

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

	1955, n° 2 (avril-juin)
	1955, n° 3 (juil.-sept.)
	1955, n° 4 (oct.-déc.)
	1956, n° 1 (janv.-mars)
	1956, n° 2 (avril-juin)
	1956, n° 3 (juil.-sept.)
	1956, n° 4 (oct.-déc.)
	1957, n° 2 (avril-juin)
	1957, n° 3 (juil.-sept.)
	1957, n° 4 (oct.-déc.)
	1957, n° spécial (1956-1957)
	1958, n° 1 (janv.-mars)
	1958, n° 2 (avril-juin)
	1958 n° 3 (juil.-sept.)
	1958, n° 4 (oct.-déc.)
	1959, n° 1 (janv.-mars)
	1959, n° 2 (avril-juin)
	1959 n° 3 (juil.-sept.)
	1959, n° 4 (oct.-déc.)
	1960, n° 1 (janv.-mars)
	1960, n° 2 (avril-juin)
	1960, n° 3 (juil.-sept.)
	1960, n° 4 (oct.-déc.)
	1961, n° 1 (janv.-mars)
	1961, n° 2 (avril-juin)
	1961, n° 3 (juil.-sept.)
	1961, n° 4 (oct.-déc.)
	1962, n° 1 (janv.-mars)
	1962, n° 2 (avril-juin)
	1962, n° 3 (juil.-sept.)
	1962, n° 4 (oct.-déc.)
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	1963, n° 1 (janv.-mars)
	1963, n° 2 (avril-juin)
	1963, n° 3 (juil.-sept.)
	1963, n° 4 (oct.-déc.)
	1964, n° 1 (janv.-mars)
	1964, n° 2 (avril-juin)
	1964, n° 3 (juil.-sept.)
	1964, n° 4 (oct.-déc.)
	1965, n° 1 (janv.-mars)
	1965, n° 2 (avril-juin)
	1965, n° 3 (juil.-sept.)
	1965, n° 4 (oct.-déc.)
	1966, n° 1 (janv.-mars)
	1966, n° 2 (avril-juin)
	1966, n° 3 (juil.-sept.)
	1966, n° 4 (oct.-déc.)
	1967, n° 1 (janv.-mars)
	1967, n° 2 (avril-juin)
	1967, n° 3 (juil.-sept.)

	1967, n° 4 (oct.-déc.)
	1968, n° 1
	1968, n° 2
	1968, n° 3
	1968, n° 4
	1969, n° 1 (janv.-mars)
	1969, n° 2
	1969, n° 3
	1969, n° 4
	1970, n° 1
	1970, n° 2
	1970, n° 3
	1970, n° 4
	1971, n° 1
	1971, n° 2
	1971, n° 4
	1972, n° 1
	1972, n° 2
	1972, n° 3
	1972, n° 4
	1973, n° 1
	1973, n° 2
	1973, n° 3
	1973, n° 4
	1974, n° 1
	1974, n° 2
	1974, n° 3
	1974, n° 4
	1975, n° 1
	1975, n° 2
	1975, n° 3
	1975, n° 4
	1976, n° 1
	1976, n° 2
	1976, n° 3
	1976, n° 4
	1977, n° 1
	1977, n° 2
	1977, n° 3
	1977, n° 4
	1978, n° 1
	1978, n° 2
	1978, n° 3
	1978, n° 4
	1979, n° 1
	1979, n° 2
	1979, n° 3
	1979, n° 4
	1980, n° 1
	1982, n° spécial

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

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Titre	L'Industrie nationale : comptes rendus et conférences de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale
Volume	1963, n° 1 (janv.-mars)
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1963

Collation	1 vol. (27 p.) : ill. ; 27 cm
Nombre de vues	42
Cote	INDNAT (62)
Sujet(s)	Industrie
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	03/09/2025
Date de génération du PDF	08/09/2025
Recherche plein texte	Non disponible
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?INDNAT.62

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Commission d'histoire de la Société d'Encouragement,

Juillet 2025.

Bibliographie

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

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

S. E. I. N.
Bibliothèque

L'INDUSTRIE NATIONALE

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

PUBLIÉS AVEC LE CONCOURS
DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

1963

N° 1

Revue trimestrielle

N° 1 : JANVIER - MARS 1963

SOMMAIRE ET RÉSUMÉS DES ARTICLES

ALLERGIE, ALLERGÈNES ET MALADIES ALLERGIQUES

par M. le Docteur GUIBERT 1

Après un rapide historique des études cliniques de quelques affections types des maladies allergiques, et des travaux fondamentaux sur l'anaphylaxie de l'allergie, l'auteur expose les notions essentielles concernant l'immunité, les anticorps, les antigènes, la réaction antigène-anticorps ; il suggère une représentation schématique de la structure chimique des régions limitées des antigènes, appelées « sites antigéniques », où sont situés les « groupements déterminants », responsables de la spécificité des anticorps ; il souligne l'importance des notions de spécificité des anticorps et de spécificité de l'aptitude individuelle à former tel ou tel anticorps qui conditionne le développement des sensibilisations à de multiples allergènes, et il évoque nos connaissances actuelles sur les mécanismes intervenant dans les réactions allergiques.

L'auteur étudie les divers types d'hypersensibilité individualisés ou intriqués dans les maladies allergiques. De multiples affections peuvent avoir une origine allergique et d'innombrables substances peuvent être responsables de manifestations allergiques ; le rôle sensibilisant de beaucoup de ces substances pourra être décelé et les substances seront éliminées ; mais, à côté de ces substances pouvant être éliminées, il en existe dont on ne peut supprimer tout contact avec le malade (poussière de maison, pollens, spores de moisissures...) ; c'est alors que le traitement de désensibilisation s'impose. Une revue est faite de ces substances, dont on prépare des extraits avec lesquels peut être entrepris le traitement d'un grand nombre de maladies allergiques.

INCIDENCE SUR LES PROBLÈMES ÉCONOMIQUES DE L'INDUSTRIE DES CORPS GRAS DES MÉTHODES MODERNES D'ANALYSE

par M. J. P. WOLFF 17

L'introduction, dans l'analyse des matières grasses, des méthodes instrumentales comme la spectrophotométrie ultra-violet et infra-rouge et la chromatographie en phase gazeuse a, non seulement amélioré grandement nos connaissances théoriques sur la composition et l'oxydation des corps gras, mais a eu des répercussions économiques dont certaines peuvent être considérables.

La possibilité de mesurer par spectrophotométrie ultra-violet le degré d'oxydation des huiles d'olive a conduit les pays très gros producteurs d'olives à modifier les conditions de stockage de leur récolte, pour éviter une dépréciation de leur production.

L'étude des modifications chimiques de la composition des huiles par les terres décolorantes (formation de triènes conjugués) a entraîné une évolution dans les conditions de raffinage des huiles.

La possibilité, grâce à la chromatographie en phase gazeuse, de détecter la présence de quantités inférieures à 5 % de corps gras étranger dans une huile ou une graisse modifie les bases économiques de certaines industries, en particulier, celle du raffinage du saindoux qui utilisait en partie jusqu'à maintenant des graisses ramassées chez les charcutiers, dont la pureté n'est pas suffisante.

À côté des conséquences économiques déjà imposées par le développement des techniques analytiques, d'autres suivront vraisemblablement dans les années à venir.

La réestérification directe des huiles acides, qui conduit à des produits finis, riches en dérivés oxydés et en acides insaturés trans, semble condamnée.

Il serait souhaitable que l'influence de la qualité des matières premières sur le rendement et la qualité des corps gras alimentaires obtenus incite les producteurs à améliorer leurs conditions de stockage et de transport des matières premières.

Publication sous la direction de **M. Jean LECOMTE**, Membre de l'Institut, Président, avec le concours du Secrétariat de la Société.

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

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

n° : 7,50 F

C. C. P. Paris n° 618-48

L'INDUSTRIE NATIONALE



ANNÉE 1963

SOCIÉTÉ d'ENCOURAGEMENT pour l'INDUSTRIE NATIONALE

fondée en 1801, reconnue d'utilité publique

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

Tél. : LITré 55-61 — C.C.P. N° 618-48 PARIS

Président d'honneur ... M. A. CAQUOT, Membre de l'Institut.
Anciens Présidents MM. G. DARRIEUS, G. CHAUDRON, Membres de
l'Institut.

Président M. J. LECOMTE, Membre de l'Institut.
Vice-Présidents MM. A. POMMIER, E. DUPUY, R. SOULET,
P. MINARD, F. CARPENTIER.
Secrétaire général M. M. JEAN.
Trésorier M. M. PETIT.
Censeur M. J.-C. ROGER - PETIT.
Agent général M. J.-J. PAPILLON.

Comité des Arts chimiques

Président M. L. HACKSPILL, Membre de l'Institut.

Comité des Arts mécaniques

Président d'honneur ... M. P. DUMANOIS.
Président M. H. DE LEIRIS.

Comité des Arts physiques

Président M. A. LÉAUTÉ, Membre de l'Institut.

Comité des Arts économiques des questions sociales et du travail

Président M. G.-J. GIGNOUX, Membre de l'Institut.

Comité des Constructions et Beaux-Arts

Président d'honneur ... M. A. CAQUOT, Membre de l'Institut.
Président M. J. FRESSINET.

Comité d'Agriculture

Président M. N...

ALLERGIE, ALLERGÈNES ET MALADIES ALLERGIQUES (1)

par M. le Dr GUIBERT,
Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

Le mot allergie est entré dans le langage courant avec une signification que ne rejetteraient pas entièrement les allergologues. Un sujet est dit allergique quand il réagit d'une façon anormale, à des substances ou à des causes diverses, qui laissent indifférents la plupart des individus. Toutefois, les phénomènes que ce mot évoque dans l'esprit du médecin sont généralement mal connus et un homme très instruit dans son difficile domaine scientifique, posait récemment la question suivante : le mot allergie désigne-t-il seulement une aptitude particulière à réagir ou évoque-t-il des phénomènes biologiques précis ? C'est la réponse à cette question que nous allons essayer de donner.

Cet exposé n'aura pas l'ordre et la rigueur d'un exposé didactique. Nous essaierons par des notations successives, d'obtenir une représentation schématique, d'un ensemble de phénomènes très complexes, qui ont suscité une multitude de travaux depuis 60 ans.

Historique

Des études sur les maladies, reconnues actuellement d'origine allergique, ont été faites sur le plan clinique au cours du

xix^e siècle, tandis que se développaient les magnifiques travaux qui ont établi les bases de l'immunologie. Ces études cliniques et expérimentales avançaient parallèlement et aucun rapprochement n'était encore fait entre les mécanismes qui interviennent dans l'immunité et ceux qui pouvaient intervenir dans les maladies allergiques.

Nous allons faire un très rapide historique des études cliniques de quelques affections, qui sont les types mêmes des maladies dites allergiques, et des travaux qui ont conduit aux notions actuelles sur l'allergie.

L'asthme, affection que l'on rencontre à tous les âges, dans les deux sexes et dans tous les pays, a été décrit par les auteurs de l'Antiquité ; mais jusqu'au xix^e siècle, il a été considéré comme une conséquence de l'obstruction des bronches par des humeurs. Une description classique en a été faite au milieu du siècle dernier par TROUSSEAU. Une définition de l'asthme, actuellement acceptée, sur laquelle nous ne nous attardons pas, a été donnée il y a une trentaine d'années seulement. L'extrême fréquence de son origine allergique n'a été admise qu'au cours de ces dernières années.

(1) Conférence faite le 25 janvier 1962 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (26^e Conférence Carrière).

L'œdème aigu circonscrit avait retenu l'attention des cliniciens dès le XVIII^e siècle. QUINCKE, par la description précise qu'il en a faite en 1882, a attaché son nom à cette maladie « caractérisée par des tuméfactions se produisant d'une façon soudaine en un ou plusieurs points à la fois, atteignant leur maximum en une ou plusieurs heures et disparaissant aussi rapidement, après quelques heures ou quelques jours », sans laisser de traces ni provoquer aucun trouble de l'état général ni aucune élévation de température.

La première description clinique du rhume des foin, connu depuis le XVI^e siècle sous le nom de catarrhe saisonnier, a été faite en 1815 par BOSTOCK qui souffrait de cette affection comme d'ailleurs KIRKMAN et BLACKLEY, qui, dans les soixante années qui suivent, montrent que la maladie est provoquée par des pollens, ceux des Graminées dans leur propre cas.

Au cours du XIX^e siècle, parallèlement à ces observations cliniques et sans établir encore de rapport avec elles, MAGENDIE, en 1839, observe que les lapins qui ont bien supporté une injection d'ovalbumine présentent des troubles sévères pouvant entraîner la mort, lors d'injections ultérieures. A la fin du siècle, KOCH, FLEXNER, RICHET et HÉRICOURT et d'autres auteurs, montrent que des injections secondes de bacilles tuberculeux, de sérum normal ou d'autres substances, provoquent des troubles analogues. Ces observations, isolées, étaient peu connues et leur signification restait imprécise.

