

## 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>
	<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>
<b>VOLUME TÉLÉCHARGÉ</b>	<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>

<b>NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ</b>	
<b>Titre</b>	L'Industrie nationale : comptes rendus et conférences de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale
<b>Volume</b>	<a href="#">1987, n° 1</a>
<b>Adresse</b>	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1987

<b>Collation</b>	<b>1 vol. (32 p.) : ill. ; 30 cm</b>
<b>Nombre de vues</b>	<b>36</b>
<b>Cote</b>	<b>INDNAT (142)</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.142">https://cnum.cnam.fr/redir?INDNAT.142</a></b>

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

Commission d'histoire de la Société d'Encouragement,

Juillet 2025.

### *Bibliographie*

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

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

S. E. I. N.  
Bibliothèque

ISSN : 0019-9133

# L'INDUSTRIE NATIONALE

*Comptes rendus et Conférences  
de la Société d'Encouragement  
pour l'Industrie Nationale*

*fondée en 1801  
reconnue d'utilité publique en 1824*



Revue semestrielle

1987-N° 1

SOMMAIRE

SÉANCES SOLENNELLES POUR LA REMISE DES PRIX ET  
MÉDAILLES 1986 (COMPLÉMENTS) :

- Présentation de M. Jean LAGASSE par M. Jean ROBIEUX, Président de la Société ..... p. 3
- Discours d'ouverture de M. Jean LAGASSE, Directeur de la Recherche de la Régie Nationale des Usines Renault ..... p. 4

Conférences :

- « Alternatives à la lutte chimique traditionnelle dans la protection des plantes » par M. Charles DESCOUNS, Directeur de Recherche INRA, Chef du Département de Phytopharmacie et d'Écotoxicologie ..... p. 9
- Présentation de M. Jean MORRE et de M<sup>me</sup> Françoise JANIN par M. Jean LHOSTE, Membre de l'Académie d'Agriculture de France et Président du Comité de l'Agriculture et de l'Agro-Industrie de la Société ..... p. 19
- « L'Accident de Tchernobyl : Ses causes — Ce qui s'est passé le 26 mai 1986 — Les réactions en France — Enseignements à tirer » par M. le Docteur Jean MORRE, Président Honoraire de l'Académie Vétérinaire de France et par M<sup>me</sup> Françoise JANIN, Docteur ès-Sciences pharmaceutiques, Chargée de Recherches ..... p. 21

Chronique :

- « Il y a 100 ans... », par M. Henri POUPÉE ..... p. 31

Publication sous la direction du professeur Jean ROBIEUX

*Président 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 les auteurs.

Abonnement annuel : 75 F

le n° : 40,00 F

C.C.P. Paris, n° 618-48 G

Présentation de M. Jean LAGASSE  
par M. Jean ROBIEUX, Président de la Société

Né à Toulouse en 1925, diplômé de l'École Nationale Supérieure d'Électricité de Toulouse (1946). Docteur ès Sciences de l'Université de Toulouse (1952).

A fait l'essentiel de sa carrière en tant que professeur de l'Établissement Supérieur d'Électrotechnique d'Electrotechnique de Toulouse et Université Paul Sabatier.

Dans le cadre de ses cours et travaux de recherche, il a été membre du Comité de Génie des Télécommunications et des Techniques de l'Information (1957-1977).

Il a publié 170 articles dans diverses revues scientifiques et techniques, et 100 communications à des congrès internationaux. Il a été délégué au Comité Directeur de la Société de l'Informatique et des Techniques de l'Automatique (1968-1972).

**SÉANCES SOLENNELLES  
POUR LA REMISE DES PRIX ET MÉDAILLES 1986  
(compléments)**

Il a obtenu dans les meilleurs séminaires pour ses travaux en Automatique et Electronique Analogique et Numérique, la médaille d'or de l'Académie des Sciences de Madrid et Barcelone, de l'Académie Espagnole d'Ingeniería et Doctor Muñoz Lasa (de l'Institut de Béziers (Pologne) du Kazakhstan et d'Ukraine.

Il est Chevalier de la Legion d'Honneur, Commandeur de l'Ordre National du Mérite, Commandeur des Arts et des Lettres, Officier de l'Ordre National Brésilien du Cruzeiro do Sul.

Sur le plan enseignant, il est membre des Comités de divers organismes de l'enseignement supérieur : Comité d'Informatique, Comité National de Recherche sur les Transports et le Transport, Comité National de l'Informatique et du Bureautique, par exemple depuis janvier 1984, la présidence du Comité d'Informatique et de l'Informatique professionnelle et académique, et les travaux techniques des Ministères de la Science et de la Technologie et de l'Enseignement Supérieur.

POUR LA REMISE DES PRIX ET MÉDAILLES 1884  
SOCIÉTÉ SOLIDARITÉ  
(comptingue)

## Présentation de M. Jean LAGASSE par M. Jean ROBIEUX, Président de la Société

Jean LAGASSE, né à Carcassonne (Aude) en 1925, Ingénieur de l'École Nationale Supérieure d'Électrotechnique de Toulouse (1946), Docteur ès Sciences de l'Université de Toulouse (1952).

A fait l'essentiel de sa carrière en tant que professeur de l'Enseignement Supérieur (École Nationale Supérieure d'Électrotechnique de Toulouse et Université Paul Sabatier).

Dans ce cadre, il a créé et dirigé successivement deux laboratoires : le Laboratoire de Génie Électrique (1955-1967) et le Laboratoire d'Automatique et d'Analyse des Systèmes du C.N.R.S. (1967-1977).

En octobre 1975, il est détaché au Centre National de la Recherche Scientifique à Paris pour exercer les fonctions de Directeur Scientifique du C.N.R.S. pour le Département des Sciences Physiques pour l'Ingénieur.

En février 1979, il quitte le C.N.R.S. pour la Régie Renault où il est nommé, en janvier 1980, Directeur des Affaires Scientifiques et Techniques du Groupe Renault et Président de Renault-Recherche Innovation.

En septembre 1985, il est nommé Directeur de la Recherche de la Régie Renault.

\*\*

Connu dans les milieux scientifiques pour ses travaux en Automatique et Électronique Appliquées, il est membre correspondant des Académies des Sciences de Madrid et Barcelone, de l'Académie Royale suédoise des Sciences de l'Ingénieur et Docteur Honoris Causa des Universités de Silésie (Pologne) du Pernambuco et du Paraiba (Brésil).

Il est Chevalier de la Légion d'Honneur, Commandeur de l'Ordre National du Mérite, Commandeur des Palmes Académiques et Officier de l'Ordre National Brésilien du Cruzeiro do Sul.

\*\*

Sur le plan national, il est membre des Conseils de divers organismes ou établissements (C.N.R.S., Agence de l'Informatique, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Conseil Scientifique de Défense...). Il assume, par ailleurs depuis janvier 1984, la présidence du Comité d'Évaluation et de Prospective du programme prioritaire de recherches sur les transports terrestres des Ministères de la Recherche et de la Technologie et des Transports.

## Allocution de M. J. LAGASSE Directeur de la Recherche de la Régie Nationale des Usines Renault

Ce n'est pas sans une certaine nostalgie, que je dirai heureuse, que j'ai accepté la présidence de cette séance solennelle de remise des prix et médailles.

Il y a en effet vingt-trois ans que votre très vénérable Société m'avait fait l'honneur de m'attribuer la Médaille de Vermeil au nom du Comité des Arts Physiques alors que j'étais Directeur du Laboratoire de Génie Électrique de l'Université de Toulouse. Ce presque quart de siècle me donne le droit de témoigner de ce que la Recherche peut apporter à un homme dans l'évolution de sa carrière.

Le chercheur n'est pas seulement l'homme de derrière les paillasses ; la Recherche au contraire ouvre, aux hommes qui s'y consacrent, les portes de tous ses temples et leur offre la diversité et la mobilité qui sont les indispensables pendants à leur curiosité naturelle.

Du chercheur et de l'universitaire que j'ai été pendant près de vingt années à l'Université Paul Sabatier et à l'E.N.S.E.E.I.H.T., je suis passé à la Recherche publique, d'abord à Toulouse en qualité de Directeur du Laboratoire d'Automatique et d'Analyse des Systèmes du C.N.R.S., le L.A.A.S., puis, à Paris, comme Directeur Scientifique de ce même C.N.R.S. pour les Sciences de l'Ingénieur, où dix années se sont encore écoulées.

Pour moi, toulousain « monté à Paris », ces dernières expériences et une rencontre, sans doute plus inscrite dans ma destinée que fortuite, m'ont valu d'être sollicité pour prendre, en 1979, la Direction des Affaires Scientifiques et Techniques de la Régie Renault, devenue depuis Direction de la Recherche.

Je pourrais donc vous parler des joies et des déceptions du chercheur de base, de l'enthousiasme qu'implique les fonctions d'enseignant, des plaisirs que l'on éprouve à diriger un grand secteur scientifique dans un organisme toujours prestigieux.

Mais c'est certainement dans mes dernières fonctions que j'ai pu prendre et mesurer les vraies dimensions de la Recherche dans son environnement industriel, avec tout ce qu'elle demande de témérité dans le contexte actuel où s'imbriquent étroitement technologie, économie, politique, mais aussi avec toutes les satisfactions qu'elle procure quand on sort vivant sinon vainqueur de ce singulier combat.

Si l'expérience de la Recherche vécue dans chacune de ces phases est différente, la Recherche, elle, poursuit sa finalité : de l'université à l'industrie, de la Recherche fondamentale à la Recherche industrielle, le produit ou la maîtrise des technologies sont le but vers lequel tendent toutes les études, que les résultats soient applicables aux secteurs économiques ou aux secteurs industriels.

Le chercheur d'aujourd'hui sait qu'il ne doit pas se satisfaire de travaux interminables, aux coûts non maîtrisés, préjudiciables à l'image de la Recherche, mais que c'est en validant, par des résultats, la notion fondamentale « du produit, application de la recherche en phase finale », qu'il s'insère dans l'avenir de la Société.

Une Société dont tous les secteurs d'activité, avec une acuité et à des vitesses différentes, sont entrés dans une phase de mutation faisant appel à la Recherche et à l'Innovation à l'échelle de la planète.

L'exemple de l'Industrie Automobile est certainement l'un des plus caractéristiques de cette mutation — jugez-en —.

L'industrie automobile était et est, pour certains, encore considérée comme une industrie traditionnelle, sans doute parce que son produit, le véhicule, n'a « apparemment » pas changé, du moins dans son aspect physique.

Je parle bien d'apparence, car le véhicule, produit complexe, intègre régulièrement, depuis quelques années déjà, les retombées de nouvelles technologies... Si l'on peut citer, par exemple, parmi celles que le consommateur voit ou perçoit : les nouveaux matériaux dans la carrosserie et le moteur, l'électronique sous le capot, dans l'habitacle et pour la sécurité, il ne faudrait pas négliger les nouvelles technologies qui, au niveau de la conception, du calcul, de la production et du contrôle, ont aussi largement contribué à ces changements.

En effet, l'industrie automobile, comme tous les grands secteurs industriels, est entrée de plain-pied dans l'ère des mutations technologiques.

Pour faire face à cette évolution technologique qui connaît à l'heure actuelle une accélération encore jamais atteinte, et pour préparer l'intégration des mutations futures, l'industrie automobile accorde à la Recherche le rôle stratégique et l'importance, tels qu'ils sont depuis longtemps pris en compte dans les secteurs dits de « pointe ».

A l'heure actuelle, les constructeurs japonais dont l'industrie automobile est florissante, et les constructeurs américains, qui se sont donnés les moyens de leur renouveau, consacrent de 4,5 % à 5 % de leur chiffre d'affaires à la Recherche et au Développement.

Les grands programmes des constructeurs américains pour la fin du siècle montrent bien l'importance que ceux-ci accordent à la Recherche et figurent parfaitement l'enjeu stratégique de la composante recherche-production-produit, indispensable pour rester les leaders et les meilleurs, face à une concurrence japonaise que

ses succès rendent de plus en plus efficace, agressive et dangereuse. Face aussi à la menace qui se précise avec l'arrivée dans l'industrie automobile, des pays de l'Asie du Sud-Est qui, avec d'autres armes que la technologie, ont déjà montré, avec la construction navale entre autres, comment ils pouvaient conquérir un secteur et bouleverser les données internationales en mettant en péril des entreprises parmi les plus solides.

Les deux constructeurs français, P.S.A. et Renault, qui ont traversé et connaissent encore les situations délicates que l'on sait, en ayant encore des efforts importants à poursuivre, ont cependant maintenu constantes leurs dépenses de Recherche et Développement, qui sont de l'ordre de 3 % de leur chiffre d'affaires.

Il n'est pas besoin de grands discours pour voir que la bataille est inégale et que les moyens sont loin d'être comparables entre les principaux compétiteurs.

Aussi les enjeux seront-ils différents.

Pour Renault, l'élément essentiel se situe dans le choix judicieux de ses orientations principales. Il lui faut, en particulier, élargir les collaborations avec l'extérieur pour réduire, autant que faire se peut, le coût des recherches et, dans la situation actuelle, sur la voie du redressement, poursuivre son action pour accroître sa productivité, améliorer la qualité-fiabilité de ses produits et fournir, par rapport à ses concurrents, des véhicules bénéficiant d'une personnalisation particulière.

Face aux géants américains, grâce au programme Euréka, les européens ont la chance et la possibilité de rassembler leurs moyens financiers, technologiques et humains pour rester, eux aussi, dans la compétition et reprendre la place qui était encore la leur il y a dix ans et, à laquelle, la qualité de leurs produits leur donne droit.

Revenons au produit, si semblable et pourtant si différent. La Recherche doit avoir sur l'automobile, cette centenaire qui s'apprête à passer le cap de l'An 2000 dans une forme extraordinaire, les mêmes effets que la cosmétologie et le « body building » sur les femmes d'aujourd'hui qui savent y puiser l'éclat et la tonicité de leur jeunesse.

La forme c'est d'abord le style, et le style c'est la personnalité. Quelle que soit l'assistance technique de la C.A.O., qui permet, dès les premiers projets de conception de la carrosserie, de gagner un temps précieux, c'est le bureau de style qui donne au véhicule la personnalité qui doit se retrouver dans toute la gamme du constructeur.

Cet exercice « de style » est d'autant plus délicat que les projets doivent en même temps satisfaire aux exigences des aérodynamiciens et passer les épreuves de soufflerie où sont travaillés les coefficients de traînée aérodynamique : le fameux  $C_x$ , mais aussi la portance qui caractérise l'aérodynamique verticale, exprimée, elle, par le  $C_z$ .

Si le style est vital pour le succès commercial du modèle, l'aérodynamique l'est pour une part des performances. A un stade très précoce interviennent également les ergonomes. L'ergonomie est, elle, garante du confort dans la conception de l'habitacle : confort postural, confort des sièges, fonctionnalité du poste de conduite, mais aussi du confort mécanique (réduction des bruits et des vibrations), le tout pour un meilleur bien-être du conducteur et des passagers.

Nous avons parlé de la grande forme du véhicule ; outre son style, sa forme, c'est aussi sa capacité « dynamique », ses performances, et là encore, entrent en jeu de nombreux éléments, de nombreux résultats d'études et de recherches.

Ses performances, l'automobile les gagne bien évidemment par sa mécanique et son moteur. On peut dire que les motoristes ont fait des miracles dans une période où il a d'abord fallu réduire la consommation, où il faut maintenant prendre en compte des normes plus sévères de protection de l'environnement, alors que le consommateur est toujours aussi friand de performances.

Tout ceci nécessite que la machine ait un rendement maximal (1), avec une consommation minimale dans des conditions de fonctionnement optimale. C'est à quoi concourent les travaux de recherche sur l'injection et la combustion, les nouveaux matériaux, telles les céramiques, peuvent offrir à ces nouveaux monstres une meilleure tenue à haute température et une meilleure résistance mécanique tout en étant plus légers ; l'introduction de la suralimentation, les soupapes multiples, le contrôle et les commandes électroniques ont aussi contribué au surcroît de puissance offert par les moteurs actuels.

