

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

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Titre	L'Industrie nationale : comptes rendus et conférences de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale
Volume	<a href="#">1959, n° 4 (oct.-déc.)</a>
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1959

<b>Collation</b>	1 vol. (p. [71]-88, 2 f. de pl. en coul.) : ill. ; 27 cm
<b>Nombre de vues</b>	38
<b>Cote</b>	INDNAT (49)
<b>Sujet(s)</b>	Industrie
<b>Thématique(s)</b>	Généralités scientifiques et vulgarisation
<b>Typologie</b>	Revue
<b>Langue</b>	Français
<b>Date de mise en ligne</b>	03/09/2025
<b>Date de génération du PDF</b>	08/09/2025
<b>Recherche plein texte</b>	Non disponible
<b>Permalien</b>	<a href="https://cnum.cnam.fr/redir?INDNAT.49">https://cnum.cnam.fr/redir?INDNAT.49</a>

## 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.

# L'INDUSTRIE NATIONALE

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

PUBLIÉS AVEC LE CONCOURS  
DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

S. E. I. N.  
Bibliothèque

1959  
N° 4

Revue trimestrielle

# L'INDUSTRIE NATIONALE

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

publiés sous la direction de **M. Georges CHAUDRON**, Membre de l'Institut, Président,  
avec le concours du Secrétariat de la Société.

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

N° 4 : OCTOBRE-DÉCEMBRE 1959

### SOMMAIRE

LES SYNTHÈSES CHIMIQUES À STADES MULTIPLES,	par M. Léon VELLUZ	71
*		
PRIX ET MÉDAILLES ATTRIBUÉS POUR L'ANNÉE 1958. . . . .		87
*		
INDEX DES NOMS D'AUTEURS . . . . .		89

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

Le n° 750 Fr.

C. C. P. Paris n° 618-48

## LES SYNTHÈSES CHIMIQUES A STADES MULTIPLES<sup>(1)</sup>

par M. Léon VELLUZ,

Vice-Président de la Société Uclaf<sup>(2)</sup>.

Mesdames, Messieurs,

C'est un penchant de notre nature qu'une certaine complaisance à ne pas sortir de réflexions familières. J'ai cédé à cette tendance en choisissant un sujet auquel le sort a bien voulu m'associer.

De l'audace du chimiste à reproduire des édifices carbonés de plus en plus complexes, l'incursion brutale des hauts polymères artificiels dans la recherche scientifique, dans l'activité industrielle et la vie pratique, est l'illustration la plus brillante. Elle met en lumière le montage, sur chaînes plus ou moins longues, de monomères contractant une union périodique. Régler l'accès à ces molécules, aussi lourdes soient-elles, ceci revient à promouvoir un seul mode de condensation entre partenaires et à maîtriser, au point voulu, un allongement qui se poursuivrait bien au-delà des limites utiles. Nul n'ignore les servitudes et les mérites qui s'attachent à ce genre d'opérations.

Le domaine sur lequel je désire appeler

votre attention est moins connu et d'une autre nature. Il touche aux préparations qui requièrent non pas un grand nombre de monomères pour édifier en une opération la molécule lourde, mais de multiples opérations pour bâtir une structure dont le poids moyen est sans rapport avec celui des macromolécules. C'est en quelque sorte, par sa modalité et son résultat pondéral, le parent pauvre des multi-réactions. Il intervient à une époque où les recherches pratiques les plus variées et les plus riches en promesses occupent déjà notre esprit.

\* \* \*

En quelques années seulement, le chimiste a réalisé plusieurs structures de haute élaboration dans des conditions économiques viables. Ces conditions n'étaient pas continues à l'origine. Au fur et à mesure des avances techniques, une nouvelle branche

(1) Conférence faite le 26 février 1959 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

(2) Avec la collaboration de MM. J. MATHIEU, Ingénieur-Docteur, et Ch. PAYAN, Ingénieur E.S.P.C.I.

d'activité a pris forme, poussant à des recherches de plus en plus avantageuses dans un domaine que l'on n'est guère tenté de négliger : le domaine thérapeutique.

Les synthèses à stades multiples intéressent en effet plusieurs médicaments contemporains.

Parmi les stéroïdes, c'est-à-dire les substances issues de la structure fondamentale du cholestérol, la cortisone fut la première hormone qui imposa, vers 1952, vingt stades d'élaboration (13, 36)<sup>(1)</sup> et, malgré cet obstacle, une production mondiale de l'ordre de 20 tonnes par an (fig. 1 et 2). Son congénère le plus récent, la dexaméthasone (3), comporte depuis quelques semaines trente stades préparatifs.

CHOLESTEROL

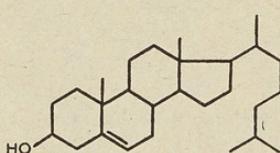


Fig. 1.

CORTISONE

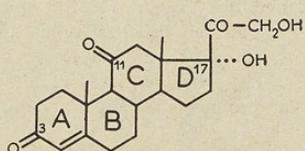


Fig. 2.

Parmi les polypeptides, c'est-à-dire les substances formées d'aminoacides simples, l'*ocytocine* de l'hypophyse fut, en 1954, la première hormone de cette nature accessible par synthèse totale, en trente-cinq stades (7, 37, 39) (fig. 3 et 4).

Enfin, dans le groupe des principes végétaux connus sous le nom d'alcaloïdes, la *réserpine* des *Rauwolfia* d'Afrique ou d'Asie fut, en 1956, la première structure poly-

cyclique à six centres d'asymétrie dont la reproduction par synthèse (38, 43) prit un

## POLYPEPTIDE

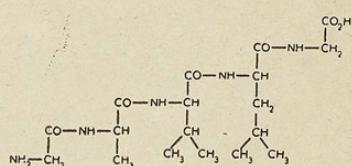


Fig. 3.

## OCYTOCINE

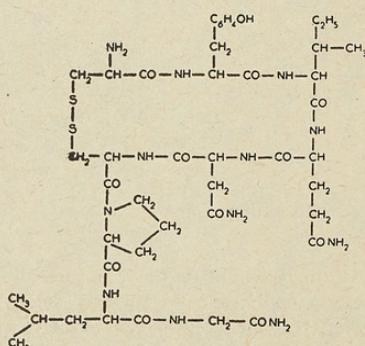


Fig. 4.

caractère industriel, sur la base d'une trentaine d'opérations et à l'échelle de la tonne (fig. 5).

## RESERPINE

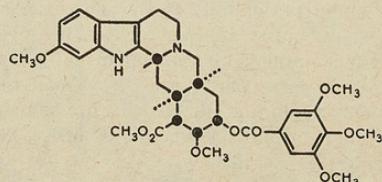


Fig. 5.

On a déjà noté que la contemplation aérienne de paysages de plus en plus vastes

(1) V. Références bibliographiques en fin d'article.

n'avait engendré, jusqu'ici, aucune forme nouvelle de la peinture (27). L'allongement, presque démesuré, de plusieurs chaînes de recherche et de production n'a pas créé, non plus, une nouvelle chimie. Mais il a déterminé une prise en charge de la matière, une étude des réactions et de leurs mécanismes suffisamment poussées pour que l'écho en retentit sur tout le dispositif de la chimie organique.

Pour l'organicien, un stade correspond évidemment à une opération physique ou chimique isolée. En presque totalité, les substances de synthèse, dont le nombre dépasse largement cinq cent mille, sont obtenues en moins de huit stades. Mis à part les colorants qui bénéficient de la simplicité des réactions aromatiques (15), il est bien peu de préparations organiques, de caractère industriel, dont le nombre de stades dépasse dix, avant 1950, aussi bien pour des structures offrant une complication comme plusieurs vitamines (40), comme un antibiotique, le chloramphénicol (23), que pour des parfums précieux du type de la muscone (44) et l'irone (29), des photo-sensibilisateurs du groupe des cyanines (8) ou encore divers insecticides (24).

On peut ainsi admettre que le caractère particulier des synthèses *multistades* se manifeste au-delà de dix opérations et qu'il s'affirme, bien entendu, lorsqu'il s'agit du double ou du triple de ce chiffre. Tel est le cas de la cortisone, de l'ocytocine, de la réserpine et de plusieurs centaines d'analogues structuraux de ces principes naturels, expérimentés ou produits depuis cinq ans dans plusieurs pays, en particulier dès le début aux États-Unis et en France.

Le problème du *cheminement* de ces synthèses, les effets du *rendement* et l'influence du *délai*, ce seront là, si vous le voulez bien, les trois points de cet exposé.

\*\*\*

Le cheminement se présente ici sous deux formes limites : linéaire et convergente.

Dans la forme *linéaire*, on met en œuvre une matière dont la structure fondamentale se retrouve à tous les stades et devient de plus en plus précieuse. Ce type de synthèses multistades, qui est celui des cortisones,

offre le maximum de difficultés puisqu'on voit fondre le produit de base par le jeu des rendements successifs (fig. 6).

## SYNTHESE MULTISTADE

## LINEAIRE



Fig. 6.

Dans la forme *convergente*, qui est celle de l'ocytocine, la molécule est élaborée par condensation de tronçons séparés, pris deux à deux suivant le principe de la construction pyramidale. La filiation de la structure se révèle comme par un arbre généalogique (fig. 7). Cette éventualité est assez rare. On connaît plutôt les cas mixtes *ramifiés*, comme dans l'exemple de la réserpine (38) (fig. 8, 9).

## SYNTHESE MULTISTADE

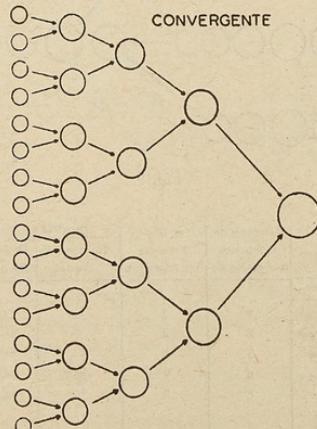


Fig. 7.

Les tâches expérimentales méritent d'autant plus d'attention que l'on note sur la structure un plus grand nombre de *groupes fonctionnels* et de *centres asymétriques*. Or, dans un relevé sommaire des stéroïdes, polypeptides, alcaloïdes et antibiotiques les plus connus, on dénombre, selon le cas, 2 à 26 liaisons fonctionnelles et un à 18 carbones asymétriques (Tableau-fig. 10). La présence de fonctions multiples crée

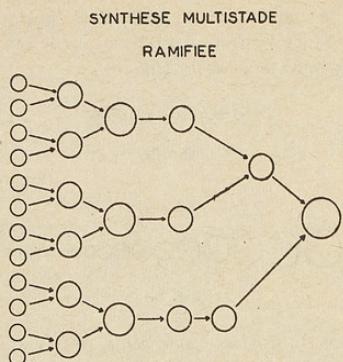


Fig. 8.