En 1902, RICHET et PORTIER observent qu'un chien peut recevoir sans dommage une première injection d'extrait de tentacules d'actinies mais qu'une deuxième injection du même extrait, faite 11 ou 12 jours au moins après la première injection, provoque un choc souvent mortel. L'animal a été « sensibilisé » par la première injection. A la suite des travaux de PASTEUR qui avait établi les principes de l'immunisation par les microbes atténués, en quelques années, de 1888 à 1900, les principales propriétés du sérum des organismes immunisés venaient d'être décou-

vertes, et les bases de l'immunologie établies par RICHET et HÉRICOURT, BEHRING et KITASATO, ROUX et MARTIN, BORDET, LANDSTEINER. Les notions d'immunité s'imposaient et les travaux de RICHET et PORTIER apportaient une notion nouvelle : au lieu d'immuniser à la suite d'une injection, on avait sensibilisé l'animal et une deuxième injection déterminait des troubles graves. RICHET et PORTIER appelèrent ce phénomène anaphylaxie, qui signifie : contraire de la protection. La notion de « sensibilisation » était nettement dégagée et exposée.

ARTHUS montre, en 1903, que le phénomène de l'anaphylaxie peut se manifester localement. Des injections répétées de sérum dans le derme du lapin pouvaient, après quelques jours, provoquer la formation d'une inflammation locale pouvant évoluer vers la nécrose.

VON PIRQUET et SCHICK, la même année, étudiant les accidents sériques qui se produisent chez les enfants qui reçoivent du sérum antidiphtérique, constatent que ces accidents peuvent être beaucoup plus graves et se manifestent dans les minutes ou les heures qui suivent, lorsque l'enfant a déjà reçu une injection de sérum ; ces accidents étaient semblables au phénomène que RICHET et PORTIER avaient signalé et VON PIRQUET et SCHICK les attribuent à la réaction d'anticorps avec l'antigène que constitue le sérum de cheval. OTTO, ROSENEAU et ANDERSON, trois ans plus tard, reprennent les observations antérieures de Theobald SMITH, sur le comportement des cobayes utilisés pour titrer le sérum antidiphtérique, lorsqu'ils reçoivent une nouvelle injection de sérum ; ils précisent les conditions dans lesquelles la deuxième injection doit être faite pour obtenir les réactions les plus intenses.

La même année, en 1906, VON PIRQUET crée le terme allergie, qui signifie « réaction modifiée », pour indiquer un changement dans la capacité de réagir qui apparaît dans les organismes ou les tissus vivants lorsqu'ils ont été en contact avec des agents vivants ou inanimés.

Nous savons que les maladies allergiques

sont provoquées par des substances parfaitement bien supportées par la plupart des individus, telles les fraises, les crustacés, responsables d'urticaires, ou des pollens, causes du « rhume des foins ». Mais chez tel sujet sensibilisé aux pollens de Graminées, une autre substance dont la composition est aussi voisine que celle des pollens des autres espèces végétales, ne provoquera pas les manifestations allergiques ; tel sujet sensibilisé aux squames de cheval ne réagira pas aux squames de bovins. Comment peut-on expliquer que les sujets allergiques réagissent aussi spécifiquement à certaines substances ? L'étude des mécanismes qui interviennent dans les manifestations allergiques va nous permettre d'en trouver la réponse à cette question.

Nous avons parlé d'immunité, d'anticorps, d'antigènes, de réaction antigène-anticorps ; nous allons essayer brièvement de dégager le sens de ces expressions qui, chacune, pourraient être le sujet de nombreuses études.

Avant de donner ces définitions, rappelons que les mots glucides et lipides désignent les sucres et les graisses et que les protéines sont des substances qui ne donnent, par hydrolyse, que des acides aminés, c'est le cas des globulines dont nous allons parler, ou des acides aminés et diverses substances.

Immunité

La définition classique du mot immunité : « propriété d'un organisme vivant d'être à l'abri d'une maladie déterminée », ne nous semble pas aussi évocatrice que celle qui est admise par Jules BORDET, dans son sens le plus large : « propriété d'un organisme de réagir vis-à-vis de causes perturbatrices de toute espèce ». Cette aptitude à réagir peut être naturelle ou acquise. On sait que l'immunité naturelle est très variable selon les espèces ; le chien, facilement atteint par la rage, est réfractaire au charbon auquel résiste également le rat qui, par contre, est sensible au bacille de la peste. Le cobaye est très sensible au bacille de Koch alors que le chien

et le mouton y sont peu sensibles. Dans une même espèce, comme on l'observe couramment, la réceptivité aux infections varie selon les individus ; elle varie également selon l'âge, la poliomyélite atteint beaucoup plus fréquemment les enfants que les individus de plus de 50 ans. De multiples moyens de défense assurent l'immunité naturelle, obstacles à la pénétration des germes tels que l'imperméabilité des téguments, le jeu des cils vibratils des épithéliums de revêtement, les sécrétions muqueuses qui enrobent les micro-organismes ; sécrétions antiseptiques tel le lysozyme des larmes et du mucus nasal. Les facteurs essentiels de l'immunité naturelle restant : la réaction inflammatoire et la phagocytose, qui permet la destruction des bactéries par les leucocytes ; ceux-ci pouvant résorber, de plus, certaines toxines.

L'immunité peut être acquise, par exemple, à la suite d'une maladie qui laisse une immunité durable comme la variole, la rougeole ou la fièvre typhoïde. Par la vaccination, on pourra mettre un organisme dans un état comparable à celui dans lequel se trouve un sujet à la suite d'une maladie immunisante ; on pourra ainsi créer l'immunité contre des micro-organismes ou contre des toxines. Les anticorps sont les principes actifs, élaborés par l'organisme, qui confèrent cette immunité acquise. L'immunité pourra être obtenue passagèrement chez un sujet qui n'a pas été vacciné, ou qui n'a pas fait la maladie immunisante, en lui injectant le sérum d'un animal hyperimmunisé par des injections répétées du micro-organisme ou de la toxine convenablement traitée, responsable de la maladie, sérum devenu riche en ces principes actifs que sont les anticorps. On appelle antigènes les substances qui, pénétrant, ou injectées dans un organisme, suscitent la formation des anticorps.

Anticorps - Antigènes

Avant de rappeler les propriétés et la nature des anticorps, soulignons encore combien étaient révolutionnaires les notions nouvelles d'anaphylaxie et de sensibilisation, pleinement dégagées par RICHET

et PORTIER, dans les esprits qui avaient accepté les idées sur l'immunité et sur les possibilités de protéger l'organisme par des injections vaccinales.

La propriété fondamentale des anticorps est leur aptitude à s'unir avec les antigènes qui les ont suscités. Elle peut être mise en évidence aisément. En effet, si, par exemple, à un sérum antidiphthérique, on ajoute de la toxine, un précipité se forme résultant de l'union de la toxine avec les anticorps du sérum. De même, en ajoutant une suspension homogène de bactéries à du sérum d'animaux immunisés contre ces bactéries, on pourrait observer des agglutinats résultant de l'union des anticorps avec les antigènes qui ont provoqué leur formation et qui sont situés à la surface des germes. Un caractère fondamental de cette propriété est l'extrême spécificité des anticorps sur laquelle nous reviendrons : chaque antigène va susciter la formation d'anticorps qui ne se combineront qu'avec ce seul antigène. Cette propriété des anticorps de s'unir avec les antigènes permettra la neutralisation des toxines ou la lyse, c'est-à-dire la destruction, de certaines bactéries ou favorisera la phagocytose ; ce sont ces réactions de défense contre les toxines ou les bactéries qui assureront l'immunité.

Quelle est la nature de ces anticorps ?

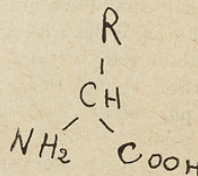
Le sérum contient de nombreuses protéines caractérisées par leur aptitude à précipiter dans des solutions salines à des concentrations diverses et par leurs propriétés physiques (poids moléculaire, mobilité électrophorétique, vitesse de sédimentation). L'électrophorèse qui consiste à provoquer le déplacement plus ou moins rapide des constituants d'une solution sous l'influence d'un courant électrique, a permis de reconnaître dans le sérum six groupes de protéines de mobilité décroissante : albumine, alpha 1 et alpha 2 globulines, bêta 1 et bêta 2 globulines, gamma globulines. Les anticorps sont des globulines appartenant aux groupes : des gamma globulines, des bêta 2 globulines, des bêta 2 macroglobulines. Ces deux derniers types de globulines se différencient lorsqu'on les

soumet à une centrifugation rapide, par leur vitesse de sédimentation plus grande pour les bêta 2 macroglobulines. Leur poids moléculaire est de 960.000, alors que celui des gamma globulines et des bêta 2 globulines est de l'ordre de 160.000. Gamma globulines et bêta 2 globulines spécifiques se différencient par les caractères des courbes de précipitation obtenues avec les antigènes solubles qui les ont suscités.

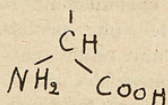
Les méthodes de diffusion en gel et immuno-électrophorétique ont montré la complexité et la spécificité des anticorps appartenant à ces différents groupes.

Nous avons défini les antigènes : substances susceptibles de provoquer la formation des anticorps. Les antigènes sont des substances de structure complexe dont le poids moléculaire est supérieur à 5.000 ou 10.000. Nous avons vu que le caractère essentiel de la propriété des anticorps de se combiner aux antigènes était l'étroite spécificité de l'anticorps pour l'antigène qui l'avait suscité : cette spécificité est conditionnée par des régions limitées de l'antigène appelées « sites antigéniques » ou « déterminants antigéniques ». Au niveau de ces sites se trouvent des groupements chimiques dont l'ensemble forme le groupement déterminant. On a cru pendant quelques années que seules les protéines pouvaient être antigéniques. Nous avons vu que les protéines étaient constituées essentiellement par des acides aminés qui peuvent être séparés lorsqu'on hydrolyse complètement une molécule de protéine. Au cours d'une hydrolyse progressive, une molécule de protéine est fractionnée en molécules de protéose, puis de peptone, de polypeptide, de dipeptide, et enfin d'acides aminés. Essayons d'obtenir une représentation schématique d'une molécule de protéine.

Les acides aminés peuvent être représentés par la formule générale :



Le groupement :

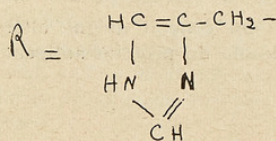


est commun à tous les acides aminés qui sont caractérisés par leur chaîne R. Celle-ci peut être un simple atome d'hydrogène comme dans la glycine, ou un groupement plus complexe comme ceux de l'histidine, de la tyrosine, du tryptophane.

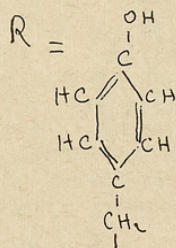
Glycine



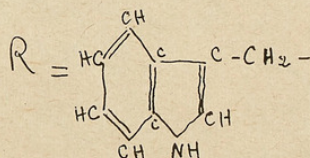
Histidine



Tyrosine



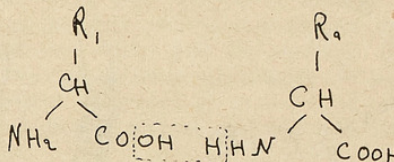
Tryptophane



Nous avons dit que si l'on faisait une hydrolyse d'une protéine on obtenait des produits de dégradation de poids moléculaires de plus en plus faibles. Essayons de représenter, très schématiquement, comment une molécule de protéine peut être reconstituée à partir d'acides aminés.

Deux acides aminés peuvent s'unir pour former un dipeptide. Le groupement aminé basique de l'un s'unit au groupement carboxyle acide de l'autre, par une liaison dite

liaison peptidique qui se forme avec élimination d'eau.



On conçoit qu'un troisième acide aminé puisse s'unir aux deux premiers et que d'autres molécules s'unissant de même, peuvent reconstituer une molécule de polypeptide puis de peptone et enfin la molécule de protéine elle-même.

En fait, d'autres types de liaisons plus complexes que la liaison peptidique, sur lesquels nous ne nous étendrons pas, peuvent se former dans les chaînes polypeptidiques ou les protéines.

On reconnaît deux classes de protéines : les protéines fibreuses et les protéines globulaires. La structure de protéines fibreuses comme la kératine, que l'on trouve dans les poils ou les plumes ou le collagène, protéine que l'on trouve dans les tissus de soutien, a été étudiée en utilisant essentiellement la méthode de diffraction des rayons X par W.T. ASTBURY, L. PAULING, COREY, BEAR, et d'autres auteurs, qui ont pu établir que les acides aminés de la kératine se disposaient en enroulements hélicoïdaux dont la figure 1 donne une représentation très schématique (d'autres liaisons que nous ne faisons pas figurer dans ce schéma ont été discutées par les auteurs). La figure montre la disposition hélicoïdale des molécules du groupement commun des acides aminés et la disposition latérale des chaînes qui les caractérisent. Les trois schémas de la figure 1 suggèrent, à une échelle différente, une représentation très simplifiée de la structure de la molécule de kératine proposée par les auteurs que nous venons de citer.

