

## 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](http://www.eclydre.fr)).

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

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

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

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

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

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

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

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

## NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

	<a href="#">1955, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1955, n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1955, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1956, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1956, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1956, n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1956, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1957, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1957, n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1957, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1957, n° spécial (1956-1957)</a>
	<a href="#">1958, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1958, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1958 n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1958, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1959, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1959, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1959 n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1959, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1960, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1960, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1960, n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1960, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1961, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1961, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1961, n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1961, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1962, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1962, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1962, n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1962, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1963, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1963, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1963, n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1963, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1964, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1964, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1964, n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1964, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1965, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1965, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1965, n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1965, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1966, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1966, n° 2 (avril-juin)</a>
<b>VOLUME TÉLÉCHARGÉ</b>	<a href="#">1966, n° 3 (juil.-sept.)</a>
	<a href="#">1966, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1967, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1967, n° 2 (avril-juin)</a>
	<a href="#">1967, n° 3 (juil.-sept.)</a>

	<a href="#">1967, n° 4 (oct.-déc.)</a>
	<a href="#">1968, n° 1</a>
	<a href="#">1968, n° 2</a>
	<a href="#">1968, n° 3</a>
	<a href="#">1968, n° 4</a>
	<a href="#">1969, n° 1 (janv.-mars)</a>
	<a href="#">1969, n° 2</a>
	<a href="#">1969, n° 3</a>
	<a href="#">1969, n° 4</a>
	<a href="#">1970, n° 1</a>
	<a href="#">1970, n° 2</a>
	<a href="#">1970, n° 3</a>
	<a href="#">1970, n° 4</a>
	<a href="#">1971, n° 1</a>
	<a href="#">1971, n° 2</a>
	<a href="#">1971, n° 4</a>
	<a href="#">1972, n° 1</a>
	<a href="#">1972, n° 2</a>
	<a href="#">1972, n° 3</a>
	<a href="#">1972, n° 4</a>
	<a href="#">1973, n° 1</a>
	<a href="#">1973, n° 2</a>
	<a href="#">1973, n° 3</a>
	<a href="#">1973, n° 4</a>
	<a href="#">1974, n° 1</a>
	<a href="#">1974, n° 2</a>
	<a href="#">1974, n° 3</a>
	<a href="#">1974, n° 4</a>
	<a href="#">1975, n° 1</a>
	<a href="#">1975, n° 2</a>
	<a href="#">1975, n° 3</a>
	<a href="#">1975, n° 4</a>
	<a href="#">1976, n° 1</a>
	<a href="#">1976, n° 2</a>
	<a href="#">1976, n° 3</a>
	<a href="#">1976, n° 4</a>
	<a href="#">1977, n° 1</a>
	<a href="#">1977, n° 2</a>
	<a href="#">1977, n° 3</a>
	<a href="#">1977, n° 4</a>
	<a href="#">1978, n° 1</a>
	<a href="#">1978, n° 2</a>
	<a href="#">1978, n° 3</a>
	<a href="#">1978, n° 4</a>
	<a href="#">1979, n° 1</a>
	<a href="#">1979, n° 2</a>
	<a href="#">1979, n° 3</a>
	<a href="#">1979, n° 4</a>
	<a href="#">1980, n° 1</a>
	<a href="#">1982, n° spécial</a>

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

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Titre	L'Industrie nationale : comptes rendus et conférences de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale
Volume	<a href="#">1966, n° 3 (juil.-sept.)</a>
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1966

<b>Collation</b>	<b>1 vol. (102 p.) : ill. ; 27 cm</b>
<b>Nombre de vues</b>	<b>112</b>
<b>Cote</b>	<b>INDNAT (76)</b>
<b>Sujet(s)</b>	<b>Industrie</b>
<b>Thématique(s)</b>	<b>Généralités scientifiques et vulgarisation</b>
<b>Typologie</b>	<b>Revue</b>
<b>Langue</b>	<b>Français</b>
<b>Date de mise en ligne</b>	<b>03/09/2025</b>
<b>Date de génération du PDF</b>	<b>08/09/2025</b>
<b>Recherche plein texte</b>	<b>Non disponible</b>
<b>Permalien</b>	<b><a href="https://cnum.cnam.fr/redir?INDNAT.76">https://cnum.cnam.fr/redir?INDNAT.76</a></b>

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

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

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

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

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

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

À partir du début des années 1980, pour diverses raisons associées, problèmes financiers, perte de son rayonnement, fin des conférences, remise en question du modèle industriel sur lequel se fondait l'activité de la Société, [L'Industrie nationale](#) devient un organe de communication interne, rendant compte des réunions, publant 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*

*Publiés avec le concours  
du Centre National de la Recherche Scientifique*

Revue trimestrielle  
1966 - N° 3

• • •

## SOMMAIRE

### TEXTES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES (\*)

#### I. — La Pollution des aliments (Colloque)

- |   |       |
|---|-------|
| — Présentation .....  | p. 3  |
| — Exposé sur « Les résidus de pesticides dans les denrées alimentaires »,<br>par M. JEAN LHOSTE ..... | p. 5  |
| — Interventions .....   | p. 23 |

#### II. — Techniques et perspectives de la fonte

- |                             |       |
|-----------------------------|-------|
| — par M. Pierre DAVID ..... | p. 35 |
|-----------------------------|-------|

#### III. — Les Stations d'essais d'appareils propulsifs marins à vapeur de l'Etablissement national de la Marine à Indret

- |   |       |
|---|-------|
| — par MM. J.-L.-E. SEGUI et A. JANOID ..... | p. 57 |
|---|-------|

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

#### Cérémonie de remise des Prix et Médailles

- |   |       |
|---|-------|
| — Allocution du Président de la Société ..... | p. 77 |
| — Prix et Médailles attribués pour 1965 ..... | p. 85 |

### RELATIONS DE LA SOCIETE D'ENCOURAGEMENT AVEC DIVERSES INSTITUTIONS

- |                     |       |
|---------------------|-------|
| — Le C.I.R.P. ..... | p. 93 |
| — Le C.N.I.F. ..... | p. 97 |

(\*) Voir les résumés des articles en page 3 de couverture.

### Publication sous la direction de M. Jean LECOMTE

Membre de l'Institut, Président, avec le concours du Secrétariat de la Société.

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

### Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale

fondée en 1801, reconnue d'utilité publique

44, rue de Rennes, PARIS, 6<sup>e</sup>. (Tél. 548-55-61)

Abonnement annuel : 28 F.

le n° : 7,50 F.

C.C.P. Paris, n° 618-48

*La Pollution*

**TEXTES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES**

à la pollution des aliments  
Biologie et toxicologie de la pollution  
dans les denrées alimentaires  
des industries

**- La Pollution des aliments (Colloque)**

Exposé sur « les résidus de pesticides  
dans les denrées alimentaires »

par M. Jean Lhoste

**- Techniques et perspectives de la fonte**

par M. Pierre David

**- Les Stations d'essais**

d'appareils propulsifs marins à vapeur  
de l'Etablissement national de la Marine,  
à Indret

par MM. J.-L.-E. Ségui et A. Janoir



# *La Pollution des aliments*

*Dans le cadre d'une étude que la Société d'Encouragement a consacrée récemment à la pollution des aliments, M. Jean Lhoste, Directeur scientifique du Département de Biologie appliquée de la Société Procida, a traité la question des résidus de pesticides dans les denrées alimentaires (\*). On trouvera, ci-après, le texte de M. Lhoste et celui des interventions qui ont eu lieu en séance.*

par M. JEAN LHOSTE

## 1

*Docteur ès Sciences, Directeur scientifique du Département de Biologie appliquée, à la Société Procida.*

## PRÉSENTATION

M. Jean Lecomte, Président de la Société d'Encouragement, remercie le Comité d'Agriculture d'avoir organisé ce Colloque, dont l'intérêt est particulièrement actuel.

M. Vayssiére rappelle que le problème évoqué aujourd'hui — celui de la présence éventuelle de résidus d'insecticides, utilisés dans la protection des végétaux et des denrées emmagasinées, contre leurs prédateurs — est de nature à susciter de graves préoccupations et à donner lieu à de longues discussions.

M. VAYSSIÈRE. — Les hygiénistes et les agronomes de ma génération n'ont pas oublié les controverses qui, avant la première guerre mondiale, ont opposé les partisans et les adversaires de l'emploi des arsenicaux contre les insectes de la

vigne et des arbres fruitiers. Entre les deux guerres, est venu s'ajouter le problème de la rémanence des vapeurs toxiques telles que l'acide cyanhydrique et le bromure de méthyle.

M. Jean Lhoste s'est penché surtout sur le problème des insecticides de synthèse. Il a accepté de présenter, sur cette question particulièrement à l'ordre du jour, un rapport que malheureusement il ne peut soutenir lui-même. Il est retenu en Afrique Centrale.

C'est mon excellent confrère, M. Grillet, dont on connaît bien les travaux pour l'amélioration des cultures au Maroc, qui lira le rapport de M. Lhoste. Je le remercie d'avoir accepté ce rôle de lecteur et je serai heureux, après son exposé, de donner la parole aux auditeurs intéressés par la question.

Si de préférence les deux dernières pages sont à lire, pour assurer leur illumination, au moins totale, il est peut-être nécessaire de consulter l'ouvrage de Ricard, intitulé « La menace des insecticides pour comprendre la nécessité dans laquelle nous sommes

(\*) Colloque du 29 avril 1965.



II

## EXPOSÉ

## *Les résidus de pesticides dans les denrées alimentaires*

par M. JEAN LHOSTE

*Docteur ès Sciences, Directeur scientifique du Département de Biologie appliquée, à la Société Procida.*

« Tout est poison et rien n'est sans poison ; seule la dose fait qu'un poison n'est pas un poison. »

PARACELSE (XVI<sup>e</sup> siècle).

## INTRODUCTION

Avant d'examiner l'importance des résidus de pesticides dans nos denrées alimentaires, de juger de la gravité des dangers qu'ils font courir à notre santé et de préconiser les mesures qui doivent être prises pour assurer leur élimination plus ou moins totale, il est peut être utile de rappeler quelles sont les

miques sont appliqués sur nos cultures.

— 60 1/2 RANGE-OF-QUARTERS BASE TOWERS

Ces raisons ? Il suffit de consulter l'ouvrage de Howard intitulé : *La*

l'ouvrage de Howard, intitulé « La menace des insectes » pour comprendre

menace des insectes » pour comprendre la nécessité dans laquelle nous sommes

la nécessité dans laquelle nous sommes

de lutter contre ces petits animaux. Cet auteur évalue les pertes causées par les insectes, rien qu'aux U.S.A. et pour l'année 1920, à 2 200 000 000 de dollars. Marlatt considère que sur chaque journée de travail effectuée dans les champs, les jardins et les vergers, deux heures sont destinées à nourrir des hôtes qui ne sont pas invités.

Dans les autres pays du monde, la situation n'est pas meilleure. En 1930, au Canada, les pertes des récoltes agricoles et forestières ont été estimées à 30 000 000 de livres par an, au Queensland à 2 000 000, aux Indes à 151 000 000.

Dans notre vieux continent, la situation est la même. En 1926, Reh évaluait à 250 000 dollars par année les pertes causées en Allemagne par le Phylloxéra. En France, ce même insecte coûta, en cinquante ans, quelque 6 000 000 000 de dollars. Les pertes occasionnées en Italie par le Dacus de l'olivier ont été évaluées à 3 000 000 de dollars par an. D'autres chiffres pourraient être donnés (cf. Lhoste 1964) mais cela semble inutile. Personne ne songe à nier que les insectes ravageurs, auxquels s'ajoutent les maladies cryptogamiques, causeraient aux végétaux des dommages d'une importance considérable, éliminant ainsi une large part des ressources alimentaires d'un monde qui est encore en proie à la famine.

En effet, si certains pays d'Europe et d'Amérique, grâce à la richesse de leur sol et à la qualité de leur travail, produisent ce qui est nécessaire à leur nourriture mais avec une marge de sécurité qu'il ne faut pas surévaluer — on l'a bien vu pendant la Seconde Guerre Mondiale — en revanche d'autres pays, même en temps de paix, mangent mal ou insuffisamment. Meyer, il y a deux ou trois ans, pouvait dire que plus de 400 millions d'êtres humains ne mangeaient pas

à leur faim. Les ressources alimentaires sont donc en retard sur les besoins actuels. Que nous réserve l'avenir ? Il ne semble pas que l'on puisse faire état d'un grand optimisme. En effet, la population humaine croît avec une rapidité de plus en plus grande. Au XVII<sup>e</sup> siècle, le monde comptait environ 400 millions d'habitants et il fallut attendre presque deux siècles pour que ce chiffre doublât. En 1900, le milliard et demi était atteint. Pendant les 60 premières années du XX<sup>e</sup> siècle, ce chiffre a encore été multiplié par deux. Nous sommes plus de 3 milliards aujourd'hui et l'on prévoit, pour l'an 2000, 6 milliards d'hommes. Et comme le font remarquer les organisateurs d'un récent Congrès Mondial de l'Alimentation, « le taux d'augmentation est plus élevé dans les régions peu développées que dans les régions développées » et cela ne facilite pas la solution du problème posé par la nourriture du genre humain.

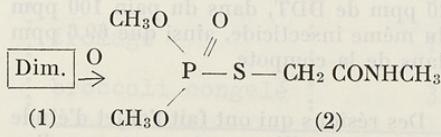
Aussi, il est évident que lorsque la chimie organique de synthèse élabore des insecticides, des herbicides, des fongicides d'une puissance insoupçonnée jusqu'alors, les agronomes sur qui repose une large part de la productivité alimentaire mondiale conseillent l'emploi de ces produits. Ces pesticides, comme l'on dit, permettent de protéger avec un succès indiscutable nos denrées alimentaires. Mais beaucoup des produits chimiques utilisés contre les plantes adventices, contre les maladies cryptogamiques ou surtout contre les insectes ravageurs des cultures sont des toxiques plus ou moins violents pour les animaux à sang chaud et pour l'homme. La manipulation des produits toxiques, avec certaines précautions, par du personnel averti, peut se faire sans grand danger au moyen d'équipement et d'appareils bien étudiés. Mais ce qui est plus grave c'est que ces produits peuvent rester un temps très long à la surface ou à l'intérieur des parties des végétaux consommables, en petites quantités, certes, mais en quantités non négligeables. C'est ce que l'on

nomme les « résidus de pesticides ». Livre-t-on à la consommation, pour apporter un remède à la famine, des denrées empoisonnées ?

### LES RESIDUS DE PESTICIDES

Il ne faut pas se leurrer. Les pesticides répondent à la définition des substances toxiques telle que l'ont écrite Fabre, Truhaut et Viel. En effet, le pesticide est bien « une substance qui, après pénétration dans l'organisme à une dose relativement élevée, en une ou plusieurs fois très rapprochées ou par petites doses longtemps répétées, provoque, de façon passagère ou durable, des troubles d'une ou plusieurs fonctions, troubles pouvant aller jusqu'à l'annihilation complète et amener la mort ».

Les pesticides sont bien souvent des produits stables. Ils peuvent selon leur nature, leurs doses d'emploi, leur formulation, rester actifs pendant plusieurs semaines, plusieurs mois, voire plusieurs années. Rares en effet, comme le TEPP ou le Mévinphos, sont les insecticides qui disparaissent rapidement en s'hydrolysant en composés non toxiques. En revanche, certains autres composés peuvent, en se dégradant, entraîner la formation de toxiques plus puissants que le composé initial. On cite à ce propos (Dauterman et coll., 1959) la transformation du *diméthoate* en un composé produit par oxydation dénommé S 31 et répondant à la formule (2).



Ce composé a une action anticholinestérase bien supérieure à celle du diméthoate et sa DL 50, aiguë sur les souris,

serait comprise entre 27 et 55 mg par kg. Rappelons que dans les mêmes conditions la DL 50 pour le diméthoate est voisine de 200 mg par kilo.

Il est heureux que le composé S 31 soit hydrosoluble, ce qui l'empêche de se fixer dans les huiles végétales ou les graisses.

On peut également citer, d'après Orphanidis et coll. (1959) un métabolite du phosphamidon dont la toxicité serait double de celle de ce dernier produit.

Que ce soit pour une raison ou pour une autre, un fait existe : on peut retrouver dans les denrées alimentaires fraîches, transformées ou même en conserve, des résidus de pesticides dont l'importance est loin d'être négligeable. Lorsqu'on aborde un tel sujet, il est devenu impossible de ne pas citer le nom de Rachel Carson qui, en écrivant « Printemps silencieux », a su éveiller l'attention des non-spécialistes. J'emprunterai donc à son ouvrage quelques-uns des faits cités sans pour cela suivre l'auteur dans ses raisonnements « par coïncidences ou par analogie » qui sont plus des jeux pour l'esprit qu'une interprétation scientifique des faits.

En effet, des résidus de pesticides, on peut en trouver partout. Je dis bien « on peut ». Je voudrais citer des exemples sans avoir la prétention de fournir une bibliographie complète ni même copieuse.

### Résidus dans les eaux

Dans les eaux, il arrive que l'on trouve des pesticides. Ces toxiques proviennent le plus souvent d'épandages anti-moustiques, ou de ruissellement de champs

ayant subi des traitements. R. Carson cite un exemple typique. On applique le DDT contre les larves de moustiques dans un lac. L'insecticide disparaît de l'eau, mais 23 mois après le traitement le plancton en contenait 5,3 ppm. Ce plancton est mangé par les poissons. Les poissons sont mangés par les mouettes qui contiennent alors 2 000 ppm de toxiques dans leur organisme... et au lieu des 1 000 couples qui hantaient les rives du lac en 1957, il n'y en avait plus qu'une trentaine en 1960. Dans le « Rapport on the use of Pesticides » préparé pour le Président Kennedy, on peut lire que l'on a trouvé du DDT dans l'huile de foie de poissons péchés en haute mer. Les concentrations, parfois négligeables, peuvent atteindre dans certains cas 300 ppm. Le DDT peut également être présent dans l'eau de boisson surtout lorsqu'on l'y met volontairement, en Amérique tropicale, pour assurer la destruction de *Aedes aegypti*. Il faut souligner que Gomez (1951) a montré que la dose ne dépassait pas 1 ppm et que le traitement des eaux ne dépasse pas quelques jours.

#### Résidus dans le lait

Les résidus d'insecticides dans le lait ont fait l'objet de nombreuses recherches. En effet, les insecticides chlorés passent souvent sans altération, dans l'organisme animal. On a montré que des vaches, nourries avec un foin contenant 7 à 8 ppm de DDT, produisaient un lait titrant 3 ppm de cet insecticide. Si avec ce lait on fait du beurre, celui-ci contiendra 65 ppm de DDT. En 1961 malgré toutes les recommandations qui furent faites, sur 461 échantillons prélevés par la Food and Drug Administration, 33 contenaient du DDT. La situation s'est certainement améliorée aujourd'hui mais mérite de l'être encore. En effet, Kirk (1964) cite qu'en 1964, sur 4 352 échantillons de lait prélevés dans

48 Etats américains, 315 contenaient des résidus supérieurs à 1,25 ppm pour le DDT et à 0,25 ppm pour l'aldrine, la dieldrine, l'heptachlore, l'heptachlore époxyde et l'endrine.

L'auteur fait la constatation suivante : 301 échantillons contaminés provenaient de six localités seulement : Baltimore (103), Denver (91), Philadelphie (65), Buffalo (20), Minneapolis (11) et Dallas (11). Dans les autres Etats, le lait était dépourvu de résidu. Négligences locales, dont il faudra bien trouver les causes.

#### Résidus dans les végétaux comestibles

Les résidus insecticides existent également dans les végétaux traités. La liste publiée par Kirk (*loc. cit.*) montre assez bien les accidents qui peuvent se produire. En effet, durant l'année fiscale américaine se terminant le 30 juin 1964 cet auteur a pu faire déceler les résidus tels que le montre le tableau I.

Ces résidus ont été trouvés dans des denrées ou des végétaux traités avec négligence... et ce tableau ne donne qu'une idée partielle des plantes qui peuvent contenir des résidus. En effet, dans deux Etats, de fort résidus d'endrine ont été décelés dans les carottes qui avaient été cultivées dans un champ préalablement traité avec cet insecticide. D'autres chiffres sont donnés par R. Carson. On a trouvé dans des petits pois 14 à 20 ppm de DDT, dans du pain 100 ppm du même insecticide, ainsi que 69,6 ppm dans de la compote.

Des résidus qui ont fait l'objet d'étude toute particulière sont ceux que l'on retrouve dans les olives et les huiles issues d'oliviers traités contre la mouche (*Dacus olea*),

TABLEAU I.  
Résidus décelés aux U.S.A. en 1964 (KIRK 1964)

Denrées	Nombre de lots	Nature du résidu
choux	4	toxaphène
choux	1	endrine
carottes	3	endrine
navet	1	endrine
laitue	1	endrine
pomme de terre	3	aldrine et dieldrine
chou-fleur	2	endrine
brocoli	1	endrine
coquilles d'oeufs	1	DDT - DDE
luzerne	1	toxaphène - DDT
luzerne	1	DDT - DDE
luzerne	1	dieldrine
luzerne	1	DDT - heptachlore époxyde
orge	3	organo-mercuriel
blé	10	organo-mercuriel
farine	1	lindane - méthoxychlore
farine	3	dieldrine
fromage	1	DDT
brocoli congelé	3	endrine

Orphanidis et coll. (1959) donnent quelques-uns de leurs résultats qui seront présentés dans le tableau II. On remarque que c'est le parathion qui laisse les résidus les plus importants, pour un laps de temps un peu plus court,

il est vrai, que pour d'autres insecticides.

Lorsqu'on extrait l'huile de telles olives on peut prévoir que celle-ci contiendra également des restes d'insecticides. L'expérience le prouve, comme le montre le tableau III.

TABLEAU II. - Importance des résidus d'insecticides trouvés dans des olives normalement traitées contre le Dacus (d'après ORPHANIDIS et coll. 1959).

Insecticides	Examen fait après	Qtés retrouvées
Diméthoate	1 mois	0,50 ppm
"	2 mois	0,40 ppm
"	3 mois	0,05 ppm
Dipterex	50 jours	0,16 ppm
Diazinon	50 jours	0,67 ppm
Parathion	16 - 22 jours	1,49 ppm

Dans ce cas également c'est le parathion qui vient en tête pour l'importance des résidus, suivi du diazinon.

Les résidus sont également assez importants dans les fruits, les pommes et les poires, traités contre le carpocapse avec de l'arséniate de plomb. On retrouve en général des résidus voisins de 1 ppm d'As.

#### Résidus dans la viande de boucherie et le gibier

Les résidus d'insecticides peuvent exister également dans la viande de boucherie lorsque les animaux ont été contaminés par ces produits. Bien des choses ont été dites à ce sujet et l'on sait que les

quelques mois, il a été démontré que les huiles d'olive contenait des résidus d'insecticides. Ces derniers sont principalement des substances organochlorées, telles que la heptachlore, la heptachlore époxyde, la heptachlore époxyde et d'autres substances organochlorées. Ces substances sont utilisées dans l'industrie de l'agriculture et de l'horticulture. Les huiles d'olive sont également utilisées dans l'industrie alimentaire, notamment pour la préparation de plats et de desserts.

Il a été démontré que les huiles d'olive peuvent contenir des résidus d'insecticides. Ces résidus sont principalement des substances organochlorées, telles que la heptachlore, la heptachlore époxyde, la heptachlore époxyde et d'autres substances organochlorées. Ces substances sont utilisées dans l'industrie de l'agriculture et de l'horticulture. Les huiles d'olive sont également utilisées dans l'industrie alimentaire, notamment pour la préparation de plats et de desserts.

TABLEAU III. - Importance des résidus d'insecticides trouvés dans des huiles issues d'oliviers normalement traités.

Insecticides	Echantillons prélevés... jours après le dernier traitement.	Résidus détectés
Diméthoate	11 jours	0,26 ppm
"	31 jours	0,23 ppm
"	47 jours	0,19 ppm
Parathion	14 jours	11,20 ppm
"	29 jours	5,70 ppm
Phosphamidon	11 jours	0,08 ppm
"	31 jours	0,00 ppm
Thiométon	11 jours	0,60 ppm
"	57 jours	0,28 ppm
Diazinon	11 jours	3,30 ppm

composés chlorés peuvent se fixer dans les tissus adipeux. R. Carson cite l'exemple d'un animal nourri avec du fourrage contenant 2,5 ppm de chlordane et qui possédait au bout de quelques temps 75 ppm de cet insecticide dans ses graisses. Le devenir d'un composé voisin a été étudié récemment par Radeleff (1963) chez le bœuf. L'heptachlore a été incorporé au régime alimentaire, à différentes doses. Après 6 semaines, la dose

de 5 ppm n'a pas entraîné d'accumulation de cet insecticide, ni de son dérivé époxy dans les divers tissus des animaux en expérience. Une seconde expérimentation fut entreprise avec des doses échelonnées, allant de 1 à 60 ppm. Après 16 semaines, pour des doses inférieures à 3,75 ppm, aucune quantité de produit ne fut retrouvée. Pour le lot soumis au régime contenant 30 ppm et pendant 16 semaines consécutives, des résidus

furent décelés dans les graisses. Dans le lot soumis au régime titrant 60 ppm, des résidus importants furent détectés ainsi que le montre le tableau IV.

Aucun résidu ne fut trouvé dans les

autres organes. On voit, par ces deux exemples, que les auteurs ne sont pas absolument d'accord sur l'importance du taux d'insecticide initial qu'il faut pour provoquer une accumulation de toxique dans l'organisme animal.

TABLEAU IV. - Résidus trouvés chez des boeufs nourris pendant 16 semaines avec un régime titrant 60 ppm d'heptachlore.

Organes	Résidus en ppm
Thymus	1,2
Graisses sous-cutanées	36,5
Graisses rénales	51,5

Il semble que les observations soient plus concordantes en ce qui concerne l'importance des résidus d'insecticides dans le gibier et dans leurs œufs.

On sait depuis longtemps que les œufs de poules peuvent contenir des résidus d'insecticides. En effet, pendant un temps, l'HCH fut employé dans les poulaillers pour détruire les ectoparasites des volailles. A la suite de tels traitements, les œufs devenaient inconsommables : ils avaient acquis une odeur et un goût de moisi, provoqués par cet insecticide. Lorsque l'insecticide est inodore et insipide, ou bien lorsqu'il ne modifie pas les qualités organoleptiques de l'œuf, l'utilisateur se méfie moins ou pas du tout. Et pourtant, l'insecticide

peut, à travers l'organisme de la femelle, arriver sans décomposition jusqu'à l'œuf. R. Carson cite le cas où 349 ppm de DDT ont été décelés dans des œufs de faisan. On peut objecter que l'on ne consomme pas les œufs de faisan et à plus forte raison les œufs de faucon. Mais les résidus existants dans ces œufs entraînent la mort des embryons. Moore et Ratcliffe (1962) considèrent que l'embryon de *Peregrine falcon* est tué lorsque l'œuf contient 4 à 5 ppm d'insecticides chlorés, et dans de nombreux œufs trouvés morts il y avait jusqu'à 115 microgrammes par œuf de p-p' DDE, 50 microgrammes de dieldrine, 28 microgrammes d'heptachlore éoxyde... d'où, pour des phénomènes analogues, la disparition progressive de la

Bécasse dans certaines régions des Etats-Unis d'Amérique. Ces oiseaux se nourrissent de vers qui, vivant dans un sol traité à l'heptachlore, accumulent cet insecticide dans la proportion de 20 ppm six mois après le traitement et de 10 ppm après un an.

J'arrêterai la liste des exemples montrant que les résidus d'insecticides « peuvent » se trouver dans l'eau de boisson, le lait, le fromage, le beurre, le pain, les légumes, la viande, les poissons, le gibier... Mais pour juger du rôle que peuvent jouer ces résidus d'insecticides dans l'équilibre sanitaire de l'homme il faut bien connaître la toxicité réelle des divers produits. Les résidus seront d'autant plus à redouter que le produit en question sera d'autant plus毒ique.

Bachlorine	000.8
DDT	000.8
Déodine	000.1
Chlorophénol	000.1
Pyrethrine	000.1

#### TOXICITE DES PESTICIDES.

On évalue la toxicité des produits en se basant principalement sur la quantité de toxique qui engendre 50 % de mortalité chez le rat albinos. Les tableaux V permettent de se faire une idée de la toxicité relative des produits. On tend à considérer que les produits ayant une DL 50 inférieure à 50 mg par kg sont très dangereux, que ceux qui ont une DL 50 comprise entre 50 et 200 mg par kg doivent être utilisés avec grand soin et que ceux qui ont une DL 50 supérieure à 200 mg par kg sont relativement ou pas du tout dangereux. Cette notion de DL 50, *per os*, en intoxication aiguë reste insuffisante pour juger de la véritable toxicité d'un produit. Il faut lui adjoindre la notion de toxicité à long terme ou encore mieux la notion de toxicité chronique. Ces notions peuvent bouleverser l'idée que l'on se fait de la toxicité d'un produit en considérant la

seule toxicité aiguë. En effet, si un produit donné est éliminé rapidement par l'organisme il sera, pour un degré identique de toxicité, beaucoup moins dangereux qu'un composé restant fixé dans un organe ou un tissu. On a alors un toxique agissant par accumulation et une petite dose inoffensive, absorbée chaque jour, peut devenir extrêmement dangereuse en un laps de temps plus ou moins long. D'autre part, les recherches de base de laboratoire se font sur rats albinos, comme nous venons de le dire ; elles s'étendent par des études complémentaires sur souris, cobayes, lapins, poules, pigeons, chats, chiens, singes, mais l'expérimentation sur l'homme reste l'exception. Et en fait, c'est lui qui nous intéresse le plus, il faut bien avoir le courage de le dire.

#### Action des résidus insecticides sur l'homme

Les études et les observations faites sur l'homme sont relativement peu nombreuses et n'intéressent que quelques rares produits, notamment le DDT et le malathion.

En premier lieu, au sujet du DDT on peut en trouver maintenant dans l'organisme de beaucoup d'êtres humains. R. Carson donne un certain nombre de chiffres qui sont bien propres à frapper les imaginations. Aux U.S.A., l'homme soumis à un régime alimentaire normal posséderait, dans son corps adipeux de 5 à 12 ppm de DDT. L'ouvrier agricole, manipulant cet insecticide en posséderait deux à trois fois plus et l'ouvrier d'atelier de fabrication peut en contenir jusqu'à 648 ppm. En Angleterre et dans les autres pays d'Europe, la teneur du corps adipeux de l'homme oscille entre 1 et 3 ppm.

TABLEAU V - Toxicité des Insecticides.

Produits	DL 50 POUR LE RAT ALBINOS EN MG/KG		
	Mâles	Sexes indéterminés	Femelles
Barthrine		15.000	
Perthane		8.000	
Méthoxychlore		6.000	
Tétradifon		5.000	
Chlorfenizon		2.000	
Allethrine		2.000	
Menazon		1.950	
Korlan	1.740		
Isochlorthion		1.000	
Malathion			1.000
Sévin		540	
Chlordane	335		
Sumithion		250	
Fenthion		250	
Zytron		210	
Diéthion		208	
Strobane		200	
Diazinon	194		
Lindane		190	
Morphothion		190	
Phenkaption		180	
Diméthoate	130-300		
Heptachlore		125	

TABLEAU V (suite) - Toxicité des Insecticides.

Produits	DL 50 POUR LE RAT ALBINOS EN MG/KG		
	Mâles	Sexes indéterminés	Femelles
Vamidothion		125	
Toxaphène		120	
DDT	113		
Dioxathion	111		
Pyrolan		90	
Dichlorvos	56		
Isolan		54	
Déméton-méthyle		40	
Chlorthiépin		40	
Aldrine			39
Endothion			36
Pyrazothion		36	
Dieldrine		35	
Carbophénothion		30	
Shradan		18	
Azinphos		17,5	
Phosphamidon		17	
Parathion-méthyle		15-20	
Triméthoate		8	
Dimefox		7,5	
Endrine			7,5
Mévinphos		7	
Télodrine		7	
Parathion			3,6
T E P P			1,2

Carson cite encore comme exemple ce médecins amoureux de ses fleurs, qui à force de les traiter mourut avec 23 ppm de DDT dans le foie et les Esquimaux qui venus au contact de la civilisation, après leur séjour à Anchorage, retournèrent dans leurs igloos emmenant dans leurs réserves adipeuses 1,9 ppm de DDT.

Le corps humain contient donc du DDT, peu ou prou mais que ces résidus soient nocifs cela est une autre question. Afin de déceler les perturbations que peuvent entraîner de tels résidus, des expérimentations furent envisagées. Par exemple, citons en premier lieu les travaux de Hayes et Durham (1956). Ces auteurs sont amenés à la conclusion que l'homme peut ingérer quotidiennement 0,5 mg de DDT par kg, c'est-à-dire 35 mg pour un individu de 70 kilogrammes, pendant deux ans sans que sa santé soit affectée. Ces constatations sont confirmées par Witter (1959). Cet auteur, en effet, relate le cas de volontaires qui ont ingéré chaque jour 35 mg de DDT, pendant 18 mois. Bien que l'on ait pu doser dans leur tissu adipeux jusqu'à 270 ppm de DDT ou de ses métabolites, aucun trouble physiologique n'a jamais été constaté sur ces hommes-cobayes. En revanche, selon Hayes et Durham (*loc. cit.*), la dose de 10 mg par kg peut provoquer des symptômes bénins.

En 1960, une autre expérimentation fut réalisée également chez l'homme, mais cette fois avec un composé organophosphoré, le malathion. Selon Hayes et coll. (1960), le corps et les vêtements de 39 hommes furent poudrés, cinq fois par semaine pendant 8 à 16 semaines, avec du talc contenant 0,1, 5 et 10 pour cent de malathion. Pour les deux plus faibles concentrations, aucune modification de l'activité de la cholinestérase du sang ne fut constatée. En revanche, la dose de 10 pour cent s'est révélée nocive.

Je ne cite pas ces exemples pour soutenir que les résidus d'insecticides qui se fixent dans l'organisme sont en général inoffensifs, je veux simplement souligner que la présence de quelques milligrammes de ces insecticides dans l'organisme n'a pas forcément des conséquences désastreuses. Dans la mesure où l'on pourrait les éviter, ce serait parfait et c'est vers cette perfection que les chercheurs et les légistes essaient de se diriger, sans pour cela rejeter brutalement, comme d'aucun le souhaite, l'usage de produits qui sont des bienfaits pour l'humanité.

Etant donné que les produits sont plus ou moins toxiques et plus ou moins stockés dans les tissus animaux, une première législation a été élaborée dans certains pays ; cette législation est basée sur le résidu toléré et considéré comme sans danger dans les denrées alimentaires. Ce résidu est variable en fonction de la nature du produit et de la catégorie de culture.

#### LA LEGISLATION ANTI-RESIDUS

La fixation des doses journalières acceptables est évidemment assez délicate. Si on possède sur le DDT, le lindane, le malathion, suffisamment de renseignements dus à une longue expérience de l'emploi — et des accidents mortels ou non qui sont survenus avec ses composés — pour de nombreux autres produits, les données que l'on possède sont beaucoup plus faibles. Comme le souligne une Chronique de l'Organisation Mondiale de la Santé [1962, 16 (10)] : « Il faut mettre au point des méthodes permettant de dépister les effets subcliniques avant qu'ils ne soient apparents et des mesures de traitement de ces effets. »

TABLEAU VI. Tolérances résiduelles limitées admises aux U. S. A. pour divers pesticides en ppm.

	Aldrine	As de Fb.	Chlordane	DDT	Diéldrine	Heptachlore	Lindane	Malathion	Nicotine	Parathion	Démeton	Toxaphène	Captane	Forbame	Manèbe	Zinèbe	Zirame
Cerise	0,1	7	0,3	7	0,25	-	10	8	2	1	-	-	20	7	-	7	7
Fraise	0,1	7	0,3	7	-	-	10	8	2	1	0,75	7	20	7	-	7	7
Framboise	-	7	0,3	7	-	-	-	-	2	1	-	7	-	7	-	7	7
Groseille	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	7	-
Pêche	0,1	7	0,3	7	0,1	-	10	8	2	1	-	7	20	7	7	7	7
Poires et pommes	0,25	7	0,3	7	0,25	-	10	8	2	1	0,75	7	20	7	7	7	7
Prune	0,1	7	0,3	-	0,1	-	10	8	2	1	-	-	20	7	-	7	-
Raisin	0,1	7	0,3	-	-	-	10	8	2	1	-	7	20	7	-	7	7
Betterave	0,25	-	0,3	7	-	0,1	7	8	2	1	-	-	-	-	-	7	7
Carotte	0,1	-	0,3	7	-	-	-	-	1	-	7	-	7	7	7	7	7
Celeri	0,1	7	0,3	7	-	-	10	8	2	1	-	7	-	7	7	7	7
Choux	0,25	-	0,3	7	-	0,1	10	8	2	1	0,75	7	-	7	-	7	7
Concombre	0,25	-	0,3	7	-	-	10	8	2	1	-	7	20	7	-	7	7
Endive	0,25	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
Epinard	0,25	7	0,3	7	-	-	-	8	2	1	-	-	-	7	7	7	7
Haricot vert	0	-	0,3	7	-	-	10	8	2	1	-	7	-	7	7	7	7
Laitue	0,25	-	0,3	7	-	-	10	-	2	1	-	7	-	7	-	7	7
Melon	0,1	-	0,3	7	-	-	10	8	2	1	0,75	-	20	7	7	7	7
Oignon	0,25	-	0,3	-	0,1	0,1	10	8	2	1	-	7	-	7	7	7	7
Pois	0	-	0,3	7	-	-	10	8	2	1	-	7	-	7	-	7	7
Pomme de terre	0,1	-	0,3	-	-	0,1	10	8	-	-	0,75	-	-	-	0,1	-	-
Radis	0,1	-	0,3	7	-	-	-	-	2	1	-	7	-	7	-	7	7
Tomate	-	-	-	-	-	-	-	8	2	1	-	7	-	-	7	7	7

Les cases vides indiquent qu'il n'y a pas de tolérance enregistrée pour les résidus de pesticide en question (d'après Harranger 1957).

### La législation bollandeise

Une des législations les plus complètes qui existe actuellement, tout au moins à ma connaissance, est la législation des Pays-Bas. L'importance des

résidus tolérés correspond à peu de chose près à celle qui est tolérée dans de nombreux pays et notamment les U.S.A. (Tableau VI). En revanche, pour l'Allemagne, le Dr Leib, Conseiller d'Etat, attaché au Service de la Protection des Végétaux au Ministère de l'Agriculture de Bonn, a prévu et a entrepris de fixer

TABLEAU VII. Résidus provisoirement tolérés, période d'attente entre le dernier traitement et la récolte et facteur de sécurité,  
(VAN GENDEREN 1960)

Pesticides	Résidu toléré en ppm	Période d'attente	Facteur de sécurité
Aldrine	0,1	6 semaines	
Captane	20		
Chlorobenzène	3	10 jours	666
Chlordane	0,1		
Chlorfenson	3	10 jours	200
DDT	5	4 semaine	12
Déméton	0,3		
Déméton-méthyl	0,4		
Déméton-méthyl (thiolisomère)	0,4	5 semaines	
Diazinon	1	10 jours	
Dieldrine	0,1	6 semaines	20
Dipterex	1	10 jours	
Endothion	0,5	6 semaines	
Endrine	0,0		
E P N	0,5	3 semaines	
Phosphamidon	0,5	4 semaines	
HCH	0,0	2 semaines	
Heptachlore	0,1	2 semaines	
Isolan	0,4	14 jours	
Karathane	5		
Malathion	3	4 jours	67
Manèbe	7		
Mercure	0,3	8 semaines	
Métaldéhyde	10	10 jours	100
Parathion	0,5	3 semaines	40
	10	10 jours	
Mévinphos	0,5	4 jours	
Pyraoxon	0,1		
Schradan	0,3		
Sulfotep	1	10 jours	
Tedion	3	10 jours	200
Thiodan	0,5	6 semaines	
Thiométon	0,5	4 semaines	
Thirame	3	10 jours	32
Zinèbe	7		

pour ce pays une liste de tolérance différente car, dit-il, « la valeur des résidus tolérés aux U.S.A. n'est pas concevable en Allemagne ». En fait, la teneur en DDT de l'Allemand de l'Ouest étant le septième de celle de l'Américain, le Dr Leib entend bien ne pas la laisser augmenter. Dans ce même esprit il faut citer les travaux de Van Genderen (1960). Cet auteur considère que chaque homme consomme par jour 400 g de légumes ou de fruits pouvant contenir un insecticide. En se basant sur ce chiffre, il calcule le degré de confiance que l'on peut avoir dans un résidu toléré pour un produit donné. Ces calculs lui permettent d'établir une liste quelque peu différente de la liste officielle donnée par les autorités responsables des Pays-Bas. On trouvera cette liste dans le tableau VII.

Ce tableau a le mérite de faire apparaître une autre notion ; la période d'attente qui doit séparer le dernier traitement de la récolte afin que le résidu soit au niveau toléré. C'est sur cette notion de la période d'attente que se trouve basée la législation française.

### Législation française

On trouvera dans le tableau VIII l'énumération des délais qui doivent être respectés entre le dernier traitement et la récolte. En fixant un tel délai le législateur a tenu compte de la toxicité du produit, de sa rémanence, de son mode d'action. Ensuite ce même législateur fait confiance aux facteurs d'élimination du résidu insecticide qui, comme l'a souligné Viel (1960), sont nombreux. Parmi les plus importants on peut citer le vent, la pluie, la solubilisation ou la volatilisation du toxique, l'action de la température, de l'oxygène de l'air...

Tous ces types de législation admettent, en fait, l'existence d'un résidu, si minime soit-il. Après les études faites pour rédiger le rapport à Kennedy, les spécialistes américains qui ont été peut-être les plus libéraux quant à la fixation des taux de résidus deviennent maintenant les plus intransigeants. Un comité, formé à la demande de Kennedy pour examiner le bien fondé de l'ouvrage de R. Carson, recommande que l'Académie Nationale des Sciences et notamment le « National Research Council » soit requis, pour étudier toutes techniques aboutissant au concept du « Zéro tolérance » et du « No résidu ». Un vœu identique est émis par le Secrétariat du Health, Education and Welfare auprès du Secrétariat à l'Agriculture, pour qu'une telle étude soit entreprise.

### Le concept du « no residue »

Kirk (1964) souligne combien le concept du « pas de résidu » et de l'absence de tolérance est difficile à mettre en œuvre. Et il ajoute : « Comme vous le savez, il n'y a pas de difficulté à considérer la notion de Zéro lorsque vous parlez d'argent. Vous mettez votre main dans votre poche et si vous la trouvez vide, vous pouvez conclure avec certitude que vous n'avez aucun dollar. Scientifiquement, il est très difficile de prouver que dans une denrée vous n'avez aucun résidu, sauf si vous disposez d'une méthode d'analyse bien adaptée à l'objet que l'on souhaite examiner. »

Je n'aborderai pas le problème des méthodes d'analyse car je ne suis pas compétent pour les discuter. Je sais néanmoins les difficultés qu'elles soulèvent. Je n'irai pas dire, ainsi que Gunther (1960), que « durant ces 10 dernières années beaucoup d'auteurs ont écrit

TABLEAU VIII APPLICATION DES SPECIALITES ANTIPARASITAIRE EN FRANCE  
(d'après la Direction du Service de la Protection des Végétaux - Ministère de l'Agriculture)

L'utilisation des produits insecticides fait l'objet d'une réglementation, en particulier sur les dates limites d'emploi, sur les concentrations et pour la protection des abeilles.

- Dates limites d'emploi

	Produits	Dates limites
<b>a) Hydrocarbures chlorés :</b>		
D.D.T. - Chlordane - Lindane - Chlorthiepin .....	15 jours	
Aldrine et Dielarine (interdits en cultures maraîchères) .....	30 jours	
D.D.D. - Méthoxychlor - Ethylphényldichloréthane .....	7 jours	
Toxaphène - Heptachlore .....	21 jours	
H.C.H. (soumis à restriction pour le traitement des sols) .....		
<b>b) Esters phosphoriques :</b>		
Parathion - Parathion méthyle - Diazinon - E.P.N. Azinphos .....	15 jours	
Chlorthion - Isochlorthion - Dioxathion - Diéthion .....	15 jours	
Mercaptophos - Phenkapton - Triméthoate - Carbophénothion .....	15 jours	
Malathion - Trichlorfon .....	7 jours	
T.E.P.P. .....	2 jours	
Sulfotep (seulement autorisé en cultures florales de serre) .....		
<b>c) Insecticides systémiques : (Interdits en cultures maraîchères, à l'exception du Mévinphos)</b>		
Mévinphos .....	7 jours	
Déméton méthyl - Déméton méthyle I - Oxydéméton méthyle .....	21 jours	
Endothion - Phosphamidon .....	21 jours	
Morphothion - Azidithion .....	15 jours	
Diméthoate .....	7 jours	
Vamidothion .....	30 jours	
<b>d) Insecticides spécifiques :</b>		
Chlorobenzilate - Chloropropilate - Chlorfénizon (PCP CBS) .....	7 jours	
Fénizon (PCP CBS) - Chlorbenside - Tetradifon .....	15 jours	
Isolan - Dichlorophényltrichloréthanol .....	15 jours	
Dapacryl .....	21 jours	
<b>e) Produits divers :</b>		
Sevin .....	7 jours	
Nicotine .....	10 jours	

sur les problèmes d'analyse, sur la nature et la quantité des résidus. Que quelques-uns de ces auteurs aient été parfaitement qualifiés, Gunther le croit, mais d'autres, ajoute-t-il, l'étaient beaucoup moins ». Encore une fois, je ne suis pas à même de juger. Mais lorsque Van Genderen (1960) constate « qu'il y a une grande variation entre les faits enregistrés à la suite d'études faites dans divers pays où les climats et les cultures ne sont pas les mêmes », lorsqu'il souligne « les grandes variations qu'on peut enregistrer d'une année à l'autre entre une application en serre et une application en plein air » on ne peut que penser à la difficulté du problème.

Je sais également que certaines méthodes sont maintenant d'une grande précision. Ne dit-on pas que certaines méthodes électrochimiques, récemment mises au point par le Centre de Recherches Chimiques de l'Armée Américaine, permettent de mesurer les modifications de voltage causées, entre deux électrodes de platine, par l'hydrolyse d'un ester et de doser ainsi au nanogramme près ( $10^{-9}$  gramme) un composé organo-phosphoré agissant comme anticholinestérase ?

Mais quittons, si vous le voulez bien, un domaine qui n'est pas le mien et essayons de conclure sur le rôle que peuvent avoir les résidus de pesticides sur notre santé.

#### CONCLUSION

Il y a les faits. Il y a d'autre part les interprétations qui sont données à ces faits.

Les faits se résument ainsi. Il y a des pesticides toxiques, il y en a qui le sont moins, d'autres encore qui paraissent, en l'état actuel de nos connaissances, être sans danger pour l'homme. On retrouve dans notre alimentation quelques-uns de ces composés appartenant à toutes les catégories. On retrouve

dans notre organisme quelques-uns de ces insecticides. Soutenir, comme le faisaient certains journaux américains, dès 1948, que la maladie du « Virus X », très répandue à cette époque, était engendrée par la consommation de légumes et de fruits traités au DDT, c'est faire preuve d'une légèreté blâmable. Mais écrire, comme l'a fait Roby, « que l'utilisation des insecticides cancérogènes se répand partout » est une assertion d'une gratuité absolue.

« Cette dernière assertion, écrit Bourlière, est certes possible ; mais en tout cas elle n'est pas prouvée comme irréfutable. Même si cette preuve est fournie par les expériences en cours, le cas des pesticides ne devra pas être dissocié, en pratique, de celui des autres toxiques à long terme que nous prodigue la civilisation moderne : antioxydants, déchets radioactifs, gaz d'échappement des véhicules et plus banalement le tabac. »

Cela ne veut pas dire qu'il faut se résigner à consommer des insecticides, n'importe quel insecticide pourvu qu'il ne tue pas immédiatement ! Les actions secondaires de nombreux composés ne sont encore qu'imparfaitement connues. Il faut éventuellement supprimer l'emploi de certains composés d'une toxicité trop élevée. En France, par exemple, l'emploi de l'endrine, du téloran, du schradan... est interdit. Il faut d'autre part faire respecter les modalités d'emploi établies, et faire évoluer la législation en fonction des résultats obtenus à la suite des recherches qui doivent se poursuivre. « L'usage sans contrôle des produits chimiques toxiques, comprenant entre autres les pesticides, représente aujourd'hui un danger plus sérieux que la radioactivité », aurait écrit le Professeur J. B. Wiesner, Conseiller Scientifique de Kennedy. De telles phrases sont dangereuses, car le lecteur oublie trop facilement le « sans contrôle » et croit qu'il est livré sans condition aux toxiques, comme l'ancien chrétien de Rome aux lions. Il faut souligner l'effort déployé par les spécialistes de ces questions, dans le monde et notamment en France. Un jour le Professeur Truhaut souhaitait la création d'un « Institut Français d'expérimentation toxicologique », pour mieux connaître et plus rapidement toutes les propriétés biologiques des pesticides nouveaux ou imparfaitement connus. Un Institut de cette sorte, français ou

européen, rendrait certainement des services inestimables.

D'aucun pourra objecter : vous semblez ignorer que d'autres méthodes de lutte, non chimiques celles-là, peuvent être utilisées ou sont à l'étude. Non, je ne l'ignore pas et j'entretiens des relations étroites avec les spécialistes de ces questions. Je sais que des efforts importants sont déployés en ce qui concerne la lutte biologique, vue sous ses deux principaux aspects : importation d'organismes prédateurs des insectes nuisibles, ou protection des prédateurs existant à l'état spontané. Des résultats ont déjà été obtenus, d'autres suivront. On essaie d'organiser, sous le nom de « lutte intégrée », des traitements chimiques et des lâchers de prédateurs. On s'oriente également vers la stérilisation des mâles, par des corps chimiques ou des radiations gamma ou X. Ainsi, les femelles qui ne s'accouplent qu'une fois avant de pondre, si elles ont affaire à un mâle stérile, pondront des œufs non viables.

Tout récemment, un produit inappétant a été découvert : ce produit empêche les insectes de consommer leur végétal préféré, de sorte qu'ils meurent de faim. Mais avec cette technique, on retombe dans la lutte chimique et je crains bien que l'on ne soit pas près de s'en séparer. Ma conclusion sera donc qu'il faut, pour le moment, se résigner à cette méthode de lutte, qu'il faut contrôler cette technique de très près et pour cela bénéficier de l'expérience des spécialistes compétents, de plus en plus nombreux. Il ne faut pas créer, dans le public, la « phobie de l'insecticide » qui, si elle triomphait, ramènerait sur notre planète en voie de surpeuplement la famine et la souffrance. Et n'oublions pas que depuis 20 ans que les insecticides s'emploient massivement, on vit mieux, on vit plus longtemps.

## III

## INTERVENTIONS

LE PRÉSIDENT. — Je remercie très vivement M. Grillot d'avoir bien voulu lire cette remarquable conférence, qui certainement a intéressé tout l'auditoire. C'est un tour de force d'arriver à faire une bonne conférence que l'on n'a pas écrite soi-même. La présentation en était excellente.

Suivant l'habitude de la Maison, je vais donner la parole aux personnes qui auraient des observations à faire.

M. CHABROLIN. — Après nous avoir montré les dangers potentiels des pesticides, M. Lhoste conclut sur une note très optimiste, et c'est spécialement à cette conclusion que je voudrais m'associer en vous fournissant — tirés essentiellement de l'expérience française — quelques arguments supplémentaires, propres à étayer encore davantage cet optimisme.

D'abord un peu d'histoire car, dans l'enceinte de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, il est je pense opportun de rappeler que la France est véritablement le pays où la lutte chimique contre les ennemis des cultures a pris en premier un essor considérable.

En effet, vers 1850 d'abord, contre l'oïdium de la vigne avec le soufre, puis vers 1880 contre le mildiou, avec la célèbre bouillie bordelaise, l'industrie chimique a participé au sauvetage de la viticulture française, menacée dans son existence même par le développement très rapide de ces deux maladies importées d'Amérique. La France a donc une longue expérience de l'emploi des pesticides chimiques et, de ce fait, pour elle, le problème des résidus, qui nous intéresse spécialement aujourd'hui, est loin d'être nouveau. Des controverses très vives, dont on retrouve les échos dans la presse de l'époque, se sont élevées il y aura donc bientôt cent ans, au sujet des résidus que les sels de cuivre, persistants jusqu'à la récolte, pourraient faire courir aux consommateurs de raisins et de vin. De nombreux accidents plus ou moins sérieux, imputés à tort à ces résidus, ont été signalés à cette époque en toute bonne foi. Millardet lui-même recommandait tout d'abord de bien veiller à ne pas mettre de la bouillie bordelaise sur les grappes. Les spécialistes de l'époque se sont donc penchés avec beaucoup de sérieux sur le problème et ont conclu à l'inanité des craintes. L'avenir leur a donné pleinement raison.

M. le Président Vayssiére vient fort à propos de nous rappeler les discussions qui se sont élevées lorsque, plus près de nous (mais il y a pourtant encore près de 50 ans), il a été reconnu que l'arséniate de plomb pouvait permettre de protéger les pommes et les poires contre le carpocapse ainsi que le raisin contre les vers de la grappe. Vous pensez bien que l'autorisation d'employer un tel produit sur ces fruits n'a pas été donnée sans un examen préalable approfondi des résidus susceptibles de persister à leur surface jusqu'à leur récolte. Ce sont les résultats de ces études qui ont servi de fondement aux dispositions législatives essentielles qui régissent, en France, l'emploi des composés toxiques en agriculture et qui se sont montrées bien adaptées à leurs objectifs. M. Lhoste vous les a très exactement résumées.

Et nous en arrivons ainsi au présent. Devant un auditoire aussi averti, je pense qu'il est seulement nécessaire de rappeler que la fabrication, la vente et l'emploi des pesticides en agriculture sont strictement subordonnés à une autorisation préalable, délivrée par le Ministère de l'Agriculture. Cette autorisation n'est accordée qu'après examen d'un dossier toxicologique soumis à la Commission d'Etudes pour l'emploi des toxiques en agriculture, que depuis plus de vingt ans préside M. le Doyen Fabre avec toute l'autorité que vous lui connaissez.

M. Lhoste nous a bien précisé que la législation française, dans le domaine des résidus qui nous intéresse aujourd'hui, est basée sur le principe des dates limites d'emploi. Comme ce fut déjà le cas pour les arsenicaux, ces dates limites d'emploi sont nécessairement fixées, pour chaque matière active, de telle sorte que les denrées livrées à la consommation ne renferment pas de résidus ou n'en renferment que des traces jugées sans inconvénients pour la santé. On est donc toujours ramené au problème des résidus.

Une connaissance suffisante de la toxicité des produits, notamment de leur toxicité à long terme, est naturellement ici indispensable. Je pense que l'on est fondé à dire que les études nécessaires sont entreprises, de plus en plus complètement, dans les pays du monde qui participent au développement industriel. Comme (dans ce domaine au moins où il n'y a pas, que je sache, de secrets d'Etat) la science est internationale, les résultats s'ajoutent les uns aux autres et s'éclairent ou se complètent fort heureusement. Ceci ne signifie naturellement pas qu'il ne subsiste pas encore des inconnues, mais il ne faut pas oublier, en contrepartie, que les toxicologues appliquent fort prudemment, pour le calcul de la dose journalière maximum acceptable pour l'homme, un coefficient de sécurité qui est généralement de 100 et qui, en raison même de sa valeur, constitue une très sérieuse garantie.

Pour conclure, me tournant maintenant vers l'avenir, que peut-on souhaiter qui donne encore plus de sécurité aux consommateurs que nous sommes tous et, partant, plus de sérénité.

Je dirai d'abord un développement des études toxicologiques dans tous les pays et naturellement en France, car on n'est jamais si bien servi que par soi-même.

Ensuite, une surveillance régulière du taux effectif de résidus de pesticides dans les denrées agricoles. La qualité de nos aliments ne doit pas pouvoir être suspectée. Bien mieux, ceux que produit l'agriculture moderne doivent donner au consommateur plus de satisfaction et plus de garanties que les aliments dits naturels, dont M. Truhaut a dit avec beaucoup de force qu'ils étaient loin d'être toujours inoffensifs.

Enfin, un effort encore accru dans la recherche des procédés de lutte à opposer aux parasites et aux ennemis de nos

cultures. Ces derniers en effet ne désarment pas. Aussi, comme M. Lhoste l'a souligné dès le début de son exposé, la sauvegarde des produits de la terre restera toujours nécessité primordiale.

Je pense que cette recherche mérite de porter à la fois sur les procédés cultureaux, sur les méthodes biologiques et sur les moyens chimiques mettant en œuvre des produits de moins en moins toxiques pour l'homme et les animaux. Mais comme j'ai déjà retenu longtemps votre bienveillante attention, permettez-moi de ne pas développer comment ces différentes techniques se complètent dans ce qu'il est maintenant convenu d'appeler les procédés de « lutte intégrée ». (Applaudissements).

LE PRÉSIDENT. — Ces applaudissements indiquent combien cette intervention a été appréciée par l'auditoire ; nous vous remercions, Monsieur, d'avoir bien voulu la faire.

Le Professeur GOUNELLE. — Mon intervention va être plus nuancée, en ce qui concerne l'optimisme, que l'intervention précédente.

Certes, nous n'oublions pas, nous médecins, l'importance primordiale des insecticides, et je n'en veux pour preuve que la dernière statistique de l'Organisation Mondiale de la Santé. Celle-ci nous montre que, grâce au DDT, 52 % des populations qui étaient touchées par le paludisme (soit exactement 18 millions d'hommes) sont actuellement reconnues indemnes de cette affection qui, il y a 20 ans, tuait 10 millions de sujets par an.

Par conséquent, il ne s'agit pas de nier cet apport considérable et bénéfique de l'emploi des insecticides.

Ce que nous cherchons, c'est, dans la mesure du possible, à éviter des nuisances dont certaines sont réelles, et dont

d'autres, il faut le reconnaître, sont hypothétiques (mais ce n'est pas parce qu'une nuisance est hypothétique qu'il faut pour cela la négliger et ne pas y penser).

Tout d'abord, quelques faits. A l'instant, mon voisin, le Vétérinaire Général Guillot, me montrait la liste d'insecticides autorisés ; elle nous paraît véritablement abusive. Pourquoi ne pas s'efforcer d'obtenir une réglementation qui aurait pour effet de rendre licites uniquement un nombre limité d'insecticides, une vingtaine, une trentaine, mais un nombre limité ; il serait entendu que si l'on autorisait un nouveau corps, *ipso facto* il faudrait en rayer un de la liste.

L'avantage, sur le plan du contrôle et sur celui de l'expérimentation, n'a pas besoin d'être souligné.

A cet égard, nous — nutritionnistes et hygiénistes — sommes parfaitement en faveur de l'institution de ce fameux organisme d'étude de toxicologie dont le conférencier nous a parlé et dont mon collègue, le Professeur Truhaut, souhaitait la constitution.

A côté de cette réglementation qui aurait pour effet de réduire le nombre des produits utilisés, je voudrais indiquer rapidement les résultats d'un travail que j'ai confié à un de mes élèves, M. Szakvary, qui va passer sa thèse, sur une enquête vis-à-vis des utilisateurs.

Contrairement à ce que l'on peut penser, de nombreux utilisateurs — des gens le plus souvent intelligents, voire compétents — ignorent en France les dangers des insecticides qu'ils manient : cette thèse en apporte la démonstration ; or il y a, sur le plan de la toxicologie humaine, des manipulations d'insecticides que l'on pourrait éviter. Certains pourraient être supprimés. Sur le plan médical, les organo-phosphorés apparaissent les plus redoutables.

D'un autre côté, on répète : les insecticides ne sont retrouvés qu'à des doses très minimales, sous forme de traces, ou bien même on ne les retrouve pas dans les aliments consommés.

Jusqu'à quel point connaissons-nous les corps intermédiaires, les métabolites qui peuvent avoir aussi une action, et les interréactions possibles ?

Voici quelques éléments que je voulais indiquer. Bien entendu le bon sens, devant la faim du monde, oblige à utiliser ces insecticides, mais cela entraîne évidemment à des précautions particulières. En France et dans les autres pays, existe une anarchie d'utilisation, avec une inflation de produits autorisés. Ceci, pour ma part, m'apparaît inadmissible. (Applaudissements).

LE PRÉSIDENT. — Nous remercions M. le Professeur Gounelle de cette intéressante intervention.

Le Professeur J. BURÉ. — Je ne suis pas spécialiste des insecticides, mais je consacre mon activité aux industries des céréales depuis près de 30 ans, et c'est à cause de ce passé que je voudrais poser trois questions :

1<sup>o</sup> Dans les tableaux de M. Lhoste, mon attention a été évidemment attirée par les doses de résidus concernant les produits céréaliers, et spécialement les organo-mercuriels.

Il faudrait que M. Lhoste précise bien que ce sont des *semences* qui ont été traitées par les organo-mercuriels, et il sera bon de rappeler que le circuit des semences est tout à fait différent de celui des grains destinés à l'alimentation. J'ai peur en effet que les lecteurs (surtout ceux de la Provence) ne fassent un rapprochement avec l'affaire de Pont-St-Esprit, qui est très vieille (elle date de

1952) mais n'est nullement terminée, puisqu'elle recommence à zéro en 1965, au Tribunal Civil.

L'affaire s'était terminée devant le Tribunal pénal par un non-lieu et la responsabilité du meunier avait été dégagée, sur l'hypothèse que la farine avait pu être souillée au cours du transport, par un fongicide organo-mercuriel dont le mercure serait volatil, qui serait sans action néfaste sur la levure, et dont le colorant ajouté n'aurait pas passé en panification. Je ne connais pas l'existence de tels composés et il ne faudrait pas permettre au public d'avoir le moindre soupçon de la présence d'organomercuriels dans les blés du commerce ni d'associer à tort les organo-mercuriels et les produits à base de farine.

2<sup>o</sup> Ma deuxième question concerne à la fois les insecticides et les insectes.

Le consommateur va se trouver devant le dilemme : faut-il consommer des insectes, ou faut-il consommer des insecticides ?

Dans ce domaine, la législation américaine est extrêmement sévère ; dès avant la guerre elle a essayé que le consommateur ne puisse absorber, même finement écrasés sous forme de farine, des insectes qu'il aurait refusés si on les lui avait présentés tels quels.

Des grains sont parasités et il est difficile de déceler les grains parasités des autres. Il existe bien des possibilités de détection par radiographie aux rayons X, ou encore par des systèmes d'amplification sonore, ou également par des variations de résistance électrique, mais ces détections sont peu utilisées en Europe, et il arrive au moulin certains lots de grains insectisés ; obligatoirement ces grains sont mis en mouture, passent en farine, et actuellement nous les consommons.

Peut-être en consommons-nous moins, si on a tendance à utiliser des insecticides en quantité très forte (peut-être trop forte, nous reviendrons tout à l'heure sur ce problème lors de la troisième question).

Actuellement, on sait repérer les traces d'insectes dans les produits avec précision (c'est la méthode du Filth Test), et, chose curieuse, en 1965 quand on ne trouve plus d'insectes dans une farine, on pense *a priori* : « Quelle dose énorme d'insecticide doit contenir ce produit ! » Le Filth Test est devenu un moyen indirect pour prévenir qu'il faut rechercher les insecticides.

3° Ma troisième question veut illustrer le problème des résidus d'insecticides dans les farines et attirer l'attention sur les risques de résidus en dose massive.

Dans notre domaine des Industries des Céréales, deux insecticides seulement sont pratiquement utilisés : le lindane et plus récemment le malathion.

Le lindane a été évidemment choisi à cause de ses propriétés insecticides, mais les industriels ont certainement été très satisfaits que le choix ait porté sur un produit inodore.

En tant que consommateur, je crois que nous devrions choisir au contraire des insecticides très parfumés, et, s'ils ne l'étaient pas, il faudrait ajouter un synergique, soit coloré, soit parfumé, de manière à réaliser en quelque sorte une auto-défense possible du consommateur. Je sais que nous discutons actuellement à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale ; or je pense que c'est l'intérêt profond de l'industriel de jouer la carte du consommateur, c'est pourquoi je propose d'allier aux insecticides des produits permettant de détecter simplement à la vue, à l'odeur ou au goût, les excès dangereux.

Il y a une dizaine d'années, j'ai été chargé d'expertiser au Liban 100 000 sacs de farine adressés aux réfugiés de Palestine, car on avait chargé sur le même bateau 100 000 sacs de farine américaine et quelques tonnes de DDT et d'HCH et, au déchargement, quelques kilos d'insecticides avaient été répandus. L'odeur des insecticides avait éveillé la suspicion des réceptionnaires, d'où enquête et expertise.

Si on se réfère à la législation française, l'emploi du lindane est autorisé pour traiter les grains, à condition qu'il ne reste pas un millionième d'insecticide dans la farine. Si un seul gramme des insecticides répandus pénétrait dans un sac, la contamination serait déjà 15 fois supérieure au maximum toléré, puisque les sacs ne pèsent que 70 kg. Un seul gramme de l'agent contaminant imposait de tester les 100 000 sacs ! En réalité, il y avait des kilogrammes d'insecticides répandus et on ne laissa partir le bateau qu'après dépôt d'une caution de 50 millions de francs anciens ; puis on commença à analyser, sac par sac, la farine litigieuse.

Les méthodes de recherches utilisées à Beyrouth étaient simples (présence d'halogène) et le prix unitaire d'analyse était très peu élevé (500 francs anciens) ; mais il ne faut pas oublier qu'il y avait 100 000 sacs, si bien que le montant total représentait exactement les 50 000 000 de francs de caution et qu'avec la cadence de travail la plus rapide, l'expertise devait durer plus de 10 ans !

Les Américains, vendeurs de la farine, avaient une solution plus directe ; à l'annonce du sinistre, ils ont câblé : « Jetez toute la cargaison à la mer ». Mais ces 100 000 sacs de farine représentaient beaucoup pour la nourriture des Réfugiés de Palestine ; de son côté la Société d'Assurances connaissait l'importance du prix de la cargaison (un million de dollars) et, chose rare, c'était son deuxième sinistre de pollution par insecticides ;

la première fois, le « mélange » ayant eu lieu aux U.S.A., la Compagnie avait obéi et jeté à la mer la cargaison ; elle avait eu à payer non seulement la farine, mais encore des indemnités à des Sociétés de pêche, car les insecticides avaient détruit localement beaucoup de poissons (c'est peut-être l'origine du DDT dont vous avez signalé la présence dans les foies de poissons).

Comment sommes-nous sortis de ce guêpier ?

D'abord, au lieu d'opérer sac par sac, nous avons pu homogénéiser des tonnages importants (une centaine de lots de 70 T environ), grâce aux mélangeuses équipant certains moulins modernes de Beyrouth.

Sur ces lots, nous avons fait des échantillonnages représentatifs et nous avons demandé aux meilleurs laboratoires spécialisés dans le monde de nous doser quantitativement DDT et HCH. Mais même au bout de nombreuses semaines, les laboratoires les plus réputés n'ont pu nous donner, avec assez de précision, le degré de pollution des farines litigieuses. Chose curieuse (et qui nous a inquiétés) certaines analyses biologiques, effectuées comparativement avec des farines nationales servant de témoins, ont révélé que certains témoins étaient plus contaminés que les farines litigieuses du Proche-Orient.

Finalement, ce sont des essais de dégustation qui nous ont permis de récupérer cette cargaison de farine. En effet, les insecticides techniques ont des odeurs caractéristiques que les dégustateurs ont pu déceler expérimentalement au 10 ppm. Nous avons fait diluer tous les lots à moins de 10 ppm, dans neuf fois leur quantité de farine saine, et nous étions sûrs que la farine livrée présentait donc moins de 1 ppm d'insecticides. Les 100 000 sacs de farine étaient

pratiquement récupérés. Je dois ajouter que les opérations de « sauvetage » avaient duré quelques semaines et pendant ce temps commençait un début d'infestation d'insectes (bien vivants) confirmant qu'il y avait peu d'insecticides résiduels et que notre diagnostic organoleptique était bon. (Applaudissements).

LE PRÉSIDENT. — Merci, Monsieur Buré, de cette savoureuse histoire, qu'il était bien utile de donner aujourd'hui.

Le Vétérinaire Général GUILLOT. — M. le Professeur Gounelle a bien voulu me mettre en cause au sujet d'une liste que je lui ai montrée, correspondant aux produits pesticides officiellement homologués au 1<sup>er</sup> janvier 1965, avec des doses exprimées en grammes de matière active, soit par hectolitre d'eau, soit à l'hectare, en poudrage.

Evidemment, cette liste est impressionnante et je me permettrai de poser une question aux représentants des services phyto-sanitaires du Ministère de l'Agriculture éventuellement présents. De nombreux textes officiels réglementent, en France, l'épandage et les modalités d'expérimentation des produits antiparasitaires à usage agricole. Mais quand on voit toutes les doses stipulées variant de quelques grammes à plusieurs centaines, comment peut être effectué le contrôle de leur emploi par les services officiels, dans toutes les cultures et dans toutes les régions horticoles de France ?

Un autre point doit nous intéresser puisque nous sommes dans une Société d'Encouragement pour l'Industrie. Nous avons entendu les représentants des industries fabriquant les pesticides, mais je crois utile de faire entendre aussi le point de vue des industriels de transformation des fruits et des légumes, qu'il

s'agisse des conserveurs par appertisation, ou des frigoristes qui actuellement soumettent à la surgélation beaucoup de ces produits horticoles.

En effet, même indépendamment de toute action toxique, se pose le problème des caractères organoleptiques des végétaux alimentaires traités par les pesticides.

L'année dernière, M. G. Le Moan et Mlle F. Bailly ont précisément exposé un travail fort intéressant et très documenté sur la question (*Bulletin Société Scientifique d'Hygiène Alimentaire*, 1964, 52, n° 10, 11, 12, 247-266).

En Belgique, en 1961, des travaux fort intéressants également ont été effectués, par l'INACOL et l'Institut Agronomique de Gembloux, sur les résidus de pesticides dans les légumes, frais, blanchis et stérilisés.

Il faut donc souhaiter qu'en France des laboratoires puissent, à l'homologue de ce qui se fait en Belgique, renseigner les industriels — aussi bien de la Conserves que du Froid — sur les conditions dans lesquelles les pesticides peuvent être encore présents sur les fruits et légumes qu'ils traitent, afin d'éviter toutes modifications défavorables des caractères organoleptiques qui pourraient inciter les consommateurs de tels produits à les rejeter, ce qui serait évidemment tout à fait contraire à la publicité normale qui doit leur être faite. (*Applaudissements*).

LE PRÉSIDENT. — Nous vous remercions, mon Général, d'avoir bien voulu nous communiquer ces réflexions.

M. VAYSSIÈRE. — Je voudrais compléter ce que vient de dire M. Guillot (à moins qu'il n'y ait quelqu'un des Services officiels du Ministère, du Service de protection des végétaux ?).

Nous avons un laboratoire de phytopharmacie, en France, qui publie une

liste des spécialités antiparasitaires, à usage agricole, qui sont homologuées chaque année.

Cette liste est très complète au point de vue mode d'emploi, délai pour la récolte, délai pour la consommation, etc...

Le Vétérinaire Général GUILLOT. — D'accord, mais comment est fait le contrôle ? Chez les utilisateurs ?

M. VAYSSIÈRE. — Je suis dans l'ignorance du problème, mais vous qui faites partie des utilisateurs, n'avez-vous pas de laboratoire où on pourrait effectuer ce contrôle avant de mettre en boîte ou en conserve ?

Le Vétérinaire Général GUILLOT. — Il y a bien, en France, le laboratoire de l'Institut Appert, mais il est déjà débordé par beaucoup d'autres études. Il en est de même du laboratoire du Professeur Ulrich à Bellevue. Il ne faut pas seulement un laboratoire national, mais un ou des laboratoires ayant une audience internationale, pour éviter de travailler en ordre dispersé, d'où la nécessité de cette coordination souhaitée par M. Truhaut.

M. VAYSSIÈRE. — Le Docteur Gounelle nous parlait, tout à l'heure, des organophosphorés.

Je fais partie d'une commission scientifique, celle de la démoustication du Roussillon-Languedoc. Là, au contraire, on nous a démontré que le seul produit à utiliser pour le traitement des moustiques était un organo-phosphoré qui laisse beaucoup moins de résidus que le DDT, alors que le DDT a servi pendant un an à faire ce traitement que personnellement je trouve superflu. Le DDT a été remplacé par un organo-phosphoré qui, au contact de l'eau, perd assez rapidement ses propriétés toxiques.

LE PRÉSIDENT. — Est-ce qu'il y a d'autres interventions ?

M. TRÉBUCHET. — Je ne suis pas fonctionnaire, mais j'assiste à peu près à toutes les réunions des Commissions d'homologation des produits antiparasitaires, ainsi qu'à celles de la Commission d'Etude pour l'emploi des toxiques en agriculture, et il est de mon devoir de vous donner quelques explications.

La liste qui vient de vous être présentée est effectivement très longue puisqu'elle comporte les indications de traitements pour toutes les catégories de parasites faisant l'objet d'avertissements agricoles ou d'homologation. Il y a actuellement 22 catégories y compris X et Y qui sont des catégories diverses.

Le Ministère de l'Agriculture publie donc ces listes à usage des utilisateurs, pour que soient traitées dans les meilleures conditions les différentes cultures, selon les parasites et selon les pesticides recommandés parmi ceux homologués.

Le Ministère de l'Agriculture a publié également des listes officielles de toutes les spécialités utilisées à la vente, par marque, ce qui a donné trois livres comportant plusieurs centaines de pages pour les désherbants, les fongicides et les insecticides.

Dans la première liste de recommandations aux agriculteurs, on trouve très souvent les mêmes matières actives pour lutter contre des parasites différents, sur des cultures différentes, ce qui allonge la liste mais ce qui évite également des erreurs chez les utilisateurs.

Dans les secondes publications, il est impossible à un service officiel d'omettre un producteur industriel, même de faible importance, tant qu'il a obtenu une homologation ou une autorisation de vente. C'est ce qui explique la longueur de ces publications.

Nous vivons sous un régime de liberté et il n'est donc pas possible de raccourcir

les listes des spécialités proposées aux agriculteurs.

Quant au nombre de traitements dont il a été parlé il y a quelques instants — que vous pouvez trouver exagéré — deux raisons militent en faveur d'une information contraire car :

- 1° Tous les traitements coûtent assez cher, tant en fourniture qu'en main-d'œuvre, et les agriculteurs sont réputés pour ne pas gaspiller inutilement leur argent.
- 2° Les services ministériels des avertissements agricoles publient, dès que besoin, des avis de traitement évitant les épandages inopportuns ou excédentaires, car ces services disposent de stations d'études biologiques des principaux parasites par régions, ce qui leur permet de ne déclencher des traitements qu'au moment le plus propice.

D'autre part, le délai de carence dont a parlé M. Chabrolin est effectivement un laps de temps qui est fixé par la Commission d'homologation et qui est impératif. Ce délai est variable selon les pesticides et selon les cultures. Il est bien évident que la vitesse de dégradation, d'un insecticide par exemple, est liée non seulement aux conditions climatiques et aux surfaces du végétal traité, mais encore à la nature chimique ou des liaisons chimiques composant le produit phytosanitaire considéré et l'on s'aperçoit en pratique que, dans la nature, les vitesses de dégradation sont beaucoup plus rapides qu'en laboratoire, soit par oxydation, par hydrolyse, en présence d'eau, d'humidité ou de rayons solaires.

Les délais fixés par le Ministère de l'Agriculture tiennent compte des résultats des études faites par l'Institut National de Recherches Agronomiques et serre d'assez près la réalité. A noter également qu'une marge de sécurité très importante est prise pour chaque pesticide et que l'on confond souvent à tort la toxicité

intrinsèque d'un pesticide pur avec les risques pratiques des substances employées à des concentrations parfois très faibles et à des doses Ha ou Hl très peu importantes : certains désherbants sont utilisés couramment sur la base de 100 à 200 g/Hl ou même quelquefois Ha, ce qui laisse des résidus infimes sur les plants traités.

Il faut noter également qu'en France nous sommes, d'après les renseignements que j'en ai sur le plan européen, un des pays les plus stricts du point de vue des autorisations d'emploi des toxiques et de l'application des pesticides en général.

Tout à l'heure, nous avons entendu parler d'endrine qui est sûrement un pesticide très毒ique, mais n'est autorisé en France que sur des cultures de bananes. C'est donc, en pratique, une utilisation presque inexistante des départements d'Outre-Mer et une interdiction formelle en France métropolitaine.

Sur un autre sujet, M. Buré nous a parlé tout à l'heure de deux insecticides qui sont utilisés pour les céréales. En réalité, il y en a trois : le lindane à la dose de 5 ppm, le malathion à 8 ppm et les pyréthrines à 10 ppm.

Actuellement dans ce domaine, les méthodes d'analyses chimiques et biologiques sont suffisamment sensibles pour déterminer les résidus de pesticides de 100 kg de céréales. A noter que d'après les textes en vigueur, les résidus sur farine ne doivent pas dépasser 1 à 2 ppm selon les pesticides, ce qui est quand même très faible et pratiquement sans risque pour le consommateur.

Il a été proposé tout à l'heure de colorer les pesticides de manière à ce que les céréales traitées soient facilement reconnaissables. Je ne suis pas d'accord sur cette proposition, car le colorant ne se détruirait pas aussi vite que le pesticide et l'on risquerait d'avoir des farines

colorées qui soient inacceptables pour la consommation.

Le même problème se pose pour l'odorification car l'on risque de trouver, non plus un insecticide, mais toujours une odeur préjudiciable à la vente des farines. D'ailleurs, le Service de la Répression des Fraudes n'autoriserait ni l'un ni l'autre de ces deux procédés, pour toutes les denrées consommables.

Nous poursuivons actuellement au silo de Mignières des essais, avec le contrôle de l'Institut National de Recherches Agronomiques, sur la désinsectisation des céréales en grosses quantités.

Nous pourrons donner, d'ici quelque temps, les résultats partiels de la vitesse de dégradation des pesticides, dans des cellules de grande capacité. Ces essais doivent être poursuivis pendant au moins un an et feront d'ailleurs l'objet d'une communication scientifique de M. Coulobert de l'I.N.R.A., car jusqu'à présent, en laboratoire, le malathion est totalement détruit en sept jours et, en cellules étanches d'une certaine importance, cette activité pourrait être de plusieurs semaines, voire de plusieurs mois.

On a parlé également tout à l'heure d'organomercuriques, qui sont effectivement des composés très dangereux et qui ne sont autorisés en France que pour la désinfection des semences. La dose moyenne de mercure, par quintal de semence, ne dépasse pas 1 à 3 grammes.

Sur un autre sujet, il a été question hier, dans une autre enceinte, de la pollution des eaux par les pesticides, ce qui est un faux problème pour les spécialistes, car les autres sources sont beaucoup plus importantes.

Même en supposant que l'eau de pluie lave la totalité des végétaux traités et qu'il n'y ait eu, entre temps, aucune dégradation par les conditions climatiques habituelles, en supposant également que la totalité de ces eaux polluées arrive sans aucune déperdition à un fleuve ou à

une mer, en supposant encore — ce qui nous semble impossible — qu'elle traverse des couches souvent très importantes de sols divers pour atteindre les nappes phréatiques, le peu de quantité de pesticide pur mis à l'hectare ne justifie pas les craintes faites en ce domaine.

On a beaucoup parlé dans cette conférence du « Printemps silencieux » de Rachel Carson, qui est un très bon best-seller en Amérique mais qui, en France, ne provoque que des sourires de la part des professionnels. En effet, l'auteur est une romancière et non pas une spécialiste des problèmes de phytiatrie et phyto-pharmacie. Certaines assertions sont valables sur le plan général, mais toutes les questions techniques n'ont pas été traitées d'une façon scientifique, loin de là.

L'agrément obligatoire des matières actives, des spécialités, et la fixation des conditions d'emploi — y compris le délai impératif entre le dernier traitement et la récolte — sont la plus sûre garantie, pour les utilisateurs manipulants et les consommateurs.

Les spécialistes, membres des Commissions officielles, sont tous, à des titres divers, des techniciens éprouvés et aucune décision n'est prise sans avoir obtenu toutes les garanties possibles.

**Le Professeur GOUNELLE.** — Je voudrais ajouter qu'en ce qui concerne certains insecticides, il s'agit plus spécialement de mettre en crainte les utilisateurs, car les utilisateurs ne sont pas, à mon avis, suffisamment informés des dangers.

**LE PRÉSIDENT.** — Quelqu'un désire-t-il encore prendre la parole ?

Si personne ne désire prendre la parole, je voudrais tout de même faire une petite remarque personnelle, c'est la difficulté peut-être de fixer le degré de toxicité de certaines substances.

Ainsi, je ne suis absolument pas compétent dans cette question, mais il me semble bien que les eaux de la Bourboule contiennent une dose d'arséniate de sodium qui est toxique, et cependant il n'est pas question évidemment d'empêcher les malades d'aller aux eaux de la Bourboule : tout le monde est d'accord sur les effets excellents de ces eaux.

D'autre part, dans certaines stations hydro-minérales, les analyses les plus soignées ne mettent pas en évidence beaucoup de sels. De sorte qu'à un moment donné, quand le deutérium a été découvert, on a dit : c'est le deutérium qui est en grande partie responsable de l'action de ces eaux ; or, il a suffi de quelques analyses pour démontrer qu'il n'en était rien. Dans les temps plus anciens, on a parlé de radio-activité, on l'a mesurée très exactement ; elle n'est pas supérieure à celle des eaux de la Seine.

Dans ces conditions, ce serait peut-être quand même un devoir d'attirer l'attention sur la manière dont sont mesurées les toxicités.

Sans posséder aucune compétence, je voulais simplement vous soumettre ces résultats qui m'ont toujours beaucoup surpris, parce que je les ai tirés de divers ouvrages et que je n'ai jamais trouvé d'explication, comme par exemple l'action de certaines sources, aux environs de la Bourboule, contre les venins des serpents. Les personnes qui habitent dans la région mettent des compresses, dans un délai évidemment assez court après la morsure, et il paraît que l'effet est excellent. Il ne semble pas que ces sources aient des propriétés minérales, radio-actives, etc... qui leur soient particulières.

Quoiqu'il en soit, nous arrivons au terme de ce colloque. Il faut remercier naturellement les organisateurs et M. Vayssiére en particulier. Je remercie également le présentateur de la conférence d'aujourd'hui.

Nous devrons pouvoir utiliser les conclusions qui ont été en somme très nettes dans ce colloque. Il me semble qu'il faut qu'il reste quelque chose de ces intéressants exposés et que ce ne soit pas seulement une présentation de beaux articles. Je crois que c'est maintenant notre devoir de faire la propagande nécessaire et de porter ces conclusions là où elles peuvent agir. Je compte sur tous les assistants pour nous aider

dans cette diffusion des conclusions.

Je suis également très heureux de voir que le Comité d'Agriculture de la Société d'Encouragement a prouvé, par une résurrection remarquable, qu'il est capable d'organiser un colloque aussi intéressant que celui que nous venons d'avoir.

La séance est levée à 19 heures.

par M. PIERRE DAVID  
Directeur Général du Centre de Recherches de Pont-à-Mousson

L'exposé que j'ai l'honneur de vous présenter concerne les techniques et les perspectives de la fonte.

Enfin, quelques projections nous présenteront les perspectives du marché des fontes moulées.

Il comportera trois parties.

Dans la première, nous passerons en revue les constitutants de la fonte et ses différentes variantes. Mais, rassurez-vous, je ne m'aventurerai pas dans un cours de métallurgie, sauf tout en l'absence de M. Chandon, mon professeur de métallurgie à l'Ecole des Mines.

Notre deuxième partie sera consacrée à l'application de la métallurgie à la fonte.

Enfin, quelques projections nous présenteront les perspectives du marché des fontes moulées.

Beaucoup d'entre vous sans doute ont vu récemment ce film dans lequel un sociétaire de la Comédie-Française tenait la gageure de jouer treize rôles différents.

Une telle performance se continue et se renouvelle chaque jour dans nos écoles : il apparaît en effet dans les boutiques sous des formes bien drôles.

(\*) Conférence prononcée devant la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale le 18 novembre 1962 à l'occasion de la réunion du Bureau des Sociétés et du Bureau des Fonderies de Pont-à-Mousson.

cependant est malaisé d'en analyser les causes. C'est à ce sujet que l'on peut faire quelques observations. Il existe, en effet, une forte corrélation entre la taille des entreprises et leur performance. Les plus grandes entreprises sont généralement les plus productives.

Il existe également une corrélation entre la taille des entreprises et leur rentabilité. Les plus grandes entreprises sont généralement les plus rentables. Cela peut être dû au fait que les plus grandes entreprises ont accès à des ressources financières plus importantes, ce qui leur permet de faire des investissements plus importants et de gagner plus d'argent.

Il existe également une corrélation entre la taille des entreprises et leur croissance. Les plus grandes entreprises sont généralement les plus croissantes. Cela peut être dû au fait que les plus grandes entreprises ont accès à des ressources financières plus importantes, ce qui leur permet de faire des investissements plus importants et de gagner plus d'argent.

Il existe également une corrélation entre la taille des entreprises et leur productivité. Les plus grandes entreprises sont généralement les plus productives. Cela peut être dû au fait que les plus grandes entreprises ont accès à des ressources financières plus importantes, ce qui leur permet de faire des investissements plus importants et de gagner plus d'argent.

Il existe également une corrélation entre la taille des entreprises et leur rentabilité. Les plus grandes entreprises sont généralement les plus rentables. Cela peut être dû au fait que les plus grandes entreprises ont accès à des ressources financières plus importantes, ce qui leur permet de faire des investissements plus importants et de gagner plus d'argent.

Il existe également une corrélation entre la taille des entreprises et leur croissance. Les plus grandes entreprises sont généralement les plus croissantes. Cela peut être dû au fait que les plus grandes entreprises ont accès à des ressources financières plus importantes, ce qui leur permet de faire des investissements plus importants et de gagner plus d'argent.

Il existe également une corrélation entre la taille des entreprises et leur productivité. Les plus grandes entreprises sont généralement les plus productives. Cela peut être dû au fait que les plus grandes entreprises ont accès à des ressources financières plus importantes, ce qui leur permet de faire des investissements plus importants et de gagner plus d'argent.

Il existe également une corrélation entre la taille des entreprises et leur rentabilité. Les plus grandes entreprises sont généralement les plus rentables. Cela peut être dû au fait que les plus grandes entreprises ont accès à des ressources financières plus importantes, ce qui leur permet de faire des investissements plus importants et de gagner plus d'argent.

Il existe également une corrélation entre la taille des entreprises et leur croissance. Les plus grandes entreprises sont généralement les plus croissantes. Cela peut être dû au fait que les plus grandes entreprises ont accès à des ressources financières plus importantes, ce qui leur permet de faire des investissements plus importants et de gagner plus d'argent.

Il existe également une corrélation entre la taille des entreprises et leur productivité. Les plus grandes entreprises sont généralement les plus productives. Cela peut être dû au fait que les plus grandes entreprises ont accès à des ressources financières plus importantes, ce qui leur permet de faire des investissements plus importants et de gagner plus d'argent.

Il existe également une corrélation entre la taille des entreprises et leur rentabilité. Les plus grandes entreprises sont généralement les plus rentables. Cela peut être dû au fait que les plus grandes entreprises ont accès à des ressources financières plus importantes, ce qui leur permet de faire des investissements plus importants et de gagner plus d'argent.

## *Techniques et Perspectives de la fonte* (\*)

par M. PIERRE DAVID

Directeur Général du Centre de Recherches de Pont-à-Mousson

Il comportera trois parties

Dans la première, nous passerons en revue les constituants de la fonte et ses différentes variantes. Mais, rassurez-vous, je ne m'aventurerai pas dans un cours de métallurgie, surtout en l'absence de M. Chaudron, mon professeur de métallurgie à l'Ecole des Mines.

Nous passerons ensuite en revue les perfectionnements qui, depuis quelques années, ont transformé les techniques de la fonderie.

Enfin, quelques projections nous précisent les perspectives du marché des fontes moulées.

10

Beaucoup d'entre vous sans doute ont vu récemment ce film dans lequel un sociétaire de la Comédie Française tenait la gageure de jouer treize rôles différents.

Une telle performance, le carbone la renouvelle chaque jour dans nos fonderies : il apparaît en effet dans les fontes sous dix formes bien distinctes.

(\*) Conférence prononcée devant la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, le 18 novembre 1965, à l'occasion de la remise du Grand Prix Lamy à la Société des Fonderies de Pont-à-Mousson.

Mais il ne s'agit plus cette fois d'une vedette entourée de quelques compagnons. Ce sont des foules immenses d'atomes de fer et de carbone qui entrent en scène, suivies d'armées entières d'atomes de silicium, de phosphore, de manganèse et de soufre et de peuplades où sont représentés la plupart des métaux connus.

Et pour nous faire une idée des multitudes en présence, retenons que dans une goutte de fonte liquide de la taille d'une tête d'épingle, les atomes sont plus nombreux que la population du globe.

Mais revenons à la cristallisation de la fonte. Elle s'amorce en général vers  $1200^{\circ}$  et comporte trois étapes :

- solidification
- graphitisation du carbone
- métamorphose du fer

Les premiers cristaux apparaissent dans le liquide incandescent et grossissent librement en son sein ; suivant que la fonte est riche ou pauvre en carbone, ces cristaux sont constitués :

- soit par de la *cémentite*, un carbure de fer en forme de dendrites dures et fragiles, tenant 6,6 % de carbone ;
- soit par une masse de cristaux de fer : *l'austénite*. *L'austénite* est tendre, ductile, hospitalière : elle tolère que, jusqu'à 1,8 % en poids, des atomes de fer s'insèrent dans les interstices de ses mailles cubiques.

Puis, le refroidissement se poursuivant, vers  $1130^{\circ}$ , le liquide se solidifie en masse sous une forme feuilletée constituée par des fines couches alternées d'austénite et de cémentite : c'est la *lédéburite*.

L'histoire pourrait s'arrêter là, et déjà elle serait très belle car elle offrirait aux mouleurs, grâce à un dosage approprié du carbone, le choix entre trois types de fonte : une dure résistant à l'usure, une tendre résistant au choc, une feuilletée résistante et facile à usiner.

Mais deux événements inattendus et généralement imbriqués viennent remettre tout en cause :

D'une part et pour peu qu'on lui en laisse le temps, le carbone choisit la liberté. Il s'échappe du carbure et s'établit dans la fonte sous forme de paillettes noires et très tendres de *graphite lamellaire*.

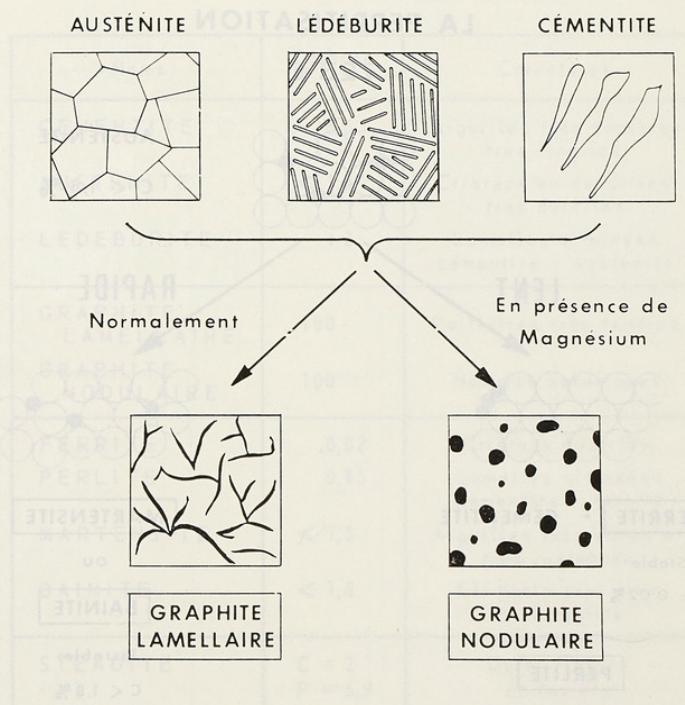
Mais, circonstance importante sur laquelle nous reviendrons, si la fonte contient des quantités très faibles, homéopathiques, de magnésium ou de cérium, le carbone se rassemble au sein du métal en nodules sphériques : *le graphite nodulaire*.

De son côté, vers  $723^{\circ}$ , le fer s'engage dans un processus révolutionnaire. Il change de forme cristalline avec l'espoir d'adopter une constitution alpha, plus compacte que la constitution gamma.

Cette révolution, comme beaucoup d'autres, manque son but et la forme nouvelle, la *ferrite*, se révèle après coup

## LA GRAPHITISATION

de 1130 °C à 600 °C



un peu moins dense que l'austénite dont elle a pris la succession.

Mais le changement dans l'organisation des atomes de fer comporte une lourde conséquence, qui peut s'expliquer très schématiquement de la façon suivante : les interstices triangulaires de la

ferrite sont plus petits que les interstices carrés de l'austénite.

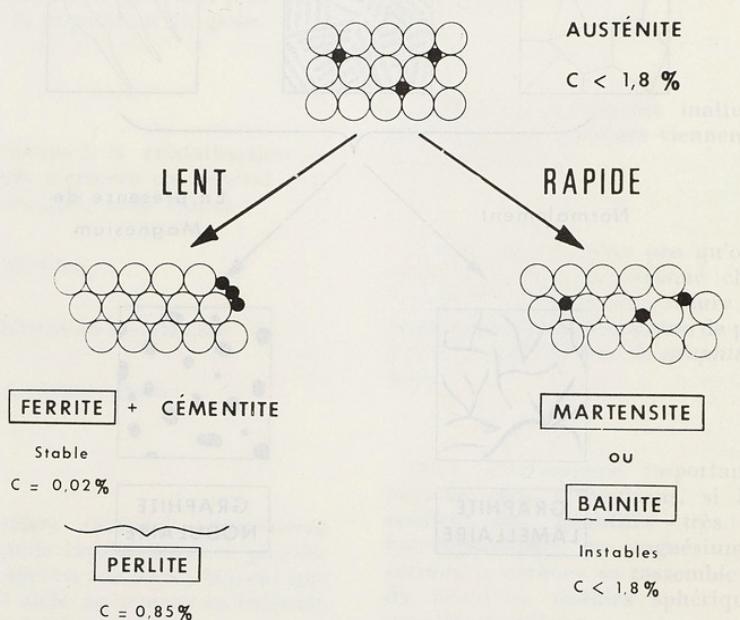
C'est pourquoi la ferrite est sans pitié : elle rejette les atomes de carbone que l'austénite lui avait légués en héritage.

Suivant les délais et les facilités d'évacuation que leur laisse le refroidissement, le carbone :

- reste prisonnier : c'est la *martenite* ;
- passe au maquis : c'est la *bainite* ;

## LA FERRITISATION

723 °C



— ou gagne la frontière des cristaux pour s'établir souvent sous une forme feuilletée, la *perlite*, constituée de couches alternées de ferrite et de cémentite.

De son côté, vers 723°, le fer s'engage dans un processus révolutionnaire. Il se décompose dans l'atmosphère avec l'espace entre les cristaux qui devient

Une dernière figure du carbone est fréquente dans les fontes : la *stéadite*, composé ternaire de fer, de carbone et de phosphore, dur et fragile, mais très fusible et par là même avantageux pour le moulage.

Le processus de solidification de la fonte est un phénomène complexe. On connaît les modifications thermiques qui se produisent au cours de la solidification, mais il est difficile de déterminer avec précision les modifications chimiques qui se produisent. Les modifications chimiques sont essentiellement dues à l'oxydation de l'acier et à l'absorption de gaz.

## LES 10 FIGURES DU CARBONE

Noms	Carbone %	Caractères
CEMENTITE	6,6	Aiguilles très dures et très fragiles
AUSTENITE	< 1,8	Cristaux en dendrites très ductiles
LEDEBURITE	4,2	Lamelles alternées cémentite + austénite
GRAPHITE LAMELLAIRE	100	Paillettes très tendres
GRAPHITE NODULAIRE	100	Nodules sphériques
FERRITE	0,02	Cristaux ductiles
PERLITE	0,85	Lamelles alternées cémentite + ferrite
MARTENSITE	< 1,8	Aiguilles très dures et très instables
BAINITE	< 1,8	Eléments très fins de cémentite
STEADITE	C = 2 P = 6,9	Dure, fragile et fusible

Dans le déroulement de cette solidification et de cette cristallisation, les autres éléments de la fonte ne restent

pas inactifs : tous, par leur présence, exercent une action sélective sur les grands événements de la solidification.

Les uns, comme le nickel, se substituent au fer dans les mailles des cristaux, un peu comme des Saint-Cyriens qui se seraient glissés dans les rangs des Polytechniciens au défilé du 14 juillet.

D'autres, comme le chrome, marquent leur préférence pour la forme carbure.

Certains filent le parfait amour, tels le soufre et le manganèse, indifférents au monde qui les entoure.

Les timides, les arriérés de la solidification, comme le phosphore, se contentent des vides que leur abandonnent leurs voisins.

#### LES ELEMENTS SECONDAIRES

Elément	Action sur la ferritisation	Action sur la graphitisation	Action sur les nodules
Phosphore	-	+	
Soufre		-	
Silicium		+	
Manganèse	-	-	
Nickel	-	+	
Chrome	-	-	
Cuivre	-	+	
Molybdène	-	-	
Tungstène	+	-	
Vanadium	+	-	
Titane	+	-	
Zirconium	+	-	
Etain	-	-	
Magnésium	-	-	
Cérium			+

Il existe d'autres moyens, physiques cette fois, pour agir sur la dimension et sur la nature des structures cristallines.

C'est ainsi qu'une solidification accélérée entraîne une cristallisation plus fine et généralement plus résistante.

On peut aussi faire de l'inoxydation, c'est-à-dire ensemencer dans le métal

liquide des germes cristallins très fins, de ferro-silicium par exemple, qui servent d'amorce à la cristallisation et permettent de graduer la finesse du grain.

D'autre part, un refroidissement rapide de la fonte solidifiée favorise la conservation des structures de trempe comme la cémentite et la martenite.

Au contraire, un recuit de longue durée favorise l'apparition du graphite.

Du reste, le métallurgiste bénéficie, dans ce domaine, d'un privilège qui échappe à l'historien : celui de remonter l'échelle des temps, c'est-à-dire les températures et d'améliorer aussi, par des recuits ou des revenus, la structure, la qualité et la stabilité des produits moulés.

Sans doute ai-je abusé de votre bienveillance pour souligner la variété des moyens chimiques et physiques dont dispose le fondeur.

Tel un organiste devant les registres et les touches de son tableau, il peut choisir ses partitions et donner libre cours à son art.

Le Centre technique des Industries de la Fonderie a grandement contribué à faire connaître toutes ces finesse de la métallurgie des fontes et le Centre d'Information des Fontes moulées vient de publier un immense tableau qui en comporte 28 familles :

le « Fontorama ».

En voici un résumé très sommaire :

#### TYPES DE FONTES

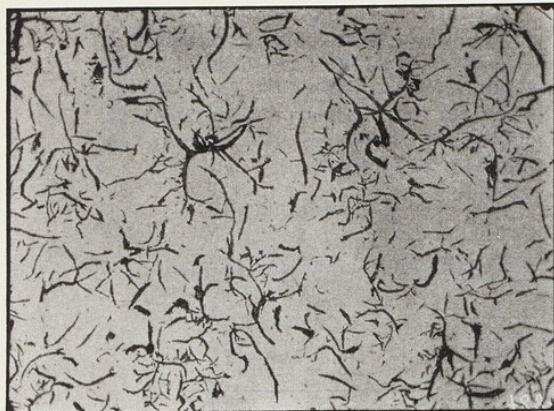
Désignation	Composition	Résistance à la traction	Usages
Grises		8 - 12	Lingoieries
Mécaniques		18 - 25	Machines-outils
Résistantes		22 - 35	Automobile
Méhanites	inoculées	26 - 40	Grosse mécanique
Malléables à cœur blanc		30 - 70	Machines agricoles Quincaillerie
Nodulaires		38 - 80	Tuyaux - Mécanique
Aciculaires	Ni = 2 Mo = 1	40 - 50	Chocs - Frottement
Ni Hard	Ni = 4 Cr = 3	( $\Delta = 600$ HV)	Autotrempeante
Ni Resist	Ni = 14 à 20	25 - 35	Corrosion chimique
Bainitiques nodulaires	Ni = 1,5 Mo = 0,5	120	Vilebrequins
Martensitiques	Ni Cr Mo	32 - 130	Pièces d'usure
Au silicium	Si = 15	fragile	Résistance acides
Au chrome		32 - 54	Corrosion à chaud
Au cuivre			Usinage facile

Retenons donc, de ces données métallurgiques, que le domaine des fontes est devenu un monde complexe, riche en possibilités et qu'il faut désormais dire

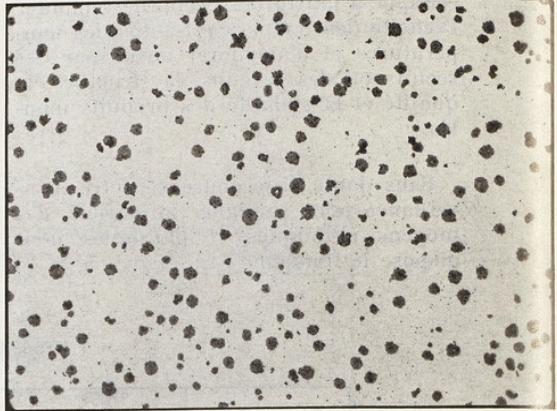
les fontes,

et non plus, comme au temps de grand-papa :

la fonte.



Micrographie d'une fonte mécanique coulée en sable  
(grossissement 50)



Micrographie d'une fonte ductile centrifugée  
(grossissement 50)

Mais dans la technique, c'est-à-dire dans les applications industrielles, la transformation est plus importante encore.

Que s'est-il donc passé ?

Tout simplement une heureuse série de découvertes, de perfectionnements, de mises au point.

En quelques années de vieux problèmes insolubles ont reçu des solutions excellentes et parfois inattendues :

le problème du phosphore,

le problème de la fragilité,

le problème de la précision.

Reprenez dans leur ordre logique les éléments de cette transformation :

1) La mécanisation des mines de fer a permis une exploitation plus régulière des gisements.

Voici par exemple la roue à godets qui, sur le carreau de la mine, assure le mélange, l'homogénéité et la constance d'analyse des chargements.

2) Le minerai subit ensuite un broyage puis une cuisson qui décompose les carbonates, chasse l'humidité, le transforme en un aggloméré dur, poreux et

régulier. Sa teneur en fer passe de 32 à 42 %.

3) La conduite du haut fourneau en est considérablement facilitée. Elle se fait désormais depuis un poste de dispatching qui ressemble étrangement à la cabine d'aiguillage d'une grande gare.

4) Une révolution plus profonde est intervenue récemment : l'injection d'hydrocarbures liquides à la base des hauts fourneaux. Cette injection permet de corriger instantanément l'allure de marche, alors que la modification des charges de coke ne faisait sentir son effet qu'après un délai de 15 à 20 heures.

#### LES NOUVELLES TECHNIQUES DE LA FONDERIE

- Agglomération du minerai
- Injection de fuel au haut fourneau
- Régulation (automatique) des H.F.
- Déphosphoration à l'oxygène
- Fonte ductile au magnésium
- Coulée en coquille
- Moulage chimique
- Précision des traitements thermiques
- Contrôle par gammographie
- Traitements de surface

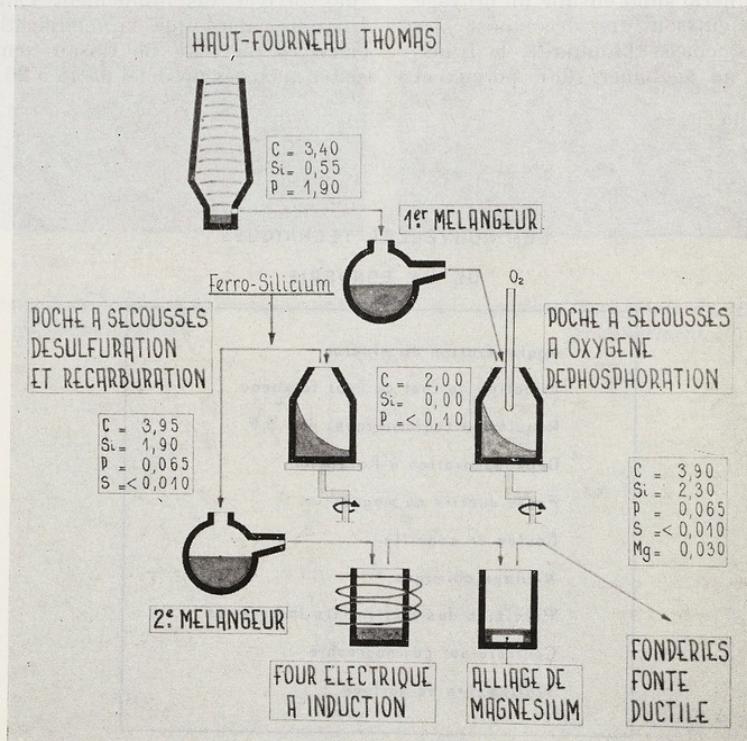
5) Mieux encore, pour la première fois dans le monde, l'Institut de Recherches de la Sidérurgie vient de réaliser un équipement automatique contrôlé par ordinateur dont l'emploi va s'imposer pour la régulation des hauts fourneaux produisant des fontes de moulage.

6) Mais c'est là que surgit le problème le plus difficile de la métallurgie des fontes, les minerais lorrains ont en effet un grave défaut : ils sont phosphoreux et, au trou de coulée du haut fourneau, les fontes ont une teneur de 1,75 à 2 % de phosphore. Elles sont fragiles.

Depuis cent ans, ce problème de la déphosphoration troublait les nuits des fondeurs lorrains.

Pendant plusieurs années, on a tourné

la difficulté en transformant la fonte phosphoreuse en acier par le procédé Thomas, puis en recarburant l'acier sur du coke incandescent dans une seconde cornue.



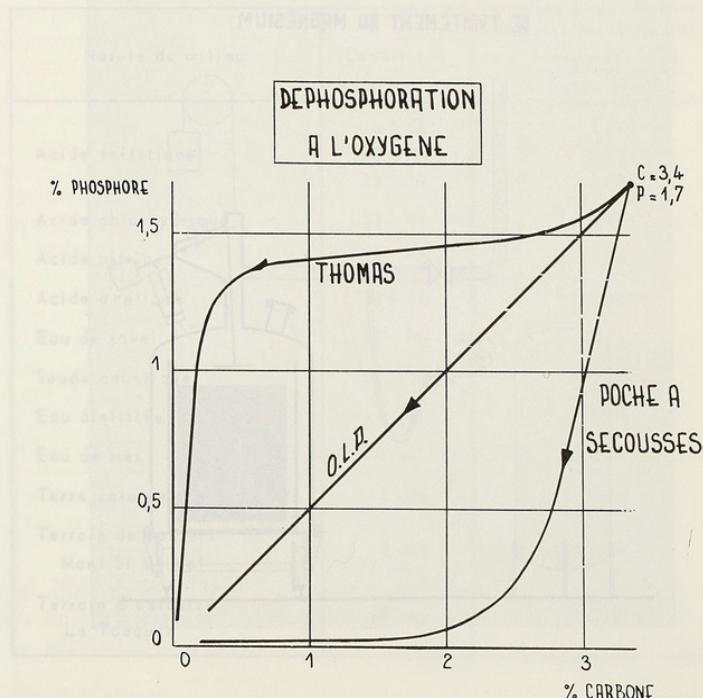
### *Schéma des opérations d'élaboration de la fonte ductile*

L'emploi simultané de l'oxygène et d'une poche à secousses vient enfin de résoudre le problème. L'injection d'oxygène à la surface du métal et l'agitation de la fonte liquide au contact du laitier basique permettent d'éliminer le phosphore avant que le carbone ne soit brûlé.

Voici un graphique dans lequel on a

porté en abscisse la teneur en carbone et en ordonnée la teneur en phosphore. Il montre comment agissent les différents procédés de déphosphoration en partant d'une fonte ayant des teneurs initiales de

3,4 % en carbone  
et 1,7 % en phosphore.



7) Cette étape préalable conditionnait le développement industriel de la fonte ductile, c'est-à-dire le progrès le plus important de cette longue série.

La fonte ductile a été découverte presque simultanément en 1948 par Gagnebin aux Etats-Unis et par Morrogh en Grande-Bretagne. Elle est obtenue en traitant au magnésium ou au cérium

des fontes ayant des teneurs très faibles en phosphore et en soufre.

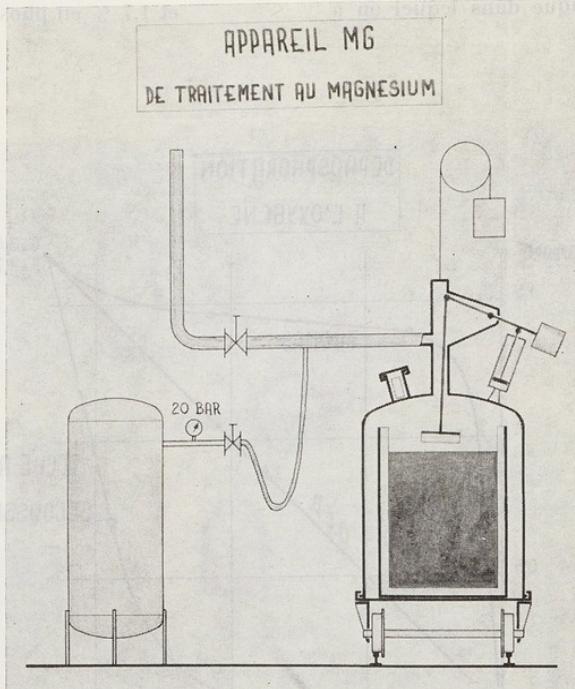
Le traitement n'est pas facile car le magnésium est extraordinairement oxydable et se tient éloigné de la fonte à la fois par la différence de densité et par la différence des températures de fusion.

Pour vaincre cette répulsion, il faut user de subterfuges.

Les uns sont inspirés de la pharmacopée et consistent à dissimuler le magnésium dans un cachet en tôle, à l'incorporer dans un alliage de ferro-silicium ou, suivant une récente variante, dans du coke.

Il existe également des procédés de fondue au magnésium dans lesquels le métal est introduit dans la fonte en continu. Ces procédés sont utilisés dans les usines de fondue de fer et d'acier. Ils sont basés sur la réaction entre le magnésium et l'oxygène dans la fonte. Le magnésium réagit avec l'oxygène pour former du magnésium oxyde, qui est un métal solide et stable. Ce procédé est utilisé dans les usines de fondue de fer et d'acier pour produire des aciers spéciaux à basse teneur en carbone.

Le procédé MG utilise une pression d'azote de 20 bars pour assurer la sécurité.



Les uns sont inspirés de la pharmacopée et consistent à dissimuler le magnésium dans un cachet en tôle, à l'incorporer dans un alliage de ferro-silicium ou, suivant une récente variante, dans du coke.

Un autre procédé est particulièrement audacieux : c'est l'appareil MG. Par une curieuse prédestination, son nom rap-

pelle à la fois le symbole du magnésium et les initiales de son inventeur. Cet appareil fonctionne sous pression d'azote de 20 atmosphères. La quantité nécessaire de magnésium, introduite par un sas, tombe dans la fonte liquide sans pouvoir brûler faute d'oxygène ni se volatiliser en raison de la pression. La mise en contact est assurée par un agitateur réfractaire.

Les uns font appel à la chimie minérale comme le procédé Smaw ou le procédé russe au sable liquide.

Toutes les ressources de la physique sont utilisées pour l'étude et le contrôle des pièces.

Les autres utilisent des méthodes thermodynamiques et le procédé de la fonderie en capsules.

Les méthodes d'extensométrie et de métastématique permettent de faire des pièces les plus légères et

#### RESISTANCE A LA CORROSION DE LA FONTE NODULAIRE

Sur la base de l'électrolyse et de l'électrolyse, on a obtenu la résistance au

corrosion de la fonte nodulaire.

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

Il suffit de que le sable n'ait pas une coquille d'usinage etablement supprimée.

Il suffit de que la fonte nodulaire soit suffisamment épaisse pour réaliser

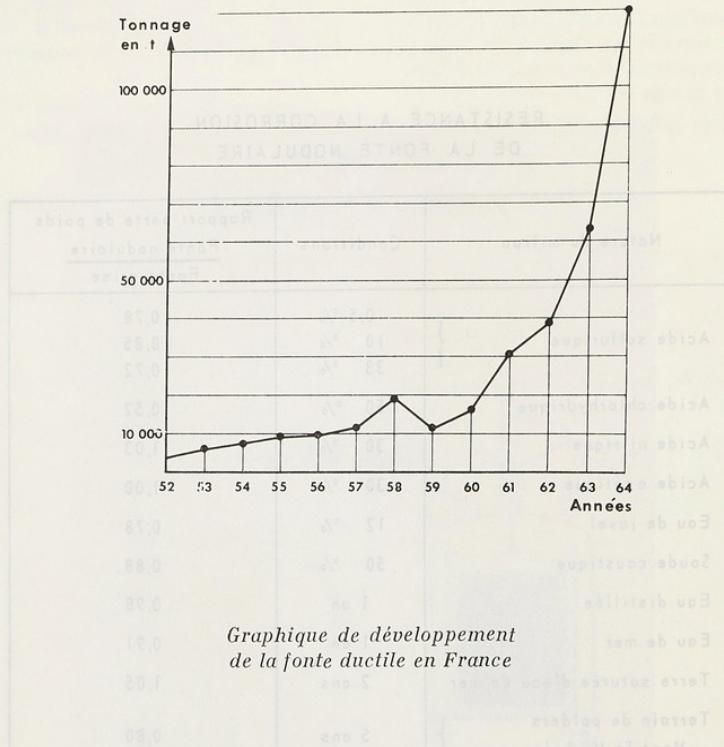
Il convient de souligner que la fonte ductile ou nodulaire se révèle l'égale de la vieille fonte grise au point de vue de la résistance à la corrosion.

Il convient de souligner que la fonte ductile ou nodulaire se révèle l'égale de la vieille fonte grise au point de vue de la résistance à la corrosion.

Cette constatation est de la plus haute

importance pour les conduites enterrées : elle est désormais confirmée dans tous les pays. C'est une des raisons pour lesquelles, après les années de mise au point et d'installation, la fonte ductile connaît un rapide développement.

Nature du milieu	Conditions	Rapport perte de poids	
		Fonte nodulaire	Fonte grise
Acide sulfurique	0,5 %	0,78	
	10 %	0,85	
	33 %	0,72	
Acide chlorhydrique	50 %	0,52	
Acide nitrique	30 %	1,03	
Acide acétique	30 %	1,00	
Eau de javel	12 %	0,78	
Soude caustique	50 %	0,88	
Eau distillée	1 an	0,98	
Eau de mer	1 an	0,91	
Terre saturée d'eau de mer	2 ans	1,05	
Terrain de polders Mont St Michel	5 ans	0,80	
	10 ans	0,89	
Terrain d'estuaire Le Touquet			



8) Dans une métallurgie aussi complexe, le contrôle chimique des éléments prend une importance capitale : l'analyse spectrographique est venue fort opportunément apporter la solution de ce problème.

Les échantillons prélevés en fonderie sont expédiés au laboratoire par tube pneumatique.

Ils sont aussitôt mis en place sur le spectrographe. Les déterminations demandent 25 secondes et, par télétype, les analyses arrivent aux utilisateurs avec un luxe de renseignements que personne n'aurait songé à demander aux méthodes chimiques.

Le spectrographe, la fluorescence de

rayons X et la microsonde de Castaing complètent du reste, quand c'est nécessaire, l'analyse automatique.

9) Cette étape marque le terme de la métallurgie de la fonte.

Apparaissent maintenant les problèmes de la géométrie, de la forme, c'est-à-dire du moulage.

Le moulage en coquille métallique, qui avait fait ses preuves dans la centrifugation des tuyaux, est désormais utilisé pour la fabrication de certains raccords.

Enfin différents procédés chimiques ont été mis au point pour l'agglomération des sables siliceux de moulage.

Les uns font appel à la chimie minérale comme le procédé Shaw ou le procédé russe au sable liquide.

Les autres utilisent des plastiques thermoudicissables, c'est le cas du moulage en carapace.

Sur un modèle mécanique, chauffé électriquement, on dépose le sable enrobé d'une résine phénolique qui se polymérisé au contact du modèle.

Il suffit de retourner le tout au bout de quelques secondes pour libérer le sable non aggloméré et pour recueillir une coquille mince et dure. Deux coquilles forment le moule si précis que l'usinage des pièces moulées est considérablement réduit et souvent même supprimé.

Toutes les ressources de la physique sont utilisées pour l'étude et le contrôle des pièces.

D'une part, les méthodes d'extensométrie et de photoélasticimétrie permettent de choisir les formes les plus légères et les plus résistantes.

Et ces formes sont souvent tellement complexes, tellement humaines, que seule la fonderie permet de les réaliser.

D'autre part, les contrôles par rayons X ou par rayons gamma, en utilisant des sources de cobalt ou d'iridium radioactifs, permettent de contrôler l'épaisseur et la santé des pièces.

Enfin, toute une gamme de traitements de surface vient élargir encore les possibilités d'emploi des pièces moulées.

#### TRAITEMENTS DE SURFACE

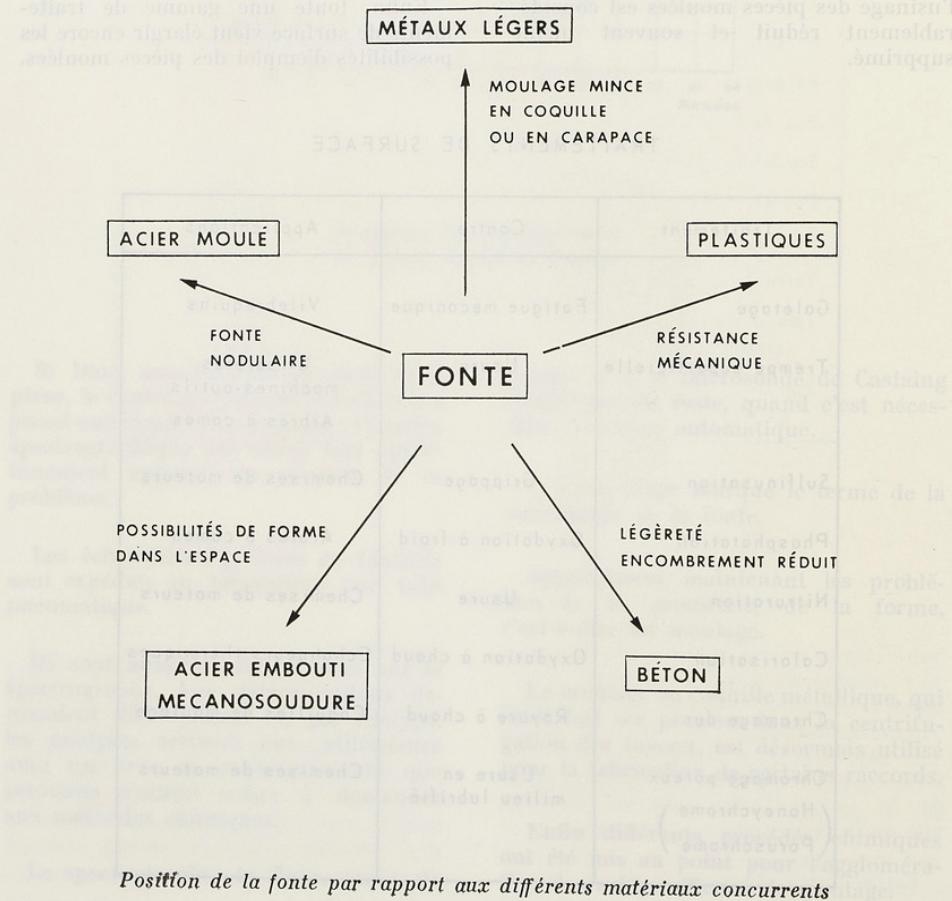
Traitement	Contre	Applications
Galetage	Fatigue mécanique	Vilebrequins
Trempe superficielle	Usure	Glissières machines-outils Arbres à cames
Sulfinisation	Grippage	Chemises de moteurs
Phosphatation	Oxydation à froid	Arbres à cames
Nitruration	Usure	Chemises de moteurs
Calorisation	Oxydation à chaud	Échangeurs thermiques
Chromage dur	Rayure à chaud	Coquilles de moulage
Chromage poreux ( Honeychrome ) ( Poruschrome )	Usure en milieu lubrifié	Chemises de moteurs

Sur les bases métallographiques et techniques qui viennent d'être résumées il nous reste, et ce sera la dernière partie de cet exposé, à préciser les perspectives commerciales de la fonte.

Bien lointaine est l'époque où sa longévité et sa facilité de moulage étaient les meilleures armes de la fonte, l'épo-

que des taques de cheminée, de la flèche de la cathédrale de Rouen ou des 3 600 tonnes de la coupole du Capitole à Washington.

La fonte s'est installée au centre des marchés de l'hydraulique, de la mécanique, de l'automobile et de la construction.



Mais ce privilège lui vaut, en contre-partie, la concurrence de la plupart des autres matériaux.

Contre l'acier moulé, la fonte déclenche une contre-offensive en faisant valoir les possibilités mécaniques de la fonte ductile, sa plus grande facilité de moulage, sa résistance à la corrosion.

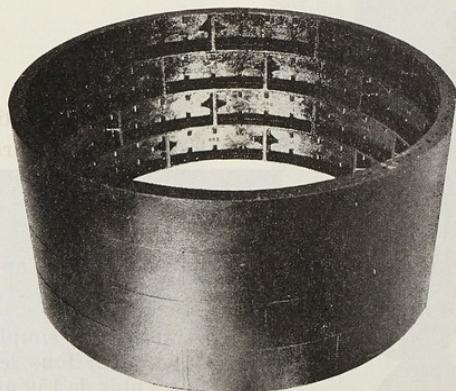
Vis-à-vis de la tôle emboutie et de la mécano-soudure, la fonte bénéficie des incomparables possibilités d'architecture dans l'espace que lui confère le moulage.

Contre les métaux légers, la fonte use des procédés de moulage fins : elle prend l'avantage partout où les efforts sont

importants. Les techniques de moulage en coquille ou en carapace permettent de réaliser des pièces précises et fines : 3 mm. C'est la raison pour laquelle les constructeurs américains reviennent à la fonte pour les blocs moteurs d'automobile.

Plus récemment, les plastiques sont entrés dans cette compétition avec des procédés de formation qui s'apparentent étroitement au moulage. Là encore les considérations de résistance mécanique sont déterminantes.

Enfin, sur certains marchés, la fonte rencontre le béton avec des avantages de résistance et de légèreté relative.



Maquette d'un élément de cuvelage en fonte ductile

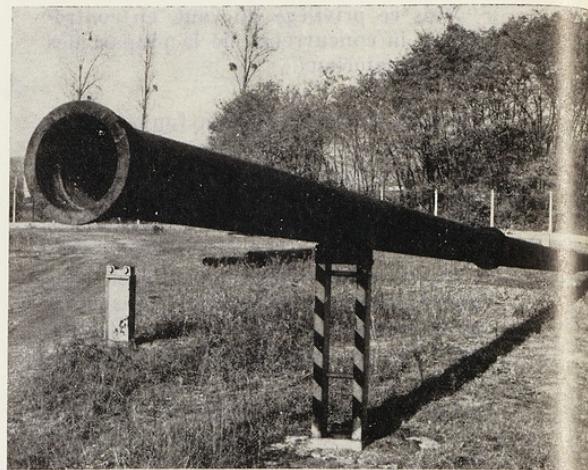
La plupart des tunnels urbains ou sous-fluviaux sont revêtus de cuvelages en fonte qui, à section utile égale, présentent un encombrement extérieur

plus faible, ce qui réduit d'autant le volume des fouilles et facilite le tracé dans le sous-sol encombré des grandes villes.

Mais quelques exemples montreront les bons services de la fonte à l'encontre de sollicitations souvent complexes, puisqu'aux actions mécaniques viennent s'ajouter l'effet de l'abrasion, de la chaleur, ou de l'agressivité chimique.

Les canalisations enterrées tiennent la première place dans ce palmarès ; elles utilisent à plein les qualités de la fonte ductile :

résistance à la traction (c'est-à-dire à l'éclatement),  
à la flexion,  
à l'ovalisation,  
à la corrosion.



Robinet-vanne méplat en fonte

Flèche naturelle d'une canalisation en fonte ductile à joint vissé

Et aux canalisations, il faut joindre les robinets et leurs accessoires.

Voici d'autres applications :

En traction simple, les boulons Express qui battent tous les records de production : plus de 150 millions de pièces.

En flexion, les contrebrides de joint et les plaques de regard. Dans cette dernière application, l'emploi de la fonte ductile a permis à la fois de doubler les charges admissibles et de diminuer de près de 40 % le poids du métal mis en œuvre.

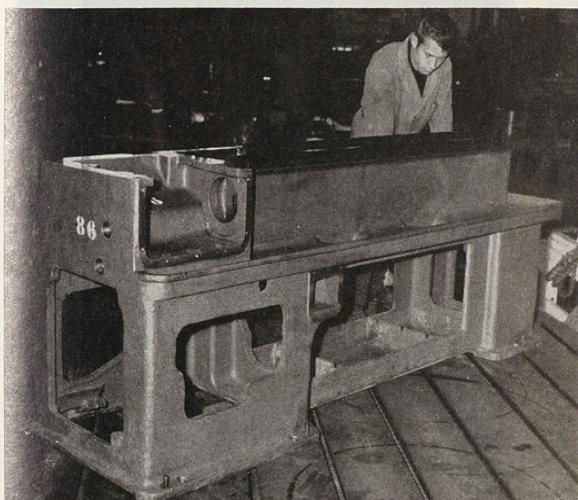
En torsion et en flexion combinées, les vilebrequins en fonte ductile gagnent toute l'automobile.



Boulons Express pour joint de canalisation en fonte

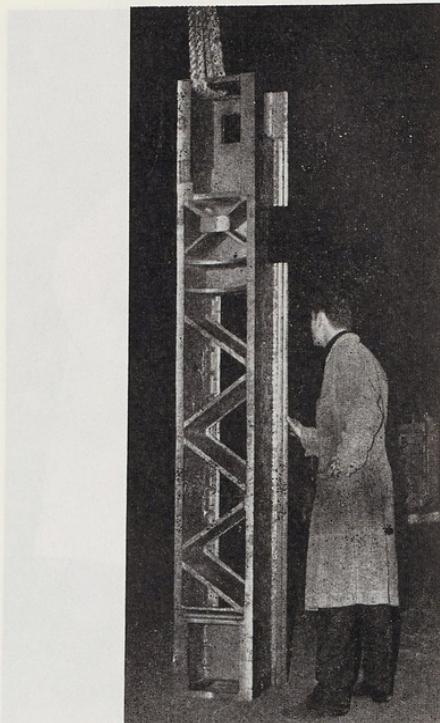


Vilebrequin en fonte ductile pour moteur Diesel



Chemin de roulement Banc de tour

La fonte est reine dans la construction des machines-outils : elle possède en effet :  
résistance mécanique,  
facilité d'usinage,  
stabilité dimensionnelle,  
amortissement des vibrations,  
résistance à l'usure.

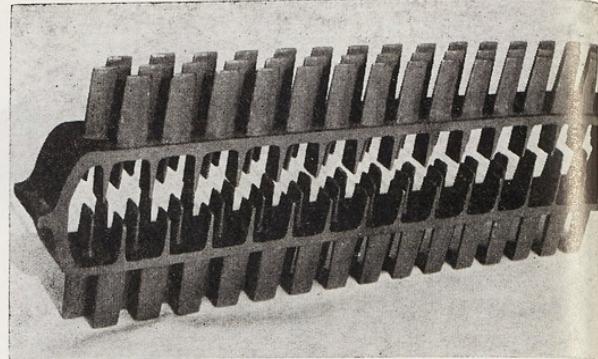


*Banc de tour,  
nervurage intérieur*

Le moulage permet en outre de concilier des formes extérieures très harmonieuses et une grande rigidité grâce à des nervures intérieures.

Inversement, dans le cas des pompes et des turbines, le moulage permet d'obtenir des formes intérieures aérodynamiques ou plus exactement hydrodynamiques et des formes extérieures nervurées et complexes.

Un autre fief de la fonte est celui du chauffage qui met à profit sa résistance à la fissuration : lingotières d'aciérie par exemple.



*Coupe d'un élément d'économiseur à ailettes*

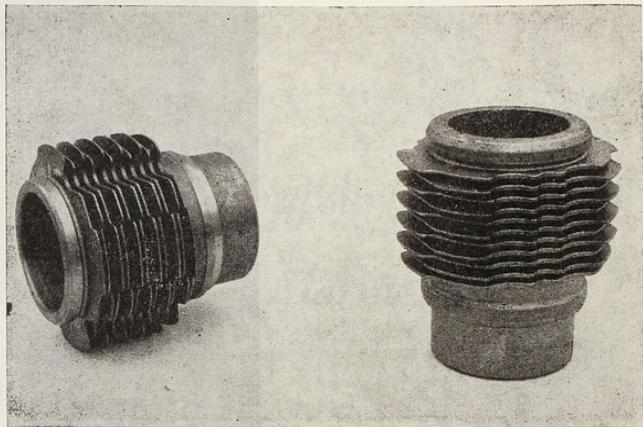


*Culasse de moteur marin*

Dans certains cas, la corrosion chimique vient renforcer l'action de la chaleur : c'est le cas des échangeurs thermiques, réchauffeurs d'eau, réchauffeurs d'air, ainsi que des culasses de moteurs et des tubulures d'échappement.

Dans d'autres cas, l'usure mécanique vient se joindre à la chaleur, c'est le cas des cylindres de moteurs.

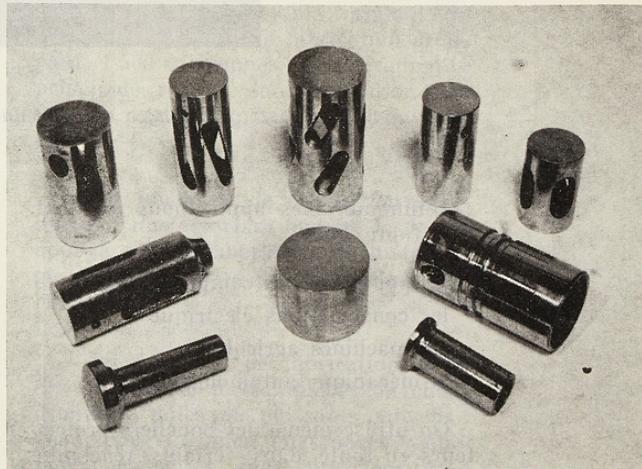
Cette double résistance à la chaleur et à l'usure, on la retrouve également dans les problèmes de freinage ou d'embrayage, qu'il s'agisse de voitures et de freins à disques, de camions et de tambours, de wagons et de sabots de freins.



*Chemise de cylindre à refroidissement à l'air pour automobile*

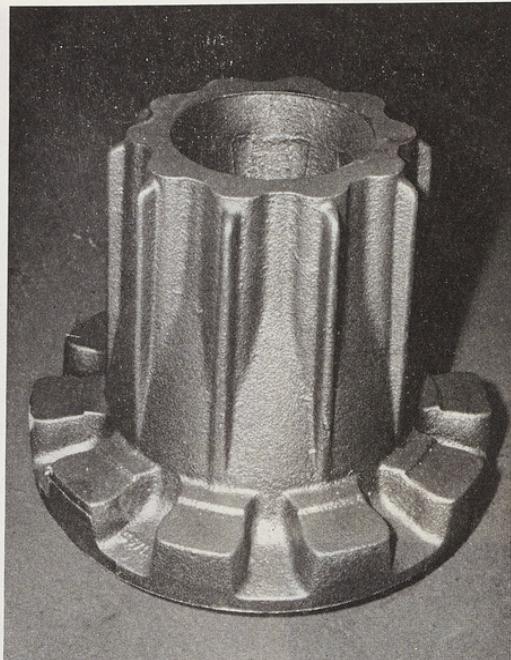


*Chemise de cylindre pour moteur marin diesel*



*Poussoirs de soupape pour différents moteurs*

Enfin, des sièges de soupape en fonte au nickel chrome résistent à la fois au choc, à la chaleur et à l'oxydation.



*Moyeu en fonte ductile pour camion*

D'innombrables applications s'offrent à la fonte dans :

les pompes et les compresseurs,  
les constructions électriques,  
les machines agricoles,  
la mécanique automobile.

On utilise même des boucliers protecteurs en fonte dans certains réacteurs nucléaires, des patins de freinage en fonte sur des avions, des tuyères en fonte ductile sur les fusées.

Mais il nous faut conclure.

Les industries modernes sont, de plus en plus, des industries de grande série,

l'automobile en est le meilleur exemple. Ces industries utilisent des quantités croissantes de moules en fonte car la fonderie est le seul procédé qui permette d'obtenir sans perte de métal des pièces, complexes par leur forme et leurs fonctions.

Une seconde conclusion est plus significative. Vous avez pu constater que la plupart des pièces en fonte jouent des rôles actifs, elles transportent, tournent, glissent, poussent, engrènent, frottent, chauffent.

Cette activité, ce dynamisme, sont le symbole même des techniques et des perspectives de la fonte.

# *Les Stations d'essais d'appareils propulsifs marins à vapeur*

*de l'Etablissement national de la Marine*

à Indret (\*)

par MM. J.-L.-E. SEGUI et A. JANOIR  
*Ingénieurs principaux du Génie Maritime*

L'Etablissement national de la Marine à Indret a une vocation plus que séculaire dans la conception, la fabrication et la mise au point des appareils propulsifs à vapeur destinés aux bâtiments de la Marine militaire.

C'est en effet en 1828 qu'une ordonnance royale décida de transformer la fonderie de canons et le chantier de construction de coques, en manufacture de construction de machines à vapeur marines.

Situé sur les bords de la Loire, entre Nantes et St-Nazaire, l'Etablissement se trouvait au cœur des activités de la construction navale, dans une position centrale entre les ports de l'Atlantique. Il a depuis lors été le témoin et le promoteur de presque toutes les évolutions techniques en matière de machines propulsives marines.

Au terme d'une longue évolution qui l'a conduit de la roue à aubes à la propulsion nucléaire, l'Etablissement forme

aujourd'hui un ensemble original de moyens d'études et de fabrication groupant 1 500 personnes. Son originalité principale résulte de l'intégration des moyens dont il dispose ; on y trouve en effet :

— les fonctions de conception exercées par un important bureau de dessin appuyé sur un laboratoire de métallurgie qui est un des plus importants de France ;

— les fonctions de fabrication, dans des ateliers de mécanique et de chau-dronnerie dotés de puissants moyens : chaudières, turbines, engrenages réducteurs, capacités sous pression pour l'énergie nucléaire, en sortent couram-ment :

— les fonctions d'essai et d'expérimentation systématiques grâce à des stations d'essai puissantes, modernes et uniques en leur genre.

(\*) Conférence faite le 13 janvier 1966, à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

C'est à la description de ces stations que nous allons nous attacher, en particulier de la Station d'essai des appareils moteurs à vapeur et la Station d'essai des appareils évaporatoires.

Toutefois cet exposé ne serait pas complet si nous omettions de mentionner l'existence de la station d'essais des moteurs Diesel et turbines à gaz. Outre la mise au point de moteurs identiques à ceux installés sur les bâtiments de la Flotte, un ensemble générateur et turbine à gaz de 1 000 kW fourni par la SNECMA est en cours d'essai, pour adaptation à l'appareil propulsif mixte Diesel-gaz d'un bâtiment expérimental.

#### A) LA STATION D'ESSAIS DES APPAREILS MOTEURS A VAPEUR.

I. — La Station d'essais des appareils moteurs à turbines est entrée en service il y a un peu plus de 10 ans. Sa création a été décidée après la guerre, pour pouvoir procéder aux essais des groupes moteurs prototypes jusqu'à leur pleine charge. A cet effet, la Station a été prévue capable d'essayer des groupes de 48 000 kW (65 000 CV) — [à titre de comparaison, les plus grosses machines qu'on ait jamais installées sur une ligne d'arbres de navires sont celles de 46 500 kW (63 000 CV) des P.A. « Clemenceau » et « Foch »].

Cette Station d'essais n'est pas très connue. Elle représente pourtant un ensemble original qui n'a pas beaucoup d'équivalents au monde. Pour notre part, nous n'en connaissons que deux :

— la Station d'essais de la British Ship Research Association (B.S.R.A. ex. Pametrada) à Wallsend on Tyne en Grande-Bretagne ;

— la Station d'essais du National Boiler and Turbine Laboratory (N.B.T.L.) à l'arsenal de Philadelphie U.S.A.

Au palmarès de la Station d'essais d'Indret, il faut citer les essais de la plupart des machines prototypes des bâtiments de la Marine militaire du programme naval d'après-guerre.

Ce sont :

de février à juillet 1954, la machine Td du « Bouvet », escorteur d'escadre ; de novembre 1954 à mars 1955, la machine Td du « Brestois », escorteur rapide ;

de septembre à décembre 1956, la machine Bd du « Colbert » ;

de janvier à avril 1962, la machine Bd de la « Jeanne-d'Arc » ;

d'avril à septembre 1964, la machine Bd de la frégate « Suffren ».

Signalons que la machine du « Colbert » a développé en surcharge près de 37 000 kW (50 000 CV) au banc d'essais, ce qui constitue, à notre connaissance, un record mondial inégalé à ce jour.

II. — Les raisons qui ont conduit la Marine Nationale à la création de ce banc d'essais sont multiples.

Les performances des machines propulsives marines sont traditionnellement vérifiées et contrôlées lors des essais à la mer. C'est la règle dans la Marine Marchande où les essais sont relativement réduits. Pour les machines prototypes installées à bord des navires de guerre, il a paru nécessaire à la Marine Nationale de procéder à des investigations plus poussées à leur égard, investigations destinées tant au contrôle des performances qu'aux inévitables mises au point que nécessite tout matériel nouveau.

Les essais à la mer imposent en effet de très nombreuses servitudes :

— Ils sont destinés à contrôler en premier lieu un certain nombre de performances de l'appareil propulsif en puissance et consommation qui ont une grande importance pratique et contractuelle, même s'ils apprennent peu de chose aux techniciens.

— L'installation des machines à bord des bâtiments de guerre, fort serrée du fait de l'exiguïté des volumes alloués à la propulsion, se prête mal à l'installation d'appareils de mesure supplémentaires précis et nombreux.

— Les conditions d'environnement, mouvements de plate-forme, température et hygrométrie généralement élevées et les sujétions de navigation se prêtent mal à des réglages précis et stables et à des relevés corrects.

— Le coût très élevé des sorties d'essai à la mer, qui immobilisent le navire, ne permet pas d'en multiplier le nombre à loisir.

Dans ces conditions, les performances des machines sont souvent connues de façon peu précise.

Un exemple suffira à éclairer ce point : la connaissance de la consommation de vapeur d'un groupe moteur par kW/h fourni, dite consommation spécifique, pourra être obtenue à bord avec une précision de l'ordre de 5 à 10 % ; le banc d'essais permettra de l'avoir avec une précision de 0,5 à 1 %. Mais cette précision, qui paraît encore modeste, nécessite d'avoir seulement quelque pour mille d'erreurs sur chacun des facteurs de la consommation spécifique : quantité de vapeur consommée, couple fourni et vitesse de rotation. Or, si le pour cent est du domaine

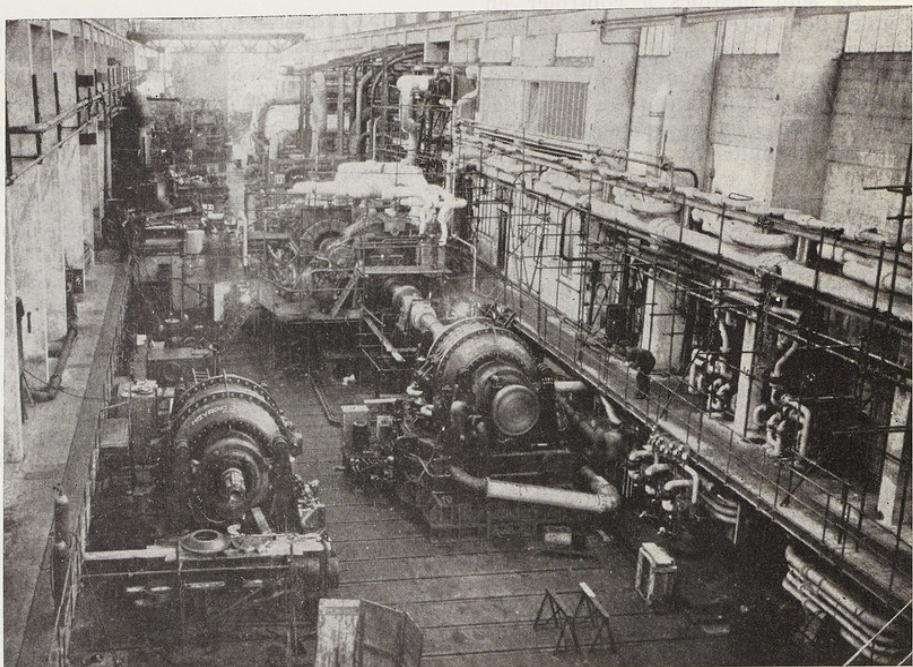
industriel, le pour mille est le domaine du laboratoire.

Mais l'intérêt du banc d'essais ne se résume pas aux possibilités évoquées ci-dessus ; le banc d'essais permet d'effectuer avec une bien plus grande sécurité des essais qui, réalisés sans moyens de contrôle assez développés, présenteraient un risque certain pour le matériel : c'est au banc d'essais que les dispositifs permettant le fonctionnement de longue durée en marche AR des turbines de propulsion ont pu être essayés et mis au point ; pareillement, le fonctionnement de la turbine basse pression en l'absence de vide au condenseur, situation simulant une avarie de combat réelle, a pu être étudiée en détail et les performances à attendre du matériel dans cette situation anormale ont pu faire l'objet de règles de conduite.

En définitive, le banc d'essais est le moyen indispensable pour faire avancer rapidement le progrès technique dans ce domaine ; ce n'est pas là une caractéristique propre aux appareils moteurs à turbine, mais une méthode générale qui a fait ses preuves dans d'autres domaines industriels comme l'aéronautique ou l'automobile.

### III. - Description de la Station d'essais des appareils moteurs à turbines

La Station d'essais des groupes moteurs à vapeur est installée dans un grand hall de 50 m × 20 m, haut de 20 m, desservi par quatre ponts roulants dont un de 80 T. Le banc d'essais proprement dit est un plan de pose longriné de 47 m × 13 m dont la partie médiane est occupée par les freins qui seront décrits plus loin.

FIG. 1. — *Vue de la nef d'essai*

III. Description de la nef d'essai  
des appareils moteurs à turbines

La conception de cette nef d'essai a été réalisée dans un bâtiment de 30 m de long sur 10 m de large et 10 m de haut. Les appareils moteurs sont installés dans une partie de la nef d'essai, et la partie avant est réservée à la circulation et à l'accès.

Les photographies des figures 1 et 2 montrent l'ensemble de la nef d'essais.

Trois problèmes dominent la conception et la réalisation d'une telle station :

- la fourniture de vapeur ;
- la condensation de la vapeur consommée et sa mesure ;
- l'absorption de la puissance fournie et sa mesure.

L'eau condensée est envoyée dans des cuves jaugesées avec une grande précision. Il résulte en effet de mesures un peu

prises à correction de température de l'eau relevée simultanément sur les deux cuves, chromatomètre très précis de

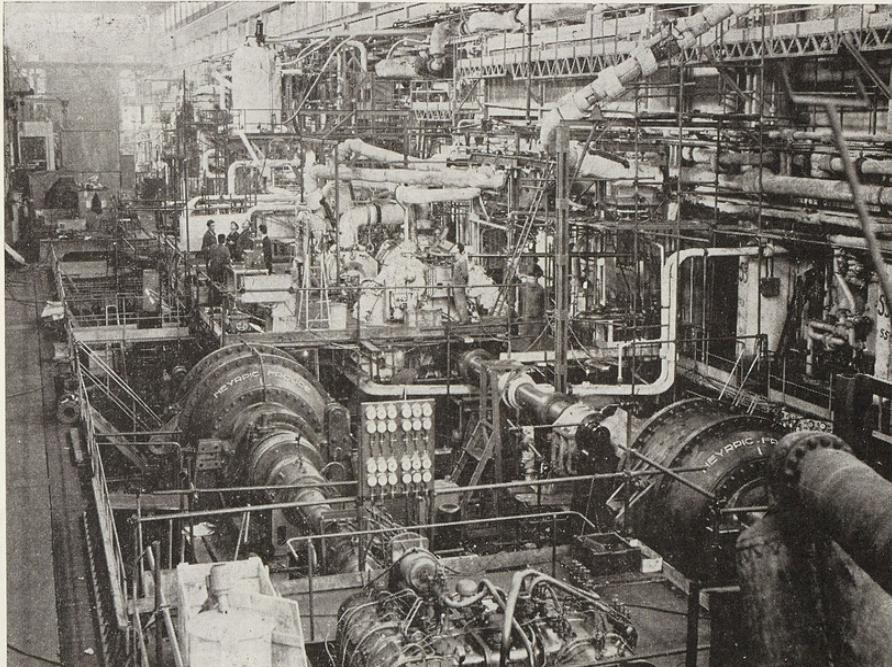


FIG. 2. — Machine Babord de la « Jeanne-d'Arc » en essais

épaisseur dans les cuves qui doivent être parfaitement étanches et immobiles dans l'axe, mais il faut que les deux cuves soient parfaitement alignées les unes sur les autres pour assurer la précision dans l'équilibrage des machines. Il faut aussi que les deux cuves soient parfaitement alignées les unes sur les autres pour assurer la précision dans l'équilibrage des machines.

1) Le problème de la fourniture de vapeur était résolu à la création de la Station d'essais de turbines par l'existence, depuis 1936, de la Station d'essais de chaudières où sont systématiquement essayées les chaudières destinées aux bâtiments de guerre.

Ensuite, après quelques années d'exploitation, il est apparu indispensable d'assurer à la Station d'essais de turbines une autonomie limitée, en lui adjoignant une chaufferie de servitude qui permet d'essayer les groupes propulsifs jusqu'à 23 000 CV environ.

Toutefois, après quelques années d'exploitation, il est apparu indispensable d'assurer à la Station d'essais de turbines une autonomie limitée, en lui adjoignant une chaufferie de servitude qui permet d'essayer les groupes propulsifs jusqu'à 23 000 CV environ.

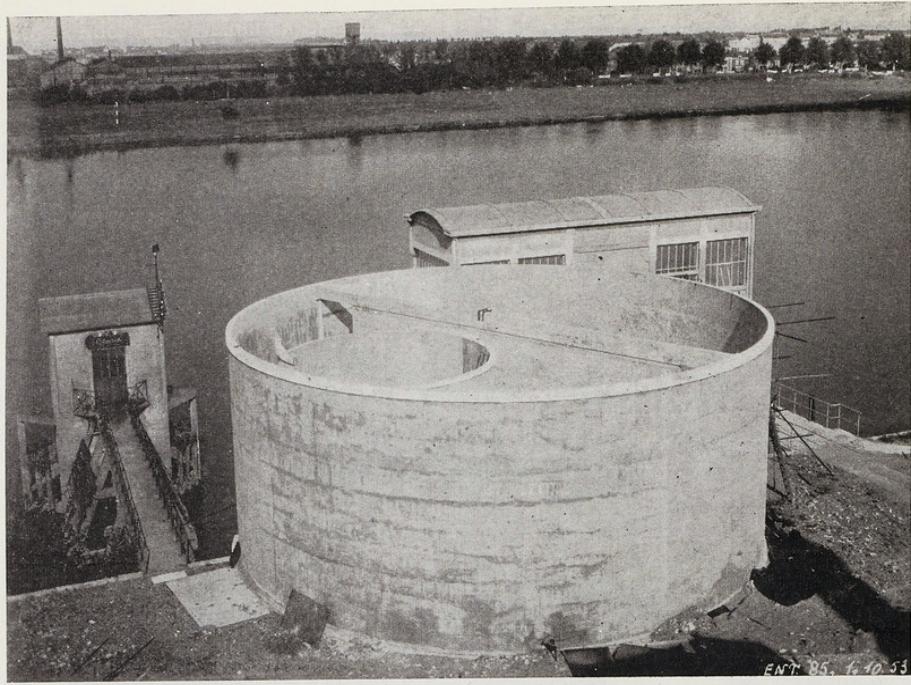


FIG. 3. — *Le bassin relais de 1200 m<sup>3</sup> et la station de pompage*

2) Le problème de la condensation de vapeur nécessitait de pouvoir assurer dans le condenseur du groupe en essai, le débit d'eau convenable. A cet effet, il a fallu construire en Loire une station de pompage dotée de trois pompes de 4 400 m<sup>3</sup>/h chacune (fig. 3).

Ces pompes refoulent dans un bassin-relais (1) de 1 200 m<sup>3</sup>, placé en tampon sur la canalisation en béton qui court

tout le long du banc et dans laquelle aspirent les pompes de circulation des groupes en essai ; l'eau sortant des condenseurs est reprise par une canalisation identique et parallèle à la précédente qui la conduit à la Loire, en passant par un dispositif d'évacuation (avec retour éventuel à l'aspiration) qui permet de faire varier à volonté les conditions de température et de pression dans le circuit d'eau de circulation.

(1) Le volant d'eau contenu dans ce bassin permet de maintenir le groupe en essai pendant quelques minutes, en cas de panne électrique stoppant les pompes en Loire.

L'eau condensée est envoyée dans des caisses jaugées avec une grande précision. Il s'agit en effet de mesurer un paramètre fondamental de la consommation spécifique. Normalement, deux caisses sont utilisées, l'une se remplit pendant que l'autre est vidée à la bâche par une électro-pompe. Chaque caisse a un volume utile de 40 m<sup>3</sup> et on passe de l'une à l'autre par un déversoir à manœuvre rapide. Pour assurer à cette mesure une précision de 1 %, des précautions particulières doivent être

prises : correction de température de l'eau, relevés simultanés sur les deux caisses, chronométrage très précis de l'intervalle de mesure, etc...

3) La puissance fournie par les groupes est absorbée par un frein hydraulique de 48 000 kW (65 000 CV) constitué de deux éléments couplables, soit dans le même sens (absorption de puissances supérieures à 30 000 kW (40 000 CV), soit en sens opposé (essais de renversement de marche) (fig. 4).

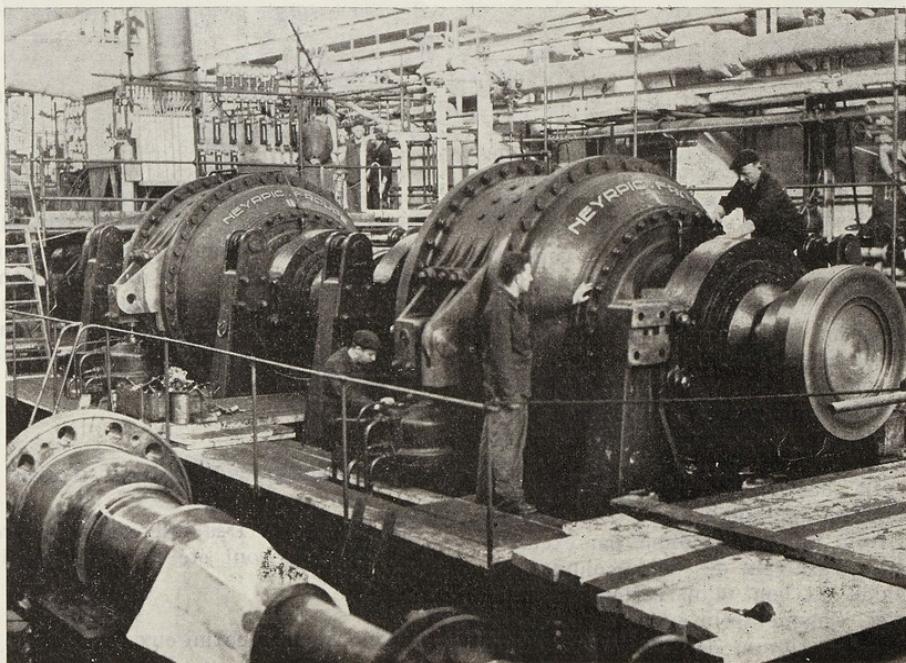


FIG. 4. — Les deux éléments du frein Neyric de 48 000 kW

Ce frein est alimenté en eau sous 12 m de charge par un bassin de décantation de 200 m<sup>3</sup>, destiné à retenir les impuretés solides qui endommageraient les parties actives ; ce bassin est lui-même alimenté par deux turbo-pompes de 1 200 m<sup>3</sup>/h aspirant dans les canalisations d'eau de circulation.

Le réglage de la puissance absorbée se fait en agissant sur le débit d'eau traversant le frein. A réglage donné, la puissance absorbée par le frein varie sensiblement comme la puissance 2,8 de la vitesse de rotation, soit légèrement moins vite que la puissance absorbée par une hélice de navire ; mais à la différence d'une hélice qui transforme le couple en poussée, le frein dissipe en chaleur le travail fourni par le couple.

La mesure du couple n'est pas faite directement par une bascule comme il est d'usage sur des freins plus petits ; le couple absorbé est équilibré par une pression d'huile agissant sur les pistons de deux cylindres situés de part et d'autre du frein ; ces pistons oscillent en permanence pour éviter tout gommage. Cette pression agit à son tour sur le piston d'une balance hydraulique incorporée au pupitre de commande du frein ; ce pupitre est situé dans le local des mesures qui sera décrit plus loin. Il faut, avant une série d'essais, étalonner le frein, c'est-à-dire comparer les indications de la balance avec celles qu'elle devrait théoriquement donner quand on applique à la partie oscillante du frein un couple donné, par exemple celui qu'exercent des poids connus suspendus au bout d'un certain bras de levier. Chaque frein peut absorber un couple maximum de 120 m/t environ.

L'étalonnage des freins peut être également fait en marche par une méthode comparable à la double pesée ; au moyen du levier et des poids, on annule le couple moteur transmis par la machine en essai à la partie oscillante. On

pu de la sorte étalonner l'un des freins jusqu'aux deux tiers de son couple maximal dans d'excellentes conditions de précision. La mesure du couple est en effet un autre paramètre fondamental de la détermination de la consommation spécifique et, grâce aux étalonnages dont il a été question ci-dessus, on peut la faire avec une précision de l'ordre de 1 %.

4) Autres accessoires du banc d'essais : les servitudes du banc d'essais sont nombreuses et il ne saurait être question de les passer toutes en revue ici.

Un groupe en essai est truffé d'appareils de mesure : manomètres, thermomètres, débitmètres, etc..., leur nombre, en constant accroissement, était, lors du dernier essai de groupes effectué, de 300 environ.

Les principaux appareils sont regroupés au local des mesures (fig. 5), d'où s'effectue la conduite du groupe en essai. Ce local comporte les pupitres de commande des freins, les principaux manomètres et enregistreurs. Il est isolé phoniquement du banc de manière qu'on puisse y travailler, mais un grand panneau vitré ménage une vue directe sur le groupe et des liaisons phoniques sont assurées avec les points principaux de l'installation.

#### IV. - Quelques résultats d'essais

Des résultats très intéressants, voire spectaculaires, ont été tirés des essais effectués.

Nous citerons parmi eux :

1) L'amélioration des méthodes de conduite : il y a 10 ans on escomptait qu'il fallait deux heures pour réchauffer des groupes moteurs comme ceux des escorteurs. Les essais systématiques faits sur les groupes du « Bouvet » et du « Brestois » ont montré qu'un tel

et l'application de ces méthodes a été effectuée dans les deux dernières années. Ces méthodes sont basées sur l'application de la théorie de l'optimisation et de la programmation mathématique. Elles sont utilisées pour déterminer la meilleure manière de faire fonctionner les systèmes de défense et de sécurité.

La théorie de l'optimisation est une discipline mathématique qui étudie les méthodes pour trouver la meilleure solution à un problème donné. La programmation mathématique est une discipline qui étudie les méthodes pour résoudre des problèmes complexes en utilisant des algorithmes et des méthodes de programmation.

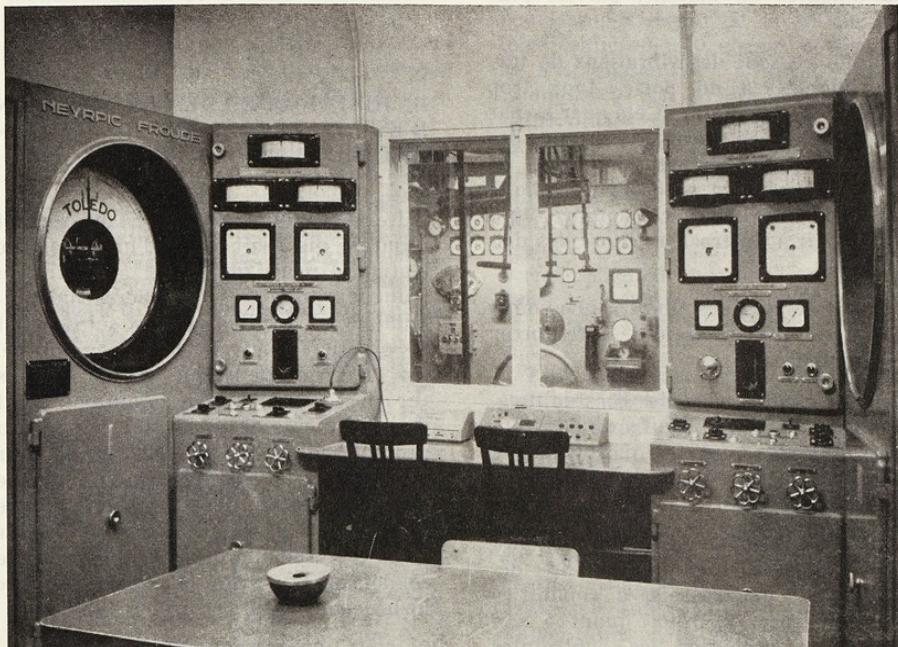


FIG. 5. — Le pupitre du frein au local de mesures

Le résultat obtenu par ces méthodes est très satisfaisant. Le temps nécessaire pour déterminer la meilleure manière de faire fonctionner les systèmes de défense et de sécurité a été réduit de plusieurs fois. Cela a permis d'obtenir des résultats meilleurs et plus précis. De plus, ces méthodes sont très fiables et peuvent être utilisées dans de nombreuses situations différentes. Cependant, il est important de noter que ces méthodes sont basées sur l'application de la théorie de l'optimisation et de la programmation mathématique. Elles sont utilisées pour déterminer la meilleure manière de faire fonctionner les systèmes de défense et de sécurité.

La théorie de l'optimisation est une discipline mathématique qui étudie les méthodes pour trouver la meilleure solution à un problème donné. La programmation mathématique est une discipline qui étudie les méthodes pour résoudre des problèmes complexes en utilisant des algorithmes et des méthodes de programmation.

Les méthodes de mesure les plus courantes sont les méthodes de mesure de la vitesse et de la distance. De même, les performances en marche AR, intéressantes pour la manœuvrabilité des bâtiments, ont pu être complètement explorées en toute sûreté et formulées en règles de conduite.

2) Les mises au point mécaniques : les essais n'ont pas manqué d'en faire apparaître la nécessité, souvent après peu d'heures de marche, parfois plus tard :

Tantôt ce sont des vibrations de turbine, imputées à un porte-à-faux trop grand du disque, qui ont été guéries par réduction de ce porte-à-faux, ou des fuites entre aubes et chapeaux de tuyères, cause d'un surcroît, inexpliqué jusque-là, de vapeur consommée, qui ont conduit à un tracé amélioré des distributeurs.

Tantôt ce sont des fuites à une coupe de turbine qui ont conduit à renforcer le boulonnage.

Tantôt c'est le tracé des becs de tuyères, trop fin et fragile, qui a dû être renforcé après des ruptures que la mesure soignée du débit de vapeur mettait en évidence.

Sur une turbine même, la cassure d'un disque à sa racine sur l'arbre, découverte en fin d'essais, a conduit à revoir le tracé du rotor quant à son aptitude à supporter les contraintes thermiques engendrées par des variations d'allure brutales : les défauts ont pu ainsi être éliminés dans des conditions peu onéreuses, avant que les machines soient embarquées.

### 3) L'expérimentation des dispositions nouvelles :

— tracé amélioré de condenseur permettant à un groupe de donner sa puissance,

— vérification de l'aptitude de la désurchauffe de la vapeur admise à la turbine de marche AR à permettre un fonctionnement indéfini dans cette situation.

Cet énoncé succinct de quelques résultats obtenus montre combien est fructueux pour la Marine Nationale d'avoir développé une station d'essais dotée d'aussi importants moyens. L'évolution

actuelle des techniques vers la recherche de performances toujours améliorées ne peut manquer dans l'avenir de valoriser l'outil ainsi créé.

## B) HISTORIQUE DE LA STATION D'ESSAIS DES APPAREILS EVAPORATOIRES.

I. — Avant 1920, l'Etablissement d'Indret disposait déjà d'une modeste station d'essais qui servit à mettre au point les premières chaudières multibulaires construites par ses soins et vit les premiers essais de chauffe au pétrole. En 1920, une deuxième station d'essais fut construite en vue de la mise au point des chaudières destinées aux navires du programme naval de 1922 et de leur appareillage de chauffe au mazout. Cette deuxième station, trop à l'étroit, limitée par ailleurs à des pressions de vapeur faibles et dépourvues d'installation de condensation, s'avéra elle aussi bien vite insuffisante et fut fermée en 1935.

C'est en 1932, qu'il fut décidé de créer une nouvelle station d'essais de chaudières à grande puissance, mise en service en 1936 avec deux postes d'essais. Cette station s'est développée pour constituer la station actuelle. Elle permit juste avant la guerre la mise au point d'une part des chaudières à grande convection avec réchauffeurs d'air, type « Mogador » et « De Grasse », d'autre part des chaudières type « Sural », à combustion sous pression des navires de ligne « Richelieu » et « Jean-Bart » ; depuis, c'est dans cette station que furent expérimentées et mises au point les chaudières dissymétriques équipant les bâtiments du nouveau programme naval.

En 1958, alors que se dessinait en France la perspective d'aboutir dans l'utilisation de l'énergie nucléaire pour la propulsion des sous-marins, il parut tout indiqué d'adoindre les moyens

d'essayer des échangeurs-évaporateurs à la station d'essais de chaudières. Ces moyens permirent la vérification du dimensionnement et la mise au point des échangeurs principaux du prototype à terre de propulsion nucléaire (montés à Cadarache) et du sous-marin lanceur d'engins en construction à Cherbourg.

En outre, la construction du prototype à terre, qui mettait en œuvre nombre de techniques nouvelles, entraîna la création d'installations d'essais destinées à expérimenter les techniques considérées, à éprouver certains composants du prototype à terre avant leur montage à Cadarache, de façon à permettre la mise en fonction de ce prototype avec les plus grandes chances de succès. Mais ces installations d'essais orientées vers la propulsion nucléaire, rapidement créées, présentent l'inconvénient de n'être point nucléairement propres et sont trop limitées en puissance. Aussi fut-il décidé en 1963 de créer une station d'essais nucléairement *propre*, destinée avant tout à l'expérimentation des échangeurs-évaporateurs pour installation nucléaire à eau pressurisée, mais qui permettrait l'essai dans de bonnes conditions de tout composant d'une telle installation à l'exclusion du réacteur. Cette nouvelle station doit servir pour les essais de l'échangeur-évaporateur prototype du sous-marin lanceur d'engins.

## II. - Avantages des essais à terre sur les essais à bord

Il est évidemment nécessaire d'éprouver toute chaudière destinée à un navire de guerre ou tout échangeur-évaporateur de tracé nouveau par des essais ; ces derniers ne sauraient sans grands inconvénients être groupés avec les essais à la mer de l'appareil propulsif complet dont le but principal est de

permettre à l'état-major de contrôler les performances et l'endurance des divers éléments constitutifs de cet appareil. En effet, les chaudières (ou échangeurs-évaporateurs) de la Marine militaire, entièrement conçues et dessinées à l'Etablissement d'Indret, doivent répondre à des programmes généralement difficiles et en particulier à des sujétions impérieuses de volume et parfois de forme. Quel que soit le soin apporté à leur conception et à leur tracé, elles donnent toujours lieu à des réglages et mises au point longues et délicates s'accompagnant souvent de modifications importantes de ces appareils.

Les essais destinés à ces mises au point et effectués actuellement en plate-forme durent de l'ordre d'un an pour les chaudières ; réalisés à bord, ils augmenteraient considérablement la durée des essais à la mer et reculeraient d'autant la date d'admission au service actif du bâtiment. En outre, ces mises au point sont grandement facilitées lorsque les essais sont conduits avec méthode, suivant un ordre pré-déterminé et que l'allure de l'appareil peut être réglée à discrédition. Une telle disponibilité des chaudières n'existe pas à bord où le fonctionnement de ces dernières est tributaire de la machine et même du navire ; la station d'essais qui groupe toutes les servitudes propres à assurer l'indépendance complète de la chaudière en essai permet d'éviter ces sujétions fâcheuses. Enfin les modifications nécessaires sont apportées et éprouvées très tôt en station ; les chaudières de bord en bénéficient généralement avant leur embarquement et même avant leur construction, ce qui en réduit les incidences et le coût.

Les appareils de mesure les plus précis disponibles sur le marché sont employés en station d'essais au bénéfice de l'exactitude des investigations. De tels appareils sont souvent en contre-partie soit délicats (galvanomètres,

analyseurs de  $\text{CO}_2$ ) et alors ne s'accompagnent pas des conditions d'environnement (vibrations) ou sont difficiles à mettre en œuvre à bord ; soit encombrants (caisses sur bascules, caisses jaugées pour mesure de débit, ou cannes pyrométriques mobiles pour exploration des veines de gaz) et alors incompatibles avec l'exiguité de l'espace et des accès disponibles à bord.

La station d'essai permet seule les investigations sur les appareils prototypes nouveaux construits dans le seul but d'éprouver des solutions techniques ou technologiques entièrement nouvelles et faciliter de ce fait le progrès.

En ce qui concerne les échangeurs-évaporateurs, il convient aux avantages précités des essais à terre sur les essais à la mer d'ajouter la possibilité d'accéder en tous les points de l'installation sans la gêne du rayonnement nucléaire.

### III. - Station d'essais de chaudières

1) Elle se compose essentiellement de quatre vases clos capables de recevoir chacun une chaudière, d'une chaufferie équipée d'un réseau de tuyautages et des auxiliaires et accessoires permettant l'alimentation en eau, mazout et air des chaudières à l'essai et assurant l'évacuation de la vapeur produite vers une installation de condensation appropriée, de tout un ensemble d'instrumentation permettant les investigations sur les chaudières en essai, enfin d'installations annexes.

Elle a été initialement conçue pour permettre les régimes suivants :

— vaporisation maximale .	160 t/h
— pression à la chaudière.	60 bars
— température de surchauffe .....	450° C
— vide relatif au condenseur .....	75 %
— température de l'eau de circulation .....	25° C
— pression au vase clos ..	2 m d'eau

Depuis l'un des vases clos a été rééquipé pour admettre des chaudières produisant de la vapeur à 80 bars et 500° C.

2) Trois des vases clos ont un volume unitaire de 700 m<sup>3</sup> et permettent l'essai des plus grandes chaudières équipant les navires de la Marine Nationale (hauteur maximale sous fermes des vases clos : 9,500 m, largeur maximale de façade : 9,7 m) ; le quatrième, plus petit (150 m<sup>3</sup>), est occupé par une chaudière permanente capable de débiter 42 t/h de vapeur surchauffée à 385° C.

Les chaudières présentes dans les vases clos peuvent être couplées, par exemple pour fournir la vapeur nécessaire à des essais de turbines. C'est ainsi que, pour les essais à feux poussés du groupe turbo-réducteur du croiseur « Colbert », la station d'essais chaudières a fourni 160 t/h de vapeur, trois chaudières étant allumées à la fois et deux d'entre elles couplées.

En principe chaque vase-clos dispose des auxiliaires et accessoires nécessaires à la marche d'une chaudière : T.V.C., T.P.A., électro-pompe à mazout et réchauffeurs d'eau et de mazout.

3) La vapeur produite par les chaudières et non utilisée pour l'entraînement des auxiliaires est envoyée dans un condenseur comportant un pré-condenseur destiné à supporter le choc thermique. La capacité maximale de condensation est de 160 t/h pour un vide maximum de 75 %, et pour un débit maximum des pompes de circulation de 4 800 m<sup>3</sup>/h.

4) Enfin la station d'essais des chaudières dispose de toute une gamme d'installations et d'appareils de mesure, enregistreurs ou indicateurs. Citons en particulier deux caisses de mesures de débits d'eau d'alimentation de 2,500 m de diamètre et de 5,8 m de hauteur, de capacité utile de 30 m<sup>3</sup>, pour lesquelles l'erreur faite sur la lecture de l'eau contenue est inférieure à 50 l et deux

caisses de mazout sur bascule, de force portante égale à 6 t et dont la sensibilité est de 1 kg.

5) La station d'essais de chaudières comporte également une installation d'essai des brûleurs à l'eau et au fuel permettant de vérifier la qualité et les caractéristiques de la pulvérisation des brûleurs. Elle sera dotée incessamment d'une installation d'essais de lanternes, constituée d'une chambre de combustion refroidie extérieurement par de l'eau, qui permettra d'éprouver et de pré-régler les ensembles distributeurs d'air brûleurs destinés aux chaudières en projet.

#### IV. - Station d'essais d'appareils pour installations nucléaires à eau sous pression

##### 1) Installations d'essais d'échangeurs. Généralités.

Le rôle de l'échangeur-évaporateur, dans une installation nucléaire à eau sous pression, est de transférer l'énergie calorifique produite dans le circuit primaire par le réacteur au circuit secondaire, pour transformation de cette énergie en énergie mécanique. L'échangeur-évaporateur extrait les calories de l'eau chaude du circuit primaire et produit de la vapeur. Une installation d'essais d'échangeurs - évaporateurs comprend nécessairement un circuit « primaire » avec générateur d'eau chaude (sorte de chaudière à mazout jouant le rôle de réacteur) et des installations de pressurisation et relevage et un circuit « secondaire » évacuant en condenseur la vapeur produite et la récupérant (pompes d'extraction, alimentaires, réchauffeurs d'eau) pour alimentation de l'échangeur.

Comme il a été dit dans l'introduction, l'établissement d'Indret dispose de deux installations d'échangeurs-évaporateurs dont l'une, nucléairement propre et de puissance supérieure à l'autre, constitue la station d'essais propre qui seule est décrite ci-après.

##### 2) Station d'essais d'échangeurs propre.

Cette station est installée dans une nef de 60 m  $\times$  20 m, de hauteur 20 m, prolongeant la nef construite en 1939 pour les essais de groupes moteurs à vapeur et qui, de ce fait, est desservie par les mêmes ponts que cette station ; les locaux attenants abritent un générateur d'eau chaude et ses servitudes, ainsi que toutes les installations non propres nécessaires au fonctionnement de la station. Un poste central de contrôle et de commande est situé au milieu de l'ensemble.

Le circuit primaire qui se développe principalement dans la nef est constitué d'une boucle faite de tuyautages en acier inoxydable 18-8 de 360  $\times$  30 mm. La circulation du fluide primaire est assurée par deux pompes du type immergé sans presse-étoupe fournies par le C.E.A. (D.P.N.).

L'énergie calorifique est fournie par le générateur d'eau chaude composé d'une chaudière classique à vapeur saturée timbrée à 100 bars et d'un échangeur de chaleur. Ce dernier transmet au fluide primaire, par contact, l'énergie fournie par la vapeur de la chaudière qu'il condense ; le retour du condensat à la chaudière se fait par circulation naturelle. Cette disposition permet en particulier d'avoir un circuit primaire dans lequel toutes les surfaces au contact du fluide primaire sont en acier inoxydable. Le générateur d'eau chaude est équipé d'une régulation de combustion asservie à la température moyenne dans le circuit primaire.

La puissance projetée du générateur est de 93 MW ; sa marche est assurée par une chaufferie autonome dotée de tous les auxiliaires et services nécessaires.

Le circuit primaire doit se fermer sur l'échangeur en essai. Le premier échangeur à essayer sera l'échangeur prototype du premier sous-marin français à propulsion nucléaire.

Le circuit primaire est mis en pression par un pressuriseur en communication avec lui et dans lequel est maintenu un équilibre eau-vapeur à la pression désirée de 140 bars. Cet appareil est chauffé par des résistances électriques. Il est conçu pour limiter au maximum les variations de pression primaire, que peuvent provoquer les contractions ou expansions du fluide primaire liées aux variations de la température moyenne primaire, cette dernière ne pouvant être maintenue rigoureusement constante par la régulation de combustion du générateur d'eau chaude lorsque le débit de vapeur extrait de l'échangeur en essai varie. Le volume total du circuit primaire y compris le pressuriseur est de 11 m<sup>3</sup>.

Les circuits annexes au circuit primaire consistent essentiellement en :

— un circuit d'épuration dont le but est de maintenir les impuretés de l'eau primaire à un taux maximum, aussi faible que possible. Monté en dérivation sur le circuit primaire, il comprend un pot de résines échangeuses d'ions, des échangeurs de chaleur destinés à abaisser la température de l'eau primaire à une température assez basse pour ne pas détériorer les résines et un filtre ;

— un circuit de relevage permettant de remplir le circuit primaire et de compenser les pertes du circuit en service. Il comporte deux pompes montées en parallèle et ayant un débit total de 5 m<sup>3</sup>/h sous 200 bars.

Le poste central groupe toute l'instrumentation de contrôle de l'installation ainsi que les télécommandes importantes permettant d'assurer la sécurité du matériel et du personnel dans les situations anormales. Il est relié phoniquement au hall d'essai d'une part, à la chaufferie attenante d'autre part. Il possède deux grandes baies vitrées, l'une donnant sur le hall, l'autre sur la chaufferie.

### 3) Installations diverses

L'établissement dispose d'autres installations pour essais d'éléments constitutifs d'installations nucléaires. Citons :

— une installation d'essais de pressurisation sur laquelle fut éprouvé le fonctionnement du pressuriseur du P.A.T. Cette installation permet de reproduire les variations de volume apparent de l'eau d'un circuit primaire qui accompagnent les variations d'allure et d'observer les réactions stabilisantes du pressuriseur sur la pression dans le circuit ; il est facile, par ouverture d'une purge, de simuler les réductions de volume apparent ; les simulations des accroissements rapides de volume apparent nécessitent l'injection dans le circuit de gros débits d'eau chaude à la pression de 100 kg/cm<sup>2</sup>, qui pose un problème de pompage délicat heureusement résolu ;

— un certain nombre de boucles de tuyautage en acier inoxydable, dotées de dispositifs de chauffage et de circulation : boucle d'essais de corrosion, destinée à éprouver la tenue de différents matériaux dans l'eau chaude sous pression, déminéralisée ou traitée, boucle d'essais de robinetterie ou de pompes pour circuits nucléaires à eau chaude sous pression.

— Des dispositifs de circulation dans les allées.

— Des dispositifs de circulation dans les allées.

#### V. - Rôle de la Station d'essais

##### des appareils évaporatoires

Deux objectifs principaux sont poursuivis à la station d'essais de chaudières : d'une part obtenir, des chaudières destinées à être embarquées, un fonctionnement correct qui se maintienne dans le temps et qui satisfasse l'utilisateur, donc en particulier conforme aux spécifications, d'autre part recueillir des informations à l'usage du bureau d'études chargé de la conception des matériaux et aider à la résolution des problèmes posés par le fonctionnement des chaudières.

1) Comme il a été dit au paragraphe II, le fonctionnement satisfaisant d'une chaudière prototype de navire de guerre n'est obtenu qu'après qu'ont été effectués des réglages et mises au point qui concernent le plus souvent ce qui est difficile ou impossible à prévoir par le calcul ; certaines de ces opérations s'avèrent presque toujours indispensables, il en est ainsi du réglage de la combustion et de la mise au point des régulations d'alimentation et de combustion.

Les problèmes de combustion sont rendus ardus par la valeur généralement élevée des taux de combustion par mètre

cube de chambre de combustion et souvent par la forme de la chambre de combustion qui s'écarte parfois de ce qui serait le meilleur pour satisfaire à des sujétions impérieuses de logement à bord. On est en outre très exigeant pour l'absence de fumée, condition nécessaire pour éviter le blocage par la suie des faisceaux, qui sont généralement très serrés. Le réglage ou des modifications méthodiques des distributeurs d'air et de mazout ne suffisent pas toujours à résoudre ces problèmes, l'accroissement de la pression de pulvérisation de mazout, récemment portée à 40 bars, est favorable ; parfois, l'orientation de certains distributeurs par rapport à la chambre de combustion doit être modifiée.

Les chaudières des bâtiments récents doivent être d'un fonctionnement très souple pour répondre à des variations de régime brutales correspondant à des montées en allure rapide du bâtiment ou à des catapultages d'avions. Le maintien des bons réglages (alimentation et combustion) dans ces situations rapidement variables n'est possible qu'en faisant appel à des régulations automatiques : les performances demandées à ces régulations exigent que la mise au point en soit faite sur la chaudière fonctionnant avec ses auxiliaires de bord et que l'on puisse faire à discrédition toutes sortes de variations d'allure.

D'autres mises au point que celles citées précédemment sont plus rarement nécessaires et consistent généralement en des améliorations ou modifications des dispositions technologiques retenues.

Ainsi les problèmes de séparation eau-vapeur qui apparaissent quand on réduit trop les dimensions du coffre supérieur (dégagement de vapeur par unité de surface du plan d'eau accru)

sont moins aigus avec les chaudières dissymétriques et à timbre élevé actuelles qu'avec les chaudières d'avant-guerre : à cette époque, de nombreux essais étaient consacrés à la détermination d'un « habillage » du coffre suffisamment efficace pour éviter la chute du titre aux grandes allures tout en restant simple, robuste et peu gênant pour les visites.

Il arrive aussi qu'on ait à remédier à des vibrations de façades ou de réchauffeurs d'air, à une mauvaise tenue dans les gaz chauds des supports de surchauffeur.

Les échangeurs-évaporateurs ont eux aussi leurs problèmes ; la régulation de niveau, comme la séparation eau-vapeur, y est rendue délicate par la très faible surface de vaporisation de ces appareils, eu égard à leur débit de vapeur, alors qu'on souhaite au contraire un excellent titre, compte tenu du fonctionnement de la machine en vapeur saturée.

2) Les essais mettant en œuvre une instrumentation précise et abondante fournissent au bureau d'études des renseignements précieux sur le fonctionnement des appareils et les phénomènes qui régissent ce fonctionnement ; ces renseignements viennent grossir la documentation technique qui servira de base aux projets futurs. L'exploitation des résultats des mesures aide à l'établissement des méthodes de calcul nouvelles ou, par comparaison avec les valeurs correspondantes prévues au projet, à l'amélioration des méthodes existantes.

La station d'essais vient encore au secours du bureau d'études pour la résolution des problèmes particuliers qui se posent toujours, tant en ce qui concerne le matériel en service que le matériel en projet. Les chaudières en service ne sont pas en effet exemptes d'avaries, de tubes par exemple ; ce sont des essais

sur la chaudière de servitude qui permettent généralement de choisir entre les différentes hypothèses susceptibles d'expliquer ces déficiences. Cette même chaudière sert également à éprouver les dispositions ou équipements nouveaux prévus dans le but d'améliorer les performances et l'automatisation des chaudières et qu'il pourrait être imprudent d'adopter sur une chaudière de bord sans essai préalable.

3) Citons par ordre chronologique à l'actif de la station d'essais de chaudières de l'Etablissement d'Indret :

- Les essais en 1934 de la première chaudière à combustion sous pression, qui permit de se familiariser avec les problèmes de combustion qu'allait poser les chaudières « Sural ».
- La suppression des ennuis de vaporisation, présentés en 1939 par la chaudière prototype du croiseur « De Grasse », qui nécessita des mesures spéciales pour la séparation de l'émulsion eau-vapeur.
- Les essais systématiques de toutes les chaudières des bâtiments du programme naval d'après-guerre.
- La mise au point des servo-vannes d'arrêt pour collecteur de sortie de vapeur des chaudières.
- L'étude systématique et la mise au point de brûleurs à débit largement variable et des distributeurs entièrement automatiques asservis à la charge de la chaudière, avec lessivage automatique à l'air comprimé des brûleurs en place.

- Les essais de la chaudière prototype des frégates lance-engins, dotés d'un taux de combustion particulièrement élevé et sur laquelle la mise au point de la combustion, très laborieuse, imposa des transformations importantes du caisson d'air et l'élévation de la pression de mazout aux rampes. Sur la même chaudière, il fut remédié à la mauvaise tenue du surchauffeur qui s'effondrait aux fortes allures.
- Les essais à leurs débuts d'une chaudière timbrée à 80 bars et produisant une vapeur surchauffée à 500° C, de conception très différente des chaudières conçues jusqu'ici par l'Etablissement d'Indret.

A l'actif de l'ancienne installation d'essais d'échangeurs-évaporateurs, citons surtout la mise au point du dispositif de séparation de la vapeur dans ces appareils, la détermination du coefficient d'échange extérieur tubes, l'essai de l'échangeur-évaporateur du prototype à terre, ainsi que la mise au point de sa régulation de niveau.

L'étude des moyens de l'Etablissement d'Indret pour l'expérimentation en charge des appareils propulsifs marins est — nous venons de le voir rapidement — assez considérable.

## ETAT D'ENCOURAGEMENT

Chaque nouvel appareil éprouvé en station, que ce soit une chaudière, un échangeur-évaporateur ou un groupe propulsif à turbines, élargit les bases expérimentales dont dispose l'Etablissement et permet de retoucher les bases théoriques du calcul de ces appareils. C'est riche des enseignements accumulés par l'expérimentation de 18 chaudières, trois échangeurs-évaporateurs et cinq groupes turbo-réducteurs essayés à pleine charge et totalisant près de 150 000 CV que l'Etablissement d'Indret s'apprête à affronter les tâches nouvelles que l'évolution technique impose.

- Allocution du Président de la Société d'Encouragement

- Prix et Médailles attribués pour l'année 1965



*Allocution du Président*  
**ACTIVITÉS DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT**  
*de l'Industrie Nationale*  
**POUR L'INDUSTRIE NATIONALE**

La Cérémonie de la remise des Prix et des Médailles se déroule, tous les ans, la seconde semaine de mai.

**Cérémonie de remise des Prix et Médailles**

le 21 mai 1966

La Cérémonie de la remise des Prix et des Médailles se déroule, tous les ans, la seconde semaine de mai. Nous sommes heureux de vous accueillir à cette réunion, qui nous a été proposée par notre ami, le Professeur Bachelet. A cette de notre antique civilisation, cette réunion. Nous sommes heureux de vous accueillir à cette réunion, qui nous a été proposée par notre ami, le Professeur Bachelet. A cette réunion, nous discuterons le drame de trop nombreux pays en cours de développement. Nous pourrons, à ce moment, vous faire comprendre le rôle que joue l'Industrie Nationale dans le développement de nos pays. Nous pourrons, à ce moment, vous faire comprendre le rôle que joue l'Industrie Nationale dans le développement de nos pays.

**- Allocution du Président de la Société d'Encouragement**

**- Prix et Médailles attribués pour l'année 1965**

Il y a six mois, lorsque je vous ai parlé de la France, je voudrais réfléchir un peu avec vous sur le problème du développement de la Science et de la Technologie dans les pays, indépendamment si nombreux, où il reste notamment insuffisant. Nous trouvons tout naturel, dans notre « double » France, de recevoir une solide instruction, que les hommes de renom et de renommée de la vie ont permis de prolonger.

Il y a six mois, lorsque je vous ai parlé de la France, je voudrais réfléchir un peu avec vous sur le problème du développement de la Science et de la Technologie dans les pays, indépendamment si nombreux, où il reste notamment insuffisant. Nous trouvons tout naturel, dans notre « double » France, de recevoir une solide instruction, que les hommes de renom et de renommée de la vie ont permis de prolonger.

Il y a six mois, lorsque je vous ai parlé de la France, je voudrais réfléchir un peu avec vous sur le problème du développement de la Science et de la Technologie dans les pays, indépendamment si nombreux, où il reste notamment insuffisant. Nous trouvons tout naturel, dans notre « double » France, de recevoir une solide instruction, que les hommes de renom et de renommée de la vie ont permis de prolonger.

ACTIVITÉS DE LA SOCIÉTÉ D'ÉNOCHE RYCKEMAERT

VERS L'INDUSTRIE VAUDOUAT

Cérémonies des sciences aux Prix de Médiaille

le 21 mai 1862

- Allocution du Président de la Société d'Énoccemant

- Prix et Médiaille supposée pour l'année 1862

## Allocution du Président

### de la Société d'Encouragement

MES CHERS CONFRÈRES,

MES CHERS COLLÈGUES,

MESDAMES, MESDEMOISELLES,

MESSIEURS,

La Cérémonie de la remise des Prix et des Médailles revêt, tous les ans, la solennité qui convient pour mettre à l'honneur de nombreux lauréats et pour accueillir tant d'assistants de qualité. Nous les remercions tous de contribuer, par leur présence, à rehausser l'éclat de cette réunion. Nous sommes heureux de pouvoir la tenir dans le cadre rénové de l'hôtel de notre Société.

\*\*

Avant de rappeler rapidement les conférences qui ont été données ici depuis un an et de féliciter les lauréats, je voudrais réfléchir un peu avec vous sur le problème du développement de la Science et de la Technologie dans les pays, malheureusement si nombreux, où il reste notoirement insuffisant. Nous trouvons tout naturel, dans notre « douce France » de recevoir une solide instruction, que les bonnes ou mauvaises fortunes de la vie ont permis de prolonger ou bien, au contraire, ont fait écourter. Nous admirons le développement de notre Industrie, de notre Agriculture, de nos Universités, de nos grandes écoles d'ingénieurs et de techniciens, de nos Instituts de Recherches. A côté de tous les bienfaits de notre antique civilisation, nous trouvons le drame de trop nombreux pays en cours de développement. Je voudrais vous faire comprendre le cycle infernal du sous-développement, principalement en Inde que j'ai parcourue en tous sens depuis 1955, au cours de trois voyages successifs.

L'énorme territoire de la République indienne possède une superficie supérieure à six fois celle de la France avec des distances du Nord au Sud ou de l'Est à l'Ouest sensiblement égales respectivement à celles de Paris à Moscou ou de Paris à Naples. Il ne présente aucune unité, ni dans les très nombreuses races qui forment une masse d'environ quatre cent cinquante millions d'habitants, avec un accroissement d'environ 4,5 millions par an, ni dans les langues, ni dans les

350 idiomes différents et la douzaine de langues principales, ni dans le climat (qui va des caractéristiques subtropicales du Sud à celles des très hautes altitudes de l'Himalaya), ni naturellement dans le genre de vie. L'autorité du gouvernement de Delhi est bafouée dans de larges régions. Le premier Ministre Nehru lui-même, dans une région frontalière orientale qu'il parcourait à pied sur des chemins muletiers, faute de routes, tenta vainement de rencontrer un des rois. Mais celui-ci, avec son premier Ministre, a si bien fui devant Nehru, que tout contact a été impossible.

La misère, par contre, en Inde est générale et proverbiale ; elle correspond à l'un des niveaux de vie les plus bas du globe. Sans exagérer, on peut affirmer que 90 %, soit environ 400 millions d'Indiens, sont sous-alimentés et, non seulement dans les années difficiles, comme actuellement, mais encore dans les bonnes années, que 50 % environ, soit plus de 200 millions, meurent littéralement de faim. Pour ceux-ci la consommation reste inférieure à 10 roupies par personne et par mois (1 roupie vaut 1 nouveau franc), sur lesquelles seulement 5 à 6 donnent lieu à un paiement comptant. En d'autres termes, plus de la moitié de la population dispose, par jour, de moins de 0,50 F et seulement 10 % de la population de plus de 1 F par jour et par habitant.

Qu'il soit ouvrier, étudiant, ingénieur, agriculteur, un homme insuffisamment nourri travaille peu ou mal, et, parce qu'il travaille peu ou mal, il ne mange pas à sa faim, le problème est insoluble. Des masses d'Indiens ne disposent pas des 2 000 calories par jour réputées nécessaires à une vie simplement végétative. Egalement, dans le déroulement de l'existence quotidienne, s'imposent de nombreuses besognes très peu productives, qu'il faut pourtant exécuter, à seule fin de survivre. Les femmes des pays sous-développés (aussi bien en Inde qu'en Afrique) passent leur temps à confectionner, de leurs mains, des galettes en

bouse de vache, qu'elles étendent sur les murs pour les faire sécher, afin de disposer de quelque combustible pour faire cuire de maigres pitances. Certes, la production alimentaire des pays en voie de développement comme l'Inde s'accroît régulièrement, mais à un rythme complètement insuffisant pour faire face à la formidable augmentation annuelle de la population : les habitants de ces contrées, pris individuellement, mangent souvent moins que ne mangeaient leurs pères. Pour l'Inde, comme pour la Chine, la marge reste étroite entre le progrès, qui est réel, et le danger d'être rattrapées par le malheur. Dans nos pays, où la main-d'œuvre manque continuellement, il est difficile d'imaginer que l'Inde (ou la Chine) seront d'autant moins puissantes que leur population sera plus nombreuse.

Le remède à cet abominable état de choses en Inde existe cependant. Avec sa prodigieuse intelligence, qui m'a vivement frappé au cours des deux brefs entretiens que j'ai eus avec lui, le premier Ministre de l'Inde, Jawaharlal Nehru, trop prématurément disparu, l'a indiqué en des formules lapidaires que nous pouvons tous méditer : « La Science est synonyme de puissance » et encore : « Sans Science et sans Technologie, il ne peut y avoir de progrès. » Par conséquent, pour tirer les contrées sous-développées de leur misère ancestrale, il faut d'abord baser leur économie sur la Science moderne et la Technologie et ne pas confondre, comme on le fait souvent, productivité d'une part, et croissance du potentiel scientifique et technologique d'autre part.

Il y a un demi-siècle, l'Indien J. N. Tata eut l'idée géniale d'introduire la Science dans l'Industrie. Le succès dépassa toutes les prévisions et les petits-fils du grand Tata possèdent encore une énorme fortune et dirigent beaucoup des principales réalisations indiennes en aviation, en navigation, en métallurgie, en électricité, en distribution d'eau. Cet exemple, vraiment indien, justifie largement la position de Nehru. La famille

Tata a d'ailleurs fait pardonner sa réussite insolente par des entreprises les plus variées dans les œuvres de bienfaisance et le développement de la culture.

Mais dès que l'on aborde tous les problèmes d'enseignement à tous les degrés, de Science fondamentale, de Technologie, d'Industrie, on retrouve le même cercle vicieux : pas d'hommes éduqués en nombre suffisant, parce qu'il n'existe pas de personnes capables de les former, et les éducateurs manquent puisque l'on ne trouve pas assez d'hommes capables de les instruire. A tous les degrés, le matériel d'équipement n'existe qu'en quantité très insuffisante, parce qu'il n'en est pas fabriqué suffisamment en Inde. Pas plus que les équipements lourds ou légers de l'Industrie ou de l'Agriculture, on ne peut l'acheter à l'étranger, faute de devises. Or, on ne possédera des devises seulement que quand on aura pu exporter suffisamment avec une Industrie et une Agriculture largement excédentaires pour les besoins du pays.

Lors de l'inauguration du réacteur indo-canadien à Trombay, près de Bombay, à laquelle j'assistais en 1961, le Pandit Nehru faisait publiquement part de ses insomnies causées par la situation pitoyable des 550 000 villages indiens : sans eau potable, sans électricité, et, pour un très grand nombre, sans écoles dignes de ce nom. Il existait en Inde environ 80 % d'illettrés. En 1955, plus de la moitié des enfants ne pouvaient pas fréquenter l'école primaire, faute de bâtiments et de maîtres. Bien que de très nombreuses écoles primaires aient été construites depuis 10 ans en Inde, principalement dans les grands centres, en raison de l'énorme progression démographique, ce ne sera pas avant très longtemps que l'Inde pourra éduquer la plupart de ses jeunes enfants.

Les Universités ne prospèrent que si les étudiants possèdent, à leur entrée, un niveau correct de connaissances, et si l'on peut opérer une sélection entre un

nombre suffisant de candidats. Un des obstacles à l'élévation du niveau intellectuel de l'Inde vient de la haute opinion, parfaitement injustifiée, que possèdent d'eux-mêmes beaucoup d'étudiants. Ceux-ci d'ailleurs veulent souvent s'attaquer à des problèmes qui les dépassent et dont ils n'entrevoient pas la complexité. Ils perdent leur temps et gaspillent de précieux moyens matériels.

Il existe des bourses pour permettre à quelques centaines d'Indiens, particulièrement bien doués, de poursuivre leurs études dans les universités étrangères. De nombreux échanges ont lieu avec la Russie et avec la Chine. Ceux-ci reprennent lorsque la situation politique sera plus nette.

Mais quelle déception de constater qu'une proportion importante de cette élite, qui devrait contribuer à briser le cercle infernal du sous-développement, ne veut plus rentrer en Inde, à cause des conditions matérielles insuffisantes qu'elle rencontrait. La vie et les moyens de recherche sont autrement séduisants en Amérique, au Japon et dans l'Europe occidentale.

En 1961, j'ai visité, près de Madras, un Collège très récemment construit et implanté en pleine jungle, au milieu de plusieurs centaines d'hectares couverts d'une végétation impénétrable et habités de bêtes fauves. Elevés dans le plus mauvais style de nos H.L.M., les bâtiments pour l'enseignement et le logement présentent un réfectoire d'une exiguité navrante, rempli de l'odeur puante des cuisines toutes proches. Des chambres, prévues pour un seul étudiant, en hébergent en réalité trois, avec seulement deux lits, faute de place. Si bien que, sur les trois étudiants, deux au moins doivent travailler couchés, la table minuscule et l'unique chaise remplissant le reste du local. Cette année, par contre, j'ai admiré la nouvelle Université de Bénarès, dont les proportions rappellent les plus grands campus américains. C'est une des belles réalisations de l'Inde nouvelle.

Pour faire croître plus rapidement le potentiel scientifique du pays, on a créé un organisme important : le Conseil de la Recherche scientifique et industrielle, présidé à l'époque par le premier Ministre Nehru lui-même. Ce Conseil est chargé d'établir en Inde une solide base de recherches scientifiques et techniques particulièrement en vue d'aider l'Industrie et son développement. La solution de créer des Instituts nationaux a été adoptée : pour la Physique à Delhi, pour la Métallurgie à Jamshedpur, pour la Chimie à Poona, etc..., avec d'autres Instituts de recherches gouvernementaux : le Conseil indien pour l'Agriculture, le Conseil indien de Médecine...

Mais la création de ces importants Instituts s'est traduite par une ponction navrante dans les effectifs déjà assez réduits des professeurs d'Université, si bien que l'on bâtissait d'un côté pour détruire d'un autre. Devant ces difficultés, la Commission de l'énergie atomique, créée en 1948 et présidée, depuis longtemps, par le professeur H. J. Bhabha, qui vient de trouver la mort dans l'accident d'Air India au-dessus du mont Blanc en janvier dernier, a adopté la méthode dite du « développement de la Science ». Il s'agit de former des chercheurs et des cadres nécessaires, avant de créer de nouveaux laboratoires ou de nouveaux services. Ce système a conduit aux meilleurs résultats en Russie, où le célèbre Centre de Novosibirsk se développe uniquement par prospection de nouveaux éléments et sans aucunement faire de concurrence aux Universités. En Inde, pour poursuivre leur éducation scientifique avec l'aide de la Commission atomique, on demande aux Universités d'accueillir de petits groupes qui acquièrent aussi l'équipement nécessaire. Au bout de quelques années, les stagiaires sont libres, soit de s'intégrer dans les Laboratoires de l'énergie atomique, soit de rester dans ceux de l'Université. Cette liberté extrêmement remarquable s'est traduite par les meilleurs résultats et actuellement l'Inde peut être fière des

établissements de l'énergie atomique à Trombay, déjà cités, avec un effectif de 8 000 personnes, dont 1 800 scientifiques de profession et 3 000 techniciens, et du développement prodigieux à Bombay de l'Institut Tata de recherches fondamentales. Commencés en 1945, ont été terminés en 1962 de magnifiques bâtiments, situés sur la superbe baie de Bombay. Ils sont maintenant pourvus des installations de recherche les plus modernes, dans lesquelles travaillent de très nombreux professeurs et chercheurs indiens et étrangers.

Une autre réalisation spectaculaire est celle de l'Institut de Statistique à Calcutta, par le professeur Mahalanobis. Il a réalisé, avec une acuité extraordinaire, qu'il pouvait soutenir son Institut et le développer en vendant de la « statistique » aux groupements les plus divers : industriels, militaires, scientifiques de toutes sortes (y compris les sciences médicales et biologiques). Le programme est extrêmement vaste ; de construction, d'équipement — il y a une importante imprimerie qui sait composer les signes mathématiques et le texte en de nombreuses langues — d'écoles artisanales, qui, suivant les précédentes du Maréchal Lyautey, du Maroc, essaient de sauver les anciennes fabrications du pays.

Malgré des succès certains, dans les Instituts et les Universités, le niveau général de l'instruction en Inde demeure le plus souvent assez bas. Les savants de classe internationale restent des exceptions. Quand ils disparaissent, en pleine activité, comme récemment le Professeur Bhabha, c'est une catastrophe terrible pour le pays, car il n'existe pas de remplaçant. On a mis trois ans à donner un successeur au regretté Professeur Krishnan que je connaissais bien et qui dirigeait le Laboratoire national de Physique à Delhi. D'ailleurs, à côté des hommes les moyens matériels manquent aussi cruellement. Une très petite partie du revenu national, de l'ordre de 0,30 %,

est consacrée à la recherche de quelque ordre qu'elle soit, et, il y a quelques années, par habitant, les sommes dépensées en roupies, c'est-à-dire en nouveaux francs, étaient : 0,38 pour l'Inde, 65 pour la Grande-Bretagne, 110 pour l'U.R.S.S. et 154 pour les Etats-Unis.

Pour augmenter le lustre de ces Instituts et aussi des Universités, on fait venir à grands frais du dehors des enseignants de premier ordre, et on achète à l'étranger tous les coûteux instruments qui ne sont pas fabriqués en Inde, où il existe assez peu de fabriques spécialisées dans la fourniture du matériel de recherche. Il en résulte naturellement une ponction des réserves de devises, déjà en nombre limité, avec, comme conséquence, la restriction dans les importations de matières premières ou d'objets fabriqués de première nécessité.

Supposant maintenant ce nouveau problème résolu, on aura donc aussi à monter, avec des difficultés invraisemblables, des établissements, qui, avant de nombreuses années, ne procureront aucun avantage immédiat à la population, alors que celle-ci demande en premier à manger à sa faim et à voir s'élever son minimum vital. Une réaction toute récente nous vient d'Indonésie : un de nos amis, parfumeur de grande classe, s'étonnait de l'abandon de la culture des plantes parfumées si renommées dans ce pays. Il lui fut répondu que le peuple commençait par cultiver le riz pour pouvoir subsister. De plus, les Universités et les Instituts créent une très petite élite qui poursuit des buts, évidemment nécessaires mais complètement abstraits, et qui vit en marge de la Nation. Il existe, entre elle et le reste des Indiens, une barrière bien regrettable, mais infranchissable avant longtemps. La même situation se présente aussi en Israël où le peuplement s'est effectué par l'apport de très nombreux habitants de l'Europe Centrale ou Orientale, complètement

dépourvus de culture, et des sujets venant de nations très évoluées de l'Europe Occidentale ou de l'Amérique. La création des Instituts aboutit encore à la même situation catastrophique d'un antagonisme complet entre deux parties de la population.

\*\*

Dans ce qui précède, on voit ainsi que le développement scientifique et industriel de l'Inde et d'autres pays en cours de développement se heurte, à toutes les étapes, à des difficultés inimaginables. En bref, établir un développement de la science fondamentale et de la science appliquée, au niveau le plus élevé, sans incidence sur le développement général des industries de base et de l'agriculture, s'apparente à la quadrature du cercle. De plus, bien que représentant un luxe absolument nécessaire, l'établissement d'Universités et d'Instituts de recherche nouveaux, comme nous venons de le dire, n'est pas compris par la très grande majorité de la population, qui désire uniquement une juste amélioration de ses conditions d'existence. Si le péril menaçant des divisions internes de l'Inde ne vient pas contrecarrer les progrès en cours, dans un temps très long, peut-être des siècles, les points de vue spirituel et matériel peuvent recevoir simultanément quelque satisfaction. Il n'est cependant pas interdit que le développement de la Science et de la Technologie amène des solutions quelque peu miraculeuses, analogues à l'utilisation récente dans la nourriture de la poudre de poisson, qui abonde sur les côtes du Pérou et qui sert à satisfaire des populations affamées, ou le remplacement des maîtres des écoles primaires dans les villages par des postes de télévision alimentés au moyen des émissions venant des satellites.

Confirmant ce qui précède, Robert Guillain écrit : « Les Chinois ont appris qu'il n'existe pas de court-circuit pour sortir du sous-développement, pas plus qu'il n'y a de court-circuit vers le com-

munisme. » En quinze années, l'immense territoire chinois devait être doté d'un ensemble complet d'industries lourdes. Puis, en avril 1962, la priorité de l'industrie lourde lui a été retirée au bénéfice de l'agriculture. Si la situation se retournait, le développement de l'Industrie en Chine serait subordonné à ce que la terre pourra fournir. Il n'est plus question de dire : « Nous avons besoin de telle ou telle industrie, nous ordonnons donc à l'agriculture de produire tant. » On avait simplement oublié que, dans un pays pauvre comme la Chine, encore principalement paysan, par surcroît surpeuplé, les « bonds en avant », comme on les a nommés, peuvent s'appliquer à l'industrie, mais non à l'agriculture. Quelque entorse que dût subir la doctrine officielle du parti, dans toutes les contrées sous-développées, c'est un véritable drame que l'économie se trouve faussée par le développement hypertrophique de certaines réalisations, telles que la bombe atomique, l'aviation ou l'électronique, alors que le pays émerge, dans l'ensemble, à peine du Moyen Age. Le touriste le voit immédiatement dans les vélos-pousse à moteur humain.

Tant que les pays sous-développés restent en-dessous d'un certain niveau, toutes les solutions, sans exception, ne représentent que des palliatifs plus ou moins heureux. Malgré leurs efforts qu'on ne saurait trop encourager, aucun organisme international, ni aucune association de pays dits développés, ne peut fournir, par exemple en Inde, assez de moyens pour ramener ce niveau à un point où l'équilibre entre la demande et la réalisation ait des chances de devenir efficace dans un laps de temps pas trop éloigné.

\*\*

Ces réflexions, que je mûris depuis déjà pas mal d'années, m'ont servi direc-

tement dans la gestion de notre chère Société d'Encouragement et elles permettent d'espérer la continuation des succès obtenus. Tant que les moyens financiers demeuraient au-dessous d'un certain niveau, aucun espoir de rétablissement ne restait permis. Grâce à des concours financiers désintéressés, exceptionnels, et d'autres plus réguliers, comme ceux du Centre National de la Recherche Scientifique et de la Fondation Loutreuil, de l'Académie des Sciences, pour lesquels nous renouvelons l'expression de notre vive gratitude, nous avons pu dépasser le niveau critique, au-delà duquel il n'existe plus que le problème d'une gestion saine. Je m'excuse de m'être laissé entraîner bien loin dans un sujet aussi vaste mais bien à l'ordre du jour.

\*\*

Pendant l'année écoulée, nous avons eu de remarquables Conférences qui ont fourni à notre Revue : « L'Industrie Nationale » d'excellents articles appréciés même par d'autres Sociétés. Voici le texte de ces manifestations, elles touchent aux domaines les plus divers des rapports entre la Science et l'Industrie :

- Visite au Centre d'Essais des Propulseurs à Saclay, avec conférence de M. l'Ingénieur Général Decaix (14 octobre 1965).
- 29<sup>e</sup> Conférence Carrion : « Virus et cancers », par le Professeur Tournier, Directeur du Laboratoire de Virologie à l'Institut de Recherches Scientifiques sur le Cancer (28 octobre 1965).
- « Techniques et perspectives de la fonte », par M. David, Directeur Général du Centre de Recherches de

- Pont-à-Mousson (à propos de la remise du grand Prix Lamy à cette Société) (18 novembre 1965).
- « Quelques possibilités d'application de la spectrométrie de flamme par absorption atomique... », par M. Georges Thilliez, Ingénieur de Recherches au Laboratoire Central des Etablissements Kuhlmann (2 décembre 1965).
- « Les pollutions des océans et leurs répercussions sur les grands problèmes de la faim et de la soif dans le monde », par M. Fontaine, Membre de l'Académie des Sciences (16 décembre 1965).
- « Les stations d'essais d'appareils propulsifs marins à vapeur de l'Etablissement national de la marine à Indret », par MM. Ségui et Janoir, Ingénieurs principaux du Génie Maritime (13 janvier 1966).
- « Progrès dans les unités et dans les étalons de mesure », par M. Charles Terrien, Directeur du Bureau International des Poids et Mesures (10 février 1966).
- « La normalisation des produits sidérurgiques dans ses rapports avec la Recherche, la Technique et l'Economie », par M. Delbart, Directeur du Bureau de Normalisation de la Sidérurgie (17 février 1966).
- 24<sup>e</sup> Conférence Bardy : « Relations de structure et propriétés des composés métalliques des éléments de transition avec les éléments non métalliques », par M. Fruchart, Maître de Recherche au C.N.R.S. (24 février 1966).
- « La conception des huiles de graissage pour moteurs diesel rapides européens », par M. Grégoire, Ingénieur E.C.P., et M. Latour, de la C<sup>e</sup> Française des Pétroles (28 mars 1966).
- « Applications de la génétique dans la production animale et la production végétale ».
- a) « Introduction à la génétique », par M. Heslot, Maître de Conférences de Génétique à l'Institut National Agronomique (21 avril 1966).
- b) « La génétique dans la production animale », par M. Poly, Directeur de la Station Centrale de Génétique Animale (21 avril 1966).
- c) « La génétique dans la production végétale », par M. Mayer, Directeur de la Station Centrale de Génétique et d'Aménagement des Plantes (28 avril 1966).
- « Le programme spatial français », par M. Coulomb, Membre de l'Institut, Président du Centre National d'Etudes Spatiales (5 mai 1966).
- Conférence sur le Nouveau Centre Technique de la Mécanique, par M. Martin (12 mai 1966).  
Nous prévoyons encore les exposés suivants avant les vacances :
- « Les satellites français », par M. Causse, Directeur du Centre Spatial de Brétigny (26 mai 1966).
- « Les lanceurs de satellite diamant et leurs dérivés possibles », par M. Chevalier, Ingénieur en Chef de l'Air, Directeur Technique de la S.E.R.E.B. (2 juin 1966).
- « Performances récentes des turbines à gaz industrielles », avec introduction par M. l'Ingénieur Général de Leiris, Président du Comité des Arts Mécaniques de la Société d'Encouragement (9 juin 1966).
- « Deux années d'exploitation de centrales équipées de turbines à gaz », par M. l'Ingénieur Général Poincaré, Directeur des Bureaux de Paris de la Société Turbomeca (9 juin 1966).

... et de l'Institut de Recherches de la Société d'Encouragement à tous les lauréats. Pendant les années sombres, qui ont duré si longtemps, nous ne pouvions offrir que des médailles dites d'or, de vermeil, d'argent ou de bronze, pour symboliser les récompenses de grands talents. Nous sommes sur la voie de la revalorisation des prix de la Société d'Encouragement et nous espérons qu'une gestion prudente « sans bond en avant » spectaculaire, mais aussi sans retour en arrière, avec l'aide irremplaçable du Bureau, des Comités et du très dévoué Personnel, principalement notre Agent général M. Papillon, que nous prions tous de trouver ici nos très vifs remerciements, pourra nous permettre, comme disait le coureur, de faire mieux la prochaine fois.

Dans cette fête de famille, où nous récompensons, sans distinction, les mérites de savants, d'ingénieurs, d'industriels, de travailleurs et de contre-maîtres, nous devons souligner que rien n'aurait été possible sans la continuité qui représente une caractéristique d'un vieux pays comme le nôtre. Si nous jetons les yeux sur la liste de bénéficiaires successifs de nos prix, nous y rencontrons les noms les plus prestigieux de la Science et de l'Industrie. Dans leurs attributions, chaque année, les Comités ont à faire un choix difficile entre les différents candidats, ce qui ne donne que plus de prix aux récompenses accordées. J'adresse mes bien vives félicitations et celles de

la Société d'Encouragement à tous les lauréats. Pendant les années sombres, qui ont duré si longtemps, nous ne pouvions offrir que des médailles dites d'or, de vermeil, d'argent ou de bronze, pour symboliser les récompenses de grands talents. Nous sommes sur la voie de la revalorisation des prix de la Société d'Encouragement et nous espérons qu'une gestion prudente « sans bond en avant » spectaculaire, mais aussi sans retour en arrière, avec l'aide irremplaçable du Bureau, des Comités et du très dévoué Personnel, principalement notre Agent général M. Papillon, que nous prions tous de trouver ici nos très vifs remerciements, pourra nous permettre, comme disait le coureur, de faire mieux la prochaine fois.

Je donne la parole à M. Papillon pour la lecture du Palmarès.

La Médaille Boulton est attribuée à M. Jeanne BOURG pour ses nombreuses réalisations dans le Béton, dans le rapport de M. Vodar, au nom du Comité d'Architecture.

## Prix et Médailles

La Médaille Parrot est attribuée à M. Jeanne PARROT pour ses mémoires sur la si à xxeau Toul leQ, sur rapport de M. Vayssiére, au nom du Comité d'Agriculture.

### attribués par la Société d'Encouragement pour l'année 1965

#### I. — Distinctions exceptionnelles

La Grande Médaille de la Société d'Encouragement est attribuée à M. Emile TERROINE, pour l'ensemble de son œuvre, non seulement scientifique, mais également agricole et industrielle, sur rapport de M. Vayssiére, au nom du Comité d'Agriculture.

La Grande Médaille Ferrié est attribuée à M. Pierre AIGRAIN, pour l'ensemble de sa carrière de Physicien, sur rapport de M. Léauté, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

La Grande Médaille des Activités d'Enseignement est attribuée à M. Etienne LETARD, éminent Professeur et savant zootechnicien, sur rapport du Vétérinaire Général Guillot, au nom du Comité d'Agriculture.

La Grande Médaille Michel Perret est attribuée à la Société SOGREAH, pour l'ensemble de ses activités et, en particulier, sa contribution — par des études sur modèles réduits — à la réalisation de l'aménagement hydroélectrique de la Rance, sur rapport de M. Chapouthier, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

La Médaille Louis Pineau est attribuée à M. Louis CAGNIARD, pour ses travaux de géophysique, sur rapport du Bureau de la Société.

La Médaille Oppenheim, au titre du Comité des Arts Mécaniques, est attribuée à M. Jean GACHOT, pour son rôle dans l'application de techniques nouvelles, à la conception et à la fabrication d'une robinetterie de qualité, sur rapport de M. Pommier.

La Médaille Oppenheim, au titre du Comité des Arts Physiques, est attribuée à M. Jean PHILIBERT, pour ses travaux de microanalyse, en métallographie, sur rapport de M. Trillat, Membre de l'Institut.

#### II. — Médailles d'Or

Une Médaille d'Or est attribuée à M. Georges BARBIER, pour ses nombreux travaux, notamment en ce qui concerne la fertilisation et la richesse des sols en éléments fertilisants, sur rapport de M. Hénin, au nom du Comité d'Agriculture.

Une Médaille d'Or est attribuée à M. René TRUAUT, pour ses travaux de toxicologie, sur rapport de M. René Fabre, Membre de l'Institut, au nom du Comité d'Agriculture.

Une Médaille d'Or est attribuée à la Société POCLAIN, pour le matériel de chantier qu'elle a créé, notamment les pelles hydrauliques, sur rapport de M. Pommier, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

*Une Médaille d'Or* est attribuée à M. Armand HADNI, pour ses travaux en matière d'instrumentation pour infrarouge et spectroscopie du solide, sur rapport de M. Ponte, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

### III. — Médailles de Vermeil

*Une médaille de Vermeil* est attribuée à Mlle Anna LAURENT, Chef de Travaux à la Faculté des Sciences, sur rapport de M. Chaudron, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Chimiques.

*Une Médaille de Vermeil* est attribuée à la Société TÉFAL, pour la technique, qui lui est due, de fixation d'un film de polytétrafluoréthylène sur un support métallique, d'où est résultée une révolution dans le domaine des ustensiles de cuison, sur rapport de M. Pommier, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

*Une Médaille de Vermeil* est attribuée à M. César CURIE, pour ses travaux d'électronique industrielle, sur rapport de M. Escande, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille de Vermeil* est attribuée à M. Paul LAMORLETTE, de la Compagnie Générale d'Electricité, sur rapport de M. Léauté, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille de Vermeil* est attribuée à M. Guy MAYER, pour l'ensemble de ses travaux et de ses publications, sur rapport de M. Ponte, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille de Vermeil* est attribuée à M. Jean ROBIEUX, de la Compagnie Générale d'Electricité, sur rapport de M. Léauté, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

### IV. — Médailles et Prix spéciaux

*La Médaille Niepce* est attribuée à M. Pierre MANIGAULT, sur rapport de M. Trillat, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Le Prix Galitzine* est attribué à M. Paul ACLOQUE, éminent spécialiste du verre, sur rapport de M. Trillat, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

*La Médaille Dumas* est attribuée à M. Henri GERVAIS pour l'ensemble de sa carrière, sur rapport de M. Trillat, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

*La Médaille Gaumont* est attribuée à M. Pierre LACOMME, pour l'ensemble de ses travaux, sur rapport de M. Arnulf, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Le Prix Parmentier* est attribué à M. René BUTTIAUX, pour ses travaux de bactériologie, sur rapport du Vétérinaire Général Guillot, au nom du Comité d'Agriculture.

*Le Prix Thénard* est attribué à M. Charles CHABROLIN, pour ses travaux concernant la lutte contre les ennemis des cultures, sur rapport de M. Baratte, au nom du Comité d'Agriculture.

*La Médaille Aimé Girard* est attribuée à M. Gilles RENAUD, pour l'activité de la Société qu'il dirige, dans le domaine du matériel de meunerie, et pour l'extension donnée aux fabrications, dans divers autres domaines, sur rapport de M. Baratte, au nom du Comité d'Agriculture.

*Le Prix Osmond* est attribué à M. Philippe BERGE, pour ses travaux sur les aciers inoxydables, sur rapport de M. Chaudron, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Chimiques.

*La Médaille Bourdon* est attribuée à M. James BASSET, pour ses nombreuses réalisations, dans le domaine des hautes pressions, sur rapport de M. Vodar, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

*La Médaille Farcot* est attribuée à M. Pierre CONTENSOU, pour ses mémoires sur la stabilité de route du navire, la cinématique du mobile dirigé et ses applications, et la dynamique du vol atmosphérique dans le domaine des vitesses orbitales, sur rapport de M. de Leiris, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

*Le Prix Letort* est attribué à M. Albert VOISIN, pour son rôle dans le progrès de l'industrie des fabrications de moules et modèles métalliques de précision, sur rapport de M. Pommier, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

#### V. — Médailles d'Argent

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. William BISMUTH, pour ses travaux de rhéologie, sur rapport de M. Canac, au nom du Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. Louis DURGEAT, pour ses études, dans le domaine de la protection des prototypes, sur rapport de M. Lhoste, au nom du Comité d'Agriculture.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. Jean LAMBERT, pour son rôle dans le développement des techniques anti-parasitaires, sur rapport de M. Lhoste, au nom du Comité d'Agriculture.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. R. DELBOURGO, pour ses travaux divers, notamment ses études sur les flammes, sur rapport de M. Laffitte, au nom du Comité des Arts Chimiques.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. Henri JAMES, pour ses travaux dans le domaine de la cinétique chimique, sur rapport de M. Laffitte, au nom du Comité des Arts Chimiques.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. Henri DEMAREZ, Chef du Banc d'Essais des Machines-Outils, au Laboratoire Central de l'Armement, sur rapport de MM. Nicolau et Champetier, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. André LECŒUR, pour son rôle dans les réalisations d'engins de compactage aux Etablissements Albaret, sur rapport de M. Pommier, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. François MAITRE, pour ses travaux, dans le domaine de la Métrologie dimensionnelle et du Contrôle des pièces, sur rapport de M. Pommier, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. Roger BONNET, pour ses recherches sur la vision, au Laboratoire de Physique appliquée aux Sciences naturelles du Muséum, sur rapport de M. Le Grand, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. Edouard-Jean CHALUMEAU, pour ses réalisations d'appareils au Centre de Recherches Physiques du C.N.R.S. à Marseille, sur rapport de M. Canac, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. Edgar HUGUES, pour ses travaux dans le domaine de l'optique et de la photographie, sur rapport de M. Ponte, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à Mlle Jeanne-Marie LEBAS, pour l'ensemble de ses travaux et publications, sur rapport de M. Ponte, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. André LEGRAND, pour ses réalisations de dispositifs, en vue de l'étude des résonances magnétiques nucléaire et électronique, sur rapport de M. Lucas, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille d'Argent* est attribuée à M. Charles PENEL, pour son rôle, comme organisateur des expériences de physique, au Palais de la Découverte, sur rapport de M. Lucas, au nom du Comité des Arts Physiques.

#### VI. — Médailles de Bronze

*Une Médaille de Bronze* est attribuée à M. Benjamin BLADIER, pour ses travaux sur l'acoustique des salles, sur rapport de M. Canac, au nom du Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement.

*Une Médaille de Bronze* est attribuée à M. Roger GERMAIN, pour ses réalisations d'appareils d'acoustique, sur rapport de M. Canac, au nom du Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement.

*Une Médaille de Bronze* est attribuée à M. Jean ROUQUEROL, pour la mise au point d'une nouvelle méthode d'analyse thermique, sur rapport de M. Laffitte, au nom du Comité des Arts Chimiques.

*Une Médaille de Bronze* est attribuée à M. Théophile ANGELINI, pour ses travaux d'acoustique, sur rapport de M. Canac, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille de Bronze* est attribuée à M. Jean-Noël BRUNEL, pour ses travaux, comme Physicien-Adjoint-Qualifié, au Laboratoire de Dynamique théorique, au Centre de Recherches Physiques de Marseille, sur rapport de M. Canac, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille de Bronze* est attribuée à M. Georges CAUGNES, pour la collaboration qu'il a fournie, à la Faculté des Sciences de Toulouse, dans le domaine des travaux mécaniques se rapportant aux écoulements de fluides, sur rapport de M. Escande, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille de Bronze* est attribuée à M. Jean LESTRADE, pour sa coopération aux travaux du Laboratoire de Génie Electrique, à la Faculté des Sciences de Toulouse, sur rapport de M. Escande, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille de Bronze* est attribuée à M. Joseph POUYET, pour les appareils très variés qu'il a réalisés, pour le compte du C.N.R.S., sur rapport de M. Canac, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille de Bronze* est attribuée à M. Guy RIMEYMEILLE, pour divers montages optiques, destinés aux expériences du Centre de Recherches Physiques de Marseille, sur rapport de M. Canac, au nom du Comité des Arts Physiques.

*Une Médaille de Bronze* est attribuée à M. Robert TALON, pour sa contribution à la réalisation de prototypes d'appareils, aux Laboratoires de Bellevue du C.N.R.S., sur rapport de M. Trillat, Membre de l'Institut, au nom du Comité des Arts Physiques.

#### VII. — Prix et Médailles décernés au titre social

*Le Prix Fourcade* est attribué à M. Charles POTIÉ, présenté par les Etablissements Kuhlmann.

*Médailles des ouvriers et contremaîtres**Ancienneté :*

MM. F. BRISMONTIER (Sté Alsthom) ; A. SORBES, R. BIJOU (J.-J. Carnaud et Forges de Basse-Indre) ; G. RENONDINEAU, P. FLEURY, J.-B. OLLIVAUD (Chantiers de l'Atlantique) ; H. BIEBER, L. LEONHARDT, P. BONNET, A. DEBRAUWER, R. CORROYER, G. CRÉPIEUX, J. LAULANET, R. HÉBERT, G. PAROT (S.N.C.F.) ; J. DELPONT, A. VANKERSBILCK, E. POUPET (Ets Desmarais Frères) ; P. BRUNEAU, A. ROUSSEAU (Dubigeon-Normandie) ; A. LAGNEAU (E.D.F.-Comines) ; G. DUMORTIER, A. PÉRU, M. FORT, C. VANDHOUTER, J. DELBARRE (Ets Kuhlmann) ; A. CASSEL, M. DRIEUX (Sté des Matériaux de Construction de la Loisne) ; A. BURDET (C<sup>ie</sup> Péchiney) ; E. LEROY, J. DEMERY, R. BRINDEAU (Régie Renault) ; R. LELONG (C<sup>ie</sup> de Saint-Gobain) ; A. CARCY (C<sup>ie</sup> Total).

*Titre mixte :*

A. DOMBROWSKI (Sté Alsthom) ; H. HUEBER, J. BACHAU, R. BROcq (Sté Nationale des Pétroles d'Aquitaine) ; G. GASTINEAU (Ardoisières d'Angers) ; G. BARATEAU (J.-J. Carnaud et Forges de Basse-Indre) ; C. TRIPON, L. LACOSTE, A. EUSTACHE (Chantiers de l'Atlantique) ; R. BAYLE, J. FÉRIGOULE (S.N.C.F.) ; L. HERVEIC (Sté Esso Standard) ; W. PRUCE (Sté Hispano-Suiza) ; L. PINEAU, P. RAVNIER (Laboratoire Central et Ecoles de l'Armement) ; J. GALAND (Sté Mobil Oil Française) ; E. SOUGNE, J. POU (Sté Nobel-Bozel) ; R. MENGAL (Sté Purfina Française) ; A. LALLEMAND, J. LEVERRIER (C<sup>ie</sup> Française de Raffinage) ; L. GRAMOLA, A. DÉPOND, H. CHEVAL, B. LE GAL, M. JOLY, J.-B. VAUDRON, R. NIEL, J. RENUSSON (Régie Renault) ; N. DUBOIS, A. MÉDICI (C<sup>ie</sup> de Saint-Gobain) ; F. BERNINET, P. PELENC, J. CAPEK, H. MOUREN (Sté de Gestion Shell) ; L. POTHIER (C<sup>ie</sup> Total).

- Le CIRP.

- Le CNIF.



## LE C.I.R.P.<sup>(\*)</sup>

### *RELATIONS DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT AVEC DIVERSES INSTITUTIONS*

*Le C.I.R.P., qui a son siège dans l'Hôtel de la Société d'Encouragement, a tenu cette année son Assemblée générale à Paris, ville où il avait vu le jour, en 1951, sur l'initiative de M. l'Ingénieur général Nicolai, qui en fut le Président et en est actuellement le Secrétaire Général.*

*Après quinze années de fonctionnement, il paraît opportun de rappeler, dans ses grandes lignes, quelles sont les activités de cette institution dont la Société d'Encouragement suit le développement au cours des dernières années.*

**- Le C.I.R.P.**

**- Le C.N.I.F.**

(\*) Style formé par les initiales de : Collège - International - Recherche - Production.

RELATIONS DE LA SOCIÉTÉ D'INNOVATION  
AUX DIVERSES INSTITUTIONS

- Le CIRB

- Le CNITB

# LE C.I.R.P.<sup>(\*)</sup>

COLLEGE INTERNATIONAL POUR L'ETUDE SCIENTIFIQUE  
DES TECHNIQUES DE PRODUCTION MECANIQUE

## FONDATION DU C.I.R.P.

Dans son allocution, M. l'Ingénieur Général Nicolau a rappelé en ces termes les motifs motivant l'opération de cette fondation :

*Le C.I.R.P., qui a son siège dans l'Hôtel de la Société d'Encouragement, a tenu cette année son Assemblée générale à Paris, ville où il avait vu le jour, en 1951, sur l'initiative de M. l'Ingénieur Général Nicolau, qui en fut le Président et en est actuellement le Secrétaire Général.*

*M. Après quinze années de fonctionnement, il paraît opportun de rappeler, dans ses grandes lignes, quelles sont les activités de cette institution dont la Société d'Encouragement suit le développement avec grand intérêt.*

de la partie de l'industrie qui, pour faire de l'emploi dans les usines, daient nos techniques de production mécanique. D'anciens procédés, et rassemblé des quelques rares chercheurs — parents pauvres de la grande famille industrielle — qui, à et là, à travers le monde, se penchaient sur le problème de l'imprégnation scientifique de ces techniques.

Il s'agissait de faire que, dans la course à la Productivité qui s'amorçait alors de toutes parts, les mécaniciens réalisateurs s'engagent, eux aussi, dans la voie capable de les conduire dans les moindres détails à "la qualité voulue, au moindre prix, au moindre effort".

Il s'agissait de faire que, dans la course à la Productivité qui s'amorçait alors de toutes parts, les mécaniciens réalisateurs s'engagent, eux aussi, dans la voie capable de les conduire dans les moindres détails à "la qualité voulue, au moindre prix, au moindre effort".

(\*) Sigle formé par les initiales de : Collège - International - Recherche - Production.



brisées depuis si longtemps dans le « Comité national des métiers », qui fut une fondation très difficile de la technique des mécaniciens belges et de la technique des mécaniciens français.

### RECHERCHES

## LE C.I.R.P.

### ORIGINE

Constituée à ses débuts, le C.I.R.P. a pour but de « promouvoir, par le moyen de ses publications, l'élargissement des connaissances et de l'application de toutes sortes de techniques et de méthodes de travail ».

### STRUCTURE

Pour améliorer le fonctionnement des méthodes de travail, le C.I.R.P. a toute sa puissance à la disposition des entreprises concernant l'application pratique de l'organisation scientifique du travail : conseil et enseignement, formations, études des surfaces mécaniques, etc.

au service de l'action, l'idée chemine non plus aux hasards de l'intuition, mais constamment avivée, soutenue, guidée par la Recherche expérimentale, la Recherche asservie à la mesure "source unique de vérité".

« Il s'agissait de faire qu'au slogan "Organisation scientifique du travail" (Scientific Management) qui trop longtemps, par une regrettable déformation des idées de F. W. Taylor, a masqué aux mécaniciens cette voie féconde — tel l'arbre cache la forêt — se surajoute désormais en gros plan le slogan "Exécution scientifique du travail".

« Plus avant encore, il s'agissait en définitive de réduire le dernier carré des empiriques de l'armée du travail... de faire que l'homme de l'art — d'un art que trop longtemps une science hautaine avait trahi — abdique la forte croyance en soi qui l'anime pour devenir, comme aujourd'hui les techniciens de *toutes* les autres disciplines, un "douteur" dont le déterminisme soit la seule foi... de faire aussi qu'en dépit d'une tenace tradition, héritée sans doute des temps antiques où l'artisan se voyait refuser droit de cité, l'homme de science — au risque de se salir quelque peu les doigts — consente enfin à prêter main-forte à notre homme de l'art. »

### FONDATION DU C.I.R.P.

Dans son allocution, M. l'Ingénieur Général Nicolau a rappelé en ces termes les besoins auxquels répondait cette fondation :

« Un jour d'automne 1948, à la suite de Journées d'Etudes sur la Coupe des Métaux que la Société Française des Mécaniciens m'avait chargé d'organiser à Paris, quatre hommes de bonne volonté (\*), conscients de l'ampleur et de la portée de l'effort qui s'imposait pour tirer, de l'empirisme où elles s'attardaient, nos techniques de production mécanique, décidèrent de procéder au rassemblement des quelques rares chercheurs — parents pauvres de la grande famille industrielle — qui ça et là, à travers le monde, se penchaient sur le problème de l'imprégnation scientifique de ces techniques.

« Il s'agissait de faire que, dans la course à la Productivité qui s'amorçait alors de toutes parts, les mécaniciens réalisateurs s'engagent, eux aussi, dans la seule voie capable de les conduire dans les moindres délais à "la qualité visée, au moindre prix, au moindre effort" : celle ouverte jadis par F. W. Taylor où,

(\*) MM. E. Bickel (Suisse), D. F. Galloway (Grande-Bretagne), P. Nicolau (France), O. Peters (Belgique).

## OBJET

Conformément à ses statuts, le C.I.R.P. a pour but de « promouvoir par la recherche scientifique l'étude du travail mécanique de tous matériaux solides, y compris la vérification du rendement et de la qualité de ce travail ».

## STRUCTURE

Pour améliorer la coopération entre ses membres, le C.I.R.P. a formé des *groupes de travail spécialisés*, concernant différentes parties de son domaine d'activité : coupe et rectification, fromage, étude des surfaces, machines-outils, procédés physico-chimiques, métrologie.

En outre, il a été créé récemment un *groupe « optimisation »* qui s'applique à étudier tout le cycle de production comme un système unique dont on recherche l'optimum, en particulier par l'emploi des techniques nouvelles de calcul électronique.

Enfin, le C.I.R.P. comprend un *groupe « dictionnaire »* qui met au point un vocabulaire trilingue (anglais-allemand-français) sur les techniques de production mécanique et un *Comité de Liaison pour l'Orientation des Recherches* qui a pour but de mettre en relation et d'harmoniser les travaux des différents groupes d'études.

## REUNIONS

Depuis ses débuts, le C.I.R.P. offre chaque année à ses membres l'occasion de présenter leurs travaux principaux, de les discuter en commun et de les publier dans les *Annales du C.I.R.P.* actuellement éditées par Pergamon Press, en Grande-Bretagne.

A l'Assemblée de Paris, plus de 80 communications ont été présentées et ont fait l'objet de rapports et de discussions au cours de 6 sessions scientifiques.

En outre, 10 Conférences magistrales, sur des sujets d'intérêt général, ont été

présentées et une Table Ronde a été organisée autour du thème de la « Commande Adaptative », qui est une tendance moderne de la technique des machines-outils.

## RECHERCHES

Cette activité — normale pour une société savante internationale — est en outre doublée par une activité de « *recherche en coopération* », qui constitue une des expériences les plus intéressantes et les plus originales de collaboration scientifique internationale et qui est un puissant moyen d'échanges scientifiques entre chercheurs engagés dans les mêmes directions.

La recherche coopérative prend différentes formes qui vont de l'échange bibliographique, le rassemblement d'informations techniques sur un sujet d'intérêt industriel, l'élaboration de normes internationales, jusqu'à un travail réellement collectif, sur un programme commun, avec des matériaux identiques, dans les différents laboratoires.

Placée sous la présidence du Professeur Koenigsberger, de l'Université de Manchester, l'Assemblée Générale de Paris a marqué la vitalité du C.I.R.P., d'abord par le grand nombre de communications présentées et discutées et, encore davantage, par le développement des recherches coopératives entre les laboratoires du C.I.R.P. et l'examen des problèmes nouveaux posés par l'automatisation de plus en plus poussée des machines-outils.

Le C.I.R.P. montre ainsi qu'il correspond aux besoins de notre époque, où les distances se réduisent constamment et où les contacts techniques par-dessus les frontières sont devenus une nécessité du progrès industriel et du développement scientifique.

# LE C.N.I.F.

CONSEIL NATIONAL DES INGENIEURS FRANÇAIS

*La Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale est adhérente de l'Union des Associations Scientifiques et Industrielles Françaises (U.A.S.I.F.), qui est elle-même l'un des trois membres fondateurs du Conseil National des Ingénieurs Français (C.N.I.F.).*

*M. Albert Caquot, Président d'Honneur de la Société d'Encouragement, est également Président d'Honneur du C.N.I.F.*

*Dans l'exposé qui suit, M. Jean Louis, Président du C.N.I.F., indique ce qu'est cette dernière Institution.*

members de l'Union, et qui rappelle tout ce qu'est le Conseil National des Ingénieurs. Comme il résulte par là, et pourquoi il a été créé, et comment s'articulent les institutions qui se retrouvent dans son sein.

Après les brefs et les discours de l'illustre fondateur du C.N.I.F., le Président Caquot, et des Présidents Lenglet et Epron, ne semble-t-il pas superflu de retracer la genèse du C.N.I.F., et de rappeler comment il agit et à quelles fins ?

A la suite de mes prédecesseurs, je vais néanmoins tenter de le faire. Mais auparavant il faut que je remercie sincèrement *L'Industrie Nationale* de l'hospitalité qu'elle accorde à ces ligues et de l'occasion qu'elle me fournit d'apporter aux membres ingénieurs de la Société

L'homme est un être essentiellement sociable. Répondant à son instinct grégaire, il a toujours vécu et ouvrit en troupe, en société. Mais, ses connaissances progressant, le temps est venu où il lui a fallu se spécialiser au sein d'un groupe de plus en plus nombreux et d'aujourd'hui éprouvé le besoin de se réunir avec ceux de ses semblables qui exerçaient la même activité que lui, dans un sous-groupe homogène (guilde, corporation, aujourd'hui nous disons association, syndicat). Ce n'est pas la civilisation industrielle dans laquelle nous vivons, quelques que soient ses transformations actuellement prévisibles, qui affublera ce courant auquel les ingénieurs n'ont pas échappé ; et tout montre qu'ils ne désireront pas le contrarier, bien au contraire.

présentées et que Table Ronde a été organisée autour du thème de la « Commande Adaptative », qui est une tendance moderne de la technique des machines-outils.

#### RECHERCHES

### LE C.I.R.P.

La recherche coopérative entre les laboratoires, formé des groupes de travail concernant des sujets d'application, tels que la métallurgie, les machines-outils, les matériaux, l'astronomie, la métrologie, etc. C'est dans ce contexte qu'on peut voir l'importance d'organique et d'unité de production dans les laboratoires, dont on peut citer comme exemples les laboratoires de l'Institut de Physique et de Chimie Industrielles de l'Université de Paris (I.P.C.P.), qui a récemment obtenu un grand succès dans le développement des techniques de production dans les laboratoires de recherche et d'application des Recherches qui a suivi et de mettre en relation et d'harmoniser les travaux des différents groupes de travail.

#### RECHERCHES

Depuis les débuts, le C.I.R.P. offre l'opportunité de développer l'ensemble des recherches industrielles, scientifiques, techniques et techniques de la production des domaines de l'industrie, notamment dans les laboratoires de l'Institut Français de Techniques Physiques, en France.

À l'Assemblée de Paris, plus de 200 communications ont été présentées et sur les sujets de fonds et de discussions de cours de sciences et techniques.

En outre, 10 conférences internationales sur des sujets d'importance générale ont été

organisées — normale pour une société savante internationale — est entre double par une activité de « recherche en coopération », qui constitue une des expériences les plus intéressantes de coopération internationale et qui est un moyen d'échanges scientifiques entre chercheurs, engagés dans des mêmes directions.

La recherche coopérative prend différentes formes, qui vont de l'échange bibliographique, le rassemblement d'informations techniques sur un sujet d'interêt commun, à la publication d'articles scientifiques dans des revues internationales, avec des matériaux identiques.

Dans le cadre des sujets M. Jean Pons, Directeur des recherches fondamentales

Place sous la présidence du Professeur Koenigberger, de l'Université de Manchester, l'Assemblée Générale de Paris a marqué la vitalité du C.I.R.P., d'abord par le grand nombre de communications présentées et discutées et, encore davantage, par le développement des recherches coopératives entre les laboratoires du C.I.R.P. et l'examen des problèmes nouveaux posés par l'automatisation de plus en plus poussée des machines-outils.

Le C.I.R.P. montre ainsi qu'il correspond aux besoins de notre époque, où les distances se réduisent constamment et où les contacts techniques par-dessus les frontières sont devenus une nécessité du progrès industriel et du développement scientifique.

M. Gibrat, Président de l'Union des Associations Scientifiques et Industrielles Françaises (U.A.S.I.F.) m'a demandé de rédiger un texte qui serait accueilli dans les publications périodiques des membres de l'Union et qui rappellerait ce qu'est le Conseil National des Ingénieurs Français (C.N.I.F.), par qui et pourquoi il a été créé, et comment s'articulent les institutions qui se retrouvent dans son sein.

Après les écrits et les discours de l'illustre fondateur du C.N.I.F., le Président Caquot, et des Présidents Lange et Epron, ne semble-t-il pas superflu de retracer la genèse du C.N.I.F. et de rappeler comment il agit et à quelles fins ?

La suite de mes prédécesseurs, je vais néanmoins tenter de le faire. Mais auparavant il faut que je remercie sincèrement *L'Industrie Nationale* de l'hospitalité qu'elle accorde à ces lignes et de l'occasion qu'elle me fournit d'apporter aux membres ingénieurs de la Société

d'Encouragement pour l'Industrie Nationale le salut cordial du Conseil National des Ingénieurs Français.

L'homme est un être essentiellement sociable. Répondant à son instinct grégaire, il a toujours vécu et œuvré en troupe, en société. Mais, ses connaissances progressant, le temps est venu où il lui a fallu se spécialiser au sein d'un groupe de plus en plus nombreux et il a alors éprouvé le besoin de se réunir avec ceux de ses semblables qui exerçaient la même activité que lui, dans un sous-groupe homogène (guilde, corporation, aujourd'hui nous disons association, syndicat). Ce n'est pas la civilisation industrielle dans laquelle nous vivons, quelles que soient ses transformations actuellement prévisibles, qui affaiblira ce courant auquel les ingénieurs n'ont pas échappé ; et tout montre qu'ils ne désireront pas le contrarier, bien au contraire.

D'instinct, les ingénieurs sortis d'une même école ont désiré se retrouver dans une Association d'anciens Elèves. Les plus anciennes de ces formations remontent à 1847 pour les Ingénieurs Arts et Métiers, à 1862 pour les Centraux, à 1864 pour les Mineurs de Paris et à 1865 pour les Polytechniciens.

En 1848, les fondateurs de la Société des Ingénieurs Civils de France proposaient à tous les ingénieurs, d'où qu'ils fussent issus, de se rassembler sous le signe de l'universalité de leur art.

Mais les progrès de la science (et de sa sœur la technique) se traduisaient bientôt par un tel foisonnement de connaissances que la constitution de Sociétés scientifiques et techniques spécialisées devenait inévitable et, pour tout dire, indispensable.

En présence de la prolifération des Sociétés spécialisées, la vocation de la Société des Ingénieurs Civils de France, au lieu de s'éteindre, transcendait alors le dessein de ses fondateurs, et nous constatons aujourd'hui que cette Société devient, elle aussi, indispensable à celui qui désire entretenir, développer sa propre culture en restant informé des grands progrès réalisés dans l'ensemble des techniques. Au surplus, toutes choses se transforment si rapidement de nos jours que nul ne sait jamais si des techniques qui lui sont aujourd'hui inutiles ou étrangères n'influenceront pas sur la sienne propre, si elles ne la bouleversent pas.

Quoi de plus naturel que la fédération, effectuée en 1929, des Associations d'Anciens Elèves des Ecoles dans la F.A.S.S. F.I., devenue en 1957 la F.A.S.F.I.D. (Fédération des Associations et Sociétés Françaises d'Ingénieurs Diplômés) ?

Quoi de plus naturel que la fédération, effectuée en 1948, des Sociétés spécialisées dans l'U.A.S.I.F. (Union des Associations Scientifiques et Industrielles Françaises) ?

Ainsi, les trois grandes Institutions : I.C.F., F.A.S.F.I.D. et U.A.S.I.F. étaient ou se mettaient en place, quand est né chez les ingénieurs, dans les profondeurs de leurs rangs, le grand mouvement qui s'est manifesté par la création des premières Unions d'Ingénieurs à Lyon, Toulouse, Bordeaux.

De ces Unions régionales d'Ingénieurs qui couvrent maintenant la France entière ou presque, le Président Dougerolle qui leur a consacré tant de soins avec tant de cœur, vous dira prochainement ici-même ce qu'elles sont. Je présume qu'il s'interrogera aussi avec vous sur ce qu'elles pourraient être, sur ce qu'elles devraient être. Je me contenterai donc d'évoquer brièvement leur origine et d'envisager leur devenir.

En fait, ce mouvement résulte de la prise de conscience, chez les Ingénieurs, de leurs responsabilités, de leurs devoirs et du rôle grandissant qu'ils pourraient jouer dans la Nation.

Or dans la société actuelle, l'individu isolé n'a plus d'autorité, sa voix ne compte que dans la mesure où il est agrégé à un corps qui a pu entrer dans le jeu social après qu'il a atteint lui-même, puis dépassé une certaine « masse critique ». A cet égard les Unions Régionales, qui ont les mêmes emprises géographiques que les nouvelles Régions Economiques, semblent bien posséder la taille révérencielle suffisante.

Dans les perspectives que je tracerai plus loin, les Unions Régionales ne pouvaient, d'évidence, rester isolées. Fallait-il qu'elles se fédèrent en un quatrième groupement dont les actions se seraient développées en marge de celles des trois Institutions déjà nommées, avec tous les risques de recouvrements, au moins partiels, que l'on pouvait pressentir aisément ?

Cette dernière crainte était si fondée qu'elle contribua beaucoup au rassemble-

ment, au sein du Conseil National, des I.C.F., de la F.A.S.F.I.D., de l'U.A.S.I.F. et des Unions Régionales d'Ingénieurs.

Il fallait, en effet, d'une part harmoniser, coordonner, sinon animer, les activités propres à chacune de ces organisations et, d'autre part, assurer la représentation globale et unique des Ingénieurs Français, tant à l'intérieur que hors de nos frontières.

La mission du Conseil National des Ingénieurs Français (C.N.I.F.) doit viser ce double objectif.

Le C.N.I.F. est géré par un Comité de Direction de cinquante membres choisis en raison de leur compétence dans les divers domaines intéressant l'Ingénieur. Ce Comité est renouvelable par tiers chaque année, et une importante fraction de ses membres est constituée par des « Régionaux ». Il siège trois ou quatre fois par an.

Pour la gestion courante, le Comité délègue les pouvoirs nécessaires à un Bureau composé du Président assisté de trois Vice-Présidents, désignés respectivement par les trois fondateurs (F.A.S. F.I.D., U.A.S.I.F. et I.C.F.). Le Président peut se faire assister par un Vice-Président adjoint ; c'est le Président Galvaing qui assume actuellement cette importante fonction, avec le tact et la compétence que reconnaissent tous ceux qui ont suivi sa longue carrière de militant des mouvements d'Ingénieurs.

Le Bureau du C.N.I.F. s'assure que les activités des groupements constituants ne sont pas discordantes. Il discute de l'opportunité et de l'urgence de tel ou tel problème intéressant le corps des Ingénieurs, il prépare les questions à débattre

et les décisions à prendre par le Comité de Direction. L'action utile, décidée d'un commun accord, est généralement du ressort de l'un ou l'autre des groupements constituants qui conservent leur autonomie propre et qui sont seuls à détenir les moyens de réalisation. Cependant le Président et les Vice-Présidents assurent les actions personnelles nécessaires aux niveaux les plus élevés.

Une Assemblée annuelle, qui réunit les délégués de nombreuses associations et les membres du Comité, entend le rapport du Comité puis exprime son avis sur les grandes orientations à prendre.

En définitive, le C.N.I.F. représente la collectivité des Ingénieurs partout où cette représentation est souhaitable, et cela soit directement par son Président ou son Bureau, soit indirectement par délégation faite à l'un ou l'autre des organismes constituants.

Des efforts considérables ont été consentis par le C.N.I.F. pour obtenir, dans diverses instances administratives du pays, une représentation active ou, pour le moins, une reconnaissance d'existence officielle.

\*\*

Ce n'est pas ici qu'il convient de résumer ou même d'énumérer les travaux qui ont été entrepris sous l'égide du C.N.I.F. par ses constituants. A ceux — et j'espère qu'ils seront nombreux — qui voudraient satisfaire leur curiosité à cet égard, je ne puis que conseiller de se reporter aux comptes rendus des Congrès de Toulouse et de Bordeaux.

S'appuyant sur ses constituants dont il contribue, par cette opération, à renforcer l'autorité, le Conseil National peut

prétendre qu'il représente d'une manière authentique et efficace tous les Ingénieurs, devant toutes les instances nationales et internationales.

Conjointement avec les trois grandes institutions : F.A.S.F.I.D., U.A.S.I.F. et Ingénieurs Civils de France, les Unions Régionales ont entrepris la tâche de guider les Ingénieurs dans la voie qu'ont définie les Congrès Nationaux de 1961 et de 1965 :

- exalter la mission des Ingénieurs,
- veiller à ce que leur rang social ne soit pas contestable et, à cette fin, préserver les attributs de leur titre, entretenir leur perfectionnement post-scolaire,
- offrir leurs services aux Pouvoirs Publics dans l'apolitisme et en tout désintéressement,

tels sont les mobiles du mouvement qu'anime le Conseil National des Ingénieurs Français et qui ne tend à rien de moins que la constitution d'un véritable Corps d'Ingénieurs voué au bien du pays.

Car les signes de notre époque — explosion démographique — accélération du rythme du développement scientifique (notamment dans la biologie) et du développement technique (notamment dans l'astronautique et l'atomistique) — font présager qu'une grande mutation de notre civilisation va s'accomplir.

Cette mutation ne pourra s'accomplir sans les Ingénieurs.

Il est donc temps qu'ils s'y préparent.

Jean LOUIS,  
Président du C.N.I.F.

*Le Président de la Société, Directeur de la Publication : J. LECOMTE, D.P. n° 1.080*

I.F.Q.A.-CAHORS. — 60.607. — Dépôt légal : IV-1966

ÉDITIONS DU  
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

15, quai Anatole-France, Paris-7<sup>e</sup>  
C.C.P. PARIS 9061-11 Tél. : 705-93-39

COLLOQUES INTERNATIONAUX

N° 146

- PRODUITS ORGANIQUES DE SYNTHÈSE
- PRODUITS MINÉRAUX PURS
- MATIÈRES PLASTIQUES

LA THÉORIE  
DU POTENTIEL

ORSAY

22-26 juin 1964

La théorie du potentiel n'était, il y a cinquante ans, qu'un chapitre restreint de mathématiques inspiré de l'électrostatique. Mais les problèmes se sont raffinés et généralisés grâce à de nouveaux instruments, et les diverses structures sous-jacentes et d'une richesse inattendue ont donné naissance à des développements axiomatiques autonomes et maintenant considérables

Ouvrage de 324 pages in-8° raisin, relié balacron

**PRIX : 36 F**

MAISON FONDEE EN 1895

"LES ÉLECTRICIENS DE FRANCE"

# Ets JULES VERGER & DELPORTE

Société Anonyme, au Capital de 10.000.000 de F

## ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES, ÉLECTRONIQUES ET TÉLÉPHONIQUES

Siège Social, Bureau d'Etudes, Service : 141 bis, 141 ter, rue Saussure, PARIS-17<sup>e</sup>  
TEL. (1) 267-18-51 - 20 lignes groupées - TELEX. JULES 28482

Usine et Départements: Réparations — Bobinage — Radio — Télévision — Electronique — Automation  
53, rue Maurice-Bokanowski, ASNieres - Tél. 473 39-90, 62-28

Département: ELECTRO-VAPEUR - 92, avenue des Ternes, PARIS-17<sup>e</sup> - Tél. 380 42-70

Agence de VERSAILLES : 2, place Gambetta - Tél. 950-53-50 950-17-75 - Mag. 21, rue d'Anjou - Tél. 950-01-10

Agence de CANNES : 3, pas. Ste-Catherine - LE CANNET Tél. 39-58-71 Cannes (A.-M.)

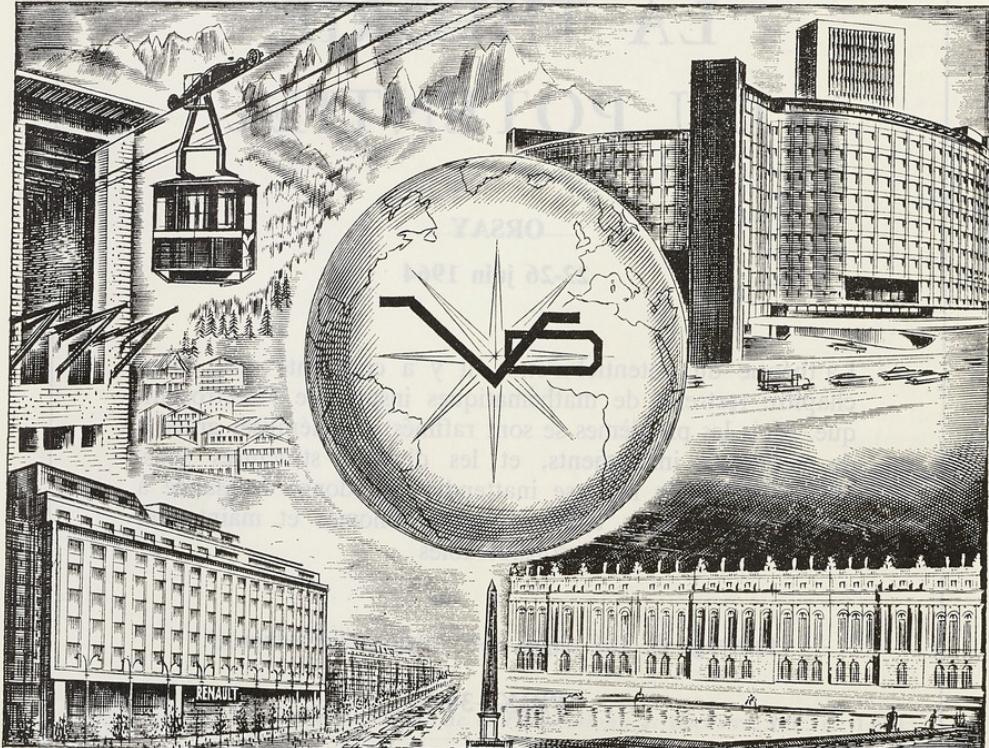
MAGASIN DE VENTE : Radio — Télévision — Electro-Ménager — Froid :

92, Avenue des Ternes, PARIS-17<sup>e</sup> - Tél. 380 42-70

53, Rue Maurice Bokanowski, ASNieres - Tél. 473 39-90, 62-28.

EN AFRIQUE : SENEGAL - DAKAR      Bureaux-Magasins : 164, rue Blanchot - B. P. 968 - Tél. 227-26. 227-29.  
- SAINT-Louis      Ateliers : Km 6,5, route de Rufisque, Hann - 451-39.  
Côte-d'Ivoire - ABIDJAN      B. P. 4140 - Tél. 553-95.  
Dahomey - COTONOU      B. P. 184 - Tél. 27-76.  
Mauritanie - PORT-ETIENNE      B. P. 68 - NOUAKCHOT : B. P. 3 - Tél. 23-06.  
Haute-Volta - OUAGADOUGOU      B. P. 394 - Tél. 23-54 - BOBO DIOULASSO : B. P. - Tél. 26.  
Togo - LOME      B. P. 1147.

VAL D'ISERE - Téléphérique      quelques réalisations récentes      MAISON DE LA RADIO



RENAULT (Champs-Elysées)

PALAIS DE VERSAILLES

«LES ELECTRICIENS DE FRANCE» SONT JOUR ET NUIT  
DIMANCHE ET FETES A LA DISPOSITION DE LEUR CLIENTELE



SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES

# RHÔNE POULENC

- PRODUITS CHIMIQUES ORGANIQUES DE SYNTHÈSE
- PRODUITS MINÉRAUX PURS
- MATIÈRES PLASTIQUES



La Société des Usines Chimiques RHÔNE-POULENC fabrique environ 3.000 produits chimiques : produits organiques industriels, produits minéraux fins, produits pharmaceutiques, matières plastiques, etc... Elle fait partie du groupe Rhône-Poulenc S.A. qui comporte de nombreuses sociétés chimiques, pharmaceutiques et textiles, en France et à l'étranger. A elle seule, elle dispose de 8 usines, d'une surface totale de 500 hectares et emploie 13.000 personnes. Ses Services de Recherches sont particulièrement importants, répartis en des centres spécialisés (chimie organique pure et des hauts polymères, chimie pharmaceutique, matières plastiques, etc...) dans lesquels travaillent environ 1.600 personnes.

22 AV. MONTAIGNE  
PARIS - ALM, 40-00

# SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE LA GRANDE PAROISSE

AZOTE ET PRODUITS CHIMIQUES

Société Anonyme au capital de 19.595.800 F.

8, Rue Cognacq-Jay - PARIS-7<sup>e</sup> - Tél INV. 44-30

AMMONIAQUE - ALCALI - ENGRAIS AZOTÉS

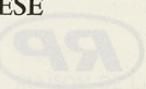
ENGINEERING - CONSTRUCTIONS D'USINES  
HYDROGÈNE

GAZ DE VILLE - GAZ DE SYNTHÈSE

AMMONIAQUE

ACIDE NITRIQUE

ENGRAIS AZOTÉS



# SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES

Société Anonyme au Capital de 36.160.000 F

56, rue du Faubourg Saint-Honoré - PARIS (8<sup>e</sup>)

ENTREPRISES GÉNÉRALES  
TRAVAUX PUBLICS ET BATIMENT  
ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE

Barrages - Usines hydro-électriques et thermiques - Usines, ateliers et bâtiments industriels - Travaux maritimes et fluviaux - Aéroports - Ouvrages d'art - Routes - Chemins de fer - Cités ouvrières - Edifices publics et particuliers - Assainissement des villes - Adductions d'eau - Bureaux d'études

Grands postes de transformation  
Centrales électriques  
Lignes de transport de force

Électrification de voies ferrées  
Electrifications rurales  
Equipements électriques industriels

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRO-CHIMIE  
D'ÉLECTRO - MÉTALLURGIE  
et des  
ACIÉRIES ÉLECTRIQUES D'UGINE

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

SIEGE SOCIAL : 10, RUE DU GENERAL-FOY - PARIS (8<sup>e</sup>)  
TELEPHONE : EUROPE 31-00  
ADRESSE TELEGRAPHIQUE : TROCHIM PARIS



**PEUGEOT**  
**403.404**  
**VOITURES DE QUALITÉ**

L.P.F. 0,285.

VENTE A CRÉDIT PAR LA **Din**

L.P.F. 306

## RÉSUMÉS DES ARTICLES

### LES RESIDUS DE PESTICIDES DANS LES DENREES ALIMENTAIRES

par M. Jean Lhoste, p. 5

M. Jean Lhoste passe en revue les résidus de pesticides dans les eaux, le lait, les végétaux comestibles.

Il expose ensuite l'action toxique de ces résidus et la législation de contrôle et de défense qui a été élaborée dans divers pays.

Plusieurs interventions ont souligné l'utilité que présenterait une diffusion des informations dans les milieux intéressés.

### TECHNIQUES ET PERSPECTIVES DE LA FONTE

par M. Pierre David, p. 35

L'auteur énumère et caractérise d'abord les constituants de la fonte et ses différentes variantes.

Il expose ensuite les perfectionnements récents qui ont transformé les techniques de la fonderie.

Il précise enfin les perspectives du marché des fontes moulées.

### LES STATIONS D'ESSAIS D'APPAREILS PROPULSIFS MARINS A VAPEUR DE L'ETABLISSEMENT NATIONAL DE LA MARINE A INDRET

par MM. J.-L.-E. Segui et A. Janoir, p. 57

L'Etablissement National de la Marine à Indret est spécialisé dans les appareils propulsifs marins. Il possède à cet effet d'importantes stations d'essais :

1) Une station d'essais des appareils moteurs à vapeur où sont essayés les groupes turbo-réducteurs prototypes des bâtiments à vapeur de la Marine Nationale. Les essais peuvent être poussés jusqu'à la pleine charge, puisque l'équipement du banc d'essai permet de développer et d'absorber une puissance allant jusqu'à 48 000 kW.

2) Une station d'essais des appareils évaporatoires qui, depuis 1936, a permis d'essayer tous les types de chaudières installés à bord des bâtiments de guerre. De plus, depuis 1958, l'avènement de la propulsion nucléaire a conduit à compléter les moyens existants, par ceux permettant d'essayer des échangeurs évaporateurs.

Le dernier équipement récemment mis en service est une station « nucléairement propre », capable d'essayer tout composant d'une installation nucléaire, à l'exclusion du réacteur.