Autre élément de performance, le poids. On escompte un allègement d'un bon tiers, voire de la moitié de la masse du véhicule à l'horizon 2000. Ceci grâce à l'introduction de nouveaux matériaux dont on maîtrise également mieux les propriétés et les techniques de mise en œuvre.

L'automobile, plus performante, plus puissante, est aussi plus sûre et plus fiable. Ces qualités, outre les progrès techniques accomplis, relèvent aussi de l'électronique. Électronique de contrôle et de commande qui optimise le fonctionnement du véhicule ; électronique de diagnostic qui permet une maintenance préventive ou précoce, électronique de fonction qui assure, entre autres, la sécurité active du véhicule grâce à un comportement et à une tenue de route qui s'adaptent automatiquement aux conditions de conduite et à l'état de la chaussée ; parmi les dernières et futures applications, nous trouvons l'électronique de communication. Renault, qui est présent dans toutes ces investigations technologiques, présentait cette année au Salon de Paris son projet Atlas dont le but est de faciliter le dialogue entre le conducteur et le véhicule et aussi celui entre le conducteur et l'environnement pour ce qui est des conditions de trafic et des informations nécessaires pour assurer la sécurité et l'agrément d'un déplacement.

Dans le cadre d'Euréka, Atlas est rejoint par Prometheus auquel participent tous les grands constructeurs européens.

Si l'on peut regretter le temps des mythes antiques où Atlas et Prométhée étaient fils du titan Japet et de Clymène « aux jolies chevilles », espérons, du moins, que ces antécédents donneront au projet Prometheus la dimension d'une épopee sur la sécurité puisque telle est sa vocation : sécurité active du véhicule par une assistance à la conduite, sécurité relative entre véhicules pour limiter les risques de collision, sécurité et optimisation du déplacement, grâce aux systèmes de communication entre le véhicule et l'environnement.

Ces programmes ambitieux, mais réalisables, ouvrent la voie à l'automobile de demain qui, comme le nouveau siècle, sera placée sous le signe de la communication.

Il y a d'autres différences, moins perceptibles. Ce sont celles qui relèvent des nouveaux modes de conception, des nouvelles méthodes de fabrication des pièces et des organes, des nouveaux procédés de protection et de l'automatisation des processus de fabrication du produit. Elles contribuent aussi à une meilleure qualité et à une fiabilité accrue.

La Recherche n'abandonne pas le véhicule à sa sortie d'usine. A ce stade, la maintenance intervient. Premier temps : diagnostic précoce au niveau du tableau de bord comme sur la console Atlas ; seconde étape, en atelier, grâce à des systèmes intelligents d'aide au diagnostic comme c'est déjà le cas avec le système Sitère-Expert mis au point par Renault. Actuellement, le système permet de diagnostiquer les défaillances des boîtes de vitesse automatisées, les recherches se poursuivent pour étendre cette approche à d'autres types de composants.

La finalité de toutes ces recherches et de ces études, le but de l'Entreprise est de proposer au consommateur des « voitures à vivre » alliant le style et la technologie : de belles voitures, confortables, agréables à conduire, d'une sécurité optimum, sans avoir sacrifié ni les performances, ni la maîtrise du conducteur sur le véhicule.

Pour réaliser ce produit « différent », les entreprises doivent changer. Changer pour résister aux bouleversements provoqués par les mutations technologiques brutales du dernier quart de siècle ; pour l'entreprise, les chances de réussir ce changement passent par l'adaptation.

Pour s'adapter, elle devra miser sur la recherche et le développement, innover, créer et intégrer les nouvelles technologies, rechercher et apprendre les nouveaux métiers, accepter de nouvelles règles de management et changer ses mentalités.

Le rôle des hommes et notamment des jeunes est primordial dans ces démarches et ces approches.

La Recherche et le Développement, une des clés du succès de l'entreprise, a besoin d'hommes capables d'innover. Cette capacité, ils la doivent à leur formation, c'est elle, en effet, qui détermine le niveau du système de développement d'une société. Les japonais ont très vite perçu l'importance de cet enjeu et leur percée technologique n'est pas sans relations avec le nombre de leurs scientifiques qui a augmenté de 62 % entre 1968 et 1978.

Si l'industrie a un besoin sans cesse croissant de scientifiques, elle a aussi besoin d'hommes capables de maîtriser le nombre et la complexité des technologies en y ajoutant les dimensions du management, de l'économie, de la sociologie et d'autres disciplines si nécessaires.

Le système éducatif, tant au niveau scolaire de notre société qu'à celui interne à l'entreprise, n'a pas suivi cette accélération brutale et vit parfois mal le changement.

Heureusement, l'environnement, les médias, la curiosité personnelle, engendrent des comportements nouveaux qui modifient le système par des voies moins classiques.

L'enseignement, de l'école à l'université, a un rôle primordial à jouer et, s'il se doit de pourvoir aux besoins en hommes de la nation, l'entreprise a, elle aussi, un rôle important dans ce domaine. Elle doit fournir un important effort de formation interne. Dans un premier temps, elle doit pallier le décalage naturel entre les connaissances dispensées par l'enseignement traditionnel et les besoins immédiats de l'industrie, surtout en ce qui

concerne les technologies nouvelles ou avancées. Elle doit ainsi, par une formation permanente et continue, préparer ses techniciens et ses ingénieurs aux technologies d'aujourd'hui et de demain, les connaissances se trouvant maintenant sans cesse remises en cause ; elle doit aussi développer chez eux l'aptitude intellectuelle et je dirai « comportementale » à changer de métiers tout au long de leur vie professionnelle.

La société et l'industrie ont et auront besoin d'hommes « performants » mais aussi mobiles et motivés.

Cette politique de formation en général et de formation aux nouvelles technologies en particulier doit s'accompagner d'autres mesures. Il est nécessaire d'intensifier l'intégration des ingénieurs dans les équipes de recherche pour mieux répondre aux choix industriels des entreprises.

Il faut poursuivre et intensifier les relations écoles-universités-industrie, développer par exemple les conventions de type Cifre, dont les résultats actuels sont prometteurs, mais insuffisants.

Le retard de la France en matière industrielle et technologique tient en partie au fait que les grandes écoles se tiennent trop souvent à l'écart de la Recherche. Actuellement 5 % seulement des 12 000 ingénieurs diplômés chaque année ont reçu une formation sanctionnée par un doctorat. Si on prend encore une fois l'exemple du Japon, une des raisons de ses succès vient du rôle important que le Miti a joué dans l'organisation de coopération entre firmes et universités sous forme de recherche conjointe dans divers domaines. Le modèle s'est exporté aux États Unis, la France y vient tout doucement.

Vous, qui avez acquis le savoir et qui aujourd'hui pour votre mérite et vos compétences, recevez une distinction de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, soyez fidèles à ces missions.

Que ces prix et ces médailles vous investissent d'une part de responsabilités supplémentaires pour faire vivre les entreprises au travers de ses résultats et par ses hommes.

La clé de la supériorité de demain sera dans la qualité de la ressource humaine, sa capacité à comprendre, à savoir, à innover et à communiquer. D'où la primauté de l'éducation et de la formation permanente pour entretenir « ce potentiel de richesse », développer cette ressource afin de s'adapter aux changements rapides, à la compétitivité technologique, à l'environnement économique et commercial.

Sans un développement réussi de ce type, on ne peut espérer faire le meilleur usage des promesses techniques de la Recherche et du Développement.

On dit souvent que faire de la recherche ou travailler dans le domaine scientifique c'est acquérir la *lucidité*.

On dit aussi que mener une activité de caractère technique vous impose l'*efficacité*.

En vous adressant à vous tous et toutes mes compliments pour les distinctions qui vont vous être attribuées, je vous demanderai de viser à la fois des activités scientifiques et techniques, qui feront de vous, dans les années difficiles que nous allons vivre, des hommes et des femmes à la fois.

Lucides et efficaces

## La formation d'une armée traditionnelle dans la protection des plantes

par Daniel DESGRANGES

et Jean-Pierre LAFAYETTE

chez un détaillant de pharmacie et de cosmétique

La protection contre les maladies, envers et contre soi, alors que la France est le 3<sup>e</sup> pays au monde

### CONFÉRENCES DE LA SOCIÉTÉ

Le rapport de l'Institut national de la santé publique sur la protection contre les maladies et les accidents domestiques et professionnels dans les maisons

Les personnes qui vivent dans une maison sont exposées à de nombreux risques divers. Les maladies et les accidents domestiques sont le résultat de l'interaction entre les personnes et leur environnement. Les personnes peuvent être exposées à des risques physiques, chimiques ou biologiques.

Le rapport de l'Institut national de la santé publique sur la protection contre les maladies et les accidents domestiques et professionnels dans les maisons

Le rapport de l'Institut national de la santé publique sur la protection contre les maladies et les accidents domestiques et professionnels dans les maisons

Le rapport de l'Institut national de la santé publique sur la protection contre les maladies et les accidents domestiques et professionnels dans les maisons

Le rapport de l'Institut national de la santé publique sur la protection contre les maladies et les accidents domestiques et professionnels dans les maisons

Le rapport de l'Institut national de la santé publique sur la protection contre les maladies et les accidents domestiques et professionnels dans les maisons

Le rapport de l'Institut national de la santé publique sur la protection contre les maladies et les accidents domestiques et professionnels dans les maisons

## CONFERENCES DE LA SOCIETE

# Alternatives à la lutte chimique traditionnelle dans la protection des plantes

par Charles DESCOINS

Directeur de Recherche I.N.R.A.

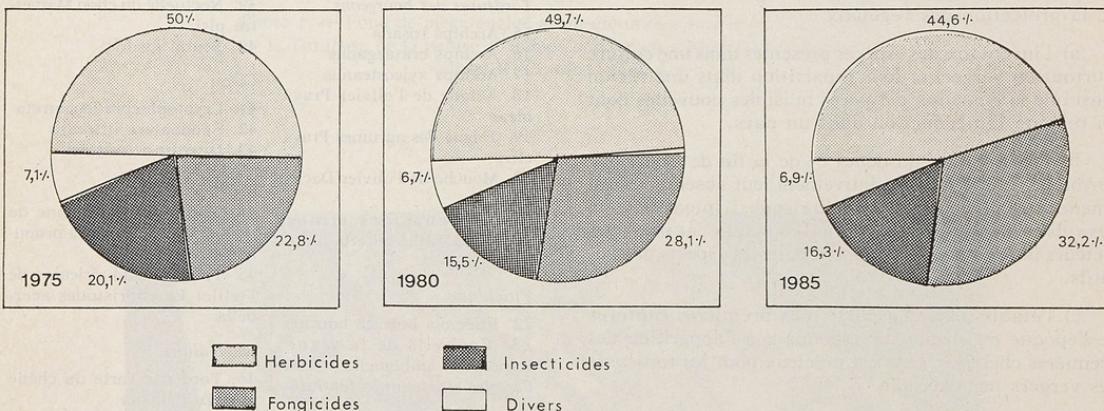
Chef du Département de Phytopharmacie et d'Écotoxicologie

La protection phytosanitaire des cultures repose encore essentiellement sur la lutte chimique. Celle-ci est pratiquée au moyen de spécialités phytosanitaires préparées à partir d'un petit nombre de matières actives.

En effet, s'il existe plusieurs milliers de spécialités, on ne trouve que 410 matières actives utilisées en France et 525 dans le monde. Sur toutes ces matières actives, signalons qu'une douzaine seulement sont de conception

française alors que la France est le 3<sup>e</sup> utilisateur mondial de pesticides après les U.S.A. et le Japon.

En France (figure 1), ce marché est dominé par les herbicides suivi de près par les fongicides. Les insecticides représentent toujours une faible part de ce marché mais la situation risque d'évoluer depuis la généralisation des traitements insecticides sur céréales dont les surfaces cultivées avoisinent les 6 millions d'hectares.



Répartition des ventes en France par grandes catégories de produits pendant les dix dernières années écoulées (source : rapport annuel 1986-U.I.P.P.).

Les nouveaux produits phytosanitaires mis sur le marché par les firmes doivent répondre à des exigences sévères du point de vue toxicologique et écotoxicologique (impact sur la faune sauvage, les auxiliaires, les pollinisateurs).

Ils doivent de plus présenter une meilleure efficacité et une meilleure sélectivité que les produits anciens et avoir une persistance limitée dans le temps.

Compte tenu de ces impératifs, l'industrie phytosanitaire fournit maintenant aux utilisateurs de véritables « médicaments des plantes » dont les doses d'utilisation à l'hectare sont sans communes mesures avec celles utilisées avec les anciens produits. Citons par exemple le Decis dont la matière active, la deltaméthrine, est utilisée à la dose de 20 à 30 g/ha contre 7 à 800 g pour les anciens organochlorés ; les herbicides tels que le Glean dont la matière active, le chlorsulfuron, est utilisé

à la dose de 5-35 g/ha contre 600 à 700 g pour les atrazines.

Malgré toutes leurs qualités, ces produits doivent être utilisés avec discernement par du personnel qualifié connaissant bien les ravageurs et les maladies à combattre et ayant le souci de fournir aux consommateurs des produits de qualité exempts de résidus toxiques. Au souci de la qualité, doit aussi s'ajouter celui du respect de l'environnement et de la protection des auxiliaires en perturbant le moins possible les écosystèmes fragiles que sont les agro-écosystèmes.

C'est ainsi que s'est substitué à la notion de lutte chimique aveugle, basée sur des calendriers de traitements, celle de protection intégrée qui répond tout-à-fait aux exigences précédentes.

Le passage de la lutte chimique traditionnelle à la lutte chimique conseillée puis à la lutte chimique dirigée est basé d'une part sur la notion d'avertissements agricoles et d'autre part sur celle de seuil de tolérance.

Les avertissements agricoles, diffusés de nos jours par les services de la protection des végétaux et rendus facilement accessibles par la télématique, renseignent sur l'identité des agresseurs animaux ou végétaux d'une culture et sur leurs périodes d'apparition, ce qui va permettre d'adapter les traitements phytosanitaires aux réelles conditions locales.

La notion de seuil de tolérance va permettre de définir pour une culture donnée et une région donnée, le seuil en dessous duquel il est inutile d'intervenir, sans conséquence économique pour la culture.

Dans le cas du Caprocapse des pommes par exemple la définition à 2 % de fruits attaqués à la récolte, comme seuil de tolérance économiquement acceptable, permet de diminuer d'un facteur 2 ou 3, selon les régions, la fréquence des traitements insecticides contre ce ravageur.

Les méthodes utilisées pour établir un avertissement agricole se sont considérablement perfectionnées depuis les dix dernières années grâce à une meilleure connaissance de l'épidémiologie des maladies, à l'utilisation de modèles mathématiques et au développement des méthodes d'échantillonnage. Dans le cas des lépidoptères ravageurs des cultures, l'utilisation du piégeage sexuel des mâles permet de déceler les espèces présentes, même à un niveau de population très bas et dès l'apparition des adultes mâles. Il en résulte trois possibilités d'emploi pour les stations d'avertissements agricoles du service de la protection des végétaux.

a) l'inventaire des espèces présentes dans une culture (surtout en verger) et leur répartition dans une région ainsi que la détection d'espèces nuisibles nouvelles dont on redoute l'introduction dans un pays.

b) l'observation du début et de la fin de la période de vol des adultes et corrélativement leur absence, ce qui amène une prévision négative du risque. L'intensification des vols est cependant plus difficile à établir car plusieurs facteurs interactifs interviennent dans les aspects quantitatifs.

c) l'établissement à partir des premières captures de l'époque du risque correspondant à l'apparition des premières chenilles. Cela est précieux pour les tordeuses des vergers par exemple.

C'est ainsi que la lutte chimique a peut-être raisonnable à l'échelle du verger à partir du piégeage sexuel pour 3 espèces : le carpocapse des pommes, *Pandemis* et *Capua*, pour le carpocapse, on effectue une prévision ponctuelle du risque tout au long du vol à partir des seuils de captures hebdomadaires au piège sexuel, dont la valeur dépend de la région et de la superficie couverte par un piège (1 à 4 hectares). Cela permet de réduire le nombre de traitements tout en conservant une excellente efficacité.

En ce qui concerne *Pandemis*, la corrélation établie entre les captures cumulées jusqu'au moment des premières éclosions larvaires et les seuils déterminés au printemps par l'observation des larves sur 1000 organes, a conduit à retenir un seuil d'intervention de 50 captures. Pour *Capua*, il s'agit d'une prévision négative car jusqu'à 40 captures hebdomadaires, il n'y a jamais de risque.

L'utilisation du piégeage sexuel des mâles de lépidoptères comme moyen d'avertissement agricole a pu se généraliser grâce aux progrès réalisés dans l'étude physico-chimique des sécrétions phéromonales émises par les femelles pour attirer les mâles, à la mise au point de diffuseurs et de pièges adaptés aux espèces à

surveiller. En France, des attractifs de synthèse sont commercialisés pour 48 espèces de lépidoptères.

#### Arboriculture fruitière

1. Carpocapse des pommes
- Cydia pomonella
2. Carpocapse des prunes
- Cydia funebrana
3. Tordeuse orientale du pêcher *Grapholita molesta*
4. Petite mineuse du pêcher

*Anarsia lineatella*

5. Sésie du pommier *Synanthedon myopaeformis*
6. *Grapholita janthinana*

#### Tordeuses de la pelure

7. *Capua Adoxophyes orana*
8. *Archips podana*
9. *Pandemis heparana*
10. Tordeuse verte *Hedya nubiferana*
11. Tordeuse rouge *Spinolota ocellana*
12. *Choristoneura sorbiana*
13. *Ptycholoma lecheanum*
14. *Eulia Argyrotaenia pulchellana*

#### Tordeuses des bourgeons

15. *Archips rosana*
16. *Archips crataeganus*
17. *Archips xylosteanus*
18. Teigne de l'olivier *Prays oleae*
19. Teigne des agrumes *Prays citri*
20. Mouche de l'olivier *Dacus oleae*

21. Mineuse des mines marbrées *Lithocolletis blanchardella*

#### Viticulture

22. *Eudemis Lobesia botrana*
23. *Cochylis de la vigne*
- Eupoecilia ambiguella
- Céréales et graminées fourragères
24. Tordeuse des céréales
- Cnephacia pumicana*

#### Coton

41. *Cryptophlebia leucotreta*
42. *Spodoptera littoralis*
43. *Diparopsis watersi*

#### Cultures florales

44. Tordeuse européenne de l'œillet *Cacaecimorpha pronubana*
45. Tordeuse sud-africaine de l'œillet *Epichoristodes acerbella*

#### Sylviculture

46. Tordeuse verte du chêne *Tortrix viridana*
47. Tordeuse du sapin *Choristoneura murinana*
48. Processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa*

TABLEAU 1  
Attractifs de synthèse pour le piégeage de lépidoptères ravageurs des cultures commercialisés par l'I.N.R.A. (source : laboratoire des médiateurs chimiques).

La mise au point d'un attractif de synthèse pour une espèce donnée passe d'abord par la reconstitution fidèle du « bouquet phéromonal » émis par la femelle, le choix de la dose appropriée à disposer sur la « capsule attractive » et l'utilisation de capsules dont la matière est compatible avec la nature chimique des produits qui y seront déposés. Enfin, l'utilisation d'antioxydants et d'anti-U.V. permet de prolonger la durée de vie de la capsule dans ses conditions normales d'utilisation. Lorsque toutes ces conditions sont remplies, on peut parvenir à un piégeage rigoureusement sélectif (photos 1 et 2).

On voit donc que par une meilleure connaissance des ravageurs, par des avertissements agricoles fiables

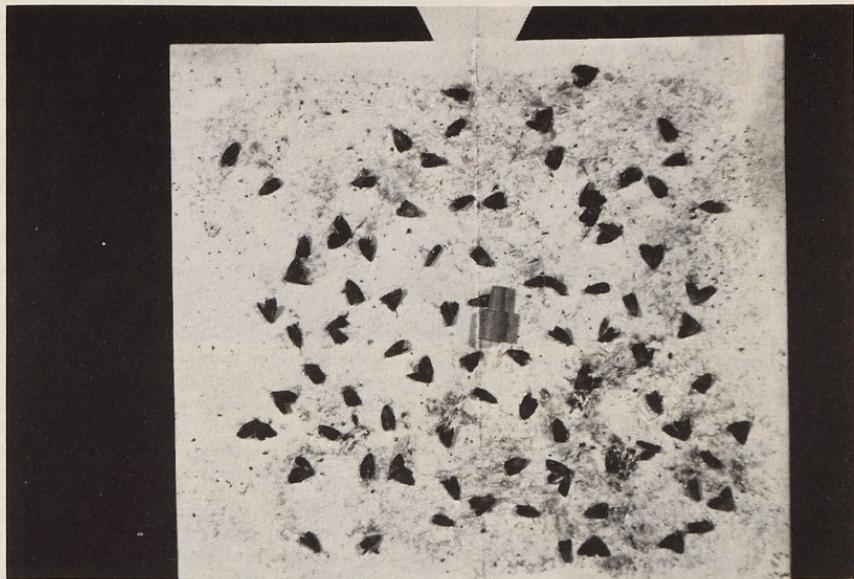


Photo 1. — Fond de piège englué ayant été utilisé pour la surveillance de la Tordeuse de la pelure : *Archips podana* en vergers de pommiers  
(cliché R. Coutin, I.N.R.A.)



Photo 2. — Fond de piège englué ayant été utilisé pour la surveillance de la Tordeuse verte du chêne : *Tortrix viridana* (cliché B. Frérot,  
I.N.R.A.)

et par la définition de seuils de tolérance, on peut déjà parvenir à une utilisation rationnelle des pesticides, première étape vers une stratégie de lutte intégrée.

Mais pour parvenir à une véritable lutte intégrée contre les ravageurs et les maladies des cultures, « il faut faire intervenir tous les composants de l'agrosystème considéré afin de les manipuler pour aboutir à un contrôle efficace de ces ravageurs et maladies tout en respectant l'équilibre écologique ».

Parmi l'éventail des méthodes de lutte entrant dans les stratégies de lutte intégrée, figurent la lutte biologique, la lutte éthologique et la lutte génétique. Ces alternatives à la lutte chimique ne sont applicables que si on s'adresse à des utilisateurs possédant un niveau social et économique suffisant et prêts à faire passer dans la pratique les résultats de la recherche. Elles s'adressent donc à des pays industrialisés à agriculture avancée soucieux de conserver la qualité de leur environnement.

Examinons successivement ces différentes alternatives.

*La lutte biologique* est basée sur l'exploitation des relations de concurrence et d'antagonisme existant entre les êtres vivants en vue de limiter l'abondance et les dégâts des ravageurs des cultures et de guérir leurs maladies.

Les produits utilisés dans la lutte biologique sont des *biopesticides*. On entend sous ce vocable des « préparations phytosanitaires » à base de micro-organismes (bactéries, champignons) ou de virus ainsi que des « préparations biologiques » constituées d'organismes vivants (par exemple : insectes entomophages, prédateurs ou parasites). On doit y inclure également des auxiliaires nématophages (champignons prédateurs ou parasites) et des souches hypovirulentes ou antagonistes de champignons phytopathogènes.

La lutte biologique a surtout été utilisée dans la lutte contre les insectes mais elle tend à se généraliser à la lutte contre les maladies cryptogamiques des plantes et même contre les mauvaises herbes.

Dans la lutte contre les insectes, on utilise des préparations microbiologiques à base de bactéries dont la principale est le *Bacillus thuringiensis*. Il agit par l'intermédiaire d'une toxine protéique, incluse dans un cristal, qui provoque la mort de l'insecte par ingestion. Son spectre d'activité est malheureusement limité à certaines familles ou espèces de lépidoptères (la processionnaire du pin ou le *Bombyx disparatus*, par exemple) mais n'est pas actif sur les noctuelles.

La découverte de la souche *Israelensis*, active sur diptères, a fait reprendre depuis 1970 le « screening » de différentes souches d'origine naturelle. La possibilité de manipulations génétiques de cette bactérie devraient, de plus, permettre la création de souches artificielles à large spectre d'action.

Les virus d'insectes (photos 3 et 4) constituent une autre source de matériel microbiologique largement utilisée. Ce sont surtout les *Baculovirus* qui ont été exploités, tel celui responsable de la polyedrose nucléaire de *Mamestra brassicae* (L.) qui peut être utilisée dans la lutte contre les Noctuelles des genres *Heliothis*, *Spodoptera*, *Diparopsis* et *Earias*, ravageurs des cultures cotonnières, et la granulose du carpocapse, commercialisée sous le nom de carpopivirusine.

Comme dans le cas des bactéries, les virus d'insectes présentent un spectre d'hôtes étroit. C'est plutôt leurs difficultés de production à l'échelon industriel qui limitent leur utilisation. Jusqu'à maintenant, ils n'ont pu être produits qu'à partir de l'hôte d'origine. Des projets d'obtention par génie génétique de baculovirus entomopathogènes à partir de levures multipliées en fermenteur industriel sont actuellement en cours de réalisation.

Pour les champignons entomopathogènes ou nématophages du genre *Beauveria*, *Metarrhizium*, *Nomuraea*, *Paecilomyces* et *Arthrobotrys*, les connaissances accumulées dans l'industrie en matière de production d'inoculum, devraient permettre des débouchés proches.

Si la lutte biologique par insectes entomophages se résume souvent pour le grand public à l'utilisation de coccinelles, des progrès substantiels ont été réalisés ces dernières années en cultures protégées par l'utilisation d'hyménoptères parasites (*Encarsia formosa* et *Cales noueki*) contre l'aleurode des serres et d'acariens prédateurs (tels *Phytoseiulus persimilis*) contre les tétranyques des serres. Les succès obtenus avec ces entomophages ont conduit les serristes à financer des unités de production qui fonctionnent déjà en France (photo 5).

La mineuse serpentine américaine *Lyriomyza trifolii* récemment introduite en France, commet d'importants dégâts aux cultures de tomates sous serres. Elle n'a pas été contrôlée par la lutte chimique traditionnelle à cause de sa résistance acquise aux principaux produits phytosanitaires. Par contre, de très bons résultats sont obtenus en intervenant avec les prédateurs naturels de cette mineuse comme *Diglyphus isaeae* qui a pu être produit en grandes quantités.

En grandes cultures, l'exemple des trichogrammes utilisés dans la lutte contre la pyrale du maïs est très significatif. Ces parasitoïdes larvaires peuvent être produits à grande échelle sur des œufs d'un hôte de substitution, *Ephestia (cadra) cautella* (Walk.) et le seront très prochainement sur des œufs artificiels.

Répandus dans les champs de maïs sous forme de plaquettes d'œufs parasités, ils sont compétitifs avec les insecticides classiques à la fois au niveau de l'efficacité et du prix de revient (180 F/ha + 20 F de parcours soit 200 F/ha pour les trichogrammes ; 146 F/ha + 94 F de parcours soit 240 F/ha pour les insecticides). Le nombre et les périodes de lâchers sont déterminés en suivant la dynamique des populations de pyrales et en s'aidant du piégeage sexuel pour déterminer avec précision les dates d'apparition des premiers adultes.

Dans le cas de la phytopathologie, la lutte biologique consiste essentiellement à exploiter les relations d'exclusion entre organismes.

La lutte contre les maladies d'origine tellurique, utilisant les mécanismes de résistance naturelle des sols, a fait de réels progrès. L'agent antagoniste est apporté soit directement par la terre ou par incorporation d'agents très actifs comme les *Trichoderma*. Ils permettent de réduire les attaques de *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia* et *Rhizoctonia*.

En conjuguant l'action de fongicides compatibles et de thermothérapies adaptées, on aboutit à des méthodes de lutte intégrée de grand intérêt comme cela est appliqué chez la pomme de terre.

Les *Trichoderma* sont également actifs contre certains parasites des organes aériens tels que *Botrytis cinerea* et *Phomopsis viticola* chez la vigne (photo 6).

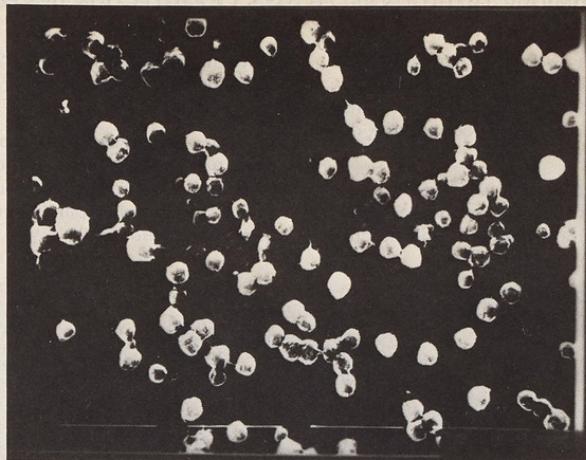


Photo 3. — Polyedrose nucléaire de *Mamestra brassicae* (L.) Microscopie électronique à balayage (X 5000) ; (cliché I.N.R.A. La Minière)

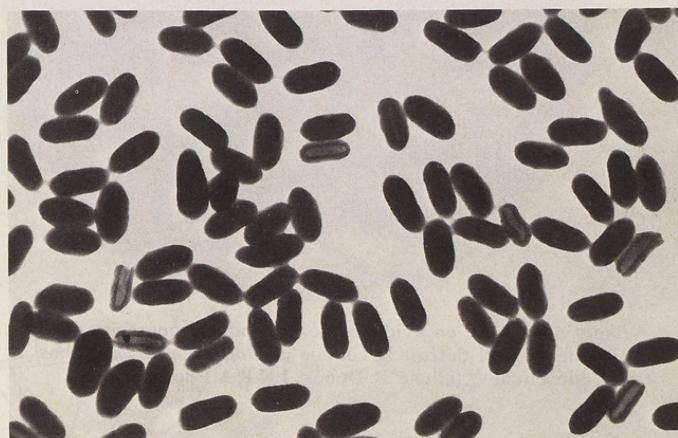


Photo 4. — Granulés du Baculovirus de *Cirphi nipuncta* (X 22 000). On distingue des granulés entiers uniformément gris foncé et des granulés incomplets chez lesquels on peut distinguer la particule virale centrale  
(cliché G. Croizier, I.N.R.A.), Saint-Christol-Lez-Alès



Photo 5. — Unité d'élevage de Trichogrammes sur œufs d'*Ephestia cautella* (cliché I.N.R.A., Antibes).

La prémunition au moyen de souches hypovirulentes a été utilisée avec succès contre *Endothia parasitica*, agent responsable du chancre du châtaignier et contre *Ophiobolus graminis*, agent du piétin échaudage des céréales.

L'installation de la souche hypovirulente est réalisée au niveau des racines par enrobage des semences. Dans le cas des virus, la prémunition a pu être réalisée chez

la tomate contre le V.M.T. chez les agrumes contre le virus de la Tristes et chez les prunus contre le virus de la Charka.

Chez les bactéries phytopathogènes, telle *Agrobacterium tumefaciens* agent responsable du Crown Gall, on peut lutter contre la maladie par pré-inoculation des racines et du collet par la souche hypovirulente d'*Agrobacterium radiobactu*.



*Photo 6. — Mise en évidence de l'action mycoparasite des Trichoderma qui détruit la colonie de *Botrytis cinerea* (en bas du cliché) ; (cliché B. Dubos, I.N.R.A., Bordeaux)*

La lutte biologique contre les mauvaises herbes n'est possible que pour des espèces pérennes abondantes, ayant une aire de répartition étendue dans des lieux non soumis à un assolement régulier. Elle se fait par sélection de parasites animaux (insectes) ou végétaux (champignons, bactéries) spécifiques de l'espèce à combattre et présentant toute garantie d'innocuité vis-à-vis des plantes cultivées.

Ainsi, au début du siècle, on a pu enrayer le développement aux îles Hawaï d'une mauvaise herbe introduite : *Lantana camara* (Verbénacée) au moyen de 8 espèces de phytophages. De même, en Australie, l'introduction de *Cactoblastis cactorum* permit en une vingtaine d'années la destruction à 75 % sur des millions d'hectares de deux cactacées exotiques : *Opuntia inermis* et *O. stricta*.

En Nouvelle-Zélande, c'est une rouille : *Puccinia suaveolens* qui fut utilisée pour lutter contre *Cirsium arvense* (composée) et en Europe, une autre rouille *Uromyces rumicis* permit de combattre efficacement *Rumex crispus* (Polygonacée). Quelquefois aussi des associations entre insectes et champignons phytopathogènes ont permis d'améliorer l'efficacité de la lutte.

Comme on l'a vu dans les exemples précédents, on a surtout cherché à combattre par cette méthode des espèces pérennes, accidentellement introduites dans un pays, sans leur cortège parasitaire et proliférant ainsi

librement sur de larges étendues. Par contre, la lutte biologique contre les mauvaises herbes est difficilement concevable dans le cas de cultures annuelles où la flore adventice est composée de plusieurs espèces annuelles, qu'il faut combattre dès le stade plantule. De ce fait, ni l'insecte, ni la maladie n'auront la possibilité de terminer leur cycle biologique pour assurer, l'année suivante, une population ou un inoculum suffisant.

*La lutte éthologique* contre les insectes ravageurs des cultures a surtout été appliquée chez les lépidoptères hétérocères. Elle consiste à brouiller la communication chimique entre partenaires sexuels en diffusant dans la parcelle à contrôler des doses importantes de l'attractif sexuel normalement utilisé par le ravageur à combattre. Les mâles ainsi soumis à une « overdose » d'attractif sont incapables de localiser les femelles, on dit qu'ils sont en situation de confusion sexuelle. Il en résultera une diminution du nombre des accouplements et en conséquence une diminution de la descendance (figure 2).

La difficulté, pour rendre la méthode utilisable, est de trouver des systèmes de diffusion contrôlée de la phéromone et des stratégies d'application au champ.

A l'heure actuelle, deux firmes américaines ont en partie résolu le problème :

- la Société Albany International au moyen de fibres creuses,
- la Société Hercon au moyen de « formulations sandwich ».

l'orientation des mâles envers les femelles. Les phénomènes de confusion sexuelle sont alors étudiés dans le cas des papillons. Le rapport entre la distance et l'angle d'orientation est très faible. La distance entre deux individus n'a pas d'influence sur l'angle d'orientation mais l'angle d'orientation dépend de la distance.

Le principe de confusion sexuelle peut être appliqué à la lutte contre les insectes nuisibles.

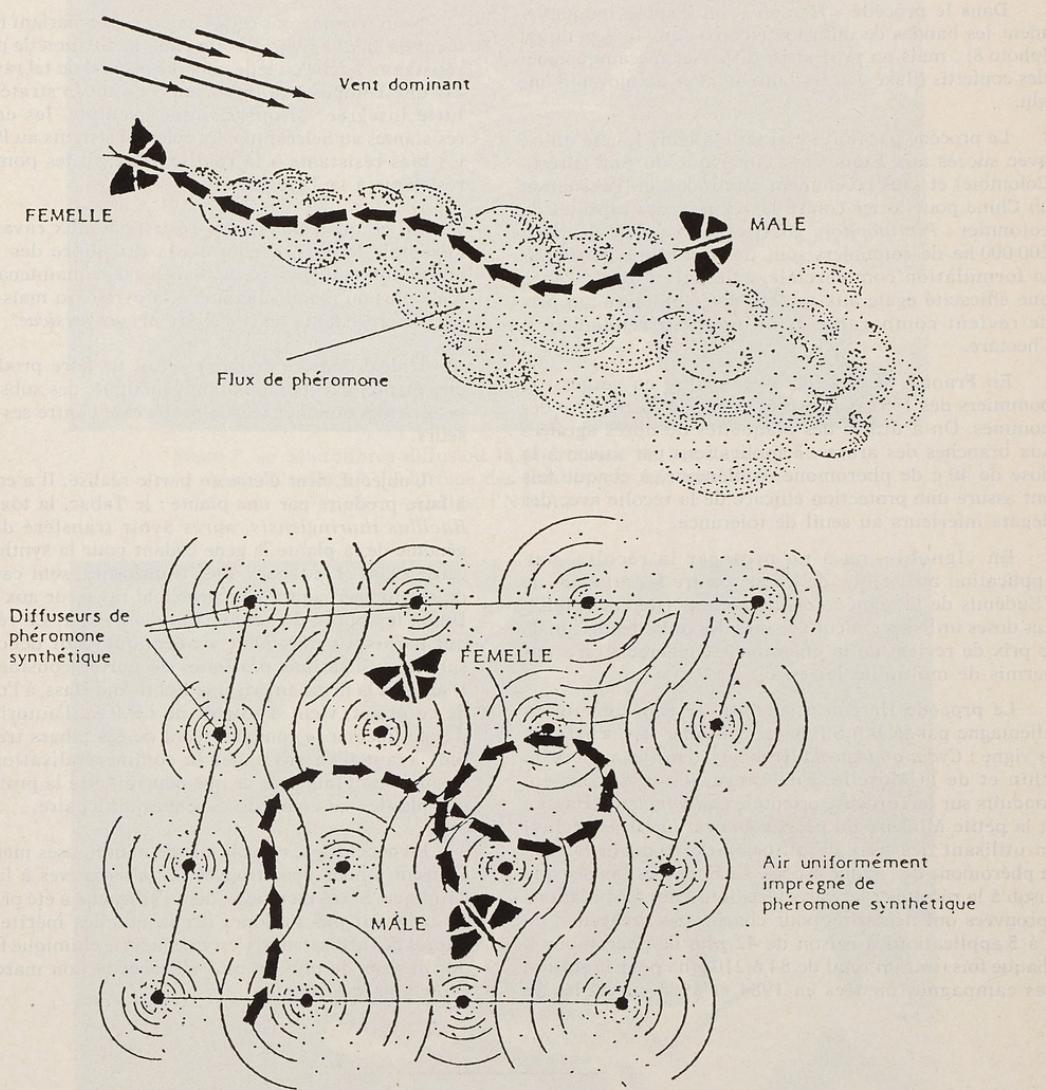


Figure 2. — Principe de la confusion sexuelle des mâles de lépidoptères.

- Panache odorant émis par la femelle et permettant l'orientation du mâle.
- Chaque fibre constitue un point d'émission de phéromone ce qui perturbe l'orientation du mâle

(source : Causse, I.N.R.A.).

Les fibres creuses sont en réalité des microcapillaires, fermés à une extrémité, remplis de phéromone.

Elles peuvent être appliquées soit en vrac, soit sous forme de plaquettes contenant un nombre déterminé de fibres.

La distribution en vrac se fait au moyen d'une machine appropriée soit à partir du sol, soit par avion ou hélicoptère. Dans les deux cas, les fibres viennent se coller sur la végétation au moyen d'une glu dispersée en même temps qu'elles (photo 7).

Dans le procédé « Hercon », on dispose manuellement les bandes de diffusion (strips) dans la végétation (photo 8) ; mais on peut aussi disperser mécaniquement des confettis (flakes) et les faire adhérer au moyen d'une glu.

Le procédé par fibres creuses « Albany » a été utilisé avec succès aux États-Unis, Amérique du Sud (Brésil-Colombie) et plus récemment aux Indes, au Pakistan et en Chine pour lutter contre le ver rose des capsules du cotonnier : *Pectinophora gossypiella*. A partir de 1982, 200 000 ha de cotonniers sont traités chaque année par la formulation commerciale « Nomate P.B.W. » avec une efficacité égale aux insecticides chimiques, un prix de revient comparable et un meilleur rendement à l'hectare.

En France, le procédé a été utilisé en vergers de pommiers dès 1981 pour lutter contre le carpocapse des pommes. On a utilisé des plaquettes de fibres agrafées aux branches des arbres. 3 applications par saison à la dose de 40 g de phéromone (codlénone) à chaque fois ont assuré une protection efficace de la récolte avec des dégâts inférieurs au seuil de tolérance.

En vignoble, on a pu protéger la récolte, par application mécanique de fibres, contre les attaques de l'Eudémis de la vigne : *Lobesia botrana* (Den et Schiff.). Les doses utilisées étaient voisines des précédentes ; mais le prix de revient de la phéromone (Eudémone) n'a pas permis de multiplier les essais.

Le procédé Hercon a surtout été expérimenté en Allemagne par la B.A.S.F. pour contrôler la Cochylis de la vigne : *Cydia ambiguelia* (Hubner), dans les vallées du Rhin et de la Moselle. En France, les essais ont été conduits sur la Tordeuse orientale *Cydia molesta* (Busck.) et la petite Mineuse du pêcher *Anarsia lineatella* (Zeller) en utilisant des taux de diffusion de 20 mg/ha/h pour la phéromone de chaque espèce. La lutte n'est menée que jusqu'à la récolte et les caractéristiques des formulations éprouvées ont nécessité, pour chacun des ravageurs, de 2 à 5 applications à raison de 42 g/ha de phéromone à chaque fois, soit un total de 84 à 210 g/ha pour la saison. Les campagnes menées en 1984 et 1985 sur 12 ha de

vergers commerciaux de pêchers dans la vallée du Rhône ont donné globalement de très bons résultats avec des attaques sur fruits à la récolte situées entre 0,2 et 1 %, même sur les variétés tardives.

Ces résultats encourageants dans l'ensemble, ont conduit les firmes phytosanitaires à demander l'homologation du procédé pour le ver rose des capsules de cotonnier, la Cochylis de la vigne et bientôt la Tordeuse orientale, la petite mineuse du pêcher et le carpocapse des pommes.

Nous terminerons cette conférence en parlant rapidement de la lutte génétique. En effet, la création de plantes résistantes à telle ou telle maladie ou à tel ou tel ravageur est une composante importante de toute stratégie de lutte intégrée. Citons, comme exemple, les endives résistantes au Sclerotinia, les colzas résistants au Phoma, les blés résistants à la rouille noire ou les pommiers résistants à la Tavelure.

En ce qui concerne la résistance aux ravageurs, l'exemple le plus célèbre est la résistance des vignes américaines au Phylloxera, mais il existe maintenant des maïs plus ou moins tolérants à la pyrale du maïs et des pommiers résistants au puceron : *Myzus persicae*.

L'idéal dans ce domaine serait de faire produire à une plante, par manipulation génétique, des substances insecticides ou fongicides la protégeant contre ses agresseurs.

L'objectif vient d'être en partie réalisé. Il a consisté à faire produire par une plante : le Tabac, la toxine de *Bacillus thuringiensis*, après avoir transféré dans le génome de la plante le gène codant pour la synthèse de cette toxine. Les tabacs ainsi transformés sont capables de se protéger contre leur principal ravageur aux États-Unis : le sphinx du tabac, *Manduca sexta*. Ce résultat qui paraissait purement académique peut déboucher sur des utilisations pratiques de portée considérable. D'ailleurs la firme américaine Rohm and Hass, à l'origine de ce projet, vient d'obtenir de l'E.P.A., l'autorisation d'expérimenter le comportement de ces tabacs transformés avant d'en envisager la commercialisation. Cet exemple est l'image de ce que pourrait être la protection des plantes au cours du prochain millénaire.

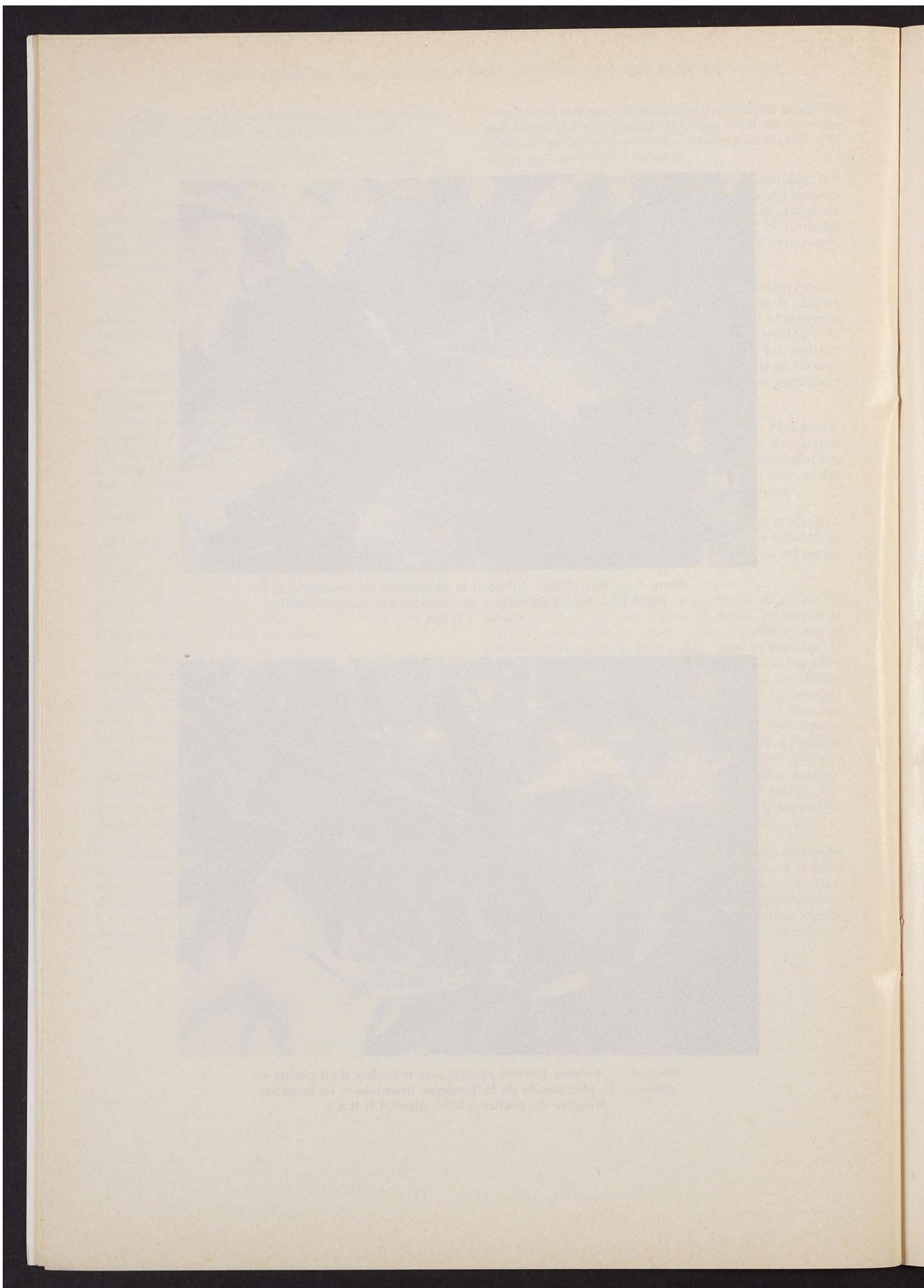
En conclusion, on voit que de nombreuses méthodes s'offrent à nous pour trouver des alternatives à la lutte chimique. Si ces méthodes, dont l'efficacité a été prouvée, ne trouvent pas toujours l'écho qu'elles mériteraient auprès des utilisateurs, c'est que la lutte chimique fournit des moyens de plus en plus efficaces et bon marché de protection des plantes.



Photo 7. — Microfibres diffusant la phéromone de l'eudemis de la vigne et collées à la surface des feuilles par une glu (cliché Carles, I.N.R.A.)



Photo 8. — Rubans Hercon agrafés aux branches d'un pêcher et diffusant la phéromone de la Tordeuse orientale et de la petite Mineuse du pêcher (cliché Alger, I.N.R.A.)



## Présentation de M. Jean MORRE et de M<sup>me</sup> Françoise JANIN

par M. Jean Lhoste,  
*Membre de l'Académie d'Agriculture de France  
et Président du Comité de l'Agriculture  
et de l'Agroindustrie de la S.E.I.N.*

Monsieur le Président,  
Mesdames et Messieurs,

Rappelez-vous : le 26 avril 1986, à la Centrale Atomique de Tchernobyl, en U.R.S.S., le réacteur nucléaire s'emballe. Incontrôlé, sa température ne cesse de s'élever, l'eau se vaporise. « Or la vapeur est beaucoup moins bonne conductrice de la chaleur que l'eau, ce qui accélère la réaction... le cœur a continué à s'échauffer, a fondu... et les superstructures effondrées ont attaqué la dalle de béton... » a écrit le D<sup>r</sup> Jean Morre. Il faudra attendre des heures avant que les autorités soviétiques informent les gouvernements voisins de la catastrophe. Déjà, le nuage radioactif survole une partie de l'Europe Occidentale...

Dès lors, c'est la Presse non spécialisée qui nous informe des dangers que nous courons, avec toutes les imprécisions, blanches, grises ou noires, que nous délivrent des journalistes plus ou moins optimistes, plus ou moins fabuleurs. L'État Français enfin averti prend position, mais beaucoup d'entre nous restent encore aujourd'hui, sous l'influence des commentaires faits par les médias et se posent encore des questions qui restent sans réponses précises.

Dans un instant, nous allons avoir la chance de pouvoir bénéficier d'informations de première main, grâce à M. Jean Morre et à M<sup>me</sup> Françoise Janin.

M. Jean Morre, Docteur Vétérinaire, Docteur ès Sciences Physique est également Diplômé du C.E.A., sur les utilisations des radioéléments artificiels. Aujourd'hui, Directeur de Recherches Honoraire à la Direction de la Qualité au Ministère de l'Agriculture, le D<sup>r</sup> J. Morre fonda, en 1958, la Section de Radiobiologie à Paris et créa, ensuite, 17 sections de Radiobiologie auprès des Laboratoires Départementaux du Service Vétérinaire.

Ces Sections sont dotées, au cours des années, d'un matériel de plus en plus performant pour la détection de la radioactivité. C'est grâce à ces sections toujours en alerte, qu'après l'accident de Tchernobyl, le Ministère français de l'Agriculture a pu faire face à ses responsabilités. Il a pu, entre autres, prévenir la population des dangers de la consommation de certains aliments radio-contaminés et refouler hors nos frontières, les denrées jugées impropre à la consommation, en provenance des pays de l'Est européen.

Je ne citerai que quelques aspects de la carrière du D<sup>r</sup> Morre et notamment ceux qui sont en relation avec

la protection civile. Il fut expert agréé près de la C.E.E. à Bruxelles et à Luxembourg, expert aux Congrès de Karlsruhe, de Stuttgart, de Wageningen où se trouve le Centre Atomique néerlandais. Le D<sup>r</sup> Moore fut expert-délégué par la France, en Italie, après l'accident de Sévés, dont nous gardons la mémoire.

Pour son activité toujours dirigée vers le bien public, le D<sup>r</sup> Jean Morre fut élu Président de l'Académie Vétérinaire de France et le Comité Agriculture de notre Société s'honneur de le compter parmi ses membres.

Le D<sup>r</sup> Morre a souhaité associer à sa Conférence, une de ses collaboratrices, M<sup>me</sup> Françoise Janin.

M<sup>me</sup> Françoise Janin est D<sup>r</sup> ès Sciences pharmaceutiques. Il est bien difficile de résumer sa carrière déjà bien remplie. Elle consacre quelques années à l'enseignement des Mathématiques, Physique et Chimie.

Mais il semble que l'année 1969, soit pour M<sup>me</sup> Françoise Janin, une année importante : elle devient Attachée de Recherche au Service de Radiobiologie alors dépendant du Laboratoire Central de Recherches Vétérinaires. Et, si j'ai bien compris, ce fut la rencontre avec le D<sup>r</sup> Morre. Elle devient la co-fondatrice des Sections de Radiobiologie de Province. Lors de la création du Laboratoire Central d'Hygiène alimentaire.

Pour parfaire sa formation, M<sup>me</sup> Françoise Janin fait de nombreux stages pour se familiariser avec la radioimmunologie, l'électrophorèse et l'électrofocalisation, la modélisation des courbes étalons utilisées pour les dosages radioimmunologiques... et j'en passe.

D'autre part, M<sup>me</sup> Françoise Janin participe à de nombreuses commissions ministérielles et interministérielles où l'on traite des radioéléments et de la Sécurité nucléaire.

Madame, vous avez une telle activité scientifique que je comprends bien maintenant le D<sup>r</sup> Morre qui a demandé au Comité Agriculture, d'examiner avec attention, votre candidature pour l'attribution d'un Prix de notre Société.

Maintenant, Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs, vous connaissez la qualité de nos orateurs. Il nous reste à les écouter.

Je donne donc la parole au D<sup>r</sup> Jean Morre.

## Introduction à la MORTE de Mme LAVOISIER

par M. le docteur M. de  
LAVOISIER

Il est difficile de faire une analyse complète de la mort de Mme Lavoisier, mais il est toutefois possible d'en donner un aperçu.

La mort de Mme Lavoisier a été étudiée par plusieurs auteurs, dont le plus connu est sans doute le docteur Lavoisier lui-même.

Le docteur Lavoisier a écrit une lettre à son frère, le docteur Lavoisier, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier.

Il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteinte depuis plusieurs mois. La maladie a commencé par des douleurs dans les jambes et les pieds, puis s'est étendue à l'ensemble du corps.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteinte depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Mme Lavoisier a été enterrée dans la

église Sainte-Catherine de Paris. Le cercueil a été placé dans la crypte de l'église. La mort de Mme Lavoisier a été célébrée par un service religieux dans l'église Sainte-Catherine de Paris.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

Le docteur Lavoisier a également écrit une autre lettre à son frère, dans laquelle il décrit la mort de Mme Lavoisier comme étant due à une maladie qui l'a atteint depuis plusieurs mois.

# L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL, SES CAUSES, SES CONSÉQUENCES

par D<sup>r</sup> Vétérinaire J. MORRE,  
Directeur Honoraire de Recherches  
*Fondateur des sections de Radiologie du Service Vétérinaire*

Le 26 avril 1986, la tranche n° 4 de la centrale electro-nucléaire russe située à Tchernobyl à 150 km de Kiew explosait ! Une radiocontamination s'étendait sur toute l'Europe du nord, puis, les vents ayant tourné, vers l'ouest l'Italie, l'Allemagne, et à un moindre degré la France furent touchées par le nuage radioactif !

Que doit-on retenir de ce terrible accident ? D'abord que le risque nul n'existe pas, il y a une probabilité très faible, mais réelle d'accident.

Mais premier point, comment fonctionne une centrale nucléaire ? On produit une réaction nucléaire exothermique rigoureusement contrôlée. L'eau en contact se transforme en vapeur et par une turbine entraîne un alternateur électrique.

L'uranium 237 responsable de la réaction est soit naturel, soit légèrement enrichi en uranium 235 réactif. Quand la masse d'uranium atteint une certaine valeur, dite critique, il y a divergence et la réaction s'amorce, car il y a toujours quelques neutrons provenant des espaces intersidéraux, qui déclenchent la réaction. A ce moment chaque neutron coupe en deux un noyau d'uranium, qui donne naissance à deux neutrons. A leur tour ils réagissent et la réaction se développe à une vitesse exponentielle. Elle s'emballerait si on n'intervenait pas. Des modérateurs à base de bore, de beryllium ou de graphite entrent en jeu et, en absorbant les neutrons, assagent la réaction. Une image simple vous fera comprendre le phénomène. Quand un cavalier pousse son cheval, du pas il passe au trop puis au galop, qui est l'allure normale. Pour maintenir un cheval au trot il faut toute la science des jockeys et ce n'est pas toujours facile !

Il en est de même dans un réacteur nucléaire. Celui-ci ne demande qu'à passer au galop. Il faut tout le savoir des techniciens pour le piloter. En absorbant plus ou moins de neutrons, on maintient la réaction dans des limites acceptables. Remarquez que, quelque soit l'emballage, jamais on n'arrive à l'explosion de la bombe atomique. Ici l'uranium n'est que faiblement enrichi, alors qu'il l'est à 80-90 % dans une bombe.

On doit savoir que les installations soviétiques se distinguent sur 3 points des installations américaines de celles de la C.E.E., française en particulier, et toujours dans le sens d'une sûreté moindre :

1<sup>o</sup> Aux U.S.A. et dans la C.E.E. on a préféré la filière à eau pressurisée (modérateur eau boratée), le graphite n'existe plus que dans les premières installations : Chinon, Bugey, Marcoule et S'-Laurent-des-Eaux.

Mais différence fondamentale : le fluide caloporeur est l'anhydride carbonique dans lequel le graphite ne peut absolument pas brûler. En U.R.S.S. en cas d'accident le graphite est en contact avec la vapeur d'eau et brûle avec production d'hydrogène. On sait la suite !

2<sup>o</sup> Le confinement des centrales U.S.A. et C.E.E. est très étudié. La dernière enceinte en béton englobe tout le réacteur et ses annexes. A Three Mile Island elle a résisté à l'emballage du réacteur, d'où pollution quasi-nulle.

En Russie, l'enceinte a cédé, car elle est faible (elle ne résiste qu'à une pression de 1,9 bar) et le volume confiné est limité.

3<sup>o</sup> Les réacteurs U.S.A. et C.E.E. possèdent 2 circuits de circulation d'eau : un primaire au cœur du réacteur et qui est toujours un peu radioactif, un deuxième fonctionnant avec un échangeur de chaleur alimente la turbine de l'alternateur, il n'a aucune radioactivité ! Ce système en cas d'avarie est beaucoup plus souple et permet des voies de secours efficaces.

En U.R.S.S. un seul circuit va du réacteur aux turbines, c'est beaucoup plus simple, mais bien moins sûr !

Ces données étant établies, que s'est-il passé ce 26 avril 1986 à Tchernobyl ?

« Errare humanum est, perseverare diabolicum » Cette devise s'applique hélas parfaitement à l'accident ! Voyons les faits :

La quatrième tranche de Tchernobyl a été mise en service en décembre 1983. Avant l'arrêt du réacteur les ingénieurs voulaient contrôler la production d'électricité par inertie dans le turbo-alternateur n° 8. Cette énergie mécanique cinétique immédiatement disponible pouvait alimenter en cas d'accident les organes de sécurité : pompes, etc... avant que les diesels prennent la relève, cette expérience était donc intéressante.

Le programme prévoyait durant l'essai de déconnecter le circuit de refroidissement de secours du cœur. Donc pendant toute la durée de l'expérience, 4 heures environ, la sûreté du réacteur allait être considérablement réduite.

En conséquence le 25 avril à 13 h précises, la puissance du réacteur a été abaissée. A 13 h 05, le turbo-alternateur n° 7 a été stoppé, (le réacteur n° 4 alimentait les turbo-alternateurs n°s 7 et 8). Toute l'alimentation

électrique de la tranche a été basculée sur le turbo-alternateur n° 8.

A 14 h le circuit de refroidissement de secours a été déconnecté. Mais la mise à l'arrêt de la tranche a été différée, car il est apparu une demande soudaine d'électricité. La tranche a continué à fonctionner et cela en violation des règles d'exploitation.

A 23 h une erreur de manipulation a bloqué la régulation automatique. Vu ce retard dans le déroulement de l'expérience, il est pensable que ce n'est pas l'équipe qui devait faire l'essai, qui était présente, mais une autre mal préparée.

A 23 h 10 la réduction de puissance a repris, mais un phénomène d'empoisonnement du réacteur dû au Xénon 135 est apparu et la puissance a chuté à 30 MWth.

Malgré ces ennuis, malgré un réacteur déstabilisé, les essais ont été entrepris ; mais il vaut mieux parler d'un engrenage fatal, que d'une vraie décision !

Le 26 avril à 1 h 03, l'énergie a pu être stabilisée manuellement à 200 KWth, alors que le règlement imposait une puissance jamais inférieure à 700 MWth, en effet au-dessous de cette valeur, les réacteurs RBMK sont très difficiles à contrôler.

Par prudence une pompe de circulation supplémentaire a été ajoutée, les 4 pompes principales devant fonctionner grâce au courant fourni par inertie du turbo-alternateur.

Ce régime est interdit, le débit d'eau a crû démesurément causant des vibrations et des cavités (c'est-à-dire des poches d'air dans le circuit). La pression de vapeur de ce fait a chuté à 5-6 bars.

A 1 h 23, 4 s les vannes d'arrêt d'urgence du turbo-alternateur n° 8 ont été fermées pour effectuer l'essai, la puissance du réacteur était encore d'environ 200 MWth. Le système de protection des vannes a été bloqué pour pouvoir recommencer l'expérience si elle échouait. Cela n'était pas prévu au programme et même était formellement interdit. Ceci est une violation très grave des règlements. En effet même dans les conditions très particulières où se trouvait le réacteur, il aurait été arrêté de façon sûre dès l'engagement de l'essai, le turbo-alternateur continuant à tourner par inertie, et l'essai n'aurait pas été troublé !

On souhaiterait qu'à l'instar des Américains après l'accident de Three Mile Island (T.M.I.), toute la lumière soit faite, non pour critiquer, c'est facile, mais pour en tirer des enseignements.

Les Soviétiques ont remis à l'Agence Internationale pour l'Énergie Atomique (A.I.E.A.) à Vienne (Autriche) un document qui semble très complet : « L'Accident survenu à la Centrale Nucléaire de Tchernobyl et ses conséquences » 23-29 août 1986, et qui a été résumé ci-dessus.

Des fautes humaines ont été commises et très nombreuses ! Les machines ne sont pas responsables, leurs réactions dépendent de leur structure, donc de la manière dont elles ont été conçues par l'homme.

Il est certain :

- que vivant continuellement près du danger, on arrive à le mésestimer.
- que la formation du personnel était insuffisante.

— que ce personnel a continué l'expérience alors que le réacteur était déséquilibré, cet entêtement a été catastrophique.

— que les réacteurs ABMK sont connus pour être d'un pilotage difficile. Ils ont été conçus à l'économie.

— que le personnel n'est pas motivé ni moralement, ni pécuniairement.

Il faut bien savoir qu'en U.R.S.S. le rendement prime tout et le personnel ne l'ignore pas, qui est sévèrement pénalisé en cas de baisse de ce rendement. Aucun syndicat indépendant n'est là pour le défendre. Voir à ce sujet l'article paru dans la Pravda du 7 janvier 1986 : « Le personnel de la centrale (de Tchernobyl) a décidé de participer à l'émulation socialiste selon des normes supérieures : porter la production annuelle d'électricité à 29 milliards de KWH. Dès le début de l'année le personnel a adopté un rythme de choc. » (fin de citation) On comprend mieux pourquoi l'arrêt a été différé !

Mais revenons en France :

En mai dernier que s'est-il passé dans notre pays ?

Les organismes dirigeants ont nié le problème au lieu de l'expliquer. Le résultat a été mauvais.

Et pourtant les contrôles de la radioactivité de l'air, du sol, de la végétation, des avions sont régulièrement faits par un service du Ministère de la Santé.