La structure des protéines globulaires n'est pas connue. Toutefois, en tenant compte de certaines de leurs propriétés, il semble qu'on puisse les représenter comme des enroulements de chaînes polypeptidiques. Quelle que soit la disposition de

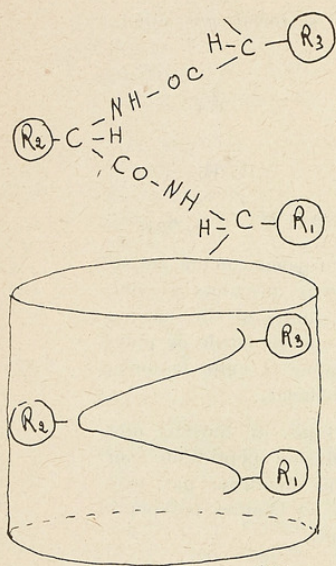
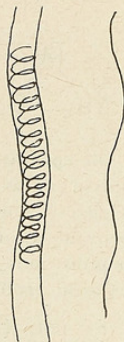


Fig. 1



l'enroulement, et il semble bien qu'il s'agisse d'un enroulement hélicoïdal, on peut représenter une protéine globulaire par l'image d'une boule dans laquelle auraient été enfoncés des clous, ceux-ci figurant les groupement R (figure 2).

La figure 3 schématise l'union d'une molécule d'antigène avec une molécule d'anticorps.

C'est la structure spatiale du groupement déterminant, plus que les molécules qui le constituent, qui détermine la spécificité des anticorps. Suivant l'image classique, la molécule d'antigène s'unit à la molécule d'anticorps comme une clé s'adapte à une serrure.

On conçoit qu'une altération de la molécule de protéine-antigène, entraînant une

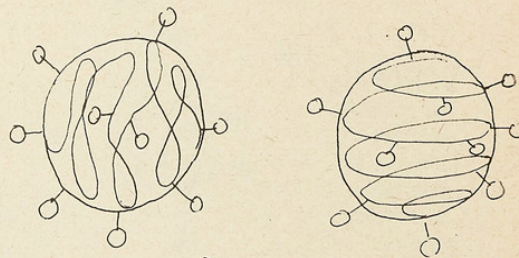
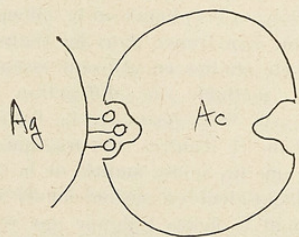
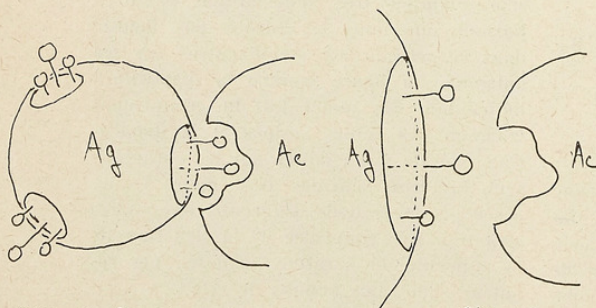


Fig. 2



Sites et Groupements déterminants

Structure spatiale modifiée du groupement déterminant.

Fig. 3

déformation de la molécule, provoquera une modification de la structure spatiale du groupement déterminant qui ne pourra plus s'unir à l'anticorps ; de même que la modification du profil d'une clé ne lui permet plus de s'adapter à la serrure pour laquelle elle a été faite.

On admet que les anticorps sont divalents ou difonctionnels, c'est-à-dire qu'ils peuvent se fixer en deux points à deux molécules d'antigènes, et que les antigènes sont multivalents ou multifonctionnels. On tend, en fait, à renoncer aux expressions divalents et multivalents, le mot valence n'ayant pas la même signification pour les chimistes et les immunologistes. Toutefois, bien que la preuve de l'existence d'anticorps monofonctionnels n'ait pu être apportée, on ne peut, actuellement, affirmer que de tels anticorps ne puissent être produits par l'organisme.

On peut maintenant comprendre comment des précipités se forment lorsqu'une solution d'antigène est mélangée au sérum contenant les anticorps que cet antigène a suscités. Deux molécules d'antigène s'unissent à une molécule d'anticorps ; une troisième molécule d'antigène sera rattachée aux deux premières par une deuxième molécule d'anticorps, et le processus se pour-

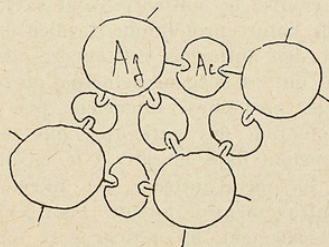


Fig. 4

suivant, des amas se forment qui précipitent lorsque leur masse a atteint une taille suffisante (figure 4).

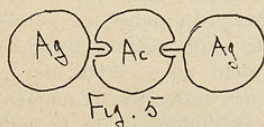


Fig. 5

La figure 5 montre que si l'antigène est monofonctionnel, c'est-à-dire s'il ne possède qu'un seul groupement déterminant, deux molécules seulement d'antigène pourront être reliées par une molécule d'anticorps et qu'aucun phénomène de précipitation ne pourra se produire, la masse ainsi formée n'ayant pas une taille suffisante.

L'extrême spécificité des anticorps a été mise en évidence par LANDSTEINER, de la

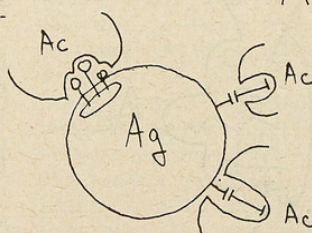
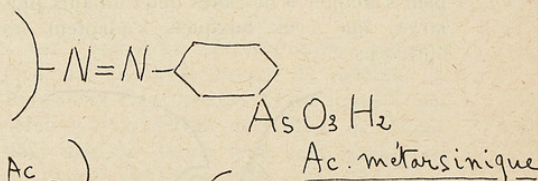
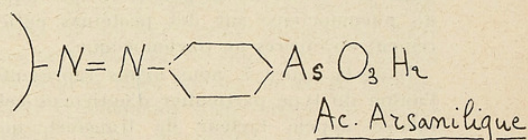
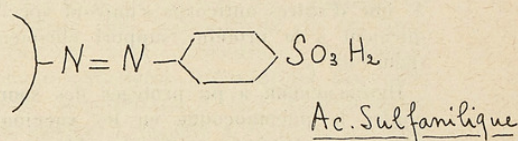


Fig. 6

Anticorps suscités
par un antigène
Semi-artificiel

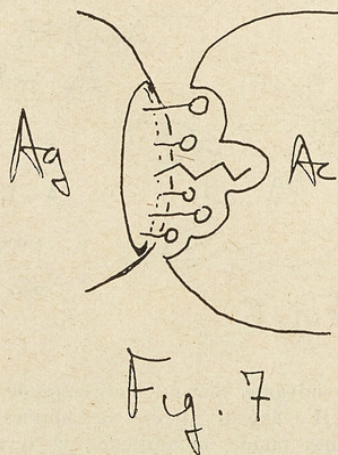
façon suivante. Sur des molécules de protéine, il a fixé des dérivés des amines aromatiques (acide sulfanilique), et il a pu montrer que l'antigène semi-artificiel (protéine naturelle + composé chimique synthétique) ainsi formé pouvait susciter la formation d'anticorps répondant spécifiquement au composé chimique fixé.

On a pu montrer ainsi en fixant l'acide arsamilique et l'acide métarsinique sur des

protéines, que le simple déplacement du groupement $\text{As O}^2 \text{H}^2$ de la position para à la position méta ne permettait plus à l'anticorps répondant à l'acide arsanilique de s'unir à l'acide métarsinique. Remarquons que différents anticorps pourront être suscités par de tels antigènes semi-artificiels ; et on a pu montrer : 1° que des anticorps s'unissent au seul composé chimique qui a été fixé ; 2° que d'autres anticorps s'adaptent au composé et à la chaîne ou aux chaînes latérales sur lesquelles il est fixé ; 3° que d'autres anticorps s'uniront spécifiquement à la protéine support elle-même (figure 6).

HEIDELBERGER a pu protéger des souris contre le pneumocoque en les vaccinant avec des antigènes artificiels obtenus en fixant des fractions du polyoside spécifique du pneumocoque sur des protéines entièrement étrangères au pneumocoque.

Dans la figure 7, nous avons représenté l'union du type particulier d'anticorps cellulaire appelé facteur de transfert, qui peut s'adapter à des sites déterminants plus larges que ceux auxquels s'adaptent les anticorps.



On conçoit que de légères modifications de structure d'un des éléments constituant le groupement déterminant, n'empêchera pas l'union du facteur de transfert avec l'antigène. Ceci explique la spécificité moins étroite de ces facteurs de transfert dont nous reparlerons tout à l'heure.

Nous avons dit que pour être antigénique une substance devait avoir un poids moléculaire de 5 à 10.000 au moins ; on appelle « haptènes » les substances qui peuvent jouer le rôle de groupement déterminant et qui devront être liées à une substance de poids moléculaire plus élevé pour provoquer la formation des anticorps ; de telles substances pourront se combiner avec les anticorps spécifiques qu'elles ont ainsi suscités. Cette notion d'haptènes est très importante et nous permet de comprendre comment les allergies de contact peuvent s'établir (une substance chimique, avec laquelle un sujet est en contact, s'unit à des protéines de la peau : le complexe antigénique ainsi formé provoque la formation d'anticorps ou de facteurs de transfert qui s'unissent avec la substance chimique (haptène).

Les exemples que nous avons donnés d'antigènes artificiels obtenus en fixant sur une protéine des dérivés d'amines aromatiques ou des fractions du polyoside spécifique du pneumocoque, montrent que des substances très diverses pourront jouer ce rôle d'haptène. De plus, des substances polyosidiques, par exemple, pourront être antigéniques lorsque leur poids moléculaire sera suffisamment élevé.

Par contre, les anticorps sont exclusivement de nature protéinique. Le lieu de formation des anticorps est encore discuté. Le foie, qui est l'organe principal où se forment les protéines, intervient peu dans la production des anticorps, qui se forment surtout dans la rate et la moelle osseuse, lorsque l'antigène est injecté par voie intraveineuse ; lorsque l'antigène pénètre localement, les anticorps se forment dans les ganglions lymphatiques des territoires environnant le point où l'antigène a pénétré. Les anticorps seraient produits par les plasmocytes, qui sont des cellules bien individualisées.

Comment les anticorps se forment-ils dans ces cellules ? On a pensé que les antigènes, pénétrant dans les cellules, pouvaient intervenir comme des moules auxquels auraient pu s'adapter les molécules de globulines anticorps, au moment de leur formation à l'intérieur de la cellule ; des

travaux récents ont montré que des cellules, qui n'avaient jamais été en contact avec un antigène, pouvaient produire des anticorps spécifiques contre cet antigène ; tout se passant comme si ces cellules avaient reçu, à distance, des informations leur permettant de produire les anticorps spécifiques.

*Spécificité des anticorps
et de l'aptitude individuelle à réagir*

A la notion de spécificité des anticorps, s'ajoutent les notions de spécificité de l'aptitude individuelle à réagir aux antigènes, pour former des anticorps et de spécificité de l'aptitude individuelle à former tel ou tel type d'anticorps. Tous les individus d'une même espèce ne répondent pas identiquement à un même antigène. Si par exemple cet antigène comporte les groupements déterminants A, B, C, D, certains individus produiront des anticorps anti A, anti B ; d'autres des anticorps anti C, anti D ; d'autres des anticorps anti B, anti C ; et à des taux différents. Ce sont ces notions de spécificité de l'anticorps et de spécificité de l'aptitude individuelle à réagir qui nous permettent de comprendre : d'une part, l'extrême diversité des substances responsables des maladies allergiques ; d'autre part, l'absence ou la différence des réactions à une même substance, des individus qui auront ou non produit des anticorps.

Les généticiens ont établi les rapports entre la constitution génétique de certains micro-organismes et la formation de systèmes enzymatiques, conférant des activités propres à ces micro-organismes ; peut-être un jour, généticiens, immunologistes, biochimistes et biophysiciens pourront-ils répondre à la question : pourquoi avons-nous ou non une aptitude à former certains anticorps lorsque certains antigènes pénètrent dans notre organisme ?

*Types d'anticorps
Réaction antigène-anticorps
Hypersensibilité.*

Nous avons vu que les anticorps pouvaient être mis en évidence par des réactions de précipitation.