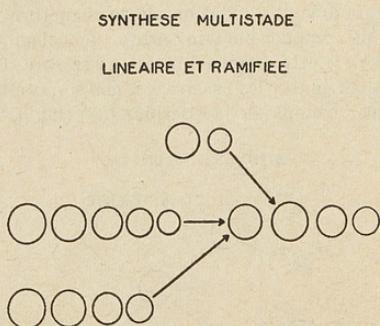


Fig. 9.

	Nombre de Carbones asymétriques	Nombre de Liaisons fonctionnelles	Nombre de Stades	Synthèse totale
			Première Réalisation	
<b>ALCALOÏDES</b>				
Tropine	1	3	16	1901
Ephédrine	2	2	5	1920
Quinine	3	8	23	1944
Strychnine	6	9	31	1954
Réserpine	6	9	30	1956
<b>SÉTROÏDES</b>				
Equilenine	2	2	23	1939
Estrone	4	2	25	1948
Cortisone	6	6	31	1952
Aldostéronone	7	6	26	1957
<b>PEPTIDES</b>				
Glutathion	2	8	10	1935
Ocytocine	9	26	35	1953
<b>ANTIBIOTIQUES</b>				
Chloramphénicol	2	5	10	1949
Pénicilline	3	8	14	1957
Terramycine	6	13		
Streptomycine	15	21		
Erythromycine	18	18		

Fig. 10.

un premier problème, celui de la *sélectivité* des réactions.

Tel groupe ne pourra être inséré lorsqu'un autre est présent, fait bien connu du chimiste. Il faut, soit le créer antérieurement, soit éviter la compétition par un blocage régissable.

#### DEXAMETHASONE

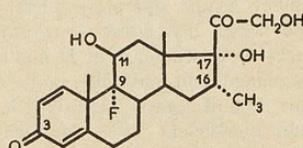


Fig. 11.

Prenons pour exemple le dernier né de la série cortisonique, la *dexaméthasone* (3), avec ses neuf groupes significatifs : deux fonctions cétones, trois hydroxydes, deux liaisons éthyléniques et, pour finir, deux accidents inusuels sur le noyau : fluor en 9 et méthyle en 16 (fig. 11). L'hydroxyle en 11 provient de la réduction d'une cétone, mais, au moment propice, la molécule présente deux autres cétones également réductibles qui doivent être protégées par des réactions sélectives laissant seule dégagée la fonction à atteindre. Un autre problème est celui de l'hydroxyle en 17, facile à résoudre lorsque le méthyle en 16 n'existe pas. Inversement, il est aujourd'hui presque impossible d'insérer ce groupe méthyllique si l'hydroxyle en 17 est déjà présent. Voilà une image d'observations que réserve la série stéroïde. On bénéficie par contre, dans ce groupe, de matières premières dont tous les centres asymétriques, ou presque, sont déjà en bonne position.

Un deuxième exemple de synthèses multistades est celui des polypeptides, définis par une suite de condensations du type amide entre la fonction acide d'un aminoacide et la fonction aminée d'un autre aminoacide. Cet enchaînement serait assez simple si tous les groupes étaient identiques, comme dans le cas d'un polyamide artificiel, le *perlon* (fig. 12). Mais il faut tenir compte d'une distribution fixée d'avance par la nature ou imitée de celle-ci.

Dans tout peptide, l'un des aminoacides

ne s'est uni par sa fonction acide avec la fonction amine du partenaire qu'après avoir subi une protection de sa fonction basique

## PERLON

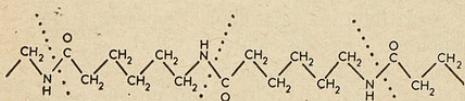


Fig. 12.

et une activation de sa fonction acide, en même temps que l'on procérait aux mêmes artifices, en sens opposé, sur son analogue (12, 18, 20) (fig. 13).

## SYNTHESE PEPTIDIQUE

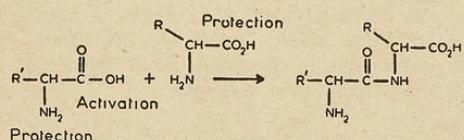


Fig. 13.

Malgré l'œuvre considérable d'Émile Fischer, ce jeu apparemment simple de protection et d'activation réciproques a dû être perfectionné pendant un demi-siècle avant que l'on réussisse la synthèse d'un enchaînement préfiguré de neuf aminoacides définis, c'est-à-dire d'un *nonapeptide hormonal* comme l'ocytocine.

La présence de N centres d'asymétrie crée le second problème, celui de la *stéréoselectivité*, c'est-à-dire de l'élaboration directe de la structure dans une configuration spatiale privilégiée. C'est, de beaucoup, le problème le plus difficile.

On prévoit bien que toute tentative de synthèse multistade serait illusoire si les isomères régulièrement prévus,  $2^N$ , se formaient au cours des réactions. Les six centres asymétriques de la réserpine correspondraient, notamment, à 64 isomères formant

des mélanges inextricables. Ce cas particulier illustre les mérites de la synthèse contemporaine, qui a limité le nombre des produits à 2 antipodes seulement.

Nous connaissons donc aujourd'hui la chance de disposer de nouvelles méthodes de raisonnement pour orienter les réactions.

Nous savions déjà qu'en créant au voisinage d'un premier carbone asymétrique un second atome de même type, c'est-à-dire portant quatre substitutions distinctes, les substances formées, dites diastéréoisomères, manifestaient des propriétés physiques distinctes (fig. 14). L'expérience a ensuite révélé que la présence du premier carbone induisait fortement l'orientation de son voisin et favorisait de ce fait la formation prépondérante de l'un des deux diastéréoisomères. Cette considération a pris toute son importance lorsque les synthèses durent être stéréospécifiques.

## COUPLES de DIASTEREOISOMÈRES

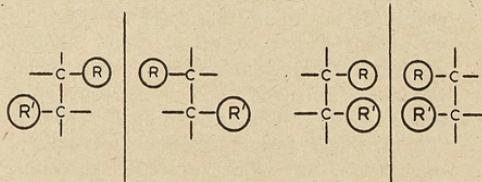


Fig. 14.

Imaginons que, dans une telle préparation, une fonction cétone, par exemple, se relie à un carbone substitué par trois groupes d'encombrement croissant. Les spectrographies Raman et infra-rouge montrent que les rotations autour de la liaison considérée ne sont plus entièrement libres. En admettant que la fonction cétone se place en opposition par rapport au substituant le plus volumineux fixé sur le carbone voisin, on prévoit que son attaque sélective s'effectuera de préférence du côté le plus dégagé (10) (fig. 15).

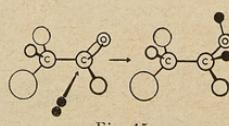
ATTAKÉ ASYMÉTRIQUE  
D'UNE CÉTONE

Fig. 15.

Il va en être de même pour hydroxyler une liaison éthénique quelconque : selon le réactif, on réalisera à son gré la double hydroxylation d'un seul côté de la double liaison, en *cis*, ou de part et d'autre, en *trans* (41) (fig. 16).

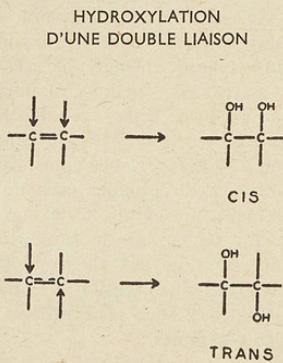


Fig. 16.

L'étude des *conformations* de la structure, toujours pratiquée sur modèles, permettra encore de prévoir et d'orienter les réactions au niveau d'un cycle (4, 5). Voici l'hydrogénéation catalytique d'une méthylcyclohexanone, qui crée un hydroxyle instable, parce que situé hors du plan de la molécule (fig. 17). S'il est avantageux de conserver cette orientation, on devra respecter des conditions expérimentales assez douces (31). Le cas contraire inciterait à des manœuvres plus rudes, en vue d'inverser le centre et de faire entrer l'hydroxyle dans le plan.

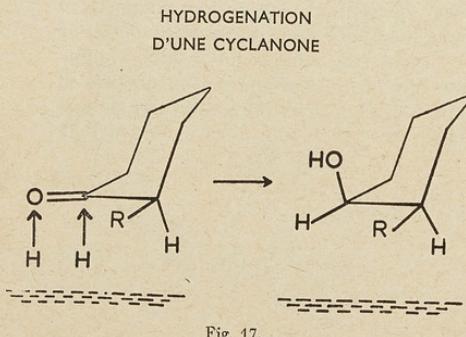


Fig. 17.

Je n'ai pas à rappeler que ces données interviennent aujourd'hui dans le choix de nombreuses voies synthétiques, mais elles intéressent de manière primordiale le cheminement des synthèses multistades. On doit en effet tenir compte sans cesse, dans ce cas particulier, de la configuration et de la conformation, pour ne pas détourner et allonger la route à parcourir, hors des dimensions acceptables.

En se limitant déjà, pour la représentation graphique, au cas d'une synthèse en dix stades, avec trois possibilités de progression à chaque stade, on obtient un quadrillage qu'il ne peut être question de sillonner (fig. 18). L'étude théorique propose au départ la voie la plus sûre qui a sérié les restrictions dues aux centres asymétriques et aux incompatibilités fonctionnelles d'une voie directe. Mais il est bon d'introduire quelques variantes permettant, si besoin est, de sauver une situation périlleuse. Comme il est rare que le travail expérimental coïncide entièrement avec les prévisions, même chez un chimiste averti, les réactions délicates ou infidèles vont obliger à des détours. C'est le rôle de la mise au point finale de faire sauter l'une après l'autre les déviations excessives que le chercheur aurait tolérées, dans son impatience à aboutir.

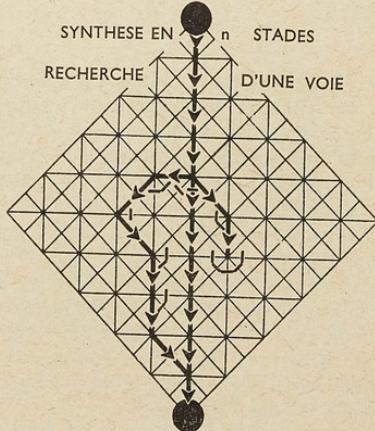


Fig. 18.

En bref, le choix de toute séquence résulte de sondages assez nombreux qui vérifient la viabilité des réactions et autorisent une

première étude de rendement. Le chemin le plus court est rarement le meilleur.

Lorsque la matière de base apporte, dès le début, le squelette du produit à préparer, toutes les réactions sont des *substitutions* de groupes fonctionnels : le cheminement prend la forme linéaire, avec  $n'$  possibilités de variations pour  $n$  réactions. L'organicien de métier réduit à un niveau acceptable la variance du système. Quatre stades, par exemple, peuvent être l'objet d'une indétermination irréductible. Il reste, dans cette hypothèse limite, 24 voies à explorer.

Lorsque la synthèse est une construction où l'on procède, dans un ordre fixé, à l'*addition* de  $n + 1$  tronçons par  $n$  réactions, il

souple pourrait évoquer chez l'artiste les constructions mobiles de Calder.

\*\*

Par l'urgence à ne rien perdre, les synthèses multistades aiguillonnent l'étude parcimonieuse de la matière, que compromettent souvent, ci et là, des tendances diverses à l'émettement, voire au gaspillage. Elles évitent de se cantonner dans l'aspect théorique des problèmes, en marge des militants de la paillasse.

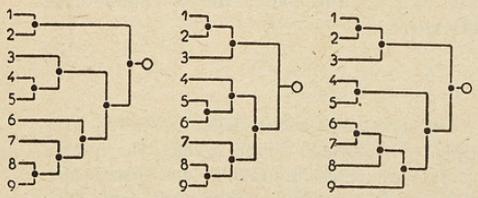
Nous voici donc conduits à accorder au rendement une valeur décisive, tant au laboratoire qu'en atelier. En prenant la liberté de fournir quelques valeurs numériques, je m'excuse par avance d'y insister auprès d'un auditoire toujours rompu à ces problèmes.

D'après le calcul simplifié concernant tout d'abord le chercheur et déduit d'un abaque logarithmique (\*\*), une synthèse de 20 stades, avec un rendement de 80 p. 100 à chaque stade, nécessite théoriquement 85 g de matière première pour 1 g de produit final (fig. 20). Compte tenu de prélèvements intermédiaires, on consomme en réalité 450 g tout en se limitant à des prises d'essai unitaires de 50 mg. S'il arrivait qu'un chimiste travaillât, comme au début du siècle, par prise de 5 g, il faudrait pour lui seul 35 kg de matière. C'est pourquoi l'embauche de ce technicien périmé est interdite. Les travaux sur quelques milligrammes de produit méritent désormais, semble-t-il, une place plus importante dans la formation pratique des ingénieurs de recherche.

Passons au domaine industriel.

Il n'est pas rare que le ravitaillement impose un rendement minimum par rapport à la matière de base : de 1 p. 100 par exemple. Dans ce cas, le rendement pondéré doit être de 86 p. 100 sur 30 stades. Mais la seule variation de ce rendement moyen de 80 p. 100 à 90 p. 100 fournira sur le résultat d'ensemble un écart pondéral de 35 fois, soit 4,2 contre

#### SYNTHESES DE L'OXYTOCINE



V. du VIGNEAUD  
et coll.

R. BOISSONNAS  
et coll.

L. VELLUZ  
et coll.

Fig. 19.

existerait aussi dans ce cas  $n'$  possibilités mathématiques. En réalité, les chaînons partiels peuvent être préparés dans un ordre indifférent par rapport aux autres. Ceci limite le nombre de permutations (\*). Le calcul ne montre pas moins que la présence des neuf aminoacides de l'oxytocine pourrait donner lieu à 5 000 variantes. La théorie dépasse de loin la réalité du laboratoire. C'est ainsi que pour l'hormone hypophysaire, la littérature a formulé jusqu'ici trois séquences synthétiques, adoptées aux États-Unis, en Suisse et en France (7, 37, 39) (fig. 19). En schématisant les voies décrites, on obtient des arborescences dont l'articulation très

(\*) Le nombre de voies de synthèse est donné par la formule de récurrence

$$V_n = \sum_{p=1}^n V_p V_{n-p-1}$$

( $p$  étant le nombre de permutations, variant de 1 à  $n - 2$ ).

(\*\*) établi en fonction du nombre de stades  $n$  et du rendement pondéré moyen  $\rho$  :

$$R_n = \rho^n$$

$$\log R_n = n \log \rho.$$

0,12. Le phénomène s'accentue pour 40 stades avec un écart de 150 fois : 1,5 contre 0,01.

Ces chiffres ne font que confirmer lénorme répercussion du travail technique sur les ressources de base, qui pourraient ne pas être illimitées. Tel est le cas, précisément, de deux productions cortisoniques, américaines.

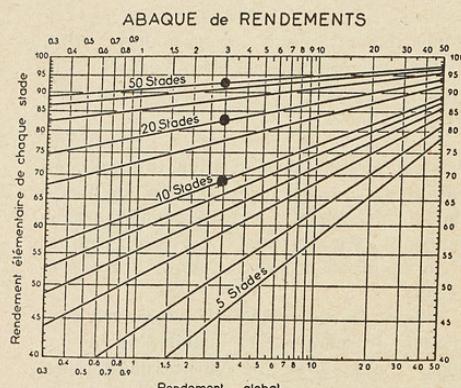


Fig. 20.

caine et française, qui consomment, à égalité sans doute, 100 tonnes d'un acide biliaire par an, soit 3 000 tonnes de bile de bœuf. Il apparaît dans ce cas une limite de ravitaillement, puisque la fourniture correspond déjà à 12 millions de têtes de bétail bovin, comparées à un abattage de l'ordre de 30 millions dans le monde, en ne tenant compte que des grands centres équipés et organisés.

Une incidence que l'on éprouve encore intéressante le prix de revient du produit terminé. Pour que ce prix ne dépasse pas 100 fois celui du produit initial, il faut aussi atteindre des rendements pondérés exceptionnels en synthèse organique, soit 86 p. 100 sur 20 stades. C'est cependant ce qui paraît être obtenu dans les deux plus importantes chaînes de cortisones que je citais, bien que les séquences adoptées soient distinctes aux États-Unis et en France. Il est bon de rap-

peler, toutefois, que les calculs conduisant à ces différentes valeurs s'appliquent aux séquences linéaires. Elles ne concernent pas les séquences convergentes, moins lourdes à manier mais hélas peu fréquentes.

Enfin, je ne cite qu'au passage la répercussion des synthèses multistades sur la valeur des en-cours de fabrication. Le calcul simplifié (\*) montre qu'une chaîne de 30 stades conduit, avec une unité opératoire initiale de 2 millions, à une immobilisation théorique dépassant un milliard de francs et, par le jeu de diverses servitudes, à une immobilisation pratique de l'ordre de deux milliards, compte non tenu des stocks. Le risque couru n'est pas négligeable s'il advient, comme c'est le cas fréquent, qu'un analogue structural adopté par la thérapeutique n'utilise plus qu'une partie de la chaîne déjà installée.

\*\*\*

Les synthèses industrielles à stades multiples nécessitent, selon le cas, de quatre à six mois d'élaboration en discontinu. C'est là le troisième point qu'il faut examiner.

Déjà, lors de la recherche en laboratoire, la gêne créée par la lenteur des réalisations incite à multiplier précocelement les postes de travail. Il existe, on le sait, un seuil numérique de collaboration, au-dessous duquel les dispositifs d'entraide se grippent de service à service. La recherche collective, qui va donc s'installer, nécessitera un compromis entre les règles fondamentales de l'observation individuelle et les nécessités du travail en série.

Pour l'industrie, les influences de délai n'apportent à la vérité, dans ce cas, aucune contingence spécifique, car elles s'exercent sur toute production convergente de longue durée, quel qu'en soit l'objet, depuis les industries mécaniques jusqu'à l'agriculture. Je me limiterai donc, ici, à quelques aspects classiques.

(\*) Si  $P$  est le prix du produit final,  $P_0$  celui du produit initial,  $u_0$  le poids de l'unité opératoire au départ,  $T$  les frais par stade,  $n$  le nombre de stades et  $\pi_n$  le rendement final :

$$P = \frac{P_0}{\pi_n} + \sum u_0 \frac{T}{\pi_n}$$

Si  $I$  est la valeur des en-cours et  $K$  le nombre d'opérations de chaque stade en cours à un instant donné :

$$I = K [nP_0 u_0 + \frac{n(n+1)}{2} T]$$

Le système formé par une synthèse multistade est *oscillant*. Il présente des oscillations amplifiées lorsque les rendements élémentaires varient dans le même sens, par exemple dans la période de mise au point. Les oscillations sont évidemment amorties lorsque les variations prennent l'allure de simples écarts statistiques qui se compensent. Il n'est pas rare qu'elles soient entretenuées, à la faveur d'écarts cycliques et sans compensation : le rendement global subit alors un mouvement ondulatoire.

Ainsi, pour un rendement pondéré oscillant de  $\pm 2,5$  p. 100 autour d'une valeur moyenne de 90 p. 100, le rendement global de 4 p. 100 en 30 stades variera, autour de sa résultante, entre les limites de 0,7 et 7 p. 100 avec la même probabilité. Une telle dispersion rendrait critique la fabrication. Il faut atteindre une régularité de  $\pm 1$  p. 100 pour que les programmes, lancés nécessairement six mois d'avance, assurent les demandes commerciales avec une probabilité acceptable. Néanmoins, pour cette modulation extrêmement faible, le rendement global varie encore du simple au double : de 3 à 5,9 p. 100. Le tonnage réel de la production peut ainsi réservoir des surprises aux échéances successives de sortie, sans que l'on ait pu intervenir avec une efficacité immédiate, comme dans le cas des productions de courte durée.

Un autre caractère des systèmes à long délai est leur *inertie*, que les économistes décrivent de la façon suivante pour relier au rythme de production le stock et la demande commerciale.

#### RECHERCHE D'EQUILIBRE DE FABRICATION

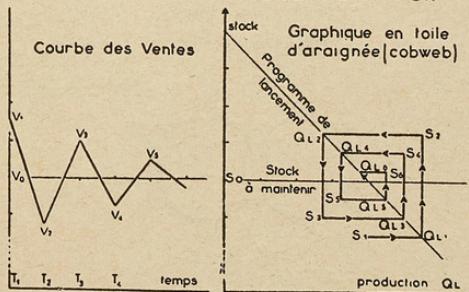


Fig. 21.

(\*) Cette oblique est définie par  $Q_L(t) = (n + 1) V(t) - S(t)$ .  $Q_L$  est le rythme de fabrication,  $V$  celui des ventes.  $S$  est le stock réel,  $nV_0$  le stock à maintenir.

Dans un diagramme (fig. 21) portant le rythme de production en abscisse et le stock en ordonnée, on peut définir le stock à maintenir  $S_0$  par une horizontale et le programme de lancement en fonction de ce stock par une oblique (\*). Au temps  $T_1$ , la valeur du stock  $S_1$ , inférieure à  $S_0$ , déclenche la mise en route d'une fabrication  $Q_{L1}$  qui satisfera à la fois la vente moyenne  $V_0$  et rétablira le stock  $S_0$ . Si la vente a baissé de  $V_1$  à  $V_2$  durant le délai de fabrication, le nouveau stock  $S_2$  sera excédentaire de la valeur  $V_0V_2$  et le lancement devra être freiné à la valeur  $Q_{L2}$ . Lorsque la vente varie selon une oscillation amortie, le rythme de fabrication et le stock décrivent autour de l'équilibre idéal une toile d'araignée se tissant autour d'un centre, d'où le nom de *cobweb* qui lui est souvent donné (21).

Mais il faut, en définitive, que la constance du rendement global soit assurée par les techniciens, malgré les variations inévitables dans la conduite manuelle des tâches, dans la qualité des matières, des solvants et des réactifs.

L'analyse trouve ici son plein emploi. Dès que l'on recherche la haute fidélité des opérations synthétiques, il faut déceler, prévenir et maîtriser la variation souvent insoupçonnable d'un seul paramètre. Tel est le cas, entre beaucoup d'autres, de l'hydratation des solvants et des souillures métalliques. Quelques millièmes d'eau catalysent ou dévient une réaction de Grignard. Des métaux à l'état de traces interviennent dans les réactions radicaliques.

En fait, s'il préside à ces activités industrielles, l'homme de laboratoire est rarement surpris de telles interventions. Elles font revivre pour lui la légende des kobolds, ces insidieux petits génies qui jouaient de mauvais tours aux hommes. Elles justifient à ses yeux la continuité qui s'inscrit de nos jours entre la recherche fondamentale et les travaux d'application, continuité très favorable aux perspectives d'avenir, tout au moins dans le domaine qui nous occupe.

\*\*

Les progrès accomplis au cours des vingt dernières années obligent, en effet, à prévoir

que les synthèses des structures les plus compliquées, qui nous paraissent aujourd'hui inaccessibles avec les moyens dont nous disposons, pourront être effectuées dans un avenir plus ou moins proche. Dans de nombreux cas, l'intérêt pratique de ces structures fera appel au concours de l'industrie.

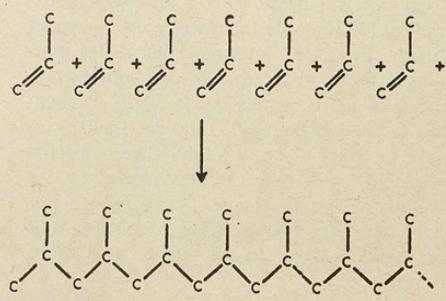
Quelles sont les voies nouvelles qui pourront permettre de réaliser de tels progrès? On peut les imaginer du point de vue expérimental, théorique et technique.

Il y a d'abord le développement de réactifs nouveaux, inconnus quelques années plus tôt, qui peuvent changer d'un seul coup l'aspect de tout un chapitre de la chimie. Tels sont les hydrures mixtes, datant de 1946 et qui ont donné lieu en moins de dix ans à plusieurs milliers de citations d'emploi (16, 25). Ils assurent une sélectivité de réduction inimaginable peu de temps avant. Il devient facile, par exemple, de réduire une fonction acide à température ambiante sans toucher à une double liaison présente sur la structure.

Dans la conduite des réactions, on peut espérer obtenir des catalyseurs de plus en plus sélectifs, dont les propriétés représenteraient en quelque sorte une timide approche des modèles naturels, les enzymes.

Une importante réalisation de ce genre, due à Natta (28), est le conditionnement des

#### POLYMERISATION DU PROPYLENE



organo-aluminiques de Ziegler pour la polymérisation des oléfines. Le catalyseur de l'École italienne permet de polymériser le propylène de façon telle que chaque centre

asymétrique créé soit induit par le précédent. On obtient une chaîne correspondant à un seul diastéréo-isomère sur les  $10^{N/2}$  isomères possibles, N étant le nombre de chaînons du polymère (fig. 22).

Est-il donc interdit d'imaginer qu'un jour, par exemple, le squelette stéroïde soit achevé en un seul stade, ou presque, comme le font sans doute les organismes, par cyclisation directe d'une structure du type du squalène (35), plutôt que de procéder laborieusement et point par point, dans nos travaux actuels de synthèse totale? (fig. 23)

#### BIOCYCLISATION du SQUALENE

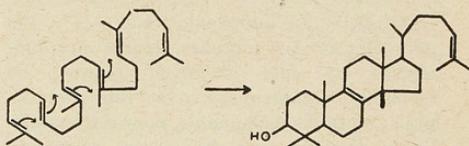


Fig. 23.

On peut citer l'exemple du tropanol de l'atropine de la belladone, qui réclama de Willstätter, au début du siècle, vingt stades synthétiques (42) et fut obtenu quinze ans plus tard par Sir Robert Robinson en quatre stades (34).

De nouveaux concepts se développent. Les effets de proximité, inconnus il y a quelques années, incitent à exercer par un substituant une influence décisive sur un autre, au travers de l'espace. Parmi les

#### EFFET de PROXIMITÉ TRANSANNULAIRF

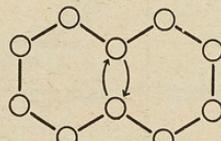


Fig. 24.

exemples connus, se rangent les effets transannulaires qui rendent compte d'une propagation de réactivité endocyclique, sur deux positions opposées (32) (fig. 24).

On peut citer aussi les effets d'encombrement terminaux qui modifient brusquement la réactivité fonctionnelle dès que la chaîne est assez longue, jusqu'à faciliter le rapprochement en pseudocycle (17, 19, 30) (fig. 25).

EFFET de PROXIMITÉ TERMINAL

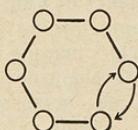


Fig. 25.

suffisamment volumineux au voisinage du premier groupe carboxylique d'un diacide, pour permettre une réaction sélective au niveau d'un second carboxyle en  $\gamma$  (1, 2) (fig. 27).

L'emploi de composés d'inclusion, les clathrates (11, 26), n'est pas encore utilisé pour forcer deux molécules à prendre une conformation voulue au moment de la réaction, mais un tel artifice ne restera pas longtemps inexploité. On l'a déjà signalé dans une expérience de polymérisation stéréospécifique du butadiène préalablement emprisonné dans des cristaux d'urée et soumis à une haute énergie d'irradiation (9) (fig. 28).

PROTECTION LABILE EN  $\alpha$   
par complexe

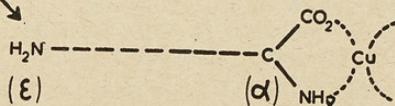


Fig. 26.

On peut également mettre à profit des protections d'ordre stérique. D'après nos essais, le groupe tritylique est un protecteur

PROTECTION LABILE EN  $\alpha$   
par encombrement

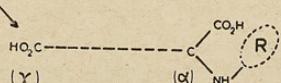


Fig. 27.

EFFET PAR INCLUSION CLATHRATE

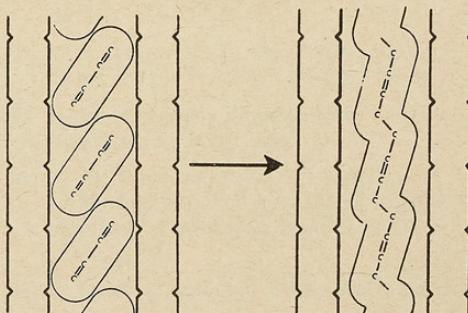


Fig. 28.

Quant aux méthodes d'*analyse physique*, dont l'utilisation régulière au laboratoire ne date guère que d'une quinzaine d'années, elles assurent déjà l'examen préliminaire d'un produit sans avoir à en effectuer l'analyse centésimale ou le contrôle fonctionnel. La spectrographie infra-rouge (6) fut d'un recours important au cours des synthèses multistades car elle permit au chimiste de reconnaître constamment s'il était dans la bonne direction. Des méthodes analogues pourront sans doute, dans quelques années, nous donner des renseignements encore plus précieux, par exemple le dichroïsme circulaire, plus précis que la dispersion rotatoire (14), ou encore la résonance paramagnétique

nucléaire (33) qui peut préciser l'orientation spatiale des hydrogènes.

Il reste enfin le progrès technique. Mis à part l'automatisme qui permet de conduire des opérations industrielles sans l'intervention humaine pour le contrôle de la température, de l'introduction des réactifs et du transfert des produits, deux autres possibilités d'amélioration semblent accessibles à bref délai. Les réactions en continu, qui ont reçu un développement considérable dans la chimie pétrolière, sont presque inexploitées dans la chimie des synthèses multistades. D'autre part, le regroupement des opérations, sans l'isolement intermédiaire, peut constituer un facteur favorable si l'on reste maître de chaque réaction.

En bref, rien n'empêche d'entrevoir qu'il soit bientôt possible de procéder à dix trans-

formations par des réactifs spécifiques, sans séparer aucun terme.

Par ce changement d'unité qui est le propre aboutissement de toute inflation, les synthèses à trente stades dont je viens de vous entretenir deviendront alors de banales préparations à trois stades. Mais, si l'on veut bien considérer le bénéfice collectif qui en résultera, par le jeu des acquisitions théoriques et des apports de l'ingénieur, on conviendra sans doute que les synthèses multistades auront alors marqué d'une profonde empreinte le développement de l'esprit d'équipe dans de nombreuses activités touchant à la chimie organique. Elles auront souligné tout au moins la solidarité complète de plusieurs facteurs, matériels et humains, qui influent régulièrement sur ces activités.

## RÉFÉRENCES

1. G. AMIARD, R. HEYMÈS et L. VELLUZ, Bull. Soc. Chim., 1956, 97.
2. G. AMIARD, R. HEYMÈS et L. VELLUZ, Bull. Soc. Chim., 1956, 698.
3. G. E. ARTH, J. FRIED, D. B. R. JOHNSTON, D. R. HOFF, L. H. SARETT, R. H. SILBER, H. C. STOERK et C. A. WINTER, J. Am. Chem. Soc., 80, 3161 (1958).
4. D. H. R. BARTON, (14<sup>e</sup> Congrès international de Chimie pure et appliquée, Zurich) Experientia Suppl., II, p. 121 (1955).
5. D. H. R. BARTON et R. C. COOKSON, Quart. Rev., 10, 44 (1956).
6. L. J. BELLAMY, The Infra-Red spectra of complex Molecules (Wiley, New York, 1958).
7. R. A. BOISSONNAS, St GUTTMANN, P. A. JAQUENOUD et J. P. WALLER, Helv. Chim. Acta, 38, 1491 (1955).
8. L. G. S. BROOKER (14<sup>e</sup> Congrès International de Chimie pure et appliquée, Zurich) Experientia Suppl., II, p. 229 (1955).
9. J. F. BROWN Jr et D. M. WHITE, 133rd Meeting American Chemical Society, avril 1958; Abstracts of Papers, p. 14 R.
10. D. J. CRAM et F. A. Abd ELHAFEZ, J. Am. Chem. Soc., 74, 5828 (1952).
11. F. CRAMER, Angew. Chemie, 68, 115 (1956).
12. A. H. COOK et G. HARRIS, Progress in Organic Chemistry, 4, 140 (1958).
13. C. DJERASSI, Vitamins and Hormones, 11, 205 (1953).
14. C. DJERASSI, Bull. Soc. Chim., 1957, 741.
15. H. E. FIERZ-DAVID et L. BLANGEY, « Fundamental Processes of Dye Chemistry » (Interscience, New York, 1949).
16. N. G. GAYLORD, « Reduction with complex metal hybrides » (Interscience, New York, 1956).
17. G. L. GOERNER et A. A. HOLZSCHUH, J. Org. Chem., 23, 1346 (1958).
18. M. GOODMAN et G. W. KENNER, Advances in Protein Chemistry, 12, 465 (1957).
19. D. P. GRADDON et L. MUNDAY, Chemistry and Industry, 1959, 122.
20. W. GRASSMANN et E. WÜNSCH, Fortschritte der Chemie Organischer Naturstoffe, 13, 444 (1956).
21. Cf. H. GUITTON, Fluctuations Économiques (Dalloz, Paris, 1958).
22. A. C. KURTZ, J. Biol. Chem., 180, 1253 (1949).
23. L. M. LONG, H. D. TROUTMAN, J. Am. Chem. Soc., 71, 2473 (1949).
24. R. L. METCALF « Organic Insecticides » (Interscience, New York, 1955).
25. V. M. MICOVIC et M. Lj. MIHAJOVIC, Lithium-Aluminium hybride in organic chemistry (Izdavacko Preduzece, Belgrade, 1955).
26. G. MONTEL, Bull. Soc. Chim., 1955, 1013.
27. Cf. Paul MONTEL, Sciences, Revue de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, 76 (n° 61), 61 (1949).
28. G. NATTA (16<sup>e</sup> Congrès international de Chimie pure et appliquée, Paris), Experientia, Suppl., VII, p. 21 (1957).
29. Y. R. NAVES, A. V. GRAMPOLOFF et P. BACHMANN, Helv. Chim. Acta, 30, 1599 (1947).
30. M. S. NEWMAN, J. Am. Chem. Soc., 72, 4783 (1950).
31. E. G. PEPIATT et R. J. WICKER, Chemistry and Industry, 1955, 747.
32. V. PRELOG (16<sup>e</sup> Congrès international de Chimie pure et appliquée, Paris), Experientia, Suppl. VII, p. 261 (1957).

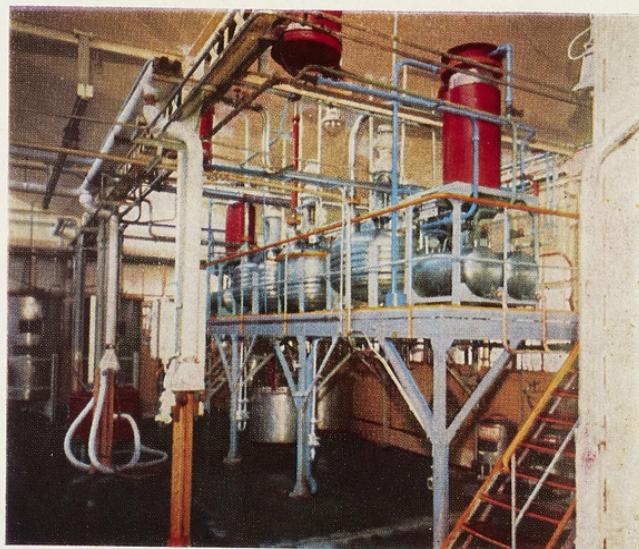
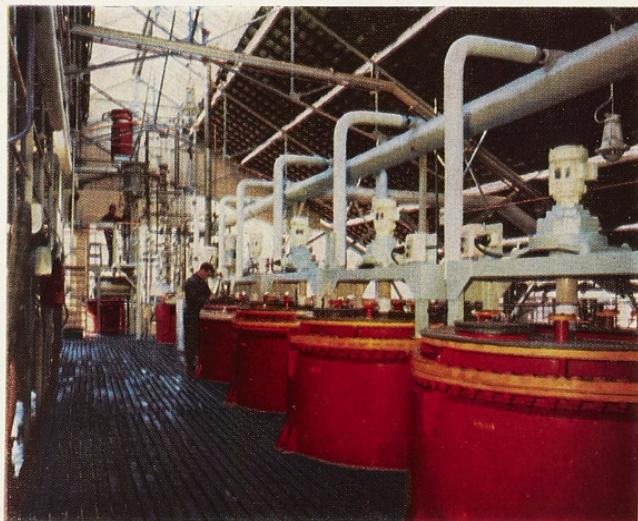
33. H. RIVIÈRE, Bull. Soc. Chim., 1958, 1630.
34. R. ROBINSON, J. Chem. Soc., 111, 762 (1917).
35. R. TSCHESCHE, Fortschritte der Chemie Organischer Naturstoffe, 12, 131 (1955).
36. L. VELLUZ (en collaboration avec A. PETIT et J. MATHIEU), Bull. Soc. Chim., 1952, 1.
37. L. VELLUZ, G. AMIARD, J. BARTOS, B. GOFFINET et R. HEYMÈS, Bull. Soc. Chim., 1956, 1464.
38. L. VELLUZ, G. MULLER, R. JOLY, G. NOMINÉ, J. MATHIEU, A. ALLAIS, J. WANNANT, J. VALLS, R. BUCOURT et J. JOLLY, Bull. Soc. Chim. 1958, 673.
39. V. DU VIGNEAUD (14<sup>e</sup> Congrès international de Chimie pure et appliquée), Experientia, Suppl. II, p. 9 (1955).
40. H. VOGEL et H. KNOBLOCH, « Chemie und Technik der Vitamine », 3<sup>e</sup> éd. (F. Enke, Stuttgart, 1950 et suivantes).
41. W. A. WATERS in H. Gilman « Organic Chemistry », vol. 4, p. 1120 (Wiley, New York, 1953).
42. R. WILLSTÄTTER, Ber., 34, 129 (1901); Ber., 34, 3163 (1901).
43. R. B. WOODWARD, F. E. BADER, H. BICKEL, A. J. FREY et R. W. KIERSTEAD, Tetrahedron, 2, 1 (1958).
44. K. ZIEGLER et K. WEBER, Ann., 512, 164 (1934).

## PLANCHES

---



Planche I

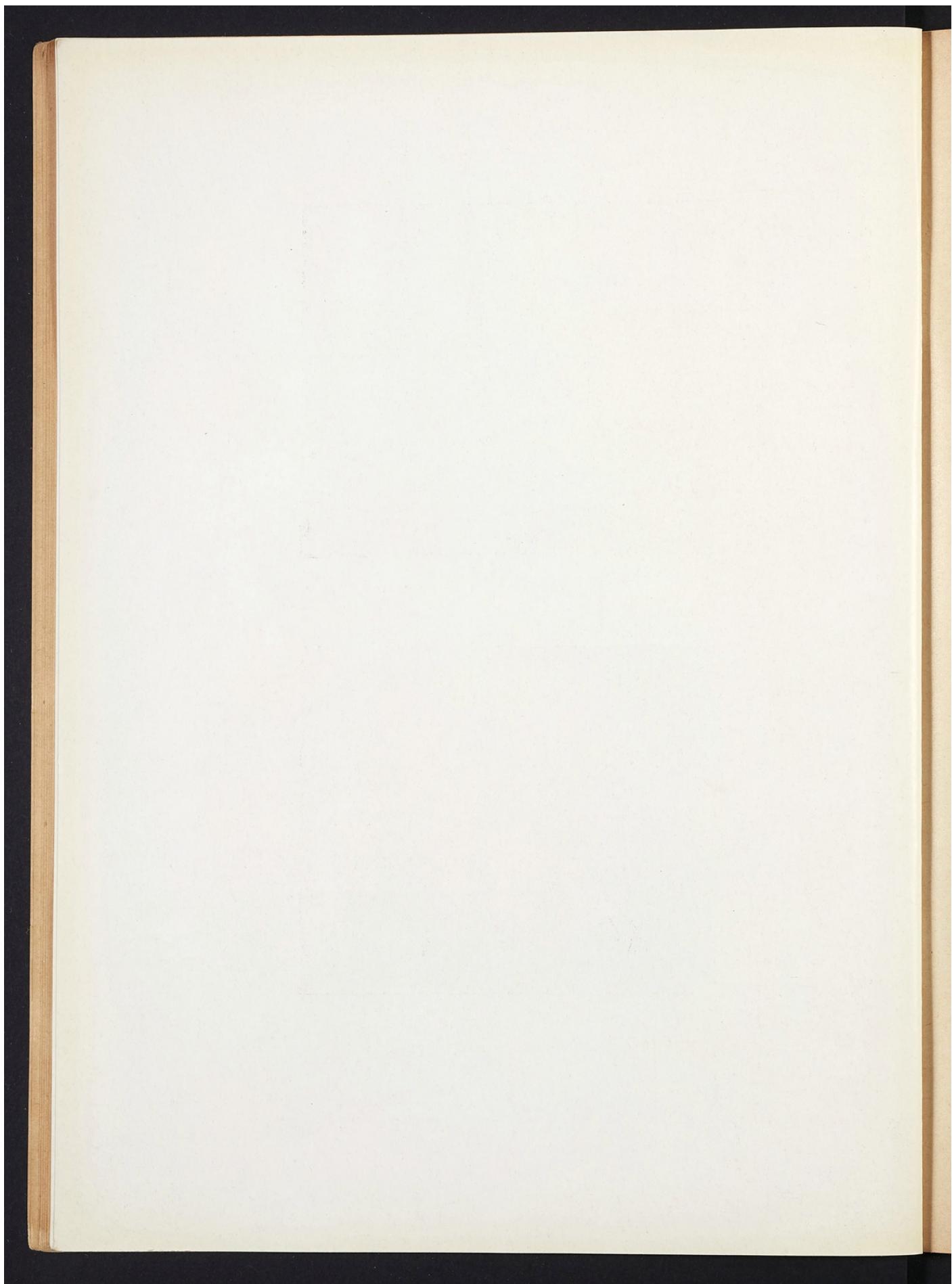


ATELIERS DE FABRICATION DES CORTISONES

en haut : 1<sup>er</sup> stade

en bas : 5<sup>e</sup> stade

*Uclaf-Vertolayé (Puy-de-Dôme).*



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

## PRIX ET MÉDAILLES

ATTRIBUÉS PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT  
POUR L'ANNÉE 1958

**La Grande Médaille** (Méd. Jean Goujon) est attribuée à M. Henri PROST, sur rapport de M. Laprade, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts.

**Le Grand Prix Lamy** est attribué aux MANUFACTURES DES GLACES ET PRODUITS CHIMIQUES DE SAINT-GOBAIN, CHAUNY ET CIREY, sur rapport de M. Chaudron, au nom du Conseil.

**La Grande Médaille Michel Perret** est attribuée aux FABRIQUES DE PRODUITS CHIMIQUES DE THANN ET MULHOUSE, sur rapport de M. Hackspill, au nom du Comité des Arts Chimiques.

**Le Prix Bardy** est attribué à M. Philippe ALBERT, sur rapport de M. Chaudron, au nom du Comité des Arts Chimiques.

**La Médaille Louis Pineau** est attribuée à M. Paul MOCH, sur rapport de M. Dumanois, au nom du Comité des Arts Mécaniques.

### Médailles et Prix spéciaux.

*Méd. Farcot* : M. R. CRENN; Rapp. M. Dumanois (Arts Mécan.). — *Méd. Richard* : STÉ « OPTIQUE ET PRÉCISION DE LEVALLOIS »; Rapp. M. Batifoulier (Arts Mécan.). — *Prix Letort* : M. Georges FOURETIER; Rapp. M. de Leiris (Arts Mécan.). — *Méd. Gilbert* : M. le Professeur Pierre MAZEL; Rapp. Dr Raymond (A. Econom.). — *Prix Galitzine* : M. Michel DUREPAIRE; Rapp. M. Léauté (Arts Phys.). — *Méd. Bourdon* : M. Max SERRUYS; Rapp. M. Pomey (A. Phys.). — *Prix Elphège Baude* : M. Guillaume GILLET; Rapp. M. Fressinet (Constr. et Bx. Arts). — *Méd. Oppenheim* : M. Xavier d'HAUTHUILLE; Rapp. M. Caquot (Conseil). — *Méd. Dumas* : M. A. LEFÈVRE; Rapp. M. Léauté (A. Phys.). — *Méd. Dumas* : M. Charles LE BOSCO; Rapp. M. de Leiris (A. Mécan.). — *Prix Fourcade* : M. Georges LEPREUX.

### Médailles d'Or.

MM. G. MEKER (*Arts Physiques*); Rapp. M. Léauté (A. Phys.). — Ch. MENTZER (*Conférence Bardy*); Rapp. M. Hackspill (A. Chim.). — J. TALBOT (*Arts chimiques*); Rapp. M. Chaudron (A. Chim.). — J. BUSTARRET (*Recherches Agronomiques*); Rapp. M. Le Grand (Agricult.). — R. MAILLET et S. WINTER (*Accélération des particules*); Rapp. M. Marchal (A. Mécan.).

### Médailles de Vermeil.

M. et Mme J. VULMIÈRE (*Optique. Métrologie*); Rapp. M. Arnulf (A. Phys.). — M. H. GERVAIS (*Rayons X*); Rapp. M. Trillat (A. Phys.).

*L'Industrie nationale*. — octobre-décembre 1959.

11

### Médailles d'Argent.

MM. G. AMAT (*Spectroscopie moléculaire*); Rapp. M. Lecomte (A. Phys.). — M. LEVECQUE (*Recherche-Verrerie*); Rapp. M. Long (A. Phys.). — A. BAUDRAN (*Recherche-Céramique*); Rapp. M. Long (A. Phys.). — L. CASAGRANDE (*Essais turbo-réacteurs*); Rapp. M. Marchal (A. Mécan.). — J. GASTALDI (*Études de remembrement*); Rapp. M. Blanc (Agricolt.).

### Médailles de Bronze.

MM. F. VOSGIENS (*Techniques de précision*); Rapp. M. Trillat (A. Phys.). — M. LÉZY (*Techniques de précision*); Rapp. M. Lecomte (A. Phys.). — L. PRÉAUX (*Industrie du verre*); Rapp. M. Long (A. Phys.). — L. DUBOUX (*Installations techniques*); Rapp. M. Léauté (A. Phys.). — R. VALLÉE (*Techniques de Laboratoire*); Rapp. M. Hackspill (A. Chim.). — E. BRUNET (*Techniques de laboratoire*); Rapp. M. Chaudron (A. Chim.).

### Médailles décernées au Titre social.

(Ouvriers — Contremaires — Divers).

A. — ATEL. ET CHANT. DE BRETAGNE. — ÉTS J. J. CARNAUD ET FORGES DE BASSE-INDRE (Succ. de Périgueux). — CIE POUR LA FABRICAT. DES COMPT. ET MAT. D'USINES A GAZ. — STÉ D'ÉL. CHIMIE, d'ÉL. MÉTALL. ET DES ACIÉRIES ÉLECTR. D'UGINE (Ugine-Intra Grenoble). — STÉ DES CHANTIERS RÉUNIS LOIRE-NORMANDIE (Chant. de Nantes, de Normandie). — STÉ DES FOND. DE PONT-A-MOUSSON. — S. N. C. F. (Régions Est et Ouest). — STÉ DESMARAIS FRÈRES.

B. — COMM. DES ARDOISIÈRES D'ANGERS (Ardois. des Grands-Carreaux). — ATEL. ET CHANT. DE BRETAGNE. — ÉTS J. J. CARNAUD ET FORGES DE BASSE-INDRE (Succ. de Casablanca, de Périgueux). — CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE. — CIE DES FORGES DE CHÂTILLON-COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS (Ets. du Nord). — CIE POUR LA FABRICAT. DES COMPT. ET MAT. D'USINES A GAZ. — STÉ D'ÉL. CHIMIE, d'ÉL. MÉTALL. ET DES ACIÉRIES ÉLECTR. D'UGINE (Usines des Clavaux, du Glandon, de Jarrie, Cie fr. de l'Étain, Sté des Prod. réfract. de Longwy). — ÉLECTROTUBE-SOLESMES. — FORGES ET ATELIERS DE MEUDON. — STÉ D'EXPLOIT. DES MATERIELS HISPANO-SUIZA. — STÉ DES CHANTIERS RÉUNIS LOIRE-NORMANDIE (Chant. de Nantes). — STÉ DES MAT. DE CONSTRUCT. DE LA LOISNE). — NOBEL-BOZEL. — PANHARD. — PECHINEY (Usines de L'Argentière, de St-Jean-de-Maurienne, Sté des Abrasifs du S. O., Sté électrométallurg. de Montricher). — STÉ DES FOND. DE PONT-A-MOUSSON (Usine de St-Denis-lès-Sens). — PRÉCISION MÉCANIQUE LABINAL. — CIE DE ST. GOBAIN, CHAUNY ET CIREY (Usine de Châlon-s-Saône, Glaceries de St-Gobain, de Chantereine). — S. N. C. F. (toutes régions). — CIE INDUSTR. DES TÉLÉPHONES. — VALLOUREC (Usine de Decazeville). — CALTEX. — STÉ DESMARAIS FRÈRES. — ESSO-STANDARD (Raff. de N. D. de Gravéchon, Dépôt de Remilly-Aillicourt). — STÉ NAT. DES PÉTROLES D'AQUITaine. — STÉ FR. DES PÉTROLES BP (Dépôts de Dunkerque, de Nice, Raff. de Lavéra). — STÉ DES PÉTROLES SHELL BERRE (Entrepôts de Pantin, de St-Denis). — CIE FR. DE RAFFINAGE (Raff. de Normandie, de Provence). — CIE DE RAFFINAGE SHELL BERRE (Raff. de Berre l'Étang, de Pauillac, de Petit-Couronne).

C. — COMM. DES ARDOISIÈRES D'ANGERS (Ardois. des Fresnais). — CIMENTS LAFARGE. — STÉ D'ÉL. CHIMIE, d'ÉL. MÉTALL. ET DES ACIÉRIES ÉLECTR. D'UGINE (Aciér. d'Ugine). — LABORATOIRE CENTRAL ET ÉCOLES DE L'ARMEMENT. — STÉ NAT. DES PÉTROLES D'AQUITaine. — CIE DE RAFFINAGE SHELL BERRE (Raff. de Berre, de Petit-Couronne).

## INDEX POUR 1959 DES AUTEURS DES CONFÉRENCES PUBLIÉES

	<i>Pages.</i>
MM.	
ALBERT (Philippe). — Application des Radioéléments à l'analyse systématique des impuretés dans les métaux de très haute pureté. . . . .	49
ALLARD (Marc). — Nouveaux développements réalisés en Sidérurgie grâce aux réactions obtenues entre matières pulvérulentes et métaux liquides . . . . .	41
BLANCHARD (André). — Le Gaz de Lacq, ses problèmes, ses possibilités. . . . .	3
DECAUX (Bernard). — Temps et Fréquences — Nouveaux Étalons . . . . .	29
MENTZER (C.). — Évolution actuelle des Industries biochimiques. . . . .	13
MILHAUD (Dr Gérard). — Utilisations médicales des Isotopes radioactifs artificiels. . . . .	21
VELLUZ (Léon). — Les Synthèses chimiques à stades multiples. . . . .	71

## TABLE DES MATIÈRES

(Année 1959)

	1 <sup>o</sup>
	Conférences
LE GAZ DE LACQ, ses problèmes, ses possibilités, par M. A. Blanchard. . . . .	3
ÉVOLUTION ACTUELLE DES INDUSTRIES BIOCHIMIQUES, par M. C. Mentzer . . . . .	13
UTILISATIONS MÉDICALES DES ISOTOPES RADIOACTIFS ARTIFICIELS, par M. le Dr G. Milhaud . . . . .	21
TEMPS ET FRÉQUENCES — NOUVEAUX ÉTALONS, par M. B. Decaux. . . . .	29
NOUVEAUX DÉVELOPPEMENTS RÉALISÉS EN SIDÉRURGIE GRÂCE AUX RÉACTIONS OBTENUES ENTRE MATIÈRES PULVÉRULENTES ET MÉTAUX LIQUIDES, par M. M. Allard. . . . .	41
APPLICATION DES RADIOÉLÉMENTS À L'ANALYSE SYSTÉMATIQUE DES IMPURETÉS DANS LES MÉTAUX DE TRÈS HAUTE PURETÉ, par M. Ph. Albert. . . . .	49
LES SYNTHÈSES CHIMIQUES À STADES MULTIPLES, par M. L. Velluz . . . . .	71

	2 <sup>o</sup>
	Divers
Prix et Médailles attribués pour l'année 1958 . . . . .	87
Index des noms d'Auteurs . . . . .	89

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

D. P. n° 1080

Imprimé en France par BODARD ET TAUPIN. Imprimeur-Relieur. Coulommiers-Paris. — 12-1959.

ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

I. — PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

Le Bulletin Signalétique

ABONNEMENT ANNUEL (y compris la Table des Auteurs)

	FRANCE	ÉTRANGER
PREMIÈRE PARTIE. — Mathématiques; Physique; Chimie; Sciences de l'Ingénieur . . . . .	10 000 F	12 000 F
TIRAGES A PART. — PREMIÈRE PARTIE.		
Section I. — Mathématiques pures et appliquées; Mécanique; Physique mathématique . . . . .	1 600 F	2 000 F
Section III. — Généralités sur la Physique; Acoustique; Thermodynamique; Chaleur; Optique; Électricité et Magnétisme . . . . .	2 800 F	3 200 F
Section IV. — Physique corpusculaire; Structure de la Matière . . . . .	1 400 F	1 800 F
Section V. — Chimie générale et Chimie physique . . . . .	1 400 F	1 800 F
Section VI. — Chimie minérale; Chimie organique; Chimie appliquée; Métallurgie. . . . .	5 100 F	5 500 F
Section VII. — Sciences de l'Ingénieur . . . . .	3 500 F	3 900 F

II. — OUVRAGES

NAHMIAS. — Le Neutrino . . . . .	240 F
A. BERTHELOT. — Le Noyau atomique . . . . .	100 F
Mlle GAUCHOIS. — Les spectres de Rayons X et la structure électronique de la Matière . . . . .	300 F
M. FRANÇON. — Le microscope à contraste de phase et le microscope interférentiel . . . . .	1 000 F
FREYMAN. — Spectre infra-rouge et structure moléculaire. . . . .	200 F
GRIVET. — La Résonance paramagnétique nucléaire (relié plein pellior rouge) . . . . .	1 800 F
MATHIEU. — Sur les théories du pouvoir rotatoire naturel . . . . .	300 F
SURUGUE. — Technique générale du Laboratoire de Physique.	
Tome I. — 2 <sup>e</sup> Édition, relié plein pellior rouge . . . . .	2 400 F
Tome II. — En réédition. . . . .	
Tome III. — Broché. . . . .	2 700 F
Cartonné (Épuisé).	
ROSE. — Tables et Abaques (relié plein pellior rouge); ouvrage spécialement recommandé à tous les utilisateurs de « Technique générale du Laboratoire de Physique ». . . . .	1 500 F
Conférences de Physique des Basses Températures (Paris, 2-8 sept. 55) . . . . .	2 200 F
A. DURIF et F. FORRAT. — Tables numériques adaptées à la Technique des diagrammes Debye-Scherrer. . . . .	250 F

**Centre d'études mathématiques en vue des applications**

Institut Henri Poincaré.

**1. — MONOGRAPHIES**

A) Applications des théories Mathématiques :

FORTET R. — Éléments de calcul des probabilités . . . . .	1 200 F
PETIAU G. — La théorie des Fonctions de Bessel exposée en vue de ses applications à la Physique mathématique (relié plein pellior rouge). . . . .	2 500 F
DUMAS M. — Les épreuves sur échantillon (relié plein pellior rouge) . . . . .	1 000 F

C) Physique mathématique :

DESTOUCHES J.-L. — Principes de la mécanique classique. . . . .	350 F
VOGEL TH. — Les fonctions orthogonales dans les problèmes aux limites de la physique mathématique . . . . .	1 200 F

**2. — LE FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES  
A L'USAGE DES PHYSICIENS ET DES INGÉNIEURS**

rédigé par les membres du Centre d'Études mathématiques en vue des applications,  
sous la Direction de Monsieur le Professeur FRECHET.

Fascicule VII. — Équations aux dérivées partielles . . . . .	800 F
Fascicule IX. — Fonctions de la Physique mathématique . . . . .	800 F
Fascicule XII. — Calcul des probabilités . . . . .	600 F

Le Formulaire de Mathématiques comprendra 13 Fascicules.

**III. — COLLOQUES INTERNATIONAUX**

LIII. — Étude des Molécules d'eau dans les solides par les Ondes électromagnétiques . . . . .	1 800 F
LIV. — Rôle du cortège électronique dans les phénomènes radio-actifs . . . . .	1 200 F
LVI. — L'Hydroxycarbonylation . . . . .	1 000 F
LVII. — Aspects généraux de la Science des macromolécules (relié pellior) . . . . .	1 000 F
LVIII. — Les Techniques récentes en microscopie électronique et corpusculaire (relié pellior) .	2 000 F
LXI. — L'état actuel des Connaissances sur les propriétés électriques et magnétiques des lames métalliques minces en liaison avec leur structure . . . . .	1 000 F
LXII. — Les Modèles dynamiques en Économétrie (relié pellior) . . . . .	2 500 F
LXV. — Analyse factorielle et ses Applications (relié pellior) . . . . .	1 500 F
LXVIII. — Les Échanges de Matières au cours de la genèse des roches grenues, acides et basiques .	3 000 F
LXIX. — Chimie et Biochimie des Hétérocycles oxygénés (relié pellior) . . . . .	2 500 F
LXX. — Le Raisonnement en Mathématiques et en Sciences expérimentales (relié pellior) .	1 400 F
LXXI. — La Théorie des Équations aux Dérivés partielles (relié pellior) . . . . .	1 500 F
LXXII. — La luminescence des Corps cristallins anorganiques . . . . .	2 000 F
LXXIII. — Électrochimie. Électrodes de référence et Constitution de la Couche double (relié pellior) . . . . .	2 600 F
LXXX. — Les Progrès en Spectroscopie interférentielle . . . . .	2 500 F
LXXXII. — Calcul des Fonctions d'onde moléculaire (relié pellior) . . . . .	3 400 F
LXXXVI. — Les Phénomènes de résonance en spectroscopie hertzienne . . . . .	1 500 F

**IV. — COLLOQUES NATIONAUX**

La Chimie des Hautes Températures (relié pellior) . . . . .	2 000 F
Colloque National de Magnétisme (relié pellior) . . . . .	4 000 F

**V. — LE C.N.R.S. ET SES LABORATOIRES**

— Le Laboratoire de Synthèse Atomique. . . . .	260 F
— Le Centre de Recherches Scientifiques Industrielles et Maritimes de Marseille. . . . .	1 000 F
— Centre des Recherches Pétrographiques et Géochimiques de Nancy . . . . .	600 F
— Le Groupe des Laboratoires de Bellevue. . . . .	1 000 F
— Centre de Recherches sur les Macromolécules de Strasbourg . . . . .	800 F

RENSEIGNEMENTS ET VENTE : Service des Publications du C. N. R. S. — 3<sup>e</sup> Bureau; 13, Quai Anatole-France Paris 7<sup>e</sup>. Tél. INV. 45-95; C. C. P. Paris 9061-11.

PRODUITS CHIMIQUES

pour  
INDUSTRIE  
PHARMACIE  
PARFUMERIE  
CÉRAMIQUE  
AGRICULTURE

MATIÈRES PLASTIQUES

"RHODOID" Acétate de cellulose

"RHODOPAS" Résines vinyliques

"RHODORSIL" Silicones

"RHODESTER" Résines polyester

RHÔNE  
POULENC

21, RUE JEAN-COUPON - PARIS - BAL. 22-94 •

LE VIDE  
LES RAYONS X  
LA HAUTE TENSION  
*au Laboratoire*  
*à l'Atelier*

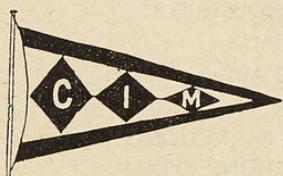
PUB  
GCR  
038

COMPAGNIE GENERALE DE RADIOLOGIE  
DEPARTEMENT INDUSTRIEL  
34, BOULEVARD DE VAUGIRARD — PARIS-XV<sup>e</sup>  
SUF. 50-04

WD  
**C**ompagnie  
**G**énérale de  
50, rue Fabert  
PARIS - VII<sup>e</sup>  
**G**éophysique

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL  
DE 756 000 000 DE FRANCS

APPLICATION DES PROCÉDÉS SISMIQUES, TELLURIQUES,  
ÉLECTRIQUES, GRAVIMÉTRIQUES, MAGNÉTIQUES,  
AUX RECHERCHES PÉTROLIÈRES, MINIÈRES, HYDROLOGIQUES  
ET AUX ÉTUDES DE GÉNIE CIVIL.



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

Au Havre : Bassins accessibles aux plus grands navires pétroliers et capacité de stockage de 430.000 m<sup>3</sup>

A Gennevilliers : Dépôt spécialisé de 41.200 m<sup>3</sup>

# COMPAGNIE INDUSTRIELLE MARITIME

Concessionnaire du Port Autonome du Havre

36, rue de Liège

PARIS (VIII<sup>e</sup>)

EUROpe 44-30

# Société Générale d'Entreprises

Société Anonyme au Capital de 1.808.000.000 de francs

56, rue du Faubourg-St-Honoré, PARIS (8<sup>e</sup>)

Registre du Commerce Seine 54 B 4990

## ENTREPRISES GÉNÉRALES

USINES HYDRO-ÉLECTRIQUES ET CENTRALES THERMIQUES

USINES, ATELIERS ET BATIMENTS INDUSTRIELS

TRAVAUX MARITIMES ET FLUVIAUX

AÉROPORTS - OUVRAGES D'ART

ROUTES - CHEMINS DE FER

CITÉS OUVRIÈRES - ÉDIFICES PUBLICS ET PARTICULIERS

ASSAINISSEMENT DES VILLES - ADDUCTIONS D'EAU

ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES INDUSTRIELS ET POSTES DE TRANSFORMATION

RÉSEAUX DE TRANSPORT D'ÉNERGIE A HAUTE TENSION

ÉLECTRIFICATION DE CHEMINS DE FER

RÉSEAUX D'ÉLECTRIFICATION RURALE

## ENTREPRISES

# BOUSSIRON

10, Boulevard des Batignolles, PARIS-17<sup>e</sup>.

ALGER - CASABLANCA

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

BÉTON ARMÉ

TRAVAUX PUBLICS

CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

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

ACIERS  
PRODUITS CHIMIQUES  
ALUMINIUM  
MAGNÉSIUM  
FERRO-ALLIAGES  
ÉTAIN

SIÈGE SOCIAL : 10, RUE DU GÉNÉRAL-FOY - PARIS (8<sup>e</sup>)

TÉLÉPHONE : EUROPE 31-00

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : TROCHIM PARIS

# POMPEY

## ACIERS de HAUTE QUALITÉ

- pour constructions métalliques et mécaniques
- à haute limite élastique et soudables
- résistant à la corrosion et inoxydables
- fins au carbone et spéciaux alliés
- à outils et pour outillage



ACIERS THOMAS et MARTIN



Fontes - Ferro Manganèse

Laminés - Étirés et Comprimés

Moulés et Forgés

Fil machine

## Société des ACIERIES de POMPEY

61, Rue de Monceau - PARIS 8<sup>e</sup> - Tél. : LAB. 97-10 Ad. Télég. POMPEAC PARIS

TELEX : 27-826

APPAREILS DE LABORATOIRE  
ET MACHINES INDUSTRIELLES

**P. CHEVENARD**

- pour l'analyse dilatométrique et thermomagnétique des matériaux;
- pour l'essai mécanique et micromécanique des métaux à froid et à chaud;
  - Essais de traction, de flexion, de compression, de dureté;
  - Essais de fluage (Traction-Relaxation) et de rupture;
  - Essais de torsion alternée;
  - Étude du frottement interne;
- pour l'étude des réactions chimiques par la méthode de la pesée continue;
- pour la mesure des températures et le réglage thermostatique des fours.

A. D. A. M. E. L.

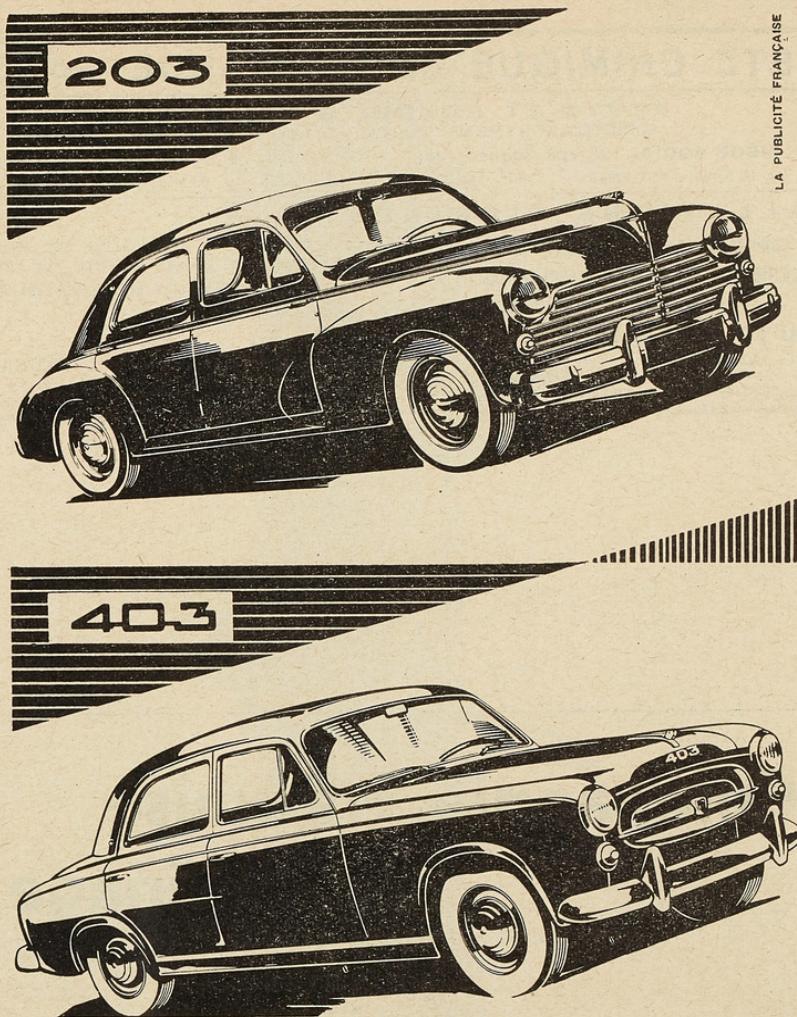
4-6, Passage Louis-Philippe  
PARIS (11<sup>e</sup>)

L'AIR LIQUIDE

75, QUAI D'ORSAY - PARIS 7<sup>e</sup> INV. 44-30

Air, oxygène,  
Azote comprimés ou  
liquides  
Argon, gaz rares extraits  
de l'air  
Acétylène dissous  
Soudage, oxycoupage  
Appareils de séparation  
de tous mélanges  
gazeux par liquéfaction  
et rectification  
Eau oxygénée et  
perborate de soude

178  
USINES  
DANS LE  
MONDE



SÉCURITÉ - ROUSTESSE

CONFORT - ÉCONOMIE

**203 - 403**



**Peugeot**

la qualité qu'on ne discute pas

## SOCIETE CHIMIQUE de la GRANDE PAROISSE

### AZOTE ET PRODUITS CHIMIQUES

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.399.700.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 8, rue Cognacq-Jay - PARIS (VII<sup>e</sup>) ◆ Tél. : INV. 44-30 à 44-38

R. C. Seine n° 55 B 12665 Adr. Télégr. : GRANPARG-PARIS N° d'Entreprise 351.75.107.0011

### INSTALLATIONS D'USINES :

SYNTHESE DE L'AMMONIAQUE (Procédé Georges Claude) ENGRAIS AZOTÉS | DISTILLATION A BASSE TEMPÉRATURE (des schistes, lignites, etc.)  
SYNTHESE DE L'ALCOOL MÉTHYLIQUE | HYDROGÈNE ET GAZ DE VILLE PAR CRACKING  
RECUIT BRILLANT (Licence I. G. I.) | ET CONVERSION DES HYDROCARBURES

### PRODUITS FABRIQUÉS :

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

USINES OU ATELIERS: GRAND-QUEVILLY (Seine-Maritime) - WAZIERS (Nord) - FRAIS-MARAIS (Nord)-PARIS, 25 rue Vicq-d'Azir - AUBERVILLIERS (Seine), 85, rue du Landy

## Compagnie Française de Raffinage

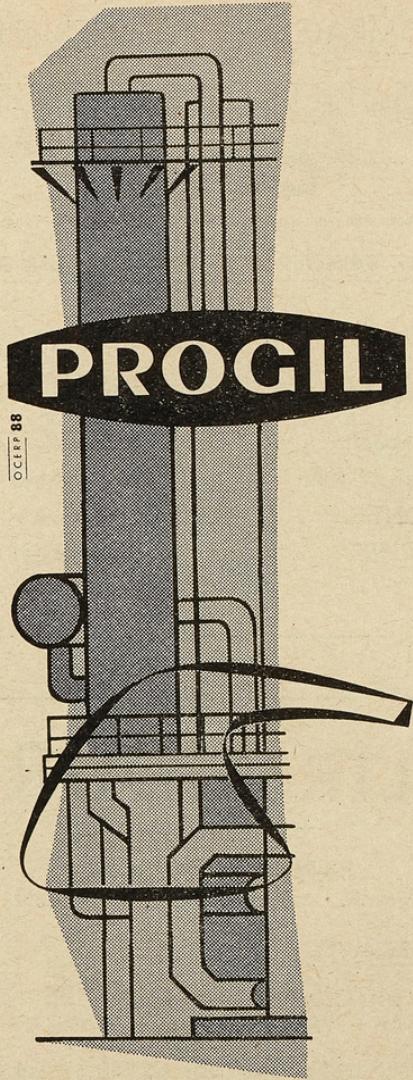
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 13.000.000.000 DE FRS.

R. C. Seine n° 54 B 3492

SIÈGE SOCIAL : 5, rue Michel-Ange, PARIS (16<sup>e</sup>)

La Compagnie Française de Raffinage dispose dans ses Raffineries de Gonfreville l'Orcher (Seine-Maritime) et de La Mède (Bouches-du-Rhône) :

- de la plus grosse Unité de Cracking Catalytique existant en France,
- de la plus grosse Unité de Reforming Catalytique du continent Européen,
- de tout un ensemble de fabrication d'huiles de graissage mettant en œuvre les techniques les plus modernes par solvants sélectifs,
- des laboratoires de recherche et de contrôle les plus importants de l'industrie française.



**Produits  
chimiques  
industriels**

77-79, RUE DE MIROMESNIL, PARIS 8<sup>e</sup>  
LAB. 91-60

COMPAGNIE INDUSTRIELLE  
DES PILES ÉLECTRIQUES

**CIPEL**

Société Anonyme au Capital de 517.500.000 Francs.

98 ter, Bd Héloïse, ARGENTEUIL (S.-&O.).

**Piles "AD"**

à grande capacité  
pour SIGNALISATION  
TÉLÉPHONES  
TÉLÉGRAPHES  
etc...

**Piles "MAZDA"**

ÉCLAIRAGE PORTATIF  
AMPOULES  
BATTERIES  
BOITIERS  
R A D I O

# LES FILTRES DURIEUX

**PAPIER À FILTRER**

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

**SPÉCIALITÉS :**

**FILTRES SANS CENDRES**

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

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

**Cartouches** pour extracteurs de tous systèmes

**PAPIER "CRÊPÉ DURIEUX"**

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

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

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

**20, rue Malher, PARIS (4<sup>e</sup>)**

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

*ETABLISSEMENTS*  
**KUHLMANN**

SOCIÉTÉ ANONYME au CAPITAL de 6.455.000.000 de FRS  
Siège Social : 25, Boul. de l'Amiral Bruix, PARIS (16<sup>e</sup>)

\*

**PRODUITS CHIMIQUES**

DÉRIVÉS DU SOUFRE - DÉRIVÉS DU CHLORE - PRODUITS AZOTÉS - DÉRIVÉS DU BARYUM - DÉRIVÉS DU BROME  
DÉRIVÉS DU CHROME - DÉRIVÉS DU COBALT - DÉRIVÉS DU NICKEL - DÉRIVÉS DU CÉRIUM - DÉRIVÉS DU PHOSPHORE - LESSIVES - SILICATES - DÉRIVÉS DE L'ÉTHYLÈNE  
DÉRIVÉS DU PROPYLÈNE - ALCOOLS DE SYNTHÈSE  
HYDROCARBURES DE SYNTHÈSE

\*

**PRODUITS POUR L'AGRICULTURE**

ENGRAIS PHOSPHATÉS - ENGRAIS AZOTÉS - ENGRAIS COMPLEXES - PRODUITS INSECTICIDES ET ANTICRYPTO-GAMIQUES - PRODUITS POUR L'ALIMENTATION DU BÉTAIL - AMENDEMENTS - HERBICIDES - DÉSINFECTANTS

\*

**PRODUITS CHIMIQUES ORGANIQUES**

RÉSINES SYNTHÉTIQUES - COLLES SYNTHÉTIQUES  
MATIÈRES PLASTIQUES - TANINS SYNTHÉTIQUES  
PRODUITS INTERMÉDIAIRES - PRODUITS AUXILIAIRES INDUSTRIELS - PRODUITS R. A. L.

\*

**TEXTILES CHIMIQUES**

RAYONNE VISCOSE - FIBRANNE VISCOSE - CRINODOZ

COMPAGNIE FRANÇAISE

# THOMSON - HOUSTON

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 7 844.640.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 173, BOULEVARD HAUSSMANN, PARIS VIII<sup>e</sup>

TÉLÉGR. ELIHU 42 PARIS



TÉLÉPHONE ÉLYSÉES 83-70

**ÉLECTRONIQUE** Toutes applications professionnelles de L'ÉLECTRONIQUE et de LA NUCLÉONIQUE · Radiodiffusion · Télévision  
Radiocommunications · Radars · Projets spéciaux · Tubes électroniques  
Diodes · Redresseurs · Transistors · Cristaux pour hyperfréquences

**CABLES** Cuivre, Aluminium, Almelec en fils, Câbles, Méplats · Fils et  
Méplats émaillés · Fils guipés · Câbles incombustibles · Fils  
et Câbles électriques isolés pour toutes applications

**RÉCEPTEURS DE RADIO ET DE TÉLÉVISION** Électrophones et  
"DUCRETET-THOMSON" Disques

**APPAREILS MÉNAGERS** Rasoirs électriques · Fers à repasser · Appareillage  
Tubes isolateurs · Réfrigérateurs · Machines à laver