Peu après le début des essais, la puissance du réacteur a commencé à augmenter lentement.

A 1 h 23, 40 s, le chef de quart a compris trop tard que l'arrêt d'urgence s'imposait. Il a appuyé sur le bouton AZ 5, ce qui a fait chuter toutes les barres de commande et celles d'arrêt d'urgence. Les barres sont descendues, mais après quelques secondes des secousses se sont produites, les barres étaient stoppées à mi-course. Il a coupé l'alimentation de descente des barres, espérant qu'elles chuteraient par gravité.

A partir de ce moment, la température du réacteur s'élève l'eau se vaporise. Or la vapeur est beaucoup moins bonne conductrice de la chaleur que l'eau, ce qui accélère la réaction.

Après cela tout a été très vite. A 1 h 24, le zirconium qui gainait les tubes de force est entré en réaction avec la vapeur d'eau, produisant de l'hydrogène. Le graphite en brûlant a donné de l'oxyde de carbone (CO) et de l'hydrogène.

Deux explosions se sont produites successivement détruisant tous les organes de sécurité électriques et hydraulique, redressant la dalle supérieure en béton à la verticale et rompant de ce fait tous les tubes de force, projetant des débris incandescents qui ont provoqué un incendie dans la salle des machines et un panache de poussières radioactives s'élevant à 1 500 m de hauteur !

La première explosion serait due à une montée brutale en réactivité, la deuxième à l'hydrogène réagissant avec l'oxyde de carbone et l'oxygène de l'air !

Le cœur a continué à s'échauffer par la présence des radioéléments artificiels présents dans le réacteur et qui ont développé une puissance résiduelle de 10 MW. Le « corium » c'est-à-dire le magma fondu provenant du cœur et des superstructures effondrées a attaqué la dalle en béton. Il a fallu vider la piscine qui se trouvait au-dessous pour remplir de béton. Puis après forage d'une

galerie souterraine, on a dû injecter de l'azote liquide pour refroidir le corium et éviter une contamination du sol. Enfin des hélicoptères ont déversé des tonnes d'argile, de sable, de plomb et de bore sur le foyer, réussissant après plusieurs jours à s'en rendre maître !

Il faut rendre hommage aux Soviétiques, qui, s'ils ont réagi tardivement, n'ont ménagé ni les hommes, ni les moyens pour éteindre le foyer.

Nous-mêmes, vétérinaires du Ministère de l'Agriculture, Direction de l'Alimentation, nous contrôlons régulièrement dans les 17 sections départementales de radiobiologie installées aux Directions des Services Vétérinaires, le niveau de radioactivité des aliments depuis plus de 20 ans. Aussi nous n'avons pas été pris au dépourvu. Dès l'annonce de l'accident, nous avons multiplié les prélevements, analysant les produits alimentaires métropolitains, mais aussi ceux destinés à l'importation venant des pays de l'Est rendant ainsi au Ministère de l'Agriculture un service éminent. On peut affirmer que seul ce ministère a pu, grâce à nous, faire face à cette crise sans heurts et sans improvisations. « N'avons-nous pas fourni 4 500 résultats d'analyses d'aliments, lais en particulier pendant la période critique des quatre mois ? Mais qu'on le sache bien, le rôle du Service Vétérinaire grâce au réseau mis en place a été de premier plan, grâce au sérieux des analyses, grâce à la qualité des échantillons récoltés par nos confrères de province rendant compte avec exactitude de la radioactivité de toute une région. Les résultats obtenus en particulier par les sections de radiobiologie de Saint-Lô à l'ouest de la France et ceux de Colmar à l'est sont instructifs, car ils permettent de juger du parcours du nuage radioactif.

Une conclusion du C.E.A. et de nombreux médecins nucléaires a été de déplorer le rôle quasi-nul joué par les médecins généralistes. Une action d'information a été décidée.

Mais cela est aussi valable pour les vétérinaires praticiens ruraux ou urbains. Leur formation scientifique et mathématique est excellente. Ils sont en contact avec le public. S'ils reçoivent une formation avant l'accident et une information après, ils seront une courroie de transmission merveilleuse entre les dirigeants et le public. Ils sauront conseiller, proposer des mesures simples et enfin rassurer.

Car après un accident, il faudra agir :

- sur le terrain : par le chaulage.
  - sur l'animal : en préférant l'élevage intensif, en donnant un supplément d'iode stable et de chaux.
  - sur le lait : en faisant du lait en poudre et en le gardant 3 mois ou mieux en le traitant par échangeur d'ions, comme ceci vient d'être réalisé en R.F.A.
  - sur l'enfant en donnant du lait propre ou en poudre fabriqué depuis plus de 3 mois.
  - sur l'homme : en donnant un supplément d'iode stable à la dose de 100 mg par jour pendant 10 jours (Schlumberger) et aussi penser aux radio-protecteurs chimiques, particulièrement à la  $\beta$ -mercaptopropylamine, bien étudiée par Bacq. Ce composé, pris avant l'irradiation, protège à 97 % des souris soumises à des doses mortelles (A. Lafontaine et J. Lorthièr). Donné aux premiers intervenants sur le site de Tchernobyl, il aurait évité de nombreux morts ! Les études sur les radio-protecteurs chimiques devaient être intensifiées. Enfin
- pour une population, il faut donner du calcium sous une forme assimilable et du potassium pour, qu'entrant en compétition avec le strontium et le césium radioactifs, ils limitent leur absorption.
- Enfin il faut renforcer les contrôles généraux et spéciaux autour des points sensibles.
- Il faut enfin, et c'est très important, informer franchement sans réticences. En France aucune mesure de protection n'a été prise, sauf une courte interdiction pour les épinards. C'est une erreur ! La République Fédérale d'Allemagne a réagi avec plus de finesse. Le danger était nul, mais comme l'a bien dit un journaliste de la Journée Tchernobyl, tenue fin juin à Paris à la demande de la Société de Radioprotection, il ne faut pas, si on désire être crédible, agir totalement à contre-courant de l'opinion publique. Comme en Allemagne, il fallait prendre quelques mesures simples propres à rassurer, des recommandations plus que des interdictions : ne pas consommer des légumes frais sans les laver abondamment, ne pas boire de lait frais, préférer le lait stérilisé U.H.T. Cela aurait été un exercice, une répétition, que le public aurait suivi sans réticences, et si un jour un malheur arrivait, cette information serait revenue à la mémoire des Français. Il faut le reconnaître l'opinion a été désespérée, prête à accepter toutes les erreurs.
- Informier, c'est protéger ! Lors des attaques des écologistes contre les éleveurs d'huitres et de moules sur la côte ouest du Cotentin, attaques dues aux craintes de contamination radioactive par les rejets de l'usine de retraitement de la Hague, les sections de radiobiologie du Service Vétérinaire de la Manche et de Paris ont fait de nombreuses mesures qui ont été communiquées au Conseil Général de la Manche. Les attaques ont aussitôt cessé et même les écologistes ont adressé à ces laboratoires des prélevements ! Une information claire et courageuse est payante !
- Enfin, il faut savoir que des mesures sur les thyroïdes des bovins, sur les limnées, sur les escargots donnent l'alerte très précocement. Ces mesures sont indispensables et les vétérinaires sont mieux que personne habilités à les réaliser !
- A la lumière de cet exposé trop bref, on voit que nous possédons les moyens de rendre l'accident hautement improbable et s'il se produit, d'en limiter les conséquences néfastes.
- Le corps de Santé : médecins, pharmaciens, dentistes et surtout vétérinaires ont une place de choix dans cette action.

#### BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

*Surveillance des radionuclides artificiels dans la chaîne alimentaire par les Services Vétérinaires*, F. Janin, J. Morre et Coll., Bull. Soc. Vet. pratique de France, juin 1986, 70, n° 6, 325.

*Rapport I.P.S.N. n° 2, 1986, Révision 2 et 3*, juin et octobre 1986, C.E.A. éd.

*Spécial Tchernobyl, 1<sup>re</sup> partie, Radioprotection*, 21, 1986, n° 2, 175.

*Centrales Nucléaires E.D.F. de 1300MWe*, E.D.F., Don Equipment, Ref. : ED 507.

- Le programme électro-nucléaire français, E.D.F., réf. : 50224.*
- Tchernobyl, un nuage d'incertitudes, J. P. Pharabod et Coll., La Recherche, 17, n° 180, Sept. 1986, 1102.*
- A. Lafontaine et J. Lorthiò : L'accident de Tchernobyl, Bull. Acad. Roy. Med. Belgique : 141, 7, 397-398, et 141, 8, 469.
- Sur l'accident nucléaire de Tchernobyl, R. Latarget, C.R. Acad. Sci. 303, II, n° 2, 1986, 105.*
- Contamination du lait par les radioéléments artificiels, J. Morre, Bull. Soc. Hyg. Alimentaire, 55, n° 4, 149, 1967.*
- Schlumberger M. : L'iode et la protection de la thyroïde contre l'irradiation par l'iode radioactif, Radioprotection, 1986, 21, n° 4, 227.
- Ne pas confondre les MW Th (Méga-watts thermiques) avec les MW e (Méga-watts électriques).
- Le réacteur nucléaire doit produire 3 MWTh pour avoir 1 MWe à la sortie de l'alternateur !

BIBLIOGRAPHIE

Le programme électro-nucléaire français, E.D.F., réf. : 50224.

Tchernobyl, un nuage d'incertitudes, J. P. Pharabod et Coll., La Recherche, 17, n° 180, Sept. 1986, 1102.

A. Lafontaine et J. Lorthiò : L'accident de Tchernobyl, Bull. Acad. Roy. Med. Belgique : 141, 7, 397-398, et 141, 8, 469.

*Sur l'accident nucléaire de Tchernobyl, R. Latarget, C.R. Acad. Sci. 303, II, n° 2, 1986, 105.*

*Contamination du lait par les radioéléments artificiels, J. Morre, Bull. Soc. Hyg. Alimentaire, 55, n° 4, 149, 1967.*

Schlumberger M. : L'iode et la protection de la thyroïde contre l'irradiation par l'iode radioactif, Radioprotection, 1986, 21, n° 4, 227.

Ne pas confondre les MW Th (Méga-watts thermiques) avec les MW e (Méga-watts électriques).

Le réacteur nucléaire doit produire 3 MWTh pour avoir 1 MWe à la sortie de l'alternateur !

# LA SURVEILLANCE DES RADIONUCLÉIDES ET DE LA RADIOACTIVITÉ DES ALIMENTS

par Françoise Janin,

Laboratoire Central d'Hygiène alimentaire

Direction générale de l'Alimentation

Ministère de l'Agriculture, 43, rue Danzig, 75015 Paris

Par le jeu du processus biologique de nutrition des végétaux et des animaux, les radionucléides franchissent plus ou moins facilement les divers maillons des chaînes alimentaires avant de parvenir jusqu'à l'homme par son alimentation.

Les radionucléides qui présentent le danger potentiel le plus élevé sont ceux qui peuvent séjourner pendant un temps prolonger dans l'organisme et qui peuvent se concentrer dans un organe particulier. La période biologique du radionucléide est identique à celle de l'élément chimique stable correspondant. L'ingestion d'aliments contaminés par des radionucléides entraîne une contamination de l'organisme plus ou moins importante suivant le rôle physiologique de l'élément. Certains radionucléides traversent simplement le tractus digestif et il n'y a pas de risque d'accumulation. C'est le cas de la plupart des produits de fission. D'autres se fixent préférentiellement dans un organe : l'iode se localise dans la thyroïde et l'on détecte très rapidement des concentrations beaucoup plus élevées dans cet organe que dans le reste de l'organisme. Le strontium se fixe dans le squelette et compte tenu de sa période biologique très longue il ne peut y avoir accumulation du radionucléide à la suite d'ingestion de quantités très faibles mais répétitives. Le césium se comporte un peu comme le potassium et sera retrouvé réparti équitablement dans les tissus mous. On peut le retrouver dans les muscles d'herbivores et des poissons. Il passe également dans le lait.

Les principales sources de radionucléides artificiels proviennent de l'utilisation de la fission nucléaire soit pour des utilisations militaires soit pour produire de l'électricité. Depuis l'arrêt presque total des essais nucléaires aériens on a constaté une diminution des niveaux en produits de fission, en particulier en ce qui concerne les deux radionucléides, de périodes voisines de 30 ans, le strontium et le césium 137.

Les produits de fission de période courte ont disparu depuis plusieurs années. Les différents utilisateurs de techniques mettant en œuvre ou produisant des radionucléides artificiels sont étroitement contrôlés par des organismes internationaux (C.I.P.R., A.I.E.A., E.U.R.A.-T.O.M. etc...). La législation française applique la plupart des directives de ces organismes en ce qui concerne les rejets dans le milieu extérieur et la protection des travailleurs et de la population (Décret du 22 juin 1966).

## Contrôle de la chaîne alimentaire

Le Ministère de l'Agriculture s'est depuis longtemps penché sur le devenir des résidus radioactifs au même titre qu'il exerce une surveillance sur d'autres toxiques chimiques ou microbiologiques qui peuvent présenter un danger pour l'homme. Dès 1959, dans le cadre de l'Inspection Vétérinaire de la Seine, un laboratoire a été créé, la mission de ce service a été dès cette période la recherche des radionucléides artificiels formés lors des essais nucléaires aériens.

C'est en 1969, qu'un réseau national de surveillance a été constitué par des sections de radiobiologie implantées dans des Laboratoires des Services Vétérinaires Départementaux.

Ces laboratoires ont reçu du matériel pour préparer les échantillons et des appareils qui permettent de détecter les radionucléides par les radiations ionisantes qu'ils émettent.

L'ensemble de ce matériel a été acquis avec des crédits non militaires de Défense. Ces laboratoires sont autonomes et se chargent des prélèvements, de la préparation des échantillons et des mesures. Le Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire assure la coordination de ces sections, la formation du personnel ainsi que la collecte et l'exploitation des résultats. Sur la figure 1 est indiqué la répartition géographique des laboratoires ainsi que l'équipement dont dispose chaque section. Depuis quelques années, en raison du vieillissement du matériel, un rééquipement était prévu pour doter tous les laboratoires de matériel de détection des émetteurs gamma et pour renouveler les détecteurs de rayonnement bêta, afin que ce réseau puisse poursuivre sa mission.

Les quantités de radionucléides recherchées dans les aliments sont extrêmement petites et ne peuvent être détectées que par les rayonnements ionisants émis. Un matériel spécifique à bas bruit de fond protégé par un blindage en plomb est utilisé pour la mesure de l'activité. Les produits agricoles contiennent du potassium 40, isotope naturel, émetteur de radiations bêta et gamma (90 % de la radioactivité naturelle).

Les techniques utilisées permettent soit une estimation globale de la radioactivité par kg de produits frais, prenant en compte les radionucléides naturels et éventuellement les contaminants artificiels. Des séparations chimiques ou des mesures par spectrométrie gamma permettent l'identification et la quantification des différents radionucléides présents dans l'échantillon.

Les mesures faites en laboratoire permettent la détection de très faibles quantités de radionucléide (1/27 de  $\mu\text{Bq/kg}$  pour le strontium 90 et 1  $\mu\text{Bq/kg}$  pour le Césium 137).

#### *Plan de surveillance*

Chaque année, les radionucléides les plus toxiques pour l'homme par ingestion sont recherchés dans 3 500 à 4 000 prélèvements. Le lait donne lieu à plusieurs analyses, activité bêta totale, dosage du strontium, recherche des radionucléides émetteurs gamma. Environ 1 000 laits sont analysés chaque année. Nous avons d'abord observé la diminution du strontium 90 dont les niveaux actuellement sont inférieurs à 0,5  $\mu\text{Bq/l}$ . Alors que ce radionucléide a été formé à la suite des tests nucléaires aériens tirés avant 1985.

L'activité bêta totale moyenne étant par kg de produit de 50  $\mu\text{Bq/kg}$  pour les laits et de 100  $\mu\text{Bq/kg}$  pour les viandes et les poissons (seules les parties consommables sont prises en compte). Cette activité totale est due essentiellement au potassium. Une élévation significative de cette activité entraîne systématiquement la recherche spécifique du radionucléide responsable. Quelques élévations des niveaux ont été observées lors des derniers tests nucléaires aériens tirés en Chine (1976 et 1978). Des traces d'iode et de baryum 140 ont été décelées. Cette élévation n'a pas dépassé 4  $\mu\text{Bq/kg}$ .

Une surveillance est également exercée dans le milieu marin et particulièrement près des sites où des rejets autorisés sont faits régulièrement. Le césium peut passer dans les muscles de poisson et le ruthénium dans les mollusques.

Le suivi pendant de nombreuses années dans ces organismes montre que le développement de l'industrie électronucléaire n'a eu aucune répercussion sur les niveaux retrouvés dans le milieu marin même à proximité des usines de retraitement du combustible nucléaire. Dans le tableau 1 sont rassemblés des niveaux moyens de radioactivité bêta totale détectés dans différents types de produits alimentaires ces dernières années.

#### *L'accident de Tchernobyl*

Dès les premiers jours du mois de mai, des retombées ont été détectées sur la France. Les niveaux dans l'air étant plus élevés dans l'Est de la France que ceux retrouvés à l'Ouest. Les retombées sont arrivées d'Allemagne et d'Italie et ont ensuite été refoulées par les vents soufflants vers l'Est. La France a été relativement épargnée par rapport aux pays situés à l'Est et au Nord de l'Europe. A aucun moment, il n'a été nécessaire de prendre des mesures sanitaires pour protéger la population.

L'O.M.S. a confirmé que les risques d'irradiation externe pour les populations européennes étaient considérés comme nul et seule l'irradiation interne devait faire l'objet de contrôles.

La surveillance du degré de contamination des denrées alimentaires a constitué dans ce domaine l'aspect primordial du contrôle faisant suite à l'accident de Tchernobyl.

Les radionucléides immédiatement détectés étaient des tellures qui se transforment rapidement en iode 131, 132 et 133. Des césium 134 et 137, des ruthénium 103

et 106, du baryum-lanthane, en proportion beaucoup plus faible. Les produits de fission peu volatiles n'ont pas été entraînés à de grandes distances du lieu de l'accident. En mai le radionucléide dominant était l'iode 131. En trois mois ce radionucléide a complètement disparu. Il ne reste que du césium 134 et du césium 137 comme contaminant présentant une certaine toxicité par ingestion.

#### *Mesures prises à la suite de l'accident*

Les mesures sanitaires consécutives à cet accident ont varié d'un pays à l'autre. Des précautions simples concernant la consommation du lait frais et des légumes feuillus ont été adoptées dans les pays les plus proches du lieu de l'accident. Des mesures identiques ont été prises en Bavière et en Italie du Nord. En France à part un retrait à la vente d'épinards dans le Bas-Rhin (mesure Préfectorale) aucune autre mesure du même type ne fut prise.

#### *Concentration dans le lait*

Toutefois, le Service d'Hygiène Alimentaire de la Direction de la Qualité a demandé 4 prélèvements de lait à chaque département. Les échantillons ont été analysés au Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire ou dans des Laboratoires Départementaux. Les premiers résultats ont rapidement montré que les valeurs moyennes étaient très inférieures à 500  $\mu\text{Bq/l}$  en iode 131, seuil recommandé par le Conseil des Communautés Économiques Européennes. Ce seuil ne correspond pas à un seuil de toxicité mais a été fixé à la suite des demandes des pays Européens. Les plus touchés par les retombées ont souhaité des seuils plus bas que ceux préconisés dans la directive d'Euratom (lait = 2 000  $\mu\text{Bq/kg}$  en iode 131) afin de ne pas augmenter l'irradiation déjà reçue par les jeunes enfants. Sur la figure 2 sont rassemblées les valeurs moyennes de l'activité en iode 131 dans les différentes régions.

De l'iode 131 a également été détecté dans les thyroïdes d'herbivores, des niveaux très faibles ont été mesurés dans les viandes. L'activité en iode a rapidement diminué en raison de sa période physique (8,02 jours) et la décroissance effective du lait est estimée à 4 jours. Les valeurs maximales en iode 131 ont été enregistrées dans le Nord-Est de la France (493  $\mu\text{Bq/kg}$ ). Dans l'Ouest de la France les valeurs maximales étaient de (40  $\mu\text{Bq/kg}$ ).

A partir du 15 mai, deux autres prélèvements de laits ont été demandés à nouveau à tous les départements afin d'évaluer les niveaux moyens en césium 137 et 134. Les résultats de cette enquête ont montré que les valeurs maximales ont été enregistrées dans le Sud-Est (160  $\mu\text{Bq/kg}$ ). Les valeurs moyennes étant inférieures à 30  $\mu\text{Bq/kg}$ . Dès début mai à fin août, le contrôle du niveau de radionucléide artificiels dans des produits français à porté sur 2 800 prélèvements. Des échantillons de laits, produits laitiers, produits carnés, miel, végétaux ont été analysés.

Les résultats obtenus pour chaque laboratoire ont été transmis journallement au Service d'Hygiène Alimentaire de la Direction de la Qualité et à Bruxelles à la Communauté Économique Européenne.

Sur la figure 3, sont rapportées les valeurs moyennes portant sur l'analyse de 368 laits étudiés au L.C.H.A. Elles concernent les teneurs en iode 131, césium 137,

césium 134 en fonction du temps à partir du mois de mai jusqu'en septembre.

#### *Contrôle des produits importés*

Dès que l'accident de Tchernobyl a été connu, des mesures ont été prises pour arrêter les importations des pays situés à moins de 100 km de la centrale. Début mai, le contrôle a porté sur les produits importés de R.D.A. et après le 30 mai, les frontières de la C.E.E. ont été ouvertes à toutes denrées à condition qu'un certificat garantisse la conformité aux normes. Les seuils qui sont en vigueur jusqu'à fin février 1987 sont de 600 Bq/kg pour tous les produits et de 370 Bq/kg pour le lait et les produits infantiles, en césium 137 et césium 134 cumulés.

Les états membres de la C.E.E. se sont engagés à contrôler les produits importés afin de vérifier que les activités en césium restent inférieures à ces tolérances. Ils ont également décidé de détruire les produits nationaux dont la contamination dépasserait 600 à 370 Bq/kg suivant le produit.

En France le contrôle des denrées en provenance des pays de l'Est et des pays Scandinaves a surtout porté sur des mesures dans des viandes de cheval abattues sur notre territoire.

Au Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire nous avons reçu plus de 2 000 échantillons. Le contrôle a surtout porté sur des viandes importées et notamment de la viande de cheval. De début mai à fin août, 1 810 échantillons ont été analysés pour la recherche des principaux radionucléides dispersés après l'accident survenu à Tchernobyl en plus des échantillons habituels.

Parmi tous les échantillons analysés, 3 viandes de cheval ont présenté un taux supérieur à 600 Bq/kg et ont été détruites. La moyenne des valeurs retrouvées dans tous ces produits est inférieur à 30 Bq/kg. Ce contrôle sera maintenu encore plusieurs mois compte tenu de la période physique du césium 137 (30 ans).

#### *Établissement de certificats pour les produits français exportés*

Certains pays situés en dehors de la C.E.E. exigent un contrôle du niveau de césium. De nombreuses analyses ont été faites dans des poudres de lait et du fromage. Les résultats de ces analyses montrent que tous les produits ont une contamination moyenne très faible. Les valeurs maximales observées pour des denrées produites en mai et juin sont très inférieures aux seuils communautaires. Dans certains cas l'absence totale ou  $\leq 10$  Bq/kg est exigée. Ces seuils très bas nécessitent des analyses beaucoup plus longues sur des quantités de produit plus grande.

Des industriels de l'Agro Alimentaire se sont équipés en matériel de détection des radionucléides pour mettre en place des auto-contrôles dans les produits les plus susceptibles d'être contaminés. Nous leur avons apportés

une aide pour l'étalonnage des appareils et pour confirmer certains de leurs résultats.

#### CONCLUSIONS

Les conséquences économiques liées à l'accident survenu à Tchernobyl montrent qu'il est important de disposer sur le terrain des laboratoires équipés pour contrôler les produits agricoles et alimentaires. La possibilité de donner rapidement des évaluations quantitatives de la contamination est le seul moyen de rassurer le consommateur et d'éviter ainsi des pertes économiques non justifiées. Les Laboratoires des Services Vétérinaires qui existent dans chaque département sont particulièrement bien implantés pour collecter rapidement les produits les plus sensibles à une contamination par les radionucléides.

Un plan de rééquipement des 17 sections de radiobiologie doit permettre de renforcer sur le plan analytique le réseau déjà existant. Il est prévu de fournir également du matériel à des départements qui jusqu'ici n'étaient pas équipés mais qui du fait de leur situation géographique pourraient renforcer utilement le réseau existant.

Pour certains pays importateurs de denrées alimentaires, la présence ou l'absence de radionucléides artificiels sont devenus des arguments économiques, mais il est probable que des certificats de recherche de radionucléides seront à l'avenir demandés plus fréquemment aux industriels et aux producteurs.

Tableau 1. — Valeurs moyennes des activités retrouvées dans différents produits alimentaires en Bq/kg (Activité bêta totale)

Nature	Activité bêta totale	Maximum
<i>Lait</i>		
Lait cru	45,6	57,0
Lait spray	49,9	66,6
<i>Viandes</i>		
Bœuf	99	138
Porc	97	184
Gibier	103	127
Abats	93	198
<i>Poissons</i>		
Hareng	97	133
Sardine	105	167
Merlan	102	144
Tacaud	97	162
Limande	87	139
Plie	105	145

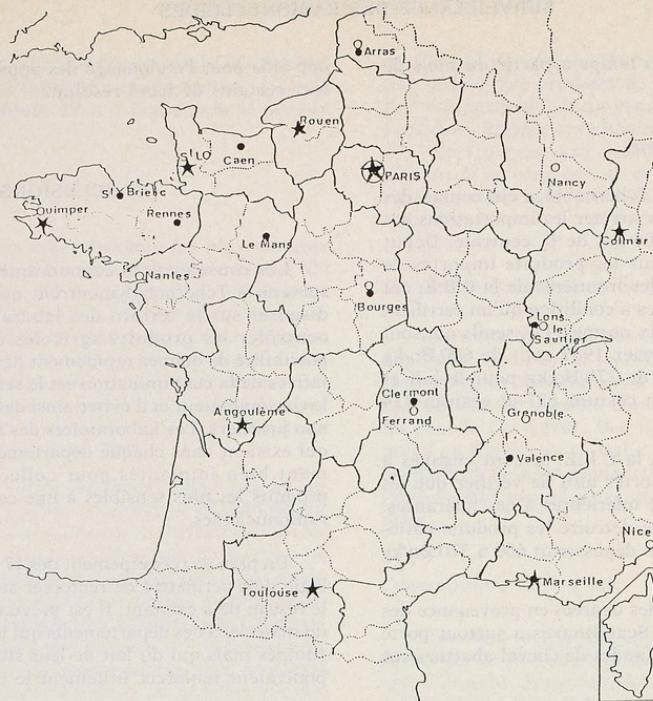


Fig. 1. — Laboratoires Vétérinaires Départementaux équipés de matériel de mesure de la radioactivité.

Sections équipées en compteur Béta et en Spectrométrie Gamma.

Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire : matériel de détection  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ .

Laboratoires en cours d'équipement en Spectrométrie Gamma.

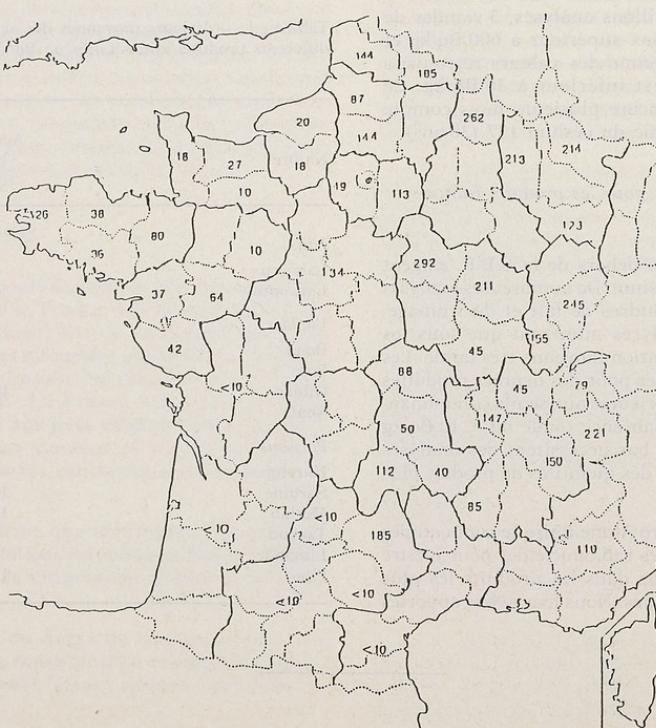


Fig. 2. — Moyennes en iodé 131 (en Bq/kg). Mesures à partir de 6 échantillons de laits par département.

Les prélèvements ont été faits entre le 3.05 et le 15.05.86

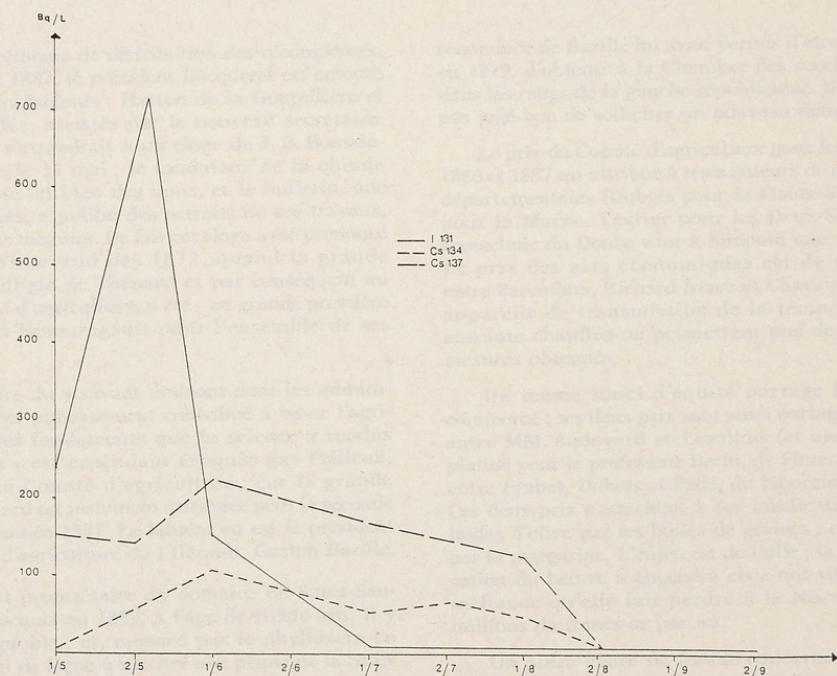
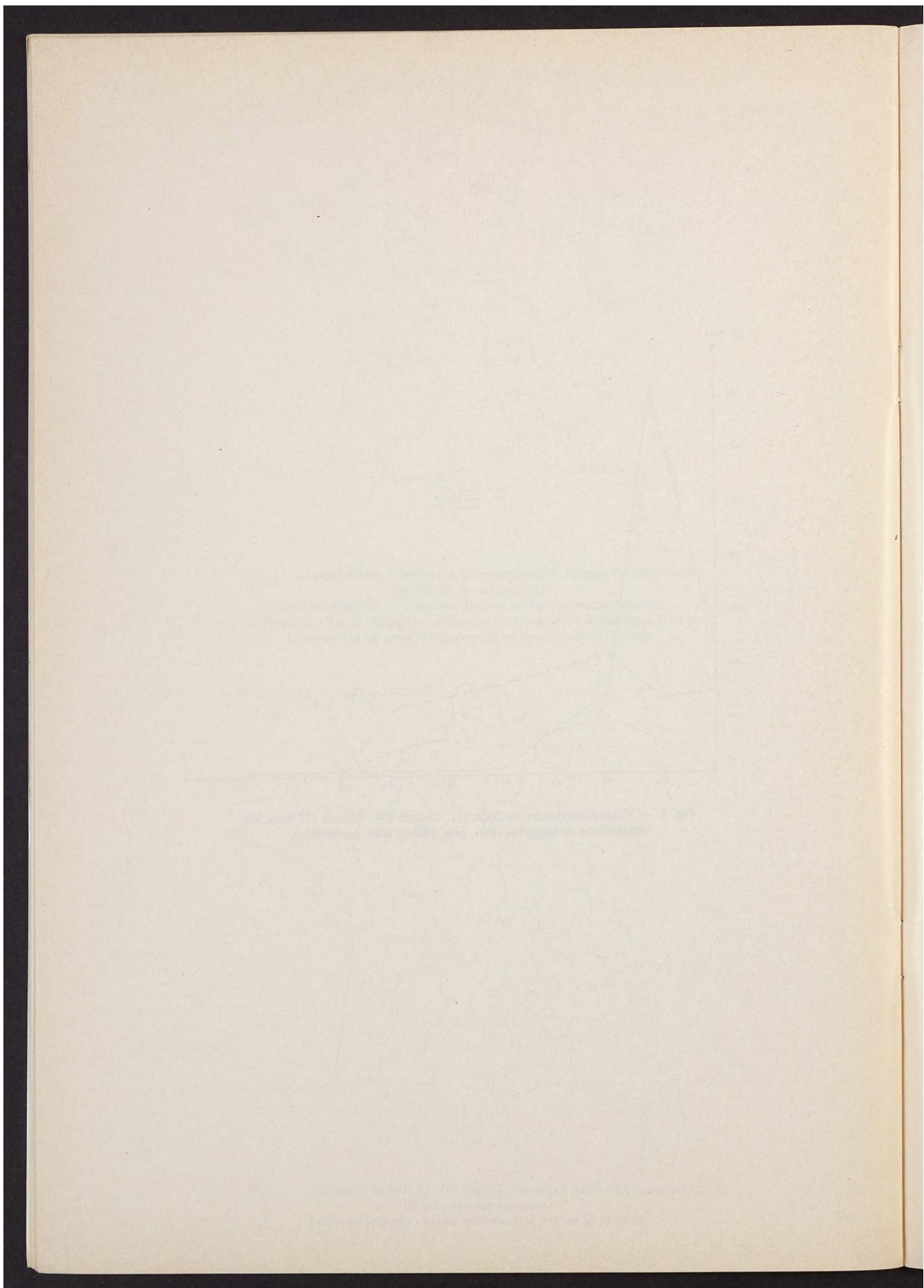


Fig. 3. — Valeurs maximales en Iode 131, Césium 134, Césium 137 dans 368 échantillons de laits crus (mai, juin, juillet, août, septembre).

and the double-walled system has been shown to have higher values than both the single-walled and the Macmillan type.

A horizontal number line starting at 0 and ending at 1. It has tick marks labeled  $\frac{1}{7}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{2}{8}$ ,  $\frac{1}{9}$ , and  $\frac{2}{9}$ . A dashed arrow points from the tick mark for  $\frac{2}{8}$  towards the tick mark for  $\frac{1}{9}$ .

1, Césium 134, Césium 137 dans 366  
uin, juillet, août, septembre).



## CHRONIQUE

### « Il y a cent ans... »

par M. Henri POUPÉE

Pour la cérémonie de distribution des récompenses, le 23 décembre 1887, le président Becquerel est entouré des deux vice-présidents : Hatton de la Goupillière et Charles Lavollée, assistés par le nouveau secrétaire, Collignon. On s'attendrait à un éloge de J. B. Boussingault, disparu le 11 mai ; le fondateur de la chimie agricole compte ici bien des amis, et le bulletin, une trentaine de fois, a publié des extraits de ses travaux, mais il n'est pas membre. De fait cet éloge a été prononcé par Eugène Tisserand dès 1872, quand la grande médaille, à l'effigie de Thénard et par conséquent au nom du Comité d'agriculture, a été - en grande première — attribuée à Boussingault pour l'ensemble de ses travaux.

La mémoire du « savant éminent dont les admirables travaux ont puissamment contribué à baser l'agriculture sur des fondements que la science a rendus inébranlables » est cependant évoquée par Prilleux, rapporteur du Comité d'agriculture ; car la grande médaille Thénard est justement attribuée pour la seconde fois, en cette année 1887. Le lauréat en est le président de la Société d'agriculture de l'Hérault, Gaston Bazille.

Bazille est propriétaire du domaine de Saint-Sauveur, qu'il a acquis en 1849, à l'âge de trente ans. Il y a créé un vignoble ; et, menacé par le phylloxéra en 1865, il a réagi de façon à mériter une prime de la SEIN en 1868. L'année suivante il a lancé l'idée du porte-greffe, solution jugée alors paradoxale ; mais qui va être mise en pratique par Riley, le fournisseur américain de Bazille, et par Laliman à Bordeaux. A la source de la lutte contre ce fléau le rapporteur situe le voyage à Saint-Rémy de la commission de la Société de l'Hérault, commission composée de Bazille, Planchon et Sahut. En réalité Jean-François-Gaston Bazille n'a rien d'un scientifique ; ce membre du conseil supérieur d'agriculture et de commerce et de la commission supérieure du phylloxéra est un avocat du barreau de Montpellier. Les premiers symptômes du phylloxéra avaient été décelés dans le Gard dès 1863 ; mais si l'existence de l'insecte sur les racines a bien été constatée cinq ans plus tard par Planchon, Bazille et Sahut, c'est à Jules Émile Planchon, professeur à la faculté de Montpellier que l'on doit la détermination de l'insecte.

Le premier remède employé fut la submersion des souches (ce qui a permis à Pierre Larousse d'ironiser : quelques gouttes d'eau de Lourdes devraient suffire !). Par contre l'idée du porte-greffe américain est attribuée par les uns à Bazille, par d'autres à Planchon. En tout cas ni l'un ni l'autre n'ont bénéficié du prix de 300 000 F, proposé par la loi du 22 juillet 1874... Sur place la

renommée de Bazille lui avait permis d'être élu sénateur en 1879, d'obtenir à la Chambre des succès de tribune dans les rangs de la gauche républicaine. Il n'a pourtant pas jugé bon de solliciter un nouveau mandat, en 1888.

Le prix du Comité d'agriculture pour les deux années 1886 et 1887 est attribué à trois auteurs de monographies départementales (Dubois pour la Haute-Saône, Collard pour la Marne, Lévrier pour les Deux-Sèvres) ; et la zootechnie du Doubs vaut à Simonin une médaille d'or. Le prix des arts économiques est de même divisé entre Parenthou, Richard frères et Chavannon, car leurs appareils de transmission de la température d'une enceinte chauffée ne permettent pas de contrôler les mesures obtenues.

Un même souci d'équité partage le Comité de commerce ; ses deux prix sont aussi partagés. Le premier entre MM. Audoyer et Levallois (et une médaille de platine pour le professeur Bechi, de Florence) ; le second entre Erabot, Dubois et Padé, du laboratoire municipal. Ces deux prix s'attachent à des falsifications : celle des huiles d'olive par les huiles de graines ; celle du beurre par la margarine. L'enjeu est de taille ; la seule sophistication du beurre a engendré chez nos voisins une telle méfiance qu'elle fait perdre à la Normandie trente millions de francs-or par an.

Un autre genre de fraude concerne les valeurs et documents émis par les sociétés financières et les chemins de fer ; elle est dénoncée par les procédés cryptographiques du chimiste Schlumberger, qui va recevoir deux médailles d'argent. La seconde lui est attribuée pour l'appret de papiers de tenture avec des déchets de mica : en voulant imiter les étoffes moirées ce procédé rejoint sans s'en douter les papiers à paillettes d'antan. Cette récompense est du ressort du Comité des constructions, comme deux médailles de platine qui sont décernées l'une à Alphonse Baillif pour une matière tenant de la laque et du stuc, permettant d'imiter l'ébène et l'amarante, l'autre à une invention appelée à connaître une grande vogue : la pyrogravure.

Ce moyen de décoration Marcel Périer en a eu l'idée en 1869 à Bordeaux en voyant marquer des caisses à vin au fer rouge. Après divers essais, il a utilisé le thermocautère du Dr Paquin. Là où les anciens procédés de décoration donnaient sur le bois ou le cuir des empreintes sans repentirs possibles, l'artiste peut désormais exécuter de véritables croquis, d'une spontanéité totale... Après un siècle on peut penser qu'un tel espoir a été déçu ; sans doute pour avoir négligé l'expérience de Périer, pour être revenu à l'outillage rudimentaire dont il avait refusé l'emploi.

Plus efficaces sans doute sont les propositions strictement industrielles : un four à bassin pour petite verrerie (Chasneau), un extincteur d'incendie à acide carbonique (Mauclerc) des traverses métalliques pour voies ferrées (le Néerlandais Post) qui valent des médailles d'argent à leurs auteurs ; ou la machine à lainer, pour laquelle une médaille de platine est décernée à Grosselin père et fils.

Toutes ces récompenses sont présentées et illustrées dans le bulletin, comme les médailles de bronze obtenues par le mécanicien Jullien pour une suspension sans contrepoids, par Vuillemand fils pour un repérage en imprimerie typo/litho des tirages polychromes ou la médaille de platine décernée au constructeur de Voiron Guillaumin, une grande bascule de précision, vérifiée au Conservatoire.

Un historique des moyens d'impression utilisés par les aveugles figure au bulletin ; il se justifie par le

prix décerné antérieurement à la Société des ateliers d'aveugles et par une médaille d'argent à Mauler pour une machine à écrire en relief.

Douze pages du bulletin montrent l'intérêt porté par la Société à l'inauguration de la statue de Nicolas Leblanc au Conservatoire, le 28 juin. En pendant de ce bronze, dû au sculpteur Hiolle, le directeur Laussedat a obtenu celui de Denis Papin, réplique de la statue de Blois par Aimé Millet. En un temps où la statuaire gardait son sens, l'entrée monumentale de la « galerie d'exposition des modèles » (titre lapidaire d'un musée que Laussedat qualifiait de *Panthéon des inventeurs*), déjà ornée des bustes de Coulomb et de Chaptal, se trouvait encadrée de deux grandes figures. En 1895 la cour de la chapelle verra s'élever le monument à Boussingault, dû au sculpteur Dalou.

Le bulletin présente également une étude sur les méthodes d'enseignement de l'écriture à l'usage des aveugles, et une notice sur les œuvres de l'artiste Georges Lacombe.

Le bulletin présente également une étude sur les méthodes d'enseignement de l'écriture à l'usage des aveugles, et une notice sur les œuvres de l'artiste Georges Lacombe.

Le bulletin présente également une étude sur les méthodes d'enseignement de l'écriture à l'usage des aveugles, et une notice sur les œuvres de l'artiste Georges Lacombe.

Le bulletin présente également une étude sur les méthodes d'enseignement de l'écriture à l'usage des aveugles, et une notice sur les œuvres de l'artiste Georges Lacombe.

Le Président de la Société, Directeur de la Publication : J. ROBIEUX, D.P. n° 1080.

Imprimerie Tardy Quercy (S.A.) Cahors. — 7511

Dépôt légal : septembre 1987

Commission paritaire n° 57497

# SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Fondée en 1801

Reconnue d'utilité publique en 1824

4, place St-Germain-des-Prés, 75006 PARIS

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

•

## HISTORIQUE

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

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE EN 1824,

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

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

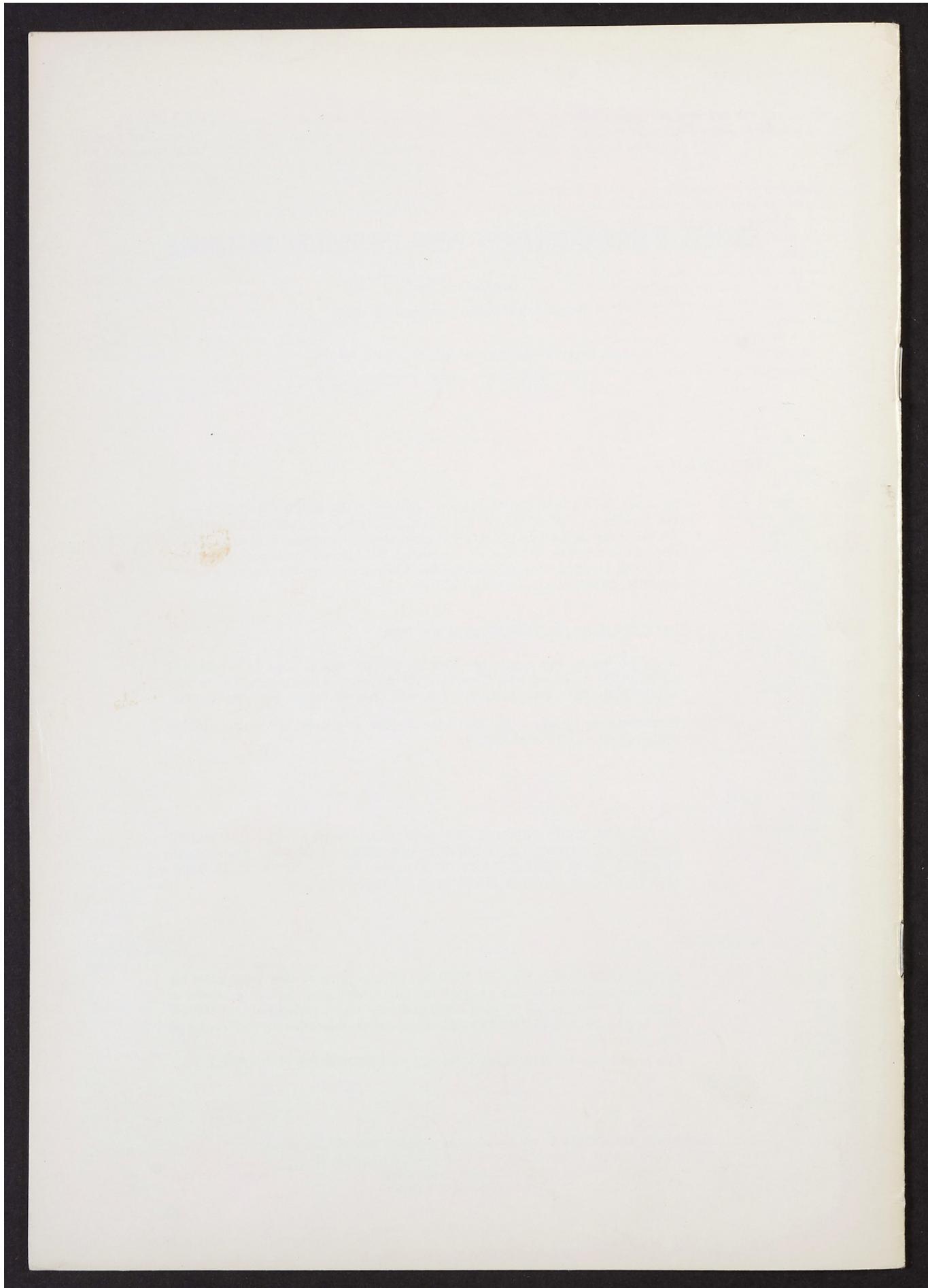
## BUT

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

## ACTIVITÉS

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

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



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