A côté de ces anticorps précipitants, d'autres types d'anticorps peuvent être suscités par un antigène : ce sont les anticorps sensibilisant la peau, ou réagines, et les anticorps bloquants. Les anticorps sensibilisants et bloquants ont été considérés comme des anticorps non précipitants, c'est-à-dire ne permettant pas d'obtenir des précipités lorsque les sérums qui les contiennent sont mis en présence de l'antigène. Pour des raisons complexes sur lesquelles nous ne pouvons nous attarder, on a discuté cette particularité de ces anticorps et nous retiendrons simplement comme caractères différentiels des anticorps sensibilisants : leur thermolabilité (ils perdent l'aptitude à se combiner avec l'antigène si on les chauffe une heure à 56°) ; qu'ils ne peuvent traverser le placenta et surtout, qu'ils peuvent se fixer pendant plus de 15 jours sur les cellules de la peau alors que les anticorps précipitants et bloquants disparaissent, si on les injecte dans le derme, en moins de 24 heures.

Les anticorps sensibilisants peuvent être mis en évidence par la réaction de PRAUSNITZ et KUSTNER. Si on injecte une solution d'un extrait de pollens de Graminées dans le derme d'un sujet présentant un rhume des foins par sensibilisation à ces pollens, on provoque la formation d'une papule urticarienne, qui peut atteindre plusieurs cm² en quelques minutes, entourée d'une zone érythémateuse et qui, le plus souvent, est accompagnée d'un prurit intense. L'injection du même extrait à un sujet non sensibilisé ne produit aucune réaction. Si on injecte dans le derme de ce sujet non sensibilisé 1/10 de cm² du sérum du malade atteint de pollinose et que 24 heures après on injecte au même point l'extrait de pollen, on obtient une réaction du même type que celle que l'on observe chez le sujet sensibilisé. En faisant ce transfert passif de la sensibilisation aux pollens, on a mis en évidence la présence d'anticorps sensibilisants dans le sang du sujet sensibilisé.

Nous pouvons maintenant concevoir la maladie allergique comme une réaction des tissus ou des organes provoquée par l'union

d'une substance qui pénètre dans l'organisme, avec les anticorps qu'elle a suscités lors de contacts antérieurs avec cet organisme. On dit d'un sujet qui présente de telles réactions à des substances bien supportées par la plupart des individus, qu'il est sensibilisé ou allergique à ces substances. Nous voyons ainsi apparaître l'identité du phénomène biologique initial dans l'immunité acquise et dans les manifestations allergiques : la formation des anticorps.

Nous venons de voir que si on injectait un extrait de pollens dans le derme d'un sujet sensibilisé, on provoquait, dans les minutes qui suivent, la formation d'une papule urticarienne. Une réaction intradermique différente peut être observée dans les conditions expérimentales suivantes : on sensibilise un lapin au sérum de cheval en lui injectant par voie intraveineuse, intramusculaire ou sous-cutanée 5 cm³ de sérum. L'état de sensibilisation s'établit dans les 7 à 11 jours selon la voie utilisée. Si une injection intradermique de sérum est alors faite, on observe en quelques heures une infiltration du derme : une escarre peut se former en quelques jours qui s'éliminera en laissant une région sphacélée dont la cicatrisation se fera lentement. Cette réaction décrite par ARTHUS est provoquée par le précipité formé par des anticorps et l'antigène. Cette intervention d'anticorps précipitants différencie la réaction d'Arthus de la réaction immédiate observée après l'injection d'extrait de pollens. Ces deux réactions sont dites : réactions d'hypersensibilité immédiate.

Dans quelles conditions l'union de l'antigène avec l'anticorps se produit-elle et qu'en résulte-t-il ?

Dans la réaction d'hypersensibilité immédiate dite du type anaphylactique, l'anticorps s'est fixé sur les cellules de la peau ou des tissus où se produisent les réactions pathologiques ; lorsque l'antigène arrive au niveau des anticorps, leur combinaison peut provoquer : soit des modifications de la paroi cellulaire permettant la sortie de l'histamine libre stockée dans les cellules (et probablement au niveau de corpuscules intracellulaires appelés mitochondries),

soit l'activation d'enzymes qui libèrent l'histamine conjuguée à d'autres substances stockées dans le cytoplasme. L'histamine est formée dans les cellules par décarboxylation enzymatique de l'histidine qui est un des dix acides aminés indispensables à la croissance de l'organisme ; elle est détruite dans le foie par d'autres systèmes enzymatiques. L'histamine libérée provoque la contraction de la musculature lisse et la dilatation des capillaires, déterminant ainsi l'inflammation locale et la formation d'œdèmes. En fait, la réaction antigène-anticorps entraîne la libération d'autres substances qui jouent un rôle très variable suivant les espèces animales telles :

- la 5 hydroxytryptamine ou sérotonine qui est rapidement détruite chez l'homme et ne semble jouer aucun rôle en particulier dans le bronchospasme de l'homme ou du cobaye ; mais qui peut jouer un rôle chez la souris ;
- la bradykinine, les plasmakinines et la leucotoxine formées à partir des bêta-globulines fractionnées par diverses enzymes ;
- surtout la SRS-A (slow reactive substance), substance très active dont la constitution chimique n'est pas élucidée mais dont les propriétés pharmacodynamiques ont été très étudiées ces dernières années ; chez l'homme, le spasme bronchique peut être attribué à l'histamine et à la SRS-A, tandis que l'œdème des tissus connexes et l'activité glandulaire peuvent être dus, en partie, aux plasmakinines et à la leucotoxine.

L'hypersensibilité immédiate dans laquelle des anticorps circulants non précipitants, qui se fixent aux cellules, permettent d'obtenir des réactions cutanées du type urticarien dans les minutes qui suivent l'injection intradermique de l'antigène, est dite du type anaphylactique.

Dans la réaction immédiate du type Arthus, les anticorps circulants se fixent à l'antigène pour former des précipités qui provoquent des lésions des endothéliums vasculaires et des capillaires déterminant les phénomènes inflammatoires et hémorragiques décrits par ARTHUS, ainsi que l'in-

filtration des tissus lésés par des polynucléaires.

L'hypersensibilité immédiate dans laquelle se produisent des réactions de précipitation entre l'antigène et les anticorps est dite du type Arthus.

Un troisième type d'hypersensibilité est dit retardé, ou du type tuberculinique. Les réactions cutanées se produisent plus tardivement que dans la réaction du type Arthus. Il ne peut être observé microscopiquement qu'après quelques heures et n'est visible qu'à partir de la douzième heure n'atteignant son intensité maxima qu'après 24 heures. Cette hypersensibilité n'est pas due, comme les précédentes, à des anticorps circulants et ne peut être transmise par le sérum. La transmission passive de l'hypersensibilité retardée ne peut être obtenue que par l'injection de leucocytes. Les leucocytes tués ou des extraits de ces cellules peuvent la transmettre chez l'homme. Chez l'animal, pour l'obtenir, il faut injecter les leucocytes vivants.

Les cellules blanches sensibilisées sont exclusivement des leucocytes mononucléaires. A leur périphérie ou à leur surface apparaissent des formations appelées « facteurs de transfert » auxquels s'unissent les antigènes ; l'union de ces facteurs de transfert à l'antigène entraîne une hypertrophie et la prolifération de ces cellules. Ces facteurs de transfert ne seraient pas un premier stade de la production des anticorps, disparaissant avec la formation des anticorps, mais un premier stade du développement de l'immunité au niveau de la cellule qui pourrait ou non, ultérieurement, tendre vers la formation d'anticorps.

On peut donc dire que : si la différence essentielle entre l'hypersensibilité du type immédiat et l'hypersensibilité du type retardé réside dans la possibilité de transmettre passivement la première par le sérum et la seconde par les leucocytes, il n'y a pas une différence fondamentale entre ces deux types d'hypersensibilité qui sont conditionnés par la formation soit d'anticorps soit de facteurs de transfert. Ces derniers ont été considérés, par certains auteurs, comme des anticorps dont la matu-

ration n'est pas achevée. Comme les anticorps sensibilisants ou précipitants, ils sont spécifiques ; leur spécificité est seulement moins étroite, les facteurs de transfert s'adaptant à des groupements déterminants de plus grandes dimensions (fig. 7).

Si on conjugue une protéine avec un haptène, les facteurs de transfert suscités par ce complexe se combineront avec le groupement déterminant constitué par l'haptène et les chaînes latérales voisines d'acides aminés de la protéine et non avec l'haptène seul, ou avec l'haptène et le groupement par l'intermédiaire duquel il est fixé à la molécule d'antigène, comme le feraient les anticorps. Des petites modifications de structure de l'haptène n'empêcheront plus la combinaison du facteur de transfert avec le complexe et c'est dans ce sens que la spécificité sera moins étroite.

On a parlé d'hypersensibilité non spécifique dont la réaction de Sanarelli-Schwartzman serait le type. Une analyse minutieuse des conditions de développement de ce type d'hypersensibilité et une discussion de l'expression hypersensibilité non spécifique devraient être faites. Elle sortirait du cadre de cette étude.

Ces différents types d'hypersensibilité seront plus ou moins individualisés, ou s'intriqueront, dans les maladies allergiques.

Les maladies allergiques par sensibilisation aux pollens, aux squames d'animaux, se manifesteront le plus souvent par des réactions d'hypersensibilité immédiate du type anaphylactique ; les dermites de contact par des réactions d'hypersensibilité du type retardé ; les sensibilisations aux sérums ont pu être considérées comme des manifestations d'hypersensibilité immédiate du type Arthus, sans toutefois qu'on puisse toujours l'affirmer, certains sujets ayant fait des réactions du type sérique sans qu'on puisse mettre en évidence la présence d'anticorps précipitants dans leur sérum. Les réactions d'hypersensibilité qui interviennent dans de nombreuses affections d'origine allergique sont dues aux divers types intriqués d'hypersensibilité.

Maladies allergiques

On ne discute plus la fréquence de la pathogénie allergique dans des affections comme l'asthme, le rhume des foins, le coryza et la toux spasmodiques, l'urticaire, l'œdème de Quincke, certaines formes d'eczéma, les dermites de contact.

Nous n'énumérerons pas toutes les affections qui peuvent avoir une origine allergique. Tous les organes peuvent être le siège de manifestations allergiques. Ce seront des manifestations respiratoires, cutanées, digestives, nerveuses, réno-vésicales, articulaires, oculaires (iritis, kératite, rétinite, conjonctivites...), cardio-vasculaires, sanguines.

Si de nombreuses maladies peuvent avoir une origine allergique, il faut être d'une extrême prudence pour l'affirmer ; même dans les affections dont l'origine allergique est la règle, il ne faudra entreprendre l'exploration allergologique qu'après un examen approfondi du malade et après avoir éliminé les autres causes possibles de la maladie.

Des auteurs ont cru trouver la cause de certains asthmes et urticaires, dans des perturbations psychologiques provoquées par des traumatismes émotionnels. Dans quelques cas d'ailleurs, le traitement de l'état névrotique a permis d'obtenir des guérisons. Il semble bien, actuellement, que ces perturbations psychologiques ne jouent que le rôle de facteurs déclenchants des manifestations cliniques ; l'état de sensibilisation à une substance (qui dans quelques-uns de ces cas a été bien mis en évidence) restant le facteur déterminant. Un résultat identique chez ces malades aurait pu être obtenu par le traitement de désensibilisation à l'allergène responsable de l'allergie latente ; le facteur déterminant ayant été éliminé, les facteurs psychologiques seuls n'auraient pu déclencher les crises d'asthme ou d'urticaire. Il reste que chez de tels malades, il eut été utile, de toute façon, d'associer la psychothérapie au traitement de désensibilisation, puisque les troubles psychologiques étaient assez sévères pour déclencher les manifes-

tations de ces allergies qui, sans les troubles psychologiques, seraient restées latentes.

Allergènes

Quelles sont les substances sensibilisantes pouvant être responsables des manifestations allergiques.

Une multitude de substances peuvent être allergisantes. Ce peuvent être des corps simples ou des composés organiques de structure chimique parfaitement connue comme les innombrables dérivés de l'aniline. Nous ne citerons aucune de ces substances ; la plupart d'entre-elles rendent les plus grands services sur le plan économique ou sur le plan médical et ce serait inquiéter bien inutilement et injustement le lecteur qui les utilise couramment. Le diagnostic de sensibilisation à ces substances pourra souvent être rapidement fait et il suffira de les éliminer pour faire disparaître la maladie. Parfois, l'identification de ces substances posera, en particulier au dermatologiste, des problèmes extrêmement difficiles et il lui faudra une grande expérience pour les résoudre.

La plupart des aliments pourront également déterminer des sensibilisations. Les urticaires ou les œdèmes de Quincke causés par les fraises, les crustacés, les œufs, sont bien connus. Là encore, assez souvent, le diagnostic sera aisé et on supprimera l'aliment responsable. Parfois, lorsque la sensibilisation à plusieurs aliments se sera établie, il deviendra très difficile pour le médecin de déterminer les aliments responsables des manifestations allergiques et il sera amené à prescrire des régimes d'élimination très stricts qui devront être suivis avec le plus grand soin par le malade.

Mais à côté de ces substances chimiques, médicamenteuses ou alimentaires qui pourront être détectées et le plus souvent éliminées, il existe de nombreuses substances dont on ne peut supprimer tout contact avec le malade. Dans ce cas, le traitement de désensibilisation, ou d'accoutumance pour certains auteurs, s'imposera.

Par quel mécanisme obtiendrons-nous la désensibilisation ? Nous ne pouvons actuel-

lement répondre qu'en évoquant la formation d'anticorps bloquants à la suite des injections répétées d'antigènes. Ces anticorps bloquants intercepteront l'antigène qui ne parviendra pas jusqu'à l'anticorps sensibilisant. En fait, d'autres mécanismes que nous ne connaissons pas encore, interviennent au cours des traitements de désensibilisation. L'essentiel reste, bien entendu, pour le malade et pour le médecin traitant, que l'effet recherché, souvent remarquable, soit obtenu.

Quels sont ces allergènes auxquels on ne peut soustraire le malade, comment sont-ils préparés et utilisés ?

Ce sont d'abord les allergènes inhalés.

Les plus anciennement connus sont les pollens. Dans nos régions, les pollens de Graminées sont le plus souvent responsables de la rhinite spasmodique printanière d'où le nom de « rhume des foin » qu'on lui donne. Dans le Midi de la France où elle pousse abondamment, la pariétaire est fréquemment la cause de rhinite spasmodique. Viennent ensuite, en France, par ordre d'importance décroissante, les pollens d'armoise, de plantain, de platane, de tilleul. Pour pouvoir déterminer des sensibilisations, un pollen doit d'abord avoir une activité allergisante (le pollen de pin, très abondant dans le Midi, sensibilise rarement); de plus, les grains de pollen doivent être assez légers pour être transportés par le vent et assez lourds pour se détacher des anthères; enfin, le pollen doit être répandu abondamment dans l'atmosphère. Ce sont les pollens de Graminées qui, en France, répondent le mieux à ces conditions. Aux U.S.A., le pollen d'Ambrosia, plante qui n'existe pratiquement pas en Europe, est un véritable fléau dans certaines régions; il provoque des rhinites très sévères accompagnées de céphalées, d'élévation de température et de malaises graves, qui immobilisent pendant plusieurs mois une fraction importante de la population de certaines villes. Un grand effort est fait pour améliorer les techniques de désensibilisation au pollen de ragweed. Les pollens de Graminées donnent également des pollinoses très sévères; inhalés brusquement en grande quantité, ils peuvent pro-

voquer un choc anaphylactique grave; l'année dernière, un enfant jouant sur une pelouse, au moment de la pollinisation, fit une syncope brutale et dut être transporté d'urgence dans un service hospitalier.

La poussière de maison est une cause fréquente de sensibilisation dans toutes les régions. Cette poussière est une substance extrêmement complexe et il est pratiquement impossible d'identifier les multiples débris organiques qui la composent: débris de coton, laine et textiles d'ameublement divers, débris d'insectes, de cheveux, de poils et squames d'animaux, spores et fragments desséchés de mycéliums de moisissures, substances organiques apportées par les chaussures, etc... Il est pourtant un fait remarquable: quelle que soit l'origine de la poussière, qu'elle soit recueillie aux U.S.A., en France ou aux Indes et traitée avec des techniques différentes, à condition que ces techniques permettent une bonne purification, on obtient des extraits qui ont une activité biologique rigoureusement comparable. Les extraits de poussière obtenus aux U.S.A. par un laboratoire spécialisé dans leur préparation et ceux que nous préparons à l'Institut Pasteur permettent, à dilution égale, d'obtenir chez les sujets sensibilisés des intradermoréactions dont l'intensité est sensiblement la même. La composition mais non la structure chimique de cette fraction sensibilisante de la poussière de maison est connue.

Les poussières de céréales: blé, orge, avoine, les poussières de meunerie, provoquent des sensibilisations dans les populations rurales. Les poussières de tourteaux de ricin, les poussières de toile de chanvre, de jute surtout, peuvent également sensibiliser. Les poussières sensibilisent plus ou moins rapidement et certains auteurs admettent qu'il faut de 10 à 20 ans pour qu'un boulanger se sensibilise à la farine, alors qu'en quelques mois les sensibilisations aux poussières de café vert, par exemple, peuvent se constituer. Précisons bien qu'il s'agit des poussières qui tombent des balles de café, et sont inhalées dans les entrepôts. Le café que nous buvons tous les jours ne semble pas être

responsable de sensibilisation. Cette rapidité plus ou moins grande du développement des sensibilisations posait, sur le plan social, des problèmes de réadaptation. Il était beaucoup plus difficile de réadapter à une autre profession un ouvrier boulanger commençant à faire des crises d'asthme à 40 ou 50 ans, qu'un manutentionnaire de 20 ans présentant les premières crises après quelques mois de travail dans un entrepôt. Les traitements de désensibilisation permettent actuellement de résoudre ces difficultés dans bien des cas.

Les spores et débris desséchés de mycéliums de moisissures, en suspension dans l'atmosphère, sensibilisent certains sujets. Nous préparons des extraits d'une cinquantaine d'espèces de moisissures appartenant à seize genres dont le plus répandu est *Cladosporium*. Les recherches faites pour établir la densité dans l'atmosphère des spores des différentes espèces ont montré qu'on trouvait 37 à 76 p. cent de spores de *Cladosporium* dans les différentes régions du globe. Les spores d'*Alternaria*, *Aspergillus*, *Stemphylium*, *Botrytis* sont également très fréquemment rencontrées. Lorsque certaines conditions se réalisent, on assiste à l'envahissement de régions entières par certaines espèces de moisissures et on a pu ainsi observer l'extension de *Neurospora sitophila* recouvrant des forêts et des villes qui avaient été dévastées par des incendies ; la prolifération de cette moisissure avait été favorisée par l'élimination des autres espèces et par l'enrichissement du sol en sels minéraux, qui avaient été provoqués par le feu. Les sensibilisations aux moisissures sont fréquemment associées aux sensibilisations à la poussière de maison. Mais on trouve assez souvent des asthmes, entre autres affections, par sensibilisation isolée aux moisissures. Nous pensons au cas récent de ce forgeron qui travaille dans un atelier dont les murs humides sont recouverts de moisissures, et qui a été débarrassé en quelques semaines d'un asthme qui le contraignait à interrompre son activité.

Les squames d'animaux peuvent déterminer des sensibilisations sévères. Les débris de plumes également. Les extraits de

plumes d'oie, de pigeon, de canard, de poule, de dinde, les extraits de poils et squames de chat, chien, cheval, bovins sont fréquemment utilisés pour traiter des affections allergiques, le plus souvent respiratoires. Certains sujets manifestent une extrême sensibilité aux poils de lapin comme en témoigne l'incident suivant : une dame se rend chez une de ses amies ; celle-ci manifeste rapidement inquiétude et malaise et avec beaucoup de réticence lui demande si elle est bien sûre que le manteau de fourrure qu'elle porte n'est pas du lapin ; le manteau avait coûté fort cher et sa propriétaire, ulcérée et indignée, dut bientôt se rendre à l'évidence devant la crise d'asthme de son amie, sensibilisée au poil de lapin ; l'histoire finit bien car cette dame obtint le remboursement de la précieuse fourrure. Cette mésaventure ne doit pas faire oublier d'autres incidents plus affligeants, comme celui d'une jeune fille qui pendant plusieurs années dut être hospitalisée, 15 jours par mois, en état de blocage respiratoire. Elle était sensibilisée aux poils de chat et fut débarrassée de son asthme grave lorsque des cutiréactions très intenses, aux extraits de poils de chat, incitèrent un médecin allergiste à exiger que le chat de l'appartement où elle vivait, fut éloigné ; il dut vaincre la résistance opiniâtre de la mère de cette jeune fille, qui ne pouvait admettre la relation entre la présence du chat auquel elle était très attachée, et la maladie de sa fille et qui pendant plusieurs mois retarda sa guérison. Des sensibilisations professionnelles aux poils et squames d'animaux et aux plumes, provoquant des manifestations sévères, le plus souvent respiratoires ou cutanées, sont assez fréquemment observées dans la population rurale, chez les éleveurs, chez les techniciens de laboratoire amenés à manipuler les animaux, chez les vétérinaires.

D'autres allergènes proviennent de micro-organismes qui vivent, le plus souvent, à l'état saprophyte, c'est-à-dire sans déterminer aucun trouble, chez la plupart des adultes. La Candidine est obtenue à partir d'un filtrat de culture de *Candida albicans* responsable de sensibilisations, très fré-

quemment. On observe également des sensibilisations à *Epidermophyton* et *Trichophyton*, champignons pathogènes qui causent diverses affections cutanées.

Il semble que certains germes trouvés au cours d'infections répétées peuvent sensibiliser des individus et provoquer des manifestations allergiques diverses. La sensibilisation microbienne pose des problèmes complexes qui, ces dernières années, ont retenu l'attention de médecins allergistes de plus en plus nombreux.

Préparation des extraits allergéniques

Deux types de préparations de ces extraits peuvent être envisagés.

Les pollens sont des matières premières relativement pures et très riches en substance sensibilisante et on peut utiliser, avec les pollens, la technique simple suivante de préparation des extraits. Le pollen est macéré dans un liquide extracteur dont la composition est telle qu'il peut être injecté. La substance sensibilisante diffuse dans le liquide extracteur. Après un temps de contact suffisant, les pollens sont séparés par filtration sur papier et la solution d'extrait est filtrée sur plaque d'amiante pour obtenir la stérilisation bactériologique.

Par contre, les matières premières à partir desquelles sont préparés les autres extraits sont : soit très peu riches en substance sensibilisante, soit souillées comme la poussière. La concentration et la purification de la substance active sont alors nécessaires. Un extrait brut est obtenu par macération dans un liquide extracteur alcalin ; la séparation de la substance active peut alors être faite, dans un premier temps, par adsorption sur l'acide benzoïque ; le précipité obtenu est traité par l'acétone qui dissout l'acide benzoïque, mais non la substance active, qui peut alors être séparée ; celle-ci, reprise par l'eau distillée, est purifiée par des précipitations fractionnées par l'acétone. D'autres techniques de purification sont également utilisées qui varient selon les matières premières à traiter. On obtient ainsi

des poudres stériles qui serviront à préparer les solutions injectables.

Ces solutions, comme les solutions d'extraits de pollens, convenablement diluées, permettront d'effectuer des cuti ou intradermoréactions ; lorsque celles-ci sont nettement positives, on effectuera des épreuves thérapeutiques au cours desquelles on pourra mettre en évidence le rôle de l'allergène dans les manifestations allergiques.

On ne saurait trop attirer l'attention sur l'importante contribution française à l'étude de l'allergie et des maladies allergiques.

Depuis les travaux fondamentaux de RICHET et PORTIER, citons les noms de LANGLOIS, NICOLLE, GAY et SOUTHARD, BILLARD, VIDAL, ABRAMI, BRISSAUD et JOLTRAIN sur les travaux desquels nous ne pouvons malheureusement nous étendre. Nous regrettons de ne pouvoir citer les médecins allergistes praticiens, qui depuis trente ans n'ont cessé d'enrichir nos connaissances dans le domaine clinique et ont porté au premier rang l'Ecole française des maladies allergiques. Leurs études ont été étayées par les apports considérables, dans les domaines de la physiologie respiratoire et de l'immunologie, de nombreux chercheurs français.

Conclusion

Au cours de cette étude, nous avons essayé d'entrevoir l'extrême complexité des mécanismes biologiques qui interviennent dans les maladies allergiques.

Le caractère héréditaire des maladies allergiques apparaît fréquemment mais non régulièrement. Nous n'avons pu nous attarder à traiter cette question.

Les mots anaphylaxie, allergie, hypersensibilité ont été discutés. Le mot anaphylaxie ne satisfaisait pas J. BORDET qui avait par ailleurs la plus haute estime pour les travaux de RICHET et PORTIER ; il reprochait à ce mot d'être impropre, les phénomènes qu'il désigne n'étant pas le contraire de l'immunité, c'est-à-dire dans son esprit de la protection. Le mot allergie

incluait pour VON PIRQUET les réactions immunitaires qui sont également des « réactions autres », suivant la signification du mot allergie. L'hypersensibilité ne doit pas être confondue avec l'hyperergie, aptitude à réagir à des quantités infimes, bien supportées par la plupart des individus, de substances toxiques ; ces doses infimes provoquent chez les sujets hyperergiques le syndrome d'intoxication bien individualisé, qui n'est déterminé que par des quantités bien plus considérables de toxiques chez les sujets normaux. On a cherché à différencier les phénomènes anaphylactiques et allergiques. Ces mots n'évoquent guère, actuellement, qu'un degré d'intensité de la réaction d'hypersensibilité, dans l'esprit du médecin qui les emploie ; nous avons évoqué plus haut le cas d'un enfant qui, au printemps, jouant sur une pelouse et inhalant une grande quantité de pollen fit une réaction allergique brutale ; la chute de tension artérielle et la perte de connaissance évoquaient bien le tableau d'un choc anaphylactique qui, chez cet enfant, ne fut qu'une manifestation très intense de sa sensibilisation aux pollens de Graminées.

En fait, lorsqu'on parle d'anaphylaxie, d'hypersensibilité ou de maladie allergique, ces expressions évoquent des manifestations typiques et le rôle déterminant de substances non toxiques qui laissent indifférents la plupart des individus.

Dans certaines affections comme les der-

mites de contact provoquées par des substances chimiques de composition et de structure connues, le traitement consistera essentiellement dans la suppression de l'allergène.

Des extraits de substances complexes, qui ne peuvent être éliminées, responsables d'un grand nombre de maladies allergiques, sont actuellement préparés. Après un examen et un interrogatoire minutieux du malade, le médecin allergiste sera amené à faire des cuti- et intradermo-réactions avec ces extraits ; l'observation des réactions : cutanées, focales et générales qu'ils auront provoquées, lui permettront, après une épreuve thérapeutique, d'affirmer le diagnostic et d'entreprendre le traitement de désensibilisation.

De nombreux et remarquables médicaments découverts ces dernières années, permettent d'obtenir une sédation temporaire des manifestations allergiques. Mais, seuls, les extraits allergéniques permettent d'entreprendre le traitement de fond de la maladie.

De nombreuses difficultés doivent être résolues pour connaître tous les mécanismes qui interviennent dans les maladies allergiques ; mais nous pouvons dire que de grands progrès ont été faits ces dernières années dans la compréhension de ces mécanismes et que les médecins allergistes peuvent actuellement diagnostiquer et traiter avec efficacité et sécurité un grand nombre de maladies allergiques.

INCIDENCE SUR LES PROBLÈMES ÉCONOMIQUES DE L'INDUSTRIE DES CORPS GRAS DES MÉTHODES MODERNES D'ANALYSE ⁽¹⁾

par M. Jean-Pierre WOLFF,
Directeur
de l'Ecole Supérieure d'application des corps gras.

L'influence du progrès technique sur l'économie est une évidence. Mais, généralement, c'est à la découverte de corps nouveaux, comme les matières plastiques, ou à la mise au point de procédés de fabrication plus rentables que cette influence est rattachée.

Les exemples de répercussion directe des techniques analytiques sur le domaine économique sont plus rares. Si l'on imagine bien leur importance dans des industries basées sur la synthèse organique et axées vers la fabrication de produits très purs et très valorisés comme l'industrie pharmaceutique, celle-ci apparaît moins nettement pour des industries de grosses productions. Aussi pensons-nous qu'il peut être intéressant d'en donner ici quelques exemples concernant l'industrie des corps gras.

L'introduction des méthodes modernes d'analyse en permettant de détecter dans les corps gras des constituants pondéralement indécélables par les techniques chimiques classiques a ouvert des perspectives totalement nouvelles sur le contrôle de la qualité ou de la pureté de huiles et graisses :

Les conditions industrielles de leur production ou de leur raffinage ont pu s'en trouver modifiées plus ou moins profondément.

Avant d'exposer ces exemples en détail, il est peut-être nécessaire de rappeler brièvement les conclusions que l'on peut tirer de l'application aux corps gras des techniques spectrophotométrique et chromatographique.

CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE

En première approximation, la chromatographie en phase gazeuse est basée sur le partage d'un corps entre deux phases garnissant une colonne : l'une fixe, liquide (fixée par son adsorption sur un support solide pulvérulent) ; l'autre mobile, gazeuse. Un corps sera d'autant plus facilement entraîné par le gaz à travers la colonne qu'il sera plus volatil et moins soluble dans la phase fixe à la température de l'expérience.

Si l'on introduit à l'entrée de la colonne un mélange de corps, les constituants sortent séparés les uns des autres en fonction de leur température d'ébullition et de leur solubilité dans la phase fixe :

Si les divers constituants ont des solubilités dans la phase fixe, très voisines, ils sortiront de la colonne par ordre de point d'ébullition croissant, le plus volatil sor-

(1) Conférence faite le 29 novembre 1962 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

tant le premier. Dans ce cas, la chromatographie en phase gazeuse peut être assimilée à une distillation, mais avec une colonne à distiller qui aurait environ 1.500 à 5.000 plateaux !

Si, au contraire, les divers constituants ont, dans la phase fixe, des solubilités très différentes (c'est en général le cas de corps ayant des polarités très variées en présence d'une phase fixe très polaire), les corps les plus polaires sortiront de la colonne après des corps apolaires ayant une température d'ébullition cependant bien plus élevée.

L'intérêt de la chromatographie gazeuse est par rapport aux autres chromatographies, double :

1° La mise en évidence des corps à la sortie de la colonne est faite automatiquement par des systèmes de détection connectés à un enregistreur : A chaque constituant d'un mélange sortant de la colonne correspond, sur l'enregistrement, un pic qui permet l'identification qualitative (par la durée de traversée de la colonne) et quantitative (par la surface du pic) du corps sortant.

Les détecteurs à catharomètre (basés sur la conductibilité thermique du mélange gazeux sortant de la colonne) permettent de mettre en évidence, sans difficulté, moins de 0,02 mg d'un corps.

Les détecteurs à ionisation de flamme ont une sensibilité bien plus grande et permettent la mise en évidence de 0,2 γ sans précautions particulières et de 0,02 γ lorsque l'on cherche à mettre en évidence des traces.

2° Puisqu'il est possible de travailler sur des prises d'essais extrêmement faibles (de l'ordre de 0,05 mg), le pouvoir séparateur des colonnes est excellent et permet l'analyse de mélange complexes dont les constituants ne pourraient être convenablement séparés par les méthodes chromatographiques habituelles.

Dans le cas des corps gras, il n'est pas possible d'opérer sur les triglycérides eux-mêmes qui n'ont pas une tension de vapeur suffisante et les analyses sont toujours exécutées après leur transformation en ester méthylique.

La phase fixe la plus intéressante est le succinate de diéthylèneglycol sur lequel les acides saturés, de longueur de chaîne différente, sont élués dans l'ordre des poids moléculaires croissants et les acides de même longueur de chaîne et d'insaturation différentes, d'autant plus lentement qu'ils sont plus insaturés; le « retard » des acides insaturés est tel que l'acide linoléique peut être élué après l'acide arachidique (C_{20} saturé).

A l'élution de chaque ester correspond un pic dont le temps d'élution est caractéristique de l'ester élué. La surface de chaque pic est proportionnelle à la quantité de l'ester correspondant.

Le coefficient de proportionnalité surface-quantité injectée est, pour tous les acides de C_8 à C_{22} sensiblement le même et peut être pris égal à l'unité, ce qui simplifie l'analyse quantitative.

En une heure environ, en travaillant à 190° avec un appareil à ionisation de flamme, il est possible de faire l'analyse complète d'un mélange d'esters gras, y compris la mise en évidence de constituants secondaires pouvant, pour les acides de longueur de chaîne inférieure à C_{16} , ne pas dépasser 0,02 %. Cette restriction relative à la longueur de chaîne n'est plus à faire avec les appareils équipés d'une programmation de température.

Le contrôle de la pureté des corps gras peut donc être fait avec une sensibilité extraordinaire, sensibilité qu'il était impossible d'envisager il y a une dizaine d'années. Et c'est cette sensibilité qui, modifiant la notion de pureté des huiles et des graisses, entraîne des conséquences économiques dont certaines sont loin d'être négligeables :

Dans une usine produisant simultanément plusieurs sortes d'huiles, le nettoyage correct des canalisations, lorsque l'on passe d'une sorte à une autre, pose un problème dont on ne soupçonnait sans doute pas exactement l'ampleur avant les contrôles par chromatographie gazeuse.

Nous avons eu l'occasion de constater, à propos d'huile d'arachide et d'huile de colza très facile à mettre en évidence grâce à sa forte teneur (50 % environ) en

acide érucique caractéristique, qu'il fallait, dans une installation donnée, faire passer près de 1.000 litres d'huile avant d'obtenir une huile d'arachide à 99,8 % de pureté, pour une cuve de 15.000 litres.

Cette huile de rinçage ne pouvant plus être commercialisée que comme huile de table, et cette dernière valant, en moyenne, 10 % de moins au litre que l'huile d'arachide, cela représente une perte de 0,7 %.

Dans une industrie ayant des marges bénéficiaires aussi étroites que l'huilerie, une pareille perte est très lourde.

Bien entendu ces chiffres n'ont aucune signification absolue, car ils dépendent de la conception de l'installation de l'usine. D'autre part, il est irrationnel de pousser le rinçage aussi loin, car il serait impensable de considérer la présence de 0,2, voire même 1 % d'huile étrangère, comme une fraude : le gain réalisé en ajoutant 1 % d'huile de colza à l'huile d'arachide étant inférieur à 0,1 % du prix de l'huile d'arachide, ne compenserait pas en effet les frais occasionnés par un malaxage qui devrait être particulièrement long pour homogénéiser l'ensemble.

En outre, la présence de très petites doses d'un acide imprévu dans un corps gras ne doit être interprétée qu'avec prudence car la composition des corps gras est beaucoup plus complexe qu'on ne le croyait jusqu'à présent. L'utilisation de chromatographes très sensibles a permis de mettre en évidence des constituants mineurs insoupçonnés comme l'acide laurooléique dans le palmiste et des acides impairs dans les huiles végétales comme l'olive ou le soja.

Si cette notion de pureté extrême impose à l'huilerie des sacrifices financiers, il est évident qu'en contre-partie elle interdit pratiquement la fraude.

Si, fort heureusement, la suppression de celle-ci ne peut, en raison de sa rareté, être considérée comme une conséquence économique, il est cependant permis de penser que l'assainissement d'un marché, faussé par des manœuvres illicites est, lui, susceptible d'avoir d'importantes répercussions économiques :

L'opération qui consiste à utiliser de l'oléine industrielle pour préparer par

réestérification à l'aide du glycérol un substitut de l'huile d'olive a, malheureusement, été pratiquée dans des pays étrangers voisins de la France. L'huile ainsi obtenue a des indices assez proches de ceux de l'huile d'olive pour qu'un mélange de ces deux produits contenant parfois moins de 20 % d'huile véritable puisse passer pour de l'huile d'olive pure, vendue évidemment à des prix très compétitifs.

Cette fraude, qui était très difficile à déceler par la détermination des indices classiques de l'huile, est maintenant aisément détectable, grâce à la chromatographie gazeuse, même lorsque la proportion d'oléine réestérifiée est très faible.

En effet, l'huile d'olive ne contient pas de dose appréciable d'acide myristique. Les travaux systématiques d'auteurs italiens n'en ont pas signalé la présence; des travaux récents sur les huiles grecques n'en ont pas non plus signalé et nous n'en avons effectivement jamais décelé dans des échantillons sûrs, même à la dose de 0,05 %. Or l'oléine industrielle en contient toujours des quantités importantes : suivant sa provenance (graisse de bœuf, de veau, de cheval ou d'animaux marins) cette teneur varie de 3 à 17 %. Mais dans le cas le plus favorable à la fraude (celui de l'oléine de suif) il est encore facile de mettre en évidence moins de 3 % d'oléine réestérifiée dans l'huile d'olive. De même la falsification de l'huile d'olive par l'huile de cheval est maintenant, et pour les mêmes raisons, impossible puisque décelable à moins de 2 %.

Malgré ces exemples, ce n'est cependant pas, à notre avis, dans l'industrie de l'huilerie que l'introduction de la chromatographie gazeuse a le plus de conséquence : mais dans celle du raffinage du saindoux :

La pureté des saindoux était contrôlée, jusqu'à maintenant, par la méthode de Böemer dont le principe est particulièrement élégant :

Le saindoux est une graisse présentant une structure glycéridique exceptionnelle dont les glycérides trisaturés sont constitués par de l' α palmitodistéarine, alors que ceux du suif sont constitués de β palmitodistéarine. Ces deux glycérides ont des

points de fusion très différents, bien que les acides gras qui les composent soient les mêmes et aient, par conséquent, le même point de fusion.

La différence entre le point de fusion des glycérides trisaturés et celui de ses acides gras peut donc servir à distinguer le saindoux du suif. Théoriquement d'une grande simplicité, cette méthode se heurte, en pratique, à de nombreuses difficultés :

A celles inhérentes aux mesures de point de fusion d'un mélange, s'ajoutent celles dues à l'existence de diverses formes cristallines pour chacun des deux triglycérides et celles liées à l'obtention même, par cristallisation, de ces triglycérides saturés qui sont toujours plus ou moins pollués par de petites quantités de glycérides insaturés.

Aussi la médiocre reproductibilité des résultats d'un opérateur à un autre a-t-elle conduit, sans doute par excès de prudence, à normaliser dans bien des pays des valeurs insuffisamment rigoureuses de l'indice de Böemer : elles font considérer comme un saindoux pur un saindoux contenant 10 % de suif et ne permettent pas toujours de déceler ceux qui en contiennent 20 %.

Dans ces conditions, des intermédiaires peu scrupuleux ont pu vendre à l'industrie du raffinage, des saindoux de ramassage — c'est-à-dire provenant des charcuteries — mélangés à des graisses de bœuf ou de veau, sans que leur indice de Böemer soit inférieur à la limite admise pour les saindoux purs.

La mise en œuvre de la chromatographie en phase gazeuse amena le refus des lots de saindoux raffinés, préparés à partir de ces matières premières, par les pays importateurs.

S'il est permis de se féliciter de l'assainissement du marché qu'entraînera l'introduction d'une méthode de contrôle plus satisfaisante, il ne faudrait cependant pas qu'elle entraîne l'abandon systématique d'une matière première qui, le plus généralement, est effectivement du saindoux :

En effet, sur une production annuelle française de 80.000 T. de saindoux, dont la moitié environ est exportée, les saindoux de charcuterie représentent 24 à

30.000 T. Leur abandon priverait donc l'industrie du saindoux du tiers de ses matières premières et entraînerait une perte de devises étrangères de l'ordre de 24 à 30 millions de nouveaux francs.

Comme, en outre, le marché des graisses animales, en dehors du saindoux, paraît être, sur le plan national, très étroit et ne dépasserait pas 3.000 T par an, l'écoulement de 30.000 T de graisse de charcuterie en tant que graisse alimentaire paraît très aléatoire. Le débouché que représentent les « laits reconstitués » pour la nourriture des veaux ne représente pas plus de 8.000 T et semble plutôt devoir résorber l'excédent de suif que celui des saindoux. Leur vente, comme graisse industrielle destinée, par exemple à la savonnerie, en supposant qu'elle soit possible, entraînerait vraisemblablement une perte de l'ordre de 10 à 13 millions de nouveaux francs, perte qui risque d'avoir comme contrepartie une augmentation de prix de la viande de porc. La consommation de graisses en savonnerie est, en outre, stationnaire depuis plusieurs années et proche de 90.000 T. L'absorption de 30.000 T supplémentaires paraît donc très peu probable.

Il est donc indispensable que, d'une part, l'industrie du raffinage contrôle avec la rigueur que lui permet maintenant la chromatographie en phase gazeuse ses matières premières et que, d'autre part, les producteurs et les ramasseurs fassent l'effort suffisant pour ne pas, par négligence ou par désir d'écouler quelques lots de marchandise douteuse, risquer de dévaluer 30.000 T de matières premières dans l'ensemble satisfaisantes et de bouleverser ainsi tout un marché et tout un équilibre de prix.

Le principe du contrôle chromatographique des saindoux est basé sur la teneur respective en acide myristique et en acides en C₁₄ insaturés et en C₁₅ normaux et ramifiés des saindoux et des suifs. Ces derniers contiennent beaucoup plus d'acides en C₁₄ insaturés et en C₁₅ normaux et ramifiés que les saindoux qui n'en contiennent pratiquement pas.

L'adjonction de suif entraîne donc une augmentation très rapide de leur teneur

dans les saindoux, chiffrée, en particulier, par l'accroissement du rapport

$$\frac{C_{14} \text{ insaturés} + C_{15} \text{ iso}}{C_{14}}$$

Bien qu'il ne s'agisse pas, à proprement parler, de l'industrie des corps gras, il nous semble difficile de ne pas évoquer ici le beurre :

Les acides gras à chaînes courtes constituant le beurre ont une composition assez fixe pour que nous ayons pu proposer la détermination du rapport C_{12}/C_{10} , comme un test de contrôle de la pureté du beurre : ce rapport, voisin de 1,2 pour le beurre pur, dépasse 1,8 dès que le beurre examiné contient 2 % de palmiste ou 4 % d'une margarine laurique.

Le grand intérêt de cette méthode est, qu'en raison des très faibles quantités de matières qu'elle nécessite, elle peut être appliquée avec une égale sûreté à la recherche du beurre dans les produits alimentaires (pâtisserie, biscuits, etc.) : par rapport à la méthode classique de détermination des acides volatils solubles et insolubles, elle offre l'incontestable supériorité de la reproductibilité, avantage indispensable lorsqu'il peut s'agir d'une méthode appliquée à l'expertise judiciaire.

Mais si la chromatographie gazeuse permet une meilleure connaissance des acides constituant le beurre, elle permet aussi de se mieux rendre compte de l'influence de l'alimentation des animaux sur cette composition :

La nourriture des vaches, qui était restée, pendant des millénaires, identique à elle-même, évolue rapidement par suite de l'emploi de plus en plus généralisé des tourteaux d'huilerie et des aliments composés :

De récents travaux ont montré que l'introduction prolongée de tourteaux de coprah dans la ration alimentaire des vaches entraînerait un accroissement de la teneur en acide laurique de leur beurre. Donc un accroissement de ce rapport C_{12}/C_{10} qui pourrait faire prendre le beurre pour un mélange beurre-coprah.

La nourriture des animaux par des aliments tout préparés, qui a pris ces der-

nières années une extension extraordinaire va peut-être ainsi se heurter à des normes de qualité déjà existante (en effet les conclusions tirées de l'indice de Reichert-Polenske, plus difficiles à obtenir, seraient les mêmes).

Il sera bien difficile de donner une réponse satisfaisante au problème ainsi soulevé, puisque le législateur aura à trancher le dilemme suivant :

Considérer qu'une composition anormale ne donne pas droit à l'appellation beurre, ce qui n'est pas équitable et revient à interdire l'emploi de certains aliments cependant licites ou admettre des limites de composition si larges qu'elles légaliseraient la fraude.

Si la chromatographie en phase gazeuse a permis, depuis quelques années, des progrès considérables dans nos connaissances sur la composition des corps gras et a rendu possible un contrôle rigoureux de leur pureté, elle n'a, jusqu'à maintenant, pu fournir de renseignements sur leur qualité et, dans ce domaine, ce sont les spectrophotométries qui ont permis le plus de progrès.

SPECTROPHOTOMETRIE ULTRA-VIOLETTE

Depuis une quinzaine d'années les renseignements les plus intéressants ont été fournis par la spectrophotométrie ultra-violette.

Puisque, seules, les doubles liaisons conjuguées carbone-carbone (ou carbone-oxygène) absorbent la lumière ultra-violette entre 225 et 400 m μ , les corps gras alimentaires qui n'en contiennent pas devraient être totalement transparents entre ces longueurs d'ondes. Mais l'oxydation des chaînes grasses insaturées peut conduire, par suite de la migration des doubles liaisons qui accompagne la peroxydation, à la formation de systèmes à doubles liaisons conjuguées absorbant dans ce domaine.

Parmi les mieux connus de ces corps, citons : les hydroperoxydes linoléique et linolénique ayant un spectre caractérisé par une bande unique à 232 m μ très intense; les cétones di-insaturées ou les di-

cétones α insaturés dont le spectre présente une bande large vers 270 m μ .

Tous les corps gras naturels, quelle que soit leur qualité, sont plus ou moins oxydés. Ils posséderont donc un spectre ultra-violet caractérisé par une bande principale à 232 m μ correspondant aux produits initiaux de l'oxydation et une bande secondaire moins intense à 270 m μ due aux produits secondaires d'oxydation ayant pris naissance à partir des hydroperoxydes.

Les opérations du raffinage des corps gras bruts ont pour but d'éliminer les produits d'altération. Mais, en fait, la spectrophotométrie a permis de montrer qu'elles n'éliminent que les acides libres et les produits d'oxydation volatils. Les produits lourds (peroxydes, cétones en C₁₈) sont simplement plus ou moins transformés mais restent dans l'huile.

La transformation la plus manifeste est celle entraînée par la décoloration par les terres activées : le pic correspondant au peroxyde diminue fortement alors qu'apparaît à 270 m μ une bande triple caractéristique des triènes conjugués.

Sans qu'il soit actuellement possible de donner une explication certaine de cette modification, il semble permis de supposer qu'elle correspond à la transformation, sous l'action des ions H⁺, des hydroperoxydes linoléiques en triènes conjugués par élimination d'une molécule d'H₂O₂.

Les huiles raffinées sur terres auront donc un spectre caractéristique différent de celui des huiles brutes, par la présence de triènes conjugués et par les valeurs relativement beaucoup plus fortes de l'extinction à 270 m μ .

La spectrophotométrie ultra-violet permet donc :

1° *De distinguer les corps gras vierges des corps gras raffinés.*

Les huiles et les graisses, pour être consommables vierges, doivent être peu oxydées et leur oxydation doit donc avoir un caractère peroxydique dominant (puisque l'oxydation à ses débuts est essentiellement peroxydique) c'est-à-dire que leur extinction à 232 et à 270 m μ est faible et que cette dernière est très faible comparée à

l'extinction à 232 c'est-à-dire que leur rapport $R = E_{232}/E_{270}$ est grand (généralement supérieur à 10).

Au contraire, pour les huiles raffinées, surtout si elles sont traitées par les terres décolorantes, l'extinction à 270 m μ est beaucoup plus forte.

Ainsi, pour les huiles d'olive vierges « extra », l'extinction spécifique $E_{1\text{ cm}}^{1\%}$ à 270 m μ est inférieure à 0,18 et le rapport $R = E_{232}/E_{270}$ est supérieur à 10. Pour une huile d'olive raffinée l'extinction à 270 m μ sera fréquemment de l'ordre de 1,00 et le rapport R inférieur à 4.

Il est donc possible de distinguer non seulement une huile vierge d'une huile raffinée, mais même de déceler 10 % d'huile raffinée dans une huile vierge.

Enfin, la mesure de l'extinction à 270 m μ permet, à elle seule, un véritable classement de qualité des huiles vierges. Ces contrôles, effectués très systématiquement par les laboratoires de l'Office de l'huile d'olive de Tunisie et par les Laboratoires provinciaux d'Italie (avec une technique basée sur des principes, voisins de ceux que nous avons préconisés, mais un peu différente dans la forme) ont conduit à l'établissement de véritables casiers oléicoles et à l'assainissement d'un marché qui avait fini par être compromis par la mise en vente, sous l'appellation de produit vierge à des prix très élevés, d'huile de qualité douteuse.

Si les valeurs numériques peuvent changer d'un corps gras à l'autre, cette méthode s'applique néanmoins à tous les corps gras commercialisés, à l'état vierge : saindoux, huile d'amande et, en ce moment, aux huiles diététiques garanties vierges.

2° *De contrôler les opérations du raffinage.*

L'influence de chacune des opérations du raffinage sur le spectre ultra-violet d'une huile étant maintenant connue, il est possible, dans une huilerie, de contrôler ainsi chaque opération et, le cas échéant, de mettre en évidence l'origine d'anomalie ou d'accident :

Pour l'huile d'arachide, la démucilaginage n'entraîne aucune modification du spectre. Par contre, la neutralisation alcal-

line qui s'accompagne de l'élimination des acides gras libres plus oxydés que les glycérides et surtout plus riches en produits secondaires d'oxydation, entraîne une diminution générale de l'absorption à toutes les longueurs d'ondes et un léger accroissement du rapport R, ce qui prouve que la neutralisation, loin d'altérer l'huile, améliore sa qualité puisqu'elle élimine une partie des produits d'oxydation.

Si l'huile neutralisée absorbe plus que l'huile brute, c'est la preuve certaine que la neutralisation faite dans des conditions défectueuses s'accompagne d'une oxydation. C'était en particulier le cas avec des appareils maintenant peu employés comme les « batteuses horizontales ».

Les lavages qui suivent la neutralisation ne doivent, en principe, pas modifier le spectre de l'huile. Cependant, très souvent en pratique, les centrifugations s'accompagnent d'une légère oxydation due à l'émulsion de l'air qui conduit, dans les conditions où elle se produit, à la formation de triènes conjugués. A ce propos, il faut souligner que la présence de triènes conjugués n'est pas caractéristique du raffinage et peut provenir d'une centrifugation accompagnée d'émulsion de l'air : c'est l'explication d'un conflit qui opposa, il y a quelques années un producteur de saindoux à l'Administration des Douanes Allemandes. Celle-ci, se basant sur la présence de triènes affirmait que le saindoux contenait du saindoux raffiné, alors qu'en fait il s'agissait d'un saindoux vierge, préparé par un procédé particulier impliquant des centrifugations d'un mélange eau-saindoux.

La décoloration par les terres activées est l'opération qui entraîne la modification du spectre la plus profonde :

Les triènes qui prennent naissance au cours de l'opération sont en quantité d'autant plus forte que l'huile brute est plus oxydée, que la quantité de terres mise en jeu est plus grande.

Devant cette modification radicale du spectre, il est assez difficile de suivre l'opération pour dire si elle a été bien conduite. Cependant, quelques considérations simples peuvent guider l'huilier :

Pour des huiles identiques, traitées par

les mêmes quantités de terres, les spectres des huiles terminés doivent être les mêmes. La somme de l'extinction à 232 et à 270 de l'huile décolorée ne doit pas être supérieure à la somme correspondante de l'huile brute. S'il en était ainsi (ce qui en pratique se produit fréquemment, les terres ayant un certain pouvoir oxydant à cause sans doute de l'air occlus) cela prouverait que l'huile a été oxydée au cours de sa décoloration.

Enfin, la désodorisation conduite sous vide, à une température généralement inférieure à 200°, ne doit pas et normalement n'entraîne pas de modification du spectre de l'huile décolorée.

L'accroissement de l'extinction à 232 indiquerait une peroxydation au refroidissement de l'huile désodorisée (si l'indice de peroxyde est notable sur l'huile terminée), avant la désodorisation (s'il est négligeable).

Une diminution notable de la teneur en triènes conjugués indiquerait soit une oxydation à chaud, donc au cours de la désodorisation par l'emploi d'une vapeur mal désaérée, soit, ce qui serait beaucoup plus grave, une polylérisation des triènes conjugués due à un chauffage excessif en présence de catalyseur de polymérisation (en particulier le cuivre).

La mise en évidence de la formation de triènes conjugués (et de tétraènes conjugués dans les huiles sujettes à reversion comme le soya et le colza) a montré que la décoloration sur terres n'était pas une simple opération physique, mais s'accompagnait de réaction chimique donnant naissance à des corps très oxydables :

Bien avant que ne soient entrepris des travaux biologiques sur l'influence nutritionnelle des triènes conjugués, une importante huilerie française n'hésita pas, malgré les difficultés techniques de la décoloration au charbon, à renoncer à l'emploi des terres activées.

Cependant, si la spectrophotométrie ultra-violet permet de déceler les triènes conjugués, elle ne peut, à elle seule, dire s'ils ont nuisibles. Leur oxydabilité, leur facile polymérisation permettent de se poser la question et une tendance se dessine

actuellement pour réduire au maximum la quantité des terres utilisée qui souvent est de l'ordre de 0,3 % alors qu'il y a quelques années elle était fréquemment supérieure à 1 %.

Des études biologiques ont, depuis, été entreprises et il semble permis d'en conclure que les triènes conjugués, en dose notable, n'ont pas une influence très favorable sur la croissance.

Mais il convient de souligner que les doses ayant une action décelable sont très supérieures à celles présentes dans les huiles normalement raffinées (qui ne dépassent jamais 0,5 %). A de telles doses, les diènes conjugués auraient peut-être la même action que les triènes. Mais si, un jour, les travaux des biologistes montraient que les triènes conjugués sont vraiment moins favorables à la croissance que les diènes, ce serait alors toute la conception traditionnelle de la décoloration qui serait à revoir et cela impliquerait, en particulier, l'abandon des terres décolorantes.

La spectrophotométrie ultra-violettes ayant montré de façon formelle qu'une partie des produits d'oxydation présents dans les huiles brutes se retrouve plus ou moins transformée dans l'huile raffinée, la qualité des matières premières est appelée, à notre avis, à prendre, dans les années qui viennent, de plus en plus d'importance.

Les répercussions économiques de l'acidification au cours du stockage sont bien connues et l'on a pu évaluer à 4 milliards les pertes subies de son fait par l'huilerie française en 1958, année où des arachides à très forte acidité furent triturées en France. Mais les pertes effectives sont supérieures à celles qui résultent d'une simple règle de trois sur l'acidité libre de l'huile brute, même compte tenu du coefficient de neutralisation :

En effet, les huiles à forte acidité contiennent environ deux fois plus de produits secondaires d'oxydation, à chaîne longue, que les huiles normales.

Les huiles extraites de farinettes en contiennent quatre fois plus.

Il faudra donc non seulement éliminer les acides gras libres, mais les produits chromophores supplémentaires que peuvent

engendrer, sous l'influence des alcalis, les dicétones.

On sera donc obligé d'employer plus de terres décolorantes pour obtenir finalement un produit sans doute plus coloré (car les produits d'oxydation restant dans les huiles donnent généralement une couleur brunnâtre que l'on ne peut éliminer). Ce qui explique, sur le plan théorique, que les frais supplémentaires constatés industriellement en fonction de l'accroissement de l'acidité soient supérieurs aux pertes résultant de la seule neutralisation.

Le coefficient de pertes totales, qui est le rapport des pertes à l'acidité libre éliminée et qui, pour une installation donnée, devrait être sensiblement constant si l'acidité libre seule entrait en ligne de compte passe, d'une valeur moyenne de 1,96 au deuxième trimestre de l'année, époque à laquelle les usines traitent des graines fraîches, à 2,16 au quatrième, lorsqu'elles traitent des graines stockées depuis un an. Pendant ce temps, l'acidité augmente en moyenne de 1,48 à 3,84.

Enfin, et c'est peut-être là pour l'avenir le plus important, l'huile obtenue est, quels que soient les efforts du raffineur, de moins bonne qualité et se conservera moins bien que l'huile préparée à partir d'une graine saine. Si, en outre, les triènes conjugués font un jour l'objet d'une conclusion défavorable de la part des biologistes, de telles huiles subiraient alors une dépréciation considérable qui mettrait, surtout à l'époque du marché commun, les industriels obligés d'utiliser ces graines, dans un état d'infériorité grave vis-à-vis de leurs concurrents plus favorisés.

Il semble donc nécessaire d'envisager dès maintenant les mesures propres à assurer un stockage correct des graines d'arachide, et à réduire au maximum l'attaque des graines par les insectes qui s'accompagne de la formation de « farinettes » contenant une huile très altérée.

AUTRES METHODES

La spectrophotométrie visible, en permettant une meilleure étude des pigments, a certainement contribué dans chaque usine à la mise au point des conditions

optima de décoloration. La détermination trichromique de la couleur permettant d'exprimer la couleur d'une huile par un chiffre unique, pouvant être mesurée de façon assez simple avec des appareils à filtres a sans doute contribué également très efficacement à la définition des meilleures conditions de décoloration.

Mais les conséquences économiques en sont moins directement sensibles que celles d'une méthode très simple pour mesurer la couleur des suifs après saponification qui a été mise au point par le laboratoire de l'Institut des corps gras.

La mode étant aux savons très blancs, il est important pour les savonniers de ne pas acheter de suif oxydé qui donne, par saponification, des savons fortement colorés.

La mise au point d'une technique de comparaison directe de la couleur du savon obtenu avec une solution d'iode a permis de classer les suifs avec efficacité. L'Association Internationale de la Savonnerie a adopté cette technique.

Cette méthode qui mesure de très petites quantités de dicétones freine actuellement l'écoulement des surplus de la production américaine de suif en Europe.

Si nous n'avons pas encore évoqué ici l'une des plus puissantes des méthodes d'analyse, la spectrophotométrie infra-rouge, c'est que dans le domaine des corps gras ses répercussions économiques semblent plutôt du domaine du futur. Cependant dans une industrie voisine, celle des détergents, elle a eu une conséquence économique déjà considérable :

Les travaux remarquables qui ont permis l'identification des traces de détergents responsables du moussage des eaux de l'Ohio sont sans doute à l'origine de l'interdiction d'emploi des alkylarylsulfonates non biodégradables à partir du 1^{er} février 1964 en Allemagne fédérale. Cette interdiction risque d'être appliquée dans beaucoup d'autres pays et oblige les producteurs à chercher des matières premières de remplacement, soit alkylaryl biodégradable, soit détergents non ioniques.

Dans les industries des corps gras la

spectrophotométrie infra-rouge est surtout intéressante pour identifier et doser les esters gras insaturés sous forme trans : ceux-ci n'existent pas dans les corps gras végétaux et ne se trouvent qu'en faible quantité dans les corps gras animaux. En revanche l'hydrogénation s'accompagne d'une importante isométrie trans, caractérisée par l'apparition, sur les spectres infra-rouges, d'une forte bande d'absorption à 10,36 μ .

Ces isomères trans peuvent dépasser 30 % des acides insaturés restant dans le corps gras hydrogéné.

Comme les biologistes ont montré que, seul, l'acide linoléique cis était un acide essentiel, il se peut que les fabricants de graisse hydrogénée cherchent un jour à modifier les conditions opératoires actuellement suivies, pour limiter ou supprimer cette isomérisation parasite.

Cependant, comme les graisses hydrogénées sont rarement utilisées à l'état pur, les corps gras non hydrogénés apportent généralement de l'acide linoléique cis en quantité suffisante pour que le mélange fournisse à l'organisme les doses d'acide essentiel dont il a besoin.

Certains auteurs ont estimé que la spectrophotométrie infra-rouge permettait également la distinction des huiles réestérifiées des huiles naturelles :

Ces publications concernant surtout l'huile d'olive réestérifiée dont l'emploi dans l'alimentation est maintenant interdit en Italie, ne permettent, à notre avis, que la distinction des huiles réestérifiées mal préparées, c'est-à-dire celles directement préparées à partir d'huiles acides d'olive fortement oxydées : ces dernières contiennent, en effet, des dérivés trans qui n'existent pas en quantité décelable dans les huiles naturelles. Mais la spectrophotométrie infra-rouge ne permettant pas la détection certaine de moins de 1 % d'acides trans, des huiles réestérifiées, préparées à partir d'acides gras non oxydés et débarrassés des glycérides concrets, ne peuvent être différenciées des huiles normales.

Il faut d'ailleurs bien reconnaître que si ce que l'on sait de la toxicité des acides oxydés permet de se réjouir, a priori, de la

détection des huiles réestérifiées à partir de produits oxydés, seuls, les biologistes pourraient porter un jugement objectif sur la valeur des huiles réestérifiées à partir d'acides gras satisfaisants.

CONCLUSIONS

Ces quelques exemples ne prétendent nullement évoquer toutes les possibilités analytiques des méthodes modernes d'analyse, ni souligner toutes leurs répercussions économiques. Ils cherchent simplement à montrer à quel point, dans un domaine très complexe comme celui de la chimie des corps gras, l'introduction de ces méthodes a entraîné une évolution rapide.

La complexité de la composition des corps gras — le suif par exemple est constitué par les glycérides d'au moins 24 acides gras groupés trois par trois, sans compter les constituants de l'insaponifiable et les produits d'oxydation — n'a permis, pendant longtemps, qu'un contrôle analytique très élémentaire des matières premières et des produits fabriqués.

L'industrie des corps gras n'a donc pu progresser que par un empirisme dont l'efficacité pratique n'est pas discutable. Mais malgré son importance économique attestée par la production en 1961 de 380.658 tonnes d'huile et 80.000 tonnes environ de saindoux et de 113.400 tonnes de margarine, le manque de bases théoriques de ses méthodes de production la faisait considérer souvent, à tort, comme une industrie figée dans ses traditions.

L'introduction de ces méthodes modernes d'analyse, en permettant de déterminer rapidement la composition des corps gras, comme celle de leurs constituants mineurs a permis aux laboratoires d'usines de contrôler leurs fabrications à tous les stades et de suivre l'évolution des produits finis :

La chromatographie gazeuse dans le contrôle de la pureté, la spectrophotométrie ultra-violette dans celui de la qualité, ont modifié, en quelques années, les connaissances traditionnelles et ont défini avec beaucoup plus d'exactitude les problèmes de nutrition qui peuvent se poser et que l'industrie des corps gras sera amenée à résoudre sur le plan technique lorsque les biologistes et les zootechniciens auront indiqué clairement le but à atteindre.

Par ces quelques exemples, j'espère avoir montré à ceux d'entre vous qui n'en étaient pas convaincus, que la chimie analytique, et surtout la chimie analytique organique, n'est plus une simple accumulation de modes opératoires.

Grâce aux instruments que les physiciens ont mis à sa disposition, la connaissance de quelques principes théoriques en spectrophotométrie et en chromatographie en phase gazeuse, permet à l'analyste d'aborder et la plupart du temps de résoudre les problèmes nouveaux qui lui sont posés. Le laboratoire de chimie analytique cesse d'être un simple laboratoire de contrôle routinier pour devenir parallèlement au laboratoire de recherches, l'un des éléments essentiels de tout progrès technique.

Chromatographie en phase gazeuse

Généralités :

A.T. JAMES, J.P. MARTIN	<i>Biochem. J.</i>	1952	50	679
	<i>Analyst</i>	1952	77	915
P. CHOVIN	<i>Annal. Fraudes</i>	1958	51	258
P.G. GAROGLIO et Coll.	<i>Olearia</i>	1961	15	189
S. ANSELMi et Coll.	<i>Riv. Ital. Sostanze Gras.</i>	1961	38	436
A. PRÉVOT	<i>Bull. Soc. Chim.</i>	1962		667

Applications au contrôle de la pureté des corps gras :

B.H. GRAIG, N.L. MURTY	<i>J. Amer. Oil Chem. Soc.</i>	1959	36	549
G. WