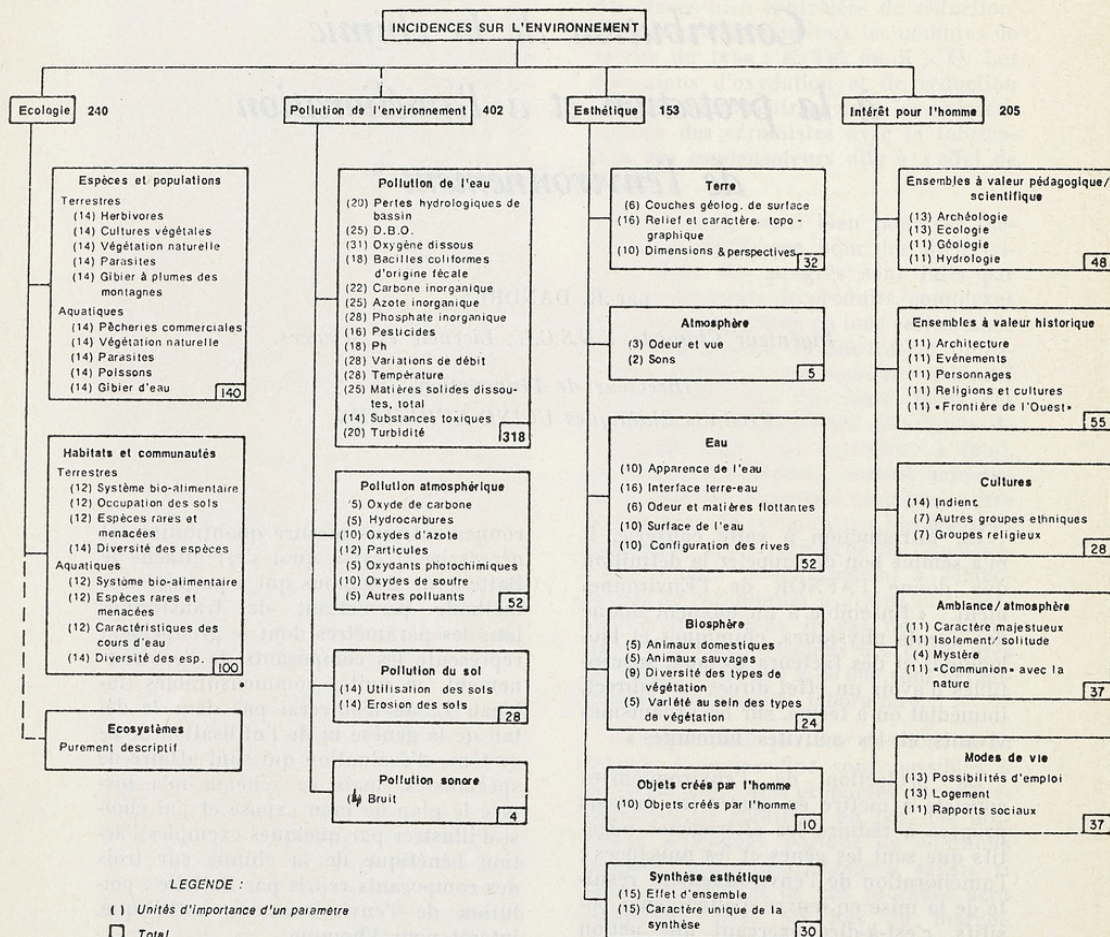
une mesure quantitative est nécessaire. C'est à quoi s'est attaché le Battelle de Colombus qui a proposé une méthode permettant de transformer tous les paramètres dont le groupement représente les composants de l'environnement, en unités commensurables (tableau I). Je n'entrerai pas dans le détail de la genèse ni de l'utilisation de ce système d'évaluation qui sont affaire de spécialistes, mais ce schéma m'a inspiré le plan de mon exposé et j'ai choisi d'illustrer par quelques exemples l'action bénéfique de la chimie sur trois des composants repris par Battelle : pollution de l'environnement, esthétique, intérêt pour l'homme.

L'environnement et la qualité de la vie sont de nos jours, à juste titre, parmi les soucis essentiels de tous les pays développés. Ces soucis s'expriment bien

* Conférence prononcée le 24 avril 1975 devant la « Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale ».

Graphique 35

SYSTEME D'EVALUATION DE L'ENVIRONNEMENT



Source : Environmental Evaluation System for Water Resource Planning, Bureau of Reclamation, Ministère américain de l'Intérieur, Laboratoires Battelle de Columbus, janvier 1972

TABLEAU I

souvent, en des termes alarmistes, par une mise en cause systématique de tout progrès technique et il serait bien souhaitable d'ailleurs que ces problèmes soient abordés avec un peu moins de passion et un peu plus d'objectivité.

Le prodigieux développement de l'industrie qui a complètement transformé en quelques années le mode de vie de nos contemporains, a certes été accompagné de quelques nuisances contre lesquelles du reste, la lutte a été vigoureusement engagée, mais il faut bien admettre que le bilan global est nettement en faveur de la technique. Les quelques exemples que je vais porter au crédit de l'industrie chimique n'en seront encore qu'une bien modeste illustration.

J'aborde maintenant le premier chapitre de mon exposé.

I. — POLLUTION DE L'ENVIRONNEMENT

L'EAU.

La pollution de l'eau totalise un ensemble de paramètres d'un poids élevé dont quelques-uns sont imputables à l'industrie, mais d'autres, et non des moindres sont d'origine naturelle. En effet, comme l'a très bien dit P.-L. Girardot (1), « si l'eau est le véhicule de la plupart des autres substances, il convient d'insister sur le fait essentiel que l'eau, dans la nature, possède la propriété de transformer sa propre qualité, parce qu'il s'agit d'un milieu vivant et même du milieu vivant par excellence ».

Eau d'alimentation :

La qualité de l'eau, matière de première nécessité, doit de plus en plus être améliorée, affinée comme disent les spécialistes. La nature réalise déjà une épuration partielle souvent complétée par les techniques traditionnelles de clarification et de stérilisation : l'affinage peut s'intégrer à ces techniques ou faire l'objet d'un traitement spécifique.

Coagulation - floculation chimique :

quelques rares stations pratiquent encore une épuration biologique, sans emploi de réactif chimique de floculation. C'est ainsi que, dans le procédé des lits bactériens, l'eau, après passage sur des préfiltres, ruisselle à travers un lit de gravier. Le film biologique qui se forme à la surface du support dégrade les matières organiques. Un tel procédé, quoique efficace, semble progressivement abandonné pour la production d'eau d'alimentation, car il nécessite des surfaces considérables (vitesse de filtration : 0,2 m/h) ; de plus, les conditions atmosphériques — température notamment — influent dans une large mesure sur la vitesse d'oxydation biochimique des composés organiques. Enfin, dans certains cas, ce procédé dégage des odeurs désagréables.

L'accroissement de la capacité de traitement des stations d'épuration jusqu'à 600 000 et même 1 000 000 m³/j., et la limitation des aires d'implantation dans les villes militent en faveur des stations dites « compactes », d'où le développement du procédé de clarification des eaux par coagulation-floculation chimique. Grâce à l'emploi de floculants du type chlorure ferrique ou sulfate d'alumine, les colloïdes naturels des eaux de surface (argile, matières humiques) sont rapidement coagulés puis agglomérés par floculation. Après décantation, les eaux sont filtrées sur lit de sable de granulométrie homogène à une vitesse voisine de 5 à 6 m/h. Un traitement complémentaire destiné à améliorer la clarification est parfois nécessaire, on utilise à cet effet des alginates ou de la silice activée qui permettent d'agglomérer les petites particules du floc. A ces deux agents de floculation chimique dont l'emploi s'est généralisé dans les grandes stations d'épuration est venu depuis peu s'ajouter un nouveau réactif, le polychlorure d'aluminium, de formule $Al_n(OH)_m Cl_{3n-m}$. Cette molécule a une constitution qui l'apparente à un polymère minéral de poids moléculaire élevé, ce qui lui confère des propriétés

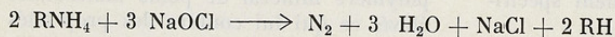
exceptionnelles dans le traitement des eaux.

Son efficacité coagulante et floculante par rapport aux matières colloïdales, qui se manifeste par la formation de floes de dimensions régulières et relativement fortes, est à dosage égal en ions Al^{+++} environ deux fois supérieure à celle du sulfate d'alumine. Ce nouveau réactif présente encore l'avantage de pouvoir être efficacement utilisé dans une gamme de pH assez large et à relativement basse température.

Elimination de l'azote ammoniacal :

L'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.) a formulé, en 1971, une recommandation concernant la limite souhaitable en NH_4^+ des eaux potables, laquelle a été estimée à 0,05 mg/l. Cette recommandation sévère était surtout motivée par les difficultés de chloration des eaux riches en NH_4^+ (formation de chloramines) et les risques de prolifération de bactéries nitrifiantes dans les réseaux de distribution. Il est vraisemblable que les Communautés Européennes imposeront aux Etats-Membres cette concentration maximum en NH_4^+ .

Les eaux de surface traitées dans la région parisienne pour produire de l'eau potable (Seine, Oise notamment) renferment des proportions variables de NH_4^+ pouvant atteindre plusieurs milligrammes par litre, dont environ la moitié d'origine urbaine. Aussi, certaines stations ont-elles été amenées à adopter un procédé d'épuration efficace et permettant de satisfaire à la recommandation de l'O.M.S. Ce traitement consiste, après ajout du floculant, à faire une addition de chlore et d'hypochlorite de sodium — environ 20 g de chlore actif par m^3 d'eau à traiter — légèrement supérieure à celle du break-point. Pendant le stade de décantation, d'une durée de 3 heures, la réaction suivante intervient :



Pour neutraliser l'excès de chlore actif, une addition de bisulfite de sodium est ensuite effectuée, avant traitement final à l'ozone. Il convient de souligner que l'élimination de NH_4^+ à l'aide d'hypochlorite intervenant d'abord à un pH alcalin puis à un pH voisin de la neutralité ne risque pas de former des composés fortement saporigènes (comme les chlorophénols) et que la soude en excès de l'hypochlorite compense dans une large mesure l'agressivité due à la mise en œuvre des floculants, ce qui réduit ou supprime l'emploi final de soude pour équilibrer l'eau épurée.

Elimination des micropolluants organiques : la micropollution organique a tendance à s'aggraver car indépendamment de certains produits comme le phénol qui est un métabolite biologique de la matière organique, on trouve dans les eaux, à l'état de traces, des pesticides halogénés et phosphorés ainsi que des détergents.

Une partie de ces micropolluants peut être éliminée lors du traitement de coagulation-floculation, mais pour obtenir un meilleur affinage on procède maintenant à une adsorption sur charbon actif complétée par un traitement au bioxyde de chlore ou à l'ozone, car une élimination très poussée de certains polluants par le charbon actif seul serait trop onéreuse (2). Dans le cas des phénols d'après C. Gomella, le traitement de coagulation-floculation chimique complété par le charbon actif à dose moyenne de l'ordre de 20 g par m^3 élimine les phénols en-dessous d'un seuil de 15 microg./litre ; au-dessus de ce seuil cette élimination n'est plus que de 60 à 80 %. L'ozone est un moyen radical de destruction des phénols sans création de goûts et odeurs, mais le bioxyde de chlore s'est révélé le moyen le plus économique de destruction des goûts sans formation de chlorophénols. Les taux d'efficacité équivalents seraient :

- 60 g/ m^3 pour le charbon actif ;
- 17 g/ m^3 pour l'ozone ;
- 0,7 g/ m^3 pour le bioxyde de chlore.

PROPRIETES DES PRINCIPAUX COAGULANTS MINERAUX

Coagulant	Réactif		Propriétés
	Considéré	doses courantes d'emploi	
Primaire	chlorure ferrique (41% FeCl_3)	10	- floccs denses qui décantent rapidement - utilisable même pour les eaux froides - réactions secondaires avec certains types d'eau ou en présence de certaines bactéries - pH courant d'utilisation : 7 à 8,5
	sulfate alumine (18% Al_2O_3)	100 ppm	- floccle mal dans les eaux froides (nécessité d'un adjuvant) - pH courant d'utilisation : 6 à 7,5
	Solv. chlorure d'aluminium (10% Al_2O_3)		- floccs volumineux décantant rapidement - efficacité supérieure au sulfate d'alumine, à dose égale d'Al_2O_3 - pH courant d'utilisation : 6 à 8 - réduction de la consommation de neutralisant pour ajuster le pH final
Secondaire	silice activée (neutralisation d'un silicate alcalin par un acide ou un sel acide)	1 à 20 ppm SiO_2	- améliore la coagulation et la qualité de l'eau - réduit la couleur de l'eau brute - très efficace durant les périodes hivernales (pas de post-précipitation du coagulant primaire)

TABLEAU II

Bioxyde de chlore et ozone se substituent d'ailleurs progressivement au chlore dans la stérilisation.

Le bioxyde de chlore, préparé *in situ* à partir de chlorite de sodium et de chlore en solution aqueuse, n'exige qu'un investissement modeste, aussi beaucoup de stations d'épuration petites ou grandes ont-elles adopté cet oxydant en préchloration et en stérilisation finale. Le bioxyde de chlore élimine les mauvais goûts et odeurs résultant notamment de la présence de phénol et de certaines algues, il améliore la couleur de l'eau et facilite la précipitation, le cas échéant, du fer et du manganèse.

L'ozone joue un rôle à peu près analogue mais nécessite la réalisation d'installations coûteuses. L'ozonation n'est praticable que sur des eaux très limpides, elle n'a que peu d'effets sur des eaux contenant des colloïdes organiques, d'où la nécessité d'un traitement préalable efficace de coagulation-floculation. Selon la C^{ie} Générale des Eaux, grâce à la séquence d'affinage comportant un prétraitement au bioxyde de chlore, la coagulation-floculation, la filtration et enfin l'ozonation, le goût de l'eau obtenue est pratiquement indiscernable de celui d'une eau minérale de référence.

Toujours d'après cette C^{ie}, son usine de Méry-sur-Oise délivre une eau totalement décolorée et d'une turbidité imperceptible. Cette eau est dépourvue de composés phénolés, sa teneur en détergents est nulle ou inférieure à 10 mg/m³, de plus elle est bactériologiquement pure et exempte de virus (3).

Il est équitable de reconnaître que ces performances remarquables n'ont pu être atteintes que grâce au perfectionnement des méthodes chimiques de traitement des eaux.

EPURATION DES EAUX USÉES URBAINES.

L'Atlas de la Pollution des Eaux en France Métropolitaine a publié en 1963 la répartition par zones de la pollution urbaine et industrielle (Carte de France). La pollution industrielle l'emporte sur la pollution urbaine, mais l'impor-

tance de cette dernière est en général très sous-estimée dans l'esprit du public. En effet, d'après l'Atlas :

Pollution industrielle ..	75
— urbaine	33

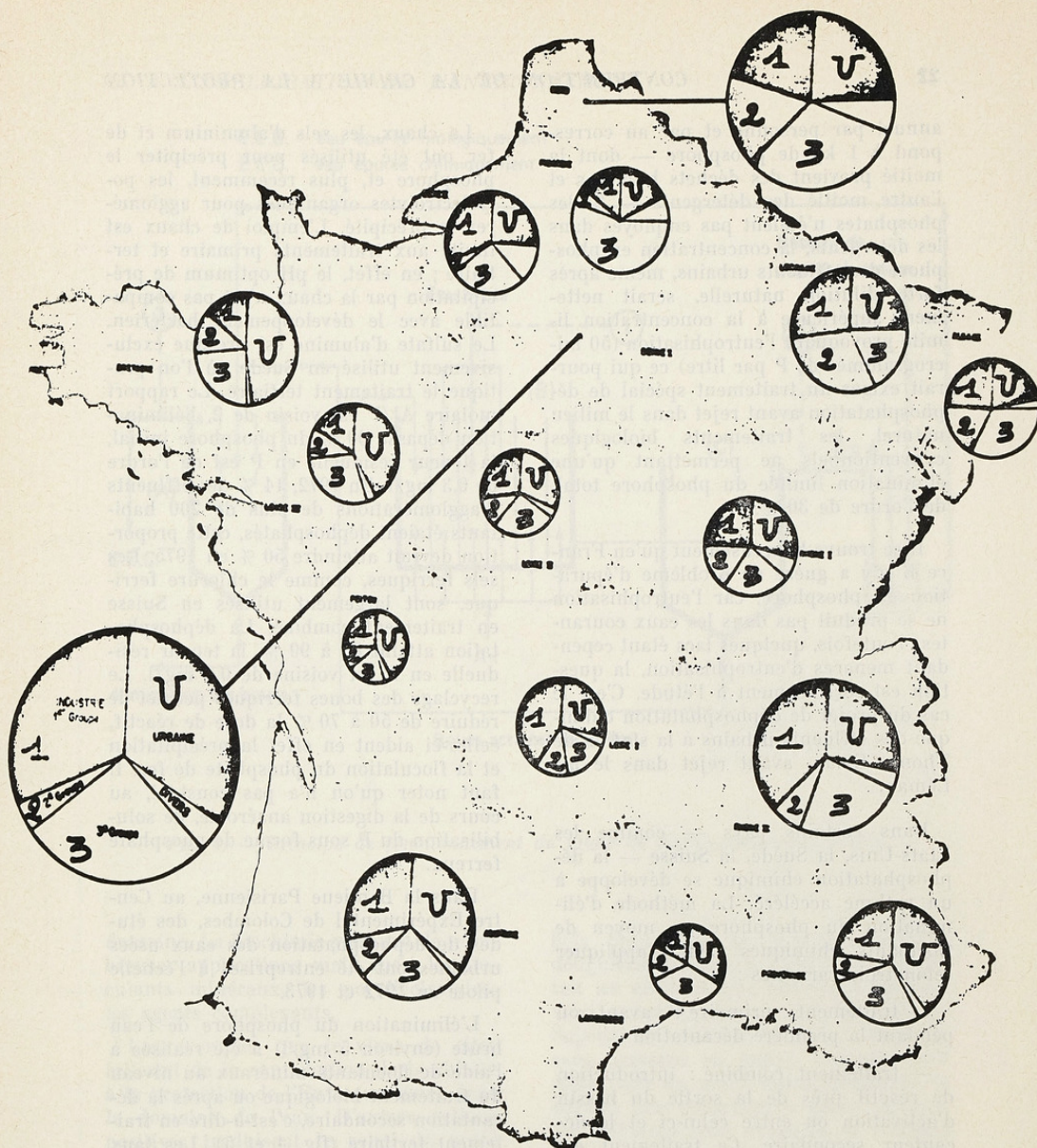
108

Expression : millions d'équivalents-habitants.

Les eaux usées urbaines sont justiciables de différents traitements physiques : tamisage-criblage, décantation avec ou sans floculant chimique, écumage, suivis d'un traitement biologique sur champs d'épandage, lits bactériens ou bassins de boues activées.

Contrôle de l'odeur et de la décantation des boues : lors du traitement biologique des eaux usées, il peut y avoir formation d'hydrogène sulfuré par réduction des sulfates. Pour prévenir la formation de ce gaz nauséabond ou d'acide sulfurique qui provoquerait la corrosion des appareillages métalliques et des canalisations en ciment, on développe largement aux U.S.A. l'utilisation du peroxyde d'hydrogène, lequel transforme les sulfures en soufre (4). Le peroxyde d'hydrogène est en train de supplanter le chlore dans cette application, le procédé semble économiquement valable puisqu'une partie, en poids, de peroxyde d'hydrogène remplacerait pratiquement 4 à 5 parties de chlore. Par ailleurs, la décantation des boues biologiques serait améliorée. Ce nouveau procédé n'est pas encore appliqué en France mais nul doute qu'il ne retienne l'attention des milieux intéressés.

Déphosphatation : les phosphates sont accusés de promouvoir la croissance des algues et de provoquer « l'eutrophisation » des lacs, c'est-à-dire une prolifération exagérée des algues avec formation, dans certains cas, d'algues rouges et une réduction de la faune piscicole. On admet généralement que le phosphore n'est pas le seul facteur responsable du phénomène de l'eutrophisation ; le carbone, l'azote, certains sels métalliques ont également un rôle spécifique. De manière approchée, le rejet



annuel par personne et par an correspond à 1 kg de phosphore — dont la moitié provient des déchets humains et l'autre moitié des détergents — Si les phosphates n'étaient pas employés dans les détergents, la concentration en phosphore des effluents urbains, même après forte dilution naturelle, serait nettement supérieure à la concentration limite provoquant l'eutrophisation (50 microgrammes de P par litre) ce qui pourrait exiger un traitement spécial de déphosphatation avant rejet dans le milieu naturel, les traitements biologiques conventionnels ne permettant qu'une élimination limitée du phosphore total, de l'ordre de 30 %.

Il se trouve heureusement qu'en France il n'y a guère de problème d'épuration du phosphore, car l'eutrophisation ne se produit pas dans les eaux courantes. Toutefois, quelques lacs étant cependant menacés d'eutrophisation, la question est sérieusement à l'étude. C'est le cas du projet de déphosphatation chimique des effluents urbains à la station de Thonon-Evian, avant rejet dans le lac Léman.

Dans certains pays — comme les Etats-Unis, la Suède, la Suisse — la déphosphatation chimique se développe à un rythme accéléré. La méthode d'élimination du phosphore au moyen de flocculants chimiques peut s'appliquer selon trois variantes :

— traitement primaire : avant ou pendant la première décantation ;

— traitement combiné : introduction de réactif près de la sortie du bassin d'activation ou entre celui-ci et le décanteur secondaire. Ce traitement est économique mais moins efficace que le traitement tertiaire suivant ;

— traitement tertiaire : introduction du réactif dans l'effluent provenant du décanteur secondaire, mélange, flocculation, décantation, filtration ou séparation par flottation. Cette précipitation chimique séparée réduit également de manière appréciable les matières en suspension.

La chaux, les sels d'aluminium et de fer ont été utilisés pour précipiter le phosphore et, plus récemment, les polyélectrolytes organiques pour agglomérer le précipité. L'emploi de chaux est limité aux traitements primaire et tertiaire ; en effet, le pH optimum de précipitation par la chaux n'est pas compatible avec le développement bactérien. Le sulfate d'alumine est presque exclusivement utilisé en Suède où l'on pratique le traitement tertiaire. Le rapport molaire Al/P est voisin de 2, l'élimination dépasse 90 % du phosphore initial, la teneur résiduelle en P est de l'ordre de 0,3 mg/l. En 1972, 14 % des effluents d'agglomérations de plus de 200 habitants étaient déphosphatés, cette proportion devrait atteindre 50 % en 1975. Les sels ferriques, comme le chlorure ferrique, sont largement utilisés en Suisse en traitement combiné. La déphosphatation atteint 85 à 90 %, la teneur résiduelle en P est voisine de 0,5 mg/l. Le recyclage des boues ferriques permet de réduire de 50 à 70 % la dose de réactif, celles-ci aident en effet la précipitation et la floculation du phosphate de fer. Il faut noter qu'on n'a pas constaté, au cours de la digestion anaérobie, de solubilisation du P sous forme de phosphate ferreux.

Dans la Banlieue Parisienne, au Centre Expérimental de Colombes, des études de déphosphatation des eaux usées urbaines ont été entreprises à l'échelle pilote en 1972 et 1973.

L'élimination du phosphore de l'eau brute (environ 5 mg/l) a été réalisée à l'aide de flocculants minéraux au niveau du traitement biologique ou après la décantation secondaire, c'est-à-dire en traitement tertiaire (fig. 4 et 5). Les taux d'élimination se sont situés entre 80 et 90 %. Le coût de la déphosphatation chimique a été évalué à 3-5 F/an/équivalent habitant pour le traitement combiné et à 6 à 11 F/an/équivalent habitant pour le traitement tertiaire.

EPURATION DES EFFLUENTS INDUSTRIELS.

je ne citerai que pour mémoire l'intervention bénéfique de la Chimie dans ce

E.E.B. : eau épurée biologiquement
E.E.C. : eau épurée chimiquement

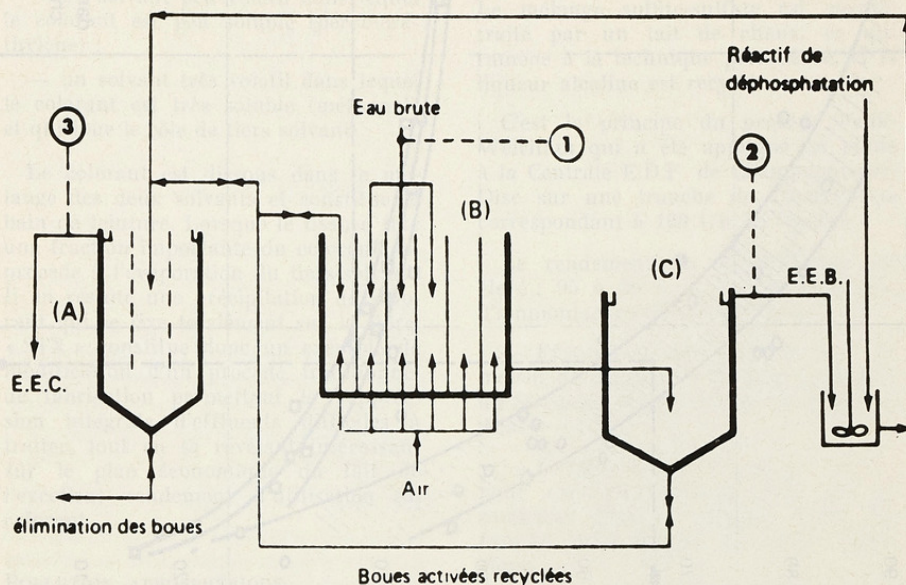


FIG. 4. — Principe de fonctionnement du pilote en déphosphatation tertiaire.

domaine. La biochimie y trouve de nombreuses applications mais aussi les flocculants minéraux, les polyélectrolytes, les agents complexants.

Les exemples que je viens de citer relèvent de la contribution de la chimie à la protection de l'Environnement dans le domaine de l'eau. D'autres actions positives traduisent le souci de notre profession d'améliorer l'Environnement.

MISE AU POINT DE PROCÉDÉS INDUSTRIELS MOINS POLLUANTS VIS-A-VIS DES EAUX.

Je n'en donnerai que deux exemples.

Blanchiment de la pâte de cellulose : tel qu'il était effectué depuis plusieurs décennies, le blanchiment de la pâte de cellulose issue de la cuisson du

bois comportait un premier stade de délignification par le chlore, d'où résultait un effluent très polluant. Un nouveau procédé, connu sous le nom de Sapoxal (6), mettant en œuvre l'oxygène sous pression en milieu sodique vient d'être mis au point industriellement, il permet une détoxification totale puisque les effluents sont évaporés et calcinés avec récupération de la soude.

Teinture des textiles sans eau : la teinture est un art millénaire dont l'application requiert des volumes importants d'eau pure qui est restituée à la nature dans un état bien différent. Plusieurs sociétés françaises ont étudié et cherchent actuellement à développer une nouvelle technique de teinture en phase solvant, sans emploi d'eau, appe-

lée procédé « STX » (7). Son originalité réside dans l'emploi de deux solvants :

- un solvant peu volatil dans lequel le colorant est peu soluble (perchloréthylène) ;

- un solvant très volatil dans lequel le colorant est très soluble (méthanol) et qui joue le rôle de tiers solvant.

Le colorant est dissous dans le mélange des deux solvants et constitue le bain de teinture. Lorsque le tissu a fixé une fraction importante du colorant, on procède à l'évaporation du tiers-solvant. Il en résulte une précipitation du colorant qui se fixe totalement sur la fibre. « STX » constitue donc un exemple de modification d'un procédé traditionnel de fabrication permettant la suppression intégrale d'effluents difficiles à traiter, tout en se révélant intéressant sur le plan économique du fait de l'excellent rendement d'utilisation du colorant.

POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE.

Dans le domaine de la pollution atmosphérique, un bel exemple de la contribution de la Chimie à la protection de l'environnement nous est fourni par les nombreuses études consacrées à l'élimination du gaz sulfureux contenu dans les fumées des centrales thermiques (8). De par les quantités en cause et ses effets, le gaz sulfureux est un des plus importants facteurs de pollution de l'atmosphère. Pour fixer les idées, notons qu'une centrale thermique au fuel de 1 000 MW est susceptible de rejeter jusqu'à 10-15 t de SO_2 à l'heure.

Les principaux procédés d'élimination de SO_2 contenu dans les fumées reposent sur les différentes techniques suivantes :

- lavage des gaz avec un lait de chaux qui fixe SO_2 sous forme de sulfite et sulfate de calcium. La boue obtenue peut poser un problème, aussi certains procédés japonais comportent-ils, en addition, un traitement oxydant qui délivre un gypse commercialisable ;

- double traitement alcalin, ce procédé comporte un lavage des gaz avec une solution ammoniacale ou sodique. Le mélange sulfite-sulfate est ensuite traité par un lait de chaux, ce qui ramène à la technique précédente, et la liqueur alcaline est recyclée.

C'est le principe du procédé Peuk-Weiritam qui a été appliqué en pilote à la Centrale E.D.F. de Champagne-sur-Oise sur une tranche de l'installation correspondant à 100 t/h de fumées.

Le rendement de désulfuration est élevé : 95 à 99 % et la consommation d'ammoniac relativement faible.

- Procédé d'absorption à sec, au moyen de charbon actif, puis oxydation du SO_2 pour obtenir un acide sulfurique dilué.

- Oxydation catalytique sur lit fixe, pour convertir SO_2 en SO_3 qui est condensé avec la vapeur d'eau des fumées pour donner de l'acide sulfurique.

- En 1974, trente-six installations au Japon et trois aux Etats-Unis étaient en fonctionnement, alors qu'une vingtaine étaient sur le point de démarrer ou en construction.

Au total, une centaine de procédés ont été expérimentés, ce qui illustre assez bien la fécondité de la recherche chimique dans ce domaine, une dizaine ont atteint la taille prototype de 35 MW considérée comme cruciale.

Un autre domaine de recherches, qui ne laisse pas indifférent l'homme de la rue, est l'épuration des gaz d'échappement des véhicules automobiles. Ces gaz contiennent de l'oxyde de carbone, des hydrocarbures imbrûlés, des oxydes d'azote et des particules diverses. Une élimination poussée de ces polluants pose aux constructeurs et à l'industrie pétrolière des problèmes qui remettent en question toute l'évolution de la technologie. La chimie apporte sa contribution à la recherche d'une solution, et, dans cette voie, la postcombustion par catalyse semble être prometteuse.

POLLUTION SONORE.

Des mousses synthétiques de nature très diverses :

- polyuréthannes,
- polystyrène,

sont actuellement utilisées pour réduire le niveau sonore ou les vibrations dans les installations industrielles, les véhicules ou même dans l'habitat.

POLLUTION PAR LES DÉCHETS RADIOACTIFS.

Comme toute industrie, l'Energie Nucléaire doit faire face aux nombreux problèmes posés par la nocivité de ses déchets : tous les progrès, et tout particulièrement la production d'énergie électrique, n'ont été rendus possibles que par la solution de ces problèmes qui deviennent capitaux dans les usines de retraitement du combustible ayant déjà servi à produire de l'énergie. On peut classer les déchets en trois catégories :

- les gaz ;
- les liquides ;
- les solides.

Le but de tous les traitements est d'amener tous les déchets à l'état solide, aisément stockable. Comme il est impossible de détruire la radioactivité, on s'efforce de concentrer les déchets actifs, de manière à enfermer cette radioactivité dans le plus petit volume possible, afin de le manipuler facilement, pour l'enfermer en un lieu (un cimetière) où l'on devra attendre quelques années, quelques dizaines d'année ou « l'éternité » pour que le produit cesse d'être nocif. Le problème chimique est d'extraire des effluents liquides des quantités de matière radioactive variant de 10^{-3} à 10^{-6} g/m³. On parvient à éliminer ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, Pu..., en utilisant des réactions de coprécipitation, des échangeurs d'ions ou des sorbants sélectifs, tels les zéolithes étudiées et mises au point par l'industrie chimique.

Les effluents gazeux sont filtrés sur charbon actif qui fixe ¹³¹I. Les déchets solides, réunis à ceux provenant de l'épuration des eaux et des gaz sont, suivant leur niveau de radioactivité, enrobés

dans du bitume ou du béton ou vitrifiés. Les blocs ainsi obtenus sont stockés dans des casemates, pour les déchets de haute activité, sur des aires surveillées, pour les faibles activités. Ces sites sont surveillés en permanence par un personnel hautement spécialisé, prêt à intervenir pour reprendre les déchets au cas, peu probable, où un accident se produisant, il y aurait risque potentiel de dissémination de radioactivité.

II. — L'ESTHETIQUE

Pour la commodité de l'exposé, en suivant le schéma de Battelle, je suis amené à ranger sous le vocable de l'esthétique, bien que cela puisse paraître assez surprenant, certains domaines où l'on peut encore retrouver une action de la Chimie, orientée vers la protection ou l'amélioration de l'Environnement.

PROBLÈME DES DÉCHETS SOLIDES.

La réduction de la proportion de déchets solides stockés sur les couches géologiques de surface est un important problème pour les agglomérations. Dans certains cas, les ordures ménagères sont détruites par incinération ou transformées, par voie biologique, en composts utilisables en agriculture. Des études récentes laissent entrevoir la possibilité, par réactions chimiques, de gazéifier ces résidus en oxyde de carbone, hydrogène ou ammoniac, ou même d'obtenir du méthanol ou du fuel. C'est ainsi que le Comté de San Diego, en Californie, a prévu de réaliser, pour le début de 1976, un projet étudié par une filiale d'Occidental Petroleum, qui permettrait, à partir d'une tonne de déchets la production d'un baril de fuel à faible teneur en soufre. La ville de Seattle, de son côté, envisage un projet de gazéification fournissant de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène.

On peut citer un autre exemple dans le même domaine des effluents urbains : le procédé étudié par Jet Propulsion Laboratory qui consiste à transformer en charbon actif les boues provenant du traitement biologique, avec production simultanée de gaz combustible.

LES ODEURS.

Divers procédés sont applicables pour éliminer ou masquer les odeurs des effluents industriels. On peut citer, parmi les procédés chimiques ou physicochimiques : l'oxydation par l'ozone, l'adsorption sur charbon actif, l'oxydation catalytique. Ce dernier procédé n'est d'ailleurs justifiable que dans le cas de concentrations importantes de polluants oxydables ne contenant pas de poison vis-à-vis du catalyseur.

L'oxydation, par voie chimique, est également utilisée, c'est ainsi que le bioxyde de chlore est employé avec succès pour détruire les odeurs des vapeurs se dégageant des ateliers d'équarrissage ou de certaines fabrications d'engrais organiques.

Le masquage des odeurs, bien que ne constituant qu'un palliatif, peut aussi être considéré comme un apport intéressant de la chimie. Les agents de masquage sont des composés organiques qui annulent la perception d'une odeur mais sans modifier la nature chimique de cette odeur. Bien entendu, il faut que ces produits aient un seuil olfactif très bas afin de n'être mis en œuvre qu'à très faible concentration.

IV. — INTERET POUR L'HOMME
MODE DE VIE

J'en arrive à cette troisième composante de l'environnement, suivant le schéma que j'ai retenu, mais en vous priant de ne pas vous attacher à la pondération que Battelle lui accorde et qui n'est significative que pour caractériser une technologie donnée. Comme il est hors de question d'évaluer, d'une façon chiffrée, toutes les incidences bénéfiques de la chimie sur le mode de vie des hommes, je me limiterai, là encore, à quelques exemples qui n'auront que le mérite d'une relative nouveauté.

LUTTE CONTRE L'INCENDIE.

Depuis quelques années, ont été synthétisés des dérivés organiques per-

fluorés comportant un ou plusieurs groupements fonctionnels à caractère anionique, cationique, non-ionique ou amphotérique.

Ces dérivés fluorés fonctionnels sont doués de propriétés tensio-actives exceptionnelles. Ce sont les seuls tensio-actifs permettant d'abaisser la tension superficielle de l'eau au-dessous de celle des hydrocarbures. Cette propriété est mise à profit dans la lutte contre l'incendie des hydrocarbures, au moyen de l'eau « mouillante » ou « eau légère », néologisme, qui désigne une solution très diluée de produit actif, généralement en sel d'ammonium quaternaire du dérivé fluorocarboné. Le tensio-actif forme un film à la surface de l'hydrocarbure et empêche l'évaporation du liquide inflammable. Ce film est suffisamment élastique pour se reformer instantanément s'il vient à se rompre.

Pour renforcer l'efficacité de cet agent d'extinction, on ajoute aussi à l'eau des hydrolysats protéiniques qui ont pour effet de stabiliser la mousse et de créer une couche isolante.

Ce type d'extincteur est de plus en plus utilisé pour l'équipement anti-feu des raffineries et des aéroports.

EXTINCTION PAR INHIBITION D'AMBIANCE.

La chimie a fourni, avec les produits fluorés fonctionnels, une nouvelle arme qui s'ajoute à celles qu'elle avait déjà développées précédemment avec les gaz extincteurs, les poudres et les mousses chimiques, dans la lutte active contre le feu.

Depuis quelques années, la chimie des halogènes nous a procuré, avec certains hydrocarbures fluoro-bromés, le moyen de contribuer à prévenir l'extension des foyers d'incendie. Il s'agit en particulier du bromochlorodifluorométhane et du bromotrifluorométhane.

La combustion est une réaction d'oxydation qui se propage en passant par des stades intermédiaires avec formation de radicaux libres. Cette réaction en chaîne est susceptible d'être bloquée par

des anticatalyseurs et, parmi ceux-ci, l'atome de brome contenu dans la molécule des composés cités est des plus efficaces. On pense que ce blocage s'effectue suivant un mécanisme du type :



Ces inhibiteurs chimiques ont donc un mode d'action très différent des inhibiteurs de nature physique tels que l'azote et autres gaz internes. De ce fait, la quantité de produit halogéné nécessaire pour obtenir l'inhibition de la combustion est, elle, notablement plus faible.

Ces produits sont très largement utilisés aux Etats-Unis pour la protection de matériels coûteux, tels que les ordinateurs, centraux téléphoniques, etc. Les salles à protéger sont munies d'installations fixes comportant des réservoirs de gaz liquéfié, dont la vaporisation dans l'atmosphère est déclenchée automatiquement au moyen de différents systèmes de détection. Le succès de ces Halons 1211 et 1301 tient au fait qu'ils ne détériorent pas le matériel et qu'ils sont très supportables par l'homme, le cas échéant.

LA SURGÉLATION DES ALIMENTS.

Après plusieurs années d'études, l'industrie chimique américaine a lancé, dans les années 1970, un nouveau système de surgélation par contact direct avec un agent frigorigène à l'état liquide (9). Ce produit est le dichlorodifluorométhane désigné par l'abréviation R 12, par les frigoristes. Le principe du fonctionnement du système est le suivant : les denrées à surgeler : petits pois, haricots verts coupés, fraises entières, crevettes décortiquées, découpes de volailles, sont plongées dans un courant de R 12 liquide, à la température de -30°C , elles y séjournent

quelques secondes. Le liquide entre immédiatement en ébullition, ce qui assure une excellente transmission de chaleur et provoque une congélation superficielle instantanée permettant d'éviter l'agglomération. Les denrées, reprises par un convoyeur, sont soumises à une aspersion de liquide frigorigène qui provoque la surgélation complète avant la sortie de l'appareil. Les vapeurs de R 12 sont condensées au moyen d'une machine frigorifique annexe et le R 12 liquide est renvoyé dans le circuit de surgélation (fig. 6). Cette technique de surgélation présente de nombreux avantages :

La rapidité de l'opération permet de conserver les qualités organoleptiques des produits alimentaires, de même que la texture et la couleur.

Le taux d'hydratation naturel est pratiquement maintenu.

De plus, l'appareillage est compact et peut traiter une grande diversité de produits.

La consommation de R 12 est faible, les pertes se situent entre 1 et 3 % du poids d'aliments traités. Bien entendu, le dichlorodifluorométhane utilisé est exempt d'impuretés, il titre 99,97 %, et le taux résiduel dans les denrées, après surgélation, est inférieur à 100 ppm.

Comme je le disais précédemment, on ne peut que déplorer que pour beaucoup de nos contemporains, ignorant de tout ce que leur mode de vie est redevable à la chimie, cette science ait pris un caractère maléfique et ne déclenche instinctivement que méfiance ou crainte irraisonnée. Il est temps de réagir contre un tel état d'esprit et je pense que l'Industrie Chimique trouverait aisément matière à un « livre blanc » propre à revaloriser son image de marque.

SYSTEME DE SURGELATION AU FLUOCARBONE "FREON" (SYSTEME LFF) ⁽¹⁾

par

M. Sture ASTROM

Ingénieur de l'Ecole Polytechnique Royale (Stockholm)

Directeur de la Section SURGELATION

à la FRIGOSCANDIA (Helsingborg)

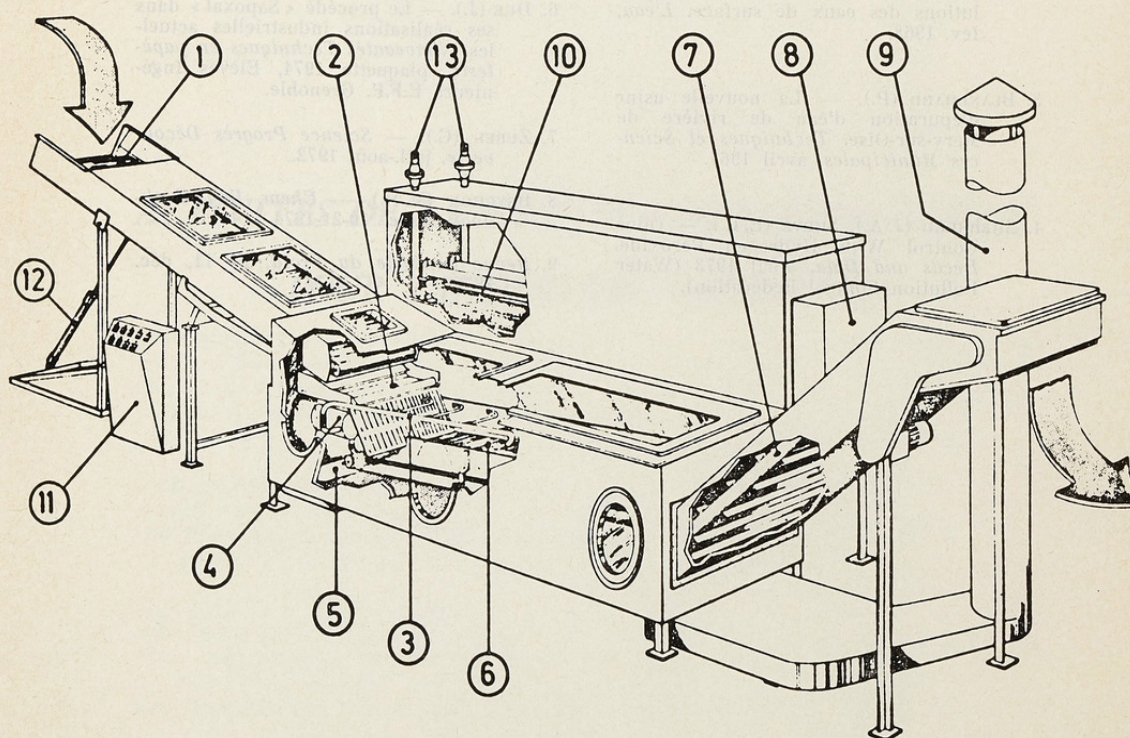


Figure 6

- 1. Bande d'alimentation
- 2. Bain IQF
- 3. Dispositif d'aspersion
- 4. Filtre

- 5. Carter du réfrigérant
- 6. Bande de surgélation
- 7. Bande d'enlèvement
- 8. Poste central des valves
- 9. Tambour de ventilation
- 10. Dispositif de condensation

- 11. Tableau de commandes
- 12. Cylindre de manoeuvre de la bande d'alimentation
- 13. Branchement de l'équipement frigorifique.

(1) Texte de la communication présentée lors des journées d'octobre 1972 à Versailles.

REVUE GÉNÉRALE DU FROID, N° 11 - DÉCEMBRE 1972

FIG. 6

Références

1. GIRARDOT (P.-L.). — Micropollution et affinage de l'eau potable. *Travaux*, sept. 1969.
2. GOMELLA (C.). — Pollutions et micropollutions des eaux de surface. *L'eau*, fév. 1968.
3. BLANCHARD (P.). — La nouvelle usine d'épuration d'eau de rivière de Méry-sur-Oise. *Techniques et Sciences Municipales*, avril 1967.
4. SHEPHERD (J. A.), SHEVE (E. C.). — Odor Control With Hydrogen Peroxide. *Deeds and Data*, avril 1973 (Water Pollution Control Federation).
5. Elimination du phosphore dans les effluents domestiques par précipitation chimique à l'aide des sels de fer, d'aluminium et de calcium. *Water Research*, 1-2-1973.
6. DUE (J.). — Le procédé « Sapoxal » dans ses réalisations industrielles actuelles. *Nouveautés Techniques en papeterie*, plaquette 1974, Elèves Ingénieurs E.F.P. Grenoble.
7. ZUBER (C.). — *Science Progrès Découverte*, juil.-août 1972.
8. BEYCHOK (M. R.). — *Chem. Eng. Desk-book issue*, 10-21-1974.
9. *Revue Générale du Froid*, n° 11, déc. 1972.

ACTIVITÉS DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Prix et médailles 1973-1974

Cérémonie du 4 octobre 1975

PALMARÈS

I. - Distinctions exceptionnelles

La Grande Médaille de la Société d'Encouragement est attribuée à M. le P^r L. ESCANDE, Membre de l'Institut, pour ses nombreux travaux dans diverses disciplines, particulièrement dans le domaine de l'hydrologie, sur proposition du Comité des Arts Physiques et sur rapport de M. le P^r Normant, Membre de l'Institut, Président de notre Société.

Le Prix Meynot est attribué à M. Louis ROBVEILLE, pour avoir su obtenir, dans une exploitation considérée comme une des plus mauvaises de son secteur, des résultats intéressants, grâce à un travail extraordinaire dépassant largement le commun et forçant l'admiration, sur rapport de M. Soulet, au nom du Comité de l'Agriculture.

La Grande Médaille des Activités d'Enseignement est attribuée, à titre posthume, à l'Ingénieur-Général P. NICOLAU, pour son rôle de premier plan dans l'enseignement et la diffusion des connaissances dans le domaine de la mécanique, sur rapport de M. le P^r Vinh, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

La Grande Médaille des Activités d'Enseignement est attribuée, à M. Serge BOUDIGUES, pour ses brillants succès obtenus dans l'étude des turboréacteurs, sur rapport de l'Ingénieur-Général Marchal, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

La Grande Médaille des Activités d'Enseignement est attribuée, au titre 1975, à M. Marc LAFFITTE, pour ses activités en vue d'améliorer et de promouvoir l'enseignement de la chimie, sur rapport de M. Bénard, au nom du Comité des Arts Chimiques.

La Grande Médaille Michel Perret est attribuée au C.E.T.I.M. pour son rôle important de formation et son activité de recherche et d'assistance technique, sur rapport de M. Rapin, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

La Médaille de la Conférence Bardy est attribuée à M. René DANDRES, pour ses succès dans l'étude et les applications des dérivés fluorés et chorofluorés des hydrocarbures, sur rapport de M. Brocart, au nom du Comité des Arts Chimiques.

La Médaille Le Chatelier est attribuée à M. Gérard BECK, pour ses travaux sur la trempe des métaux, sur rapport de M. Bénard, au nom du Comité des Arts Chimiques.

La Médaille Louis Pineau est attribuée à M^{me} MOUREAU, pour son activité inlassable en matière d'information et de documentation au service de l'industrie pétrolière française, sur rapport de M. le P^r Laffitte, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Chimiques.

La Médaille Dumas est attribuée à M. Auguste GUÉANT, pour son travail personnel dans le contrôle et la constitution des catalyseurs, sur rapport de M. Brocart, au nom du Comité des Arts Chimiques.

La Médaille Dumas est attribuée à M. Jean-André BOUDET, pour sa compétence, son dévouement et son courage au service de l'Industrie de notre pays, sur rapport de M. Bézier, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

La Médaille Oppenheim est attribuée à M. Jean VAERMAN, pour ses qualités inventives et sa capacité de mise au point industrielle, sur rapport de M. l'Ingénieur-Général Marchal, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

La Médaille de la Conférence Carrion est attribuée à M. Michel LAVERGNE, chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur de Garches, pour ses travaux importants sur l'immunoglobuline, sur rapport de M. Tréfouël, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Chimiques.

II. - Médailles d'Or

Une Médaille d'Or est attribuée à M. Paul TEISSIÈRE, pour ses travaux sur l'analyse et la synthèse des produits naturels, sur rapport de M. Bénard, au nom du Comité des Arts Chimiques.

Une Médaille d'Or est attribuée à M. Pierre CLÉMENT, pour son activité consacrée à la formation professionnelle et aux liaisons entre l'Université et l'Industrie, sur rapport de M. le P^r Trillat, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille d'Or est attribuée à M. Horace MARCHAL, pour son activité professionnelle dans le développement du machinisme agricole, sur rapport de M. Baratte, au nom du Comité d'Agriculture.

Une Médaille d'Or est attribuée à M. André BRODEAU, pour ses travaux sur l'essai des produits plats dans la direction perpendiculaire aux faces, sur rapport de l'Ingénieur-Général de Leiris, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

Une Médaille d'Or est attribuée, au titre 1975, à M. Charles CRUSSARD, pour ses nombreux travaux constituant un apport essentiel au développement de la Métallurgie en France, sur rapport de M. le P^r Trillat, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

III. - Médailles et prix spéciaux

Le Prix Parmentier est attribué à M. André BARRET, pour ses recherches sur les fermentations dans de nombreuses industries alimentaires, sur rapport de M. le P^r Le Moan, au nom du Comité de l'Agriculture.

Le Prix Thénard est attribué à M. Jean CRÉPEY, pour ses diverses publications consacrées à la réfrigération et à la congélation des poissons, ainsi qu'à la pollution des aliments, sur rapport du Vétérinaire - Biologiste - Général Guillot, au nom du Comité de l'Agriculture.

La Médaille Aimé Girard est attribuée aux Editions DARDELET, pour la réédition de l'œuvre magistrale d'OLIVIER de SERRES, sur rapport de M. Henin, au nom du Comité de l'Agriculture.

La Médaille Gaumont est attribuée à M. Roger AUDRAN, pour le talent remarquable avec lequel il a su faire passer les idées de recherches au stade de réalisations industrielles concrètes, sur rapport de M. le P^r Trillat, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

La Médaille Jollivet est attribuée à M. Raymond JOLY, pour ses travaux sur la faune forestière et son éthologie, sur rapport de M. Desaymard, au nom du Comité de l'Agriculture.

Le Prix Galitzine est attribué à M. Claude VÉRET, pour la mise au point de nouvelles méthodes utilisant les progrès réalisés par l'optique moderne, ainsi que l'étude et la réalisation des appareils destinés à la mise en œuvre de ces méthodes, sur rapport de M. le P^r Arnulf, au nom du Comité des Arts Physiques.

Le Prix de la Classe 51 est attribué à M. Gérard KREMPF, qui a consacré toute sa carrière à l'étude du matériel chimique et est devenu un spécialiste des échangeurs thermiques, sur rapport de M. Brocart, au nom du Comité des Arts Chimiques.

La Médaille Menier est attribuée à M. Henri CHAMPAULT, pour sa participation active à la mise au point et au lancement des polystyrènes choc greffés, sur rapport de M. Brocart, au nom du Comité des Arts Chimiques.

La Médaille Farcot est attribuée à M. Max AUCHER, pour son importante contribution à l'étude des problèmes concernant les contraintes d'origine hydrodynamique des ailes d'hélice, sur rapport de l'Ingénieur-Général de Leiris, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

La Médaille Richard est attribuée à M. Xavier LE PICHON, pour l'efficacité et la précision du système employé dans l'opération Famous, sur rapport de l'Ingénieur-Général de Leiris, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

La Médaille Giffard est attribuée à M. Robert HOLZ, pour son étude du comportement dynamique des turboréacteurs, sur rapport de l'Ingénieur-Général Marchal, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

La Médaille Massion est attribuée à M. Pierre SERVANTY, pour son rôle très important dans l'explication d'un phénomène jusqu'alors inconnu concernant le fonctionnement des tuyères à deux flux, sur rapport de l'Ingénieur-Général Marchal, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

Le Prix Letort est attribué à M. Roland BIGRET, spécialiste éminent de tous les problèmes concernant la dynamique des turbomachines et pour son activité d'enseignant, sur rapport de M. Rapin, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

IV. - Médailles de Vermeil

Une Médaille de Vermeil est attribuée à M. Jean-Marcel GRASSART, pour ses travaux concernant les traitements de minerais de phosphates, sur rapport de M. le P^r Laffitte, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Chimiques.

Une Médaille de Vermeil est attribuée à M. Alain ZALMANSKI, pour son activité dans le domaine des résines et colles synthétiques et l'étude des recherches avancées (structurales), sur rapport de M. Brocart, au nom du Comité des Arts Chimiques.

Une Médaille de Vermeil est attribuée à M. Roger PAPP, pour sa contribution importante à la formation scientifique et technique des jeunes, sur rapport de M. Brocart, au nom du Comité des Arts Chimiques.

Une Médaille de Vermeil est attribuée à M. Jean-Paul WAGNER, pour ses travaux en recherche organique aux Ets Kuhlmann, sur rapport de M. Brocart, au nom du Comité des Arts Chimiques.

Une Médaille de Vermeil est attribuée à M. Victor OLLIVRY, pour l'ensemble de sa carrière consacrée à la fabrication, la mise au point et le perfectionnement des produits d'hygiène et de toilette, sur rapport de M. le P^r Trillat, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille de Vermeil est attribuée à M. Jean COUPRY, pour ses recherches sur les alliages nouveaux et la mise au point des processus d'élaboration et de transformation des alliages correspondants, sur rapport de M. le P^r Trillat, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille de Vermeil est attribuée à M. Yves BELVAUX, pour ses recherches sur la soustraction de luminance et l'holographie incohérente en gammagraphie, sur rapport de M. le P^r Arnulf, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille de Vermeil est attribuée à M. Guy PUEYO pour ses travaux consacrés essentiellement aux recherches chimie biologique orientées vers les végétaux, sur rapport de M. le P^r Vayssière, au nom du Comité de l'Agriculture.

Une Médaille de Vermeil est attribuée à la Société STAUB pour ses réalisations dans le machinisme agricole qui en ont fait le premier constructeur français de motoculteurs, sur rapport de M. Baratte, au nom du Comité de l'Agriculture.

V. - Médailles d'Argent

Une Médaille d'Argent est attribuée à M. Maurice LOUIS pour son rôle important au Service de documentation, d'information et de formation du C.N.E.E.M.A., sur rapport de M. Baratte, au nom du Comité de l'Agriculture.

Une Médaille d'Argent est attribuée à M. Raoul HAGÈGE pour les méthodes originales qu'il a proposées pour l'étude des polymères fibreux, sur rapport de M. le P^r Trillat, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille d'Argent est attribuée à M. Pierre VIGIER pour ses recherches orientées vers la mécanique linéaire de la rupture et la déformation plastique, sur rapport de M. le P^r Trillat, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille d'Argent est attribuée à M. André ROUSSEL pour la mise au point d'une méthode de filtrage sélectif des fréquences spatiales, fonctionnant en lumière incohérente, sur rapport de M. le P^r Arnulf, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille d'Argent est attribuée à M. Pierre BOYER pour ses recherches dans le domaine des « dérivations dans les canaux découverts » sur rapport de M. le P^r Escande, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille d'Argent est attribuée à M. Jacques ROUX pour ses études portant essentiellement sur les « convertisseurs statiques de tension et de fréquence », sur rapport de M. le P^r Escande, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille d'Argent est attribuée à M. Claude LAURENCO pour ses travaux sur les spiro-phosphoranes à liaison P.-H., sur rapport de M. le P^r Normant, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Chimiques.

Une Médaille d'Argent est attribuée à M. Gilles BOUQUET pour ses travaux sur les composés de coordination des métaux de transition et leurs applications, sur rapport de M. Bénard, au nom du Comité des Arts Chimiques.

Une Médaille d'Argent est attribuée à M. Georges NAGY, responsable industriel des produits phytosanitaires de P.C.U.K., sur rapport de M. Brocart, au nom du Comité des Arts Chimiques.

Une Médaille d'Argent est attribuée à M. Loïc DAVY pour ses diverses réalisations : le calorimètre d'absorption isotherme à basse température et un appareil de gravimétrie d'absorption automatique, sur rapport de M. le P^r Laffitte, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Chimiques.

Une Médaille d'Argent est attribuée à M. Robert ODELLO pour la part prépondérante qu'il a prise dans le développement des procédés anti-pollution, sur rapport de M. le P^r Laffitte, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Chimiques.

VI. - Médailles de Bronze

Une Médaille de Bronze est attribuée à M. José MARTINS pour sa connaissance très précieuse concernant les appareils de traitement des minerais, sur rapport de M. le P^r Laffitte, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Chimiques.

Une Médaille de Bronze est accordée à M. Gérard CLINARD pour sa haute qualification professionnelle, son dynamisme et son excellente collaboration, sur rapport de M. le P^r Arnulf, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille de Bronze est accordée à M. Jacques CAUDRILLIER pour ses travaux dans le domaine des ondes millimétriques, sur rapport de M. le P^r Escande, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille de Bronze est attribuée à M. Louis MONFERRAN pour son apport de connaissances, sur le plan technologique aux travaux relatifs aux phénomènes transitoires dans les milieux poreux, sur rapport de M. le P^r Escande, au nom du Comité des Arts Physiques.

Une Médaille de Bronze est attribuée à M. René ROUAIX pour son apport aux travaux de recherches du domaine du contrôle et commande électronique des machines synchrones et asynchrones, sur rapport de M. le P^r Escande, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

VII. - Titre social

Médailles des Ouvriers, Contremaîtres Cadres d'Exécution.

Laboratoire Central de l'Armement : Albert RIBOT - Guy DOUHAY - Michel PERIER.

Chantiers de l'Atlantique : Pierre HÉBEL - Léon ARNAUD - Henri DAVID - Ange MOES-SARD - Jean GUILLOTIN - Jean LEROUX - Victor MOYON - Alexis BENIZE - Maurice ALLAIN - Jean-Marie CHAFIRAUD.

Pétroles d'Aquitaine : Maurice ARIZABALETA - Albert BROCCO - Henri DUFAU - Jean-Claude FOURNIOLS - Marcel METRAL-CHARVET - Henri RENOIR - André SIR-VINS - André PUJOS.

Société Nationale des Chemins de Fer Français : Jean BAUDRY - André BEZIAS - Marcel BLANCHARD - Marcel CAILLE - Jacques CAUDRON - Robert CORNU - Jean CORRE - René COURTOIS - Maurice DOLLOIS - René FARADON - René FAYON - Jean FRÈRE - Constant HAGNÈRES - Robert HALBITTE - Bernard JACQUET - Constant JUMEL - Jacques MOUTON - Pierre PIGOT - Robert PLANQUART - Victor RENARD - Albert SCHAEFFER - Raymond SOCHARD.

Elf-R.E. : Joseph APOLLIS - Aimé CARRIER - Jean SAUVAGE - Guy BOISVERT - Joseph GARCIA - Roger DELPY - Joseph ANGLADE - Charles HEPP - Marcel AINARDI - Jacques CALCAT.

Elf-France : René CASSAGNE - Paul NOUVEL - Paul PIZETTE - Bernard GACHON - Serge MONNIER - Jean CRAVE - Philippe OBERLAENDER - M^{me} Magdeleine FORTIN - Giosué SIRIU - Joseph LELU - André MEYER.

Alsthom : André VOLTZ - Prosper GEHENDEZ - Raymond DUVENT - Maurice ESCUDIÉ.

Nobel-P.R.B. : Joseph CARRERA - François GOUBERN.

Esso : Noël ARNAUD - Yves SALLIER - Pierre VILLEDIEU - Claude MEURGEY.

Ardoisières d'Angers : Francis LE BERRE.

Shell Française : Raymond IMBERT - François LIAUTARD - Robert MOLINIER - Marius PIN - Michel ADARO - Daniel FRAPPIER - Roger MALEYRAN - Jacques DOURTHE - André LAUMONIER - Guy ROUX - Armand FERMENT - Victor POUCHARD - Hoïld GROJEAN - Germain MOUTON.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Fondée en 1801

Reconnue d'Utilité Publique en 1824

44, rue de Rennes, 75006 PARIS

Tél. : 548-55-61 - C.C.P. 618-48 Paris



HISTORIQUE

La « SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE » fondée en l'AN X de LA RÉPUBLIQUE (1801) par NAPOLEON-BONAPARTE, Premier Consul et CHAPTAL, Ministre de l'Intérieur et premier Président de la Société, assistés de Berthollet - Brongniart - Delessert - Fourcroy - Grégoire - Laplace - Monge - Montgolfier - Parmentier... et de nombreux autres savants, ingénieurs, et hommes d'Etat,

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE EN 1824,

a poursuivi son action pendant tout le XIX^e siècle, sous la présidence de Thénard - J.-B. Dumas - Becquerel et de leurs successeurs. On la voit encourager tour à tour Jacquard - Pasteur - Charles Tellier - Beau de Rochas.

Ferdinand de Lesseps - Sainte-Claire-Deville - Gramme - d'Arsonval furent titulaires de sa Grande Médaille.

BUT

LA SOCIÉTÉ S'EST PRÉOCCUPÉE PARTICULIÈREMENT, CES DERNIÈRES ANNÉES, DE DONNER AUX MILIEUX INDUSTRIELS DES INFORMATIONS EXACTES LEUR PERMETTANT DE SUIVRE LES DERNIERS DÉVELOPPEMENTS DE L'ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

ACTIVITÉS

ELLE DÉCERNE DES PRIX ET MÉDAILLES aux auteurs des inventions les plus remarquables et des progrès les plus utiles ainsi qu'aux ouvriers et contre-maîtres qui se sont distingués par leur conduite et leur travail. Elle organise des CONFÉRENCES d'actualité scientifique, technique et économique.

Elle publie une REVUE TRIMESTRIELLE : « L'INDUSTRIE NATIONALE ».

RECRUTEMENT

La Société recrute, en fait, ses Membres (Sociétés ou Individus) parmi ses anciens Conférenciers ou Lauréats. Ils ne sont soumis à aucune obligation particulière en dehors du paiement d'une cotisation annuelle de QUARANTE FRANCS pour les Personnes ou de CENT CINQUANTE FRANCS pour les Sociétés. Cette cotisation donne droit au service gratuit de la Revue reproduisant le texte des exposés faits à la Société ainsi qu'à une convocation à toutes les Conférences.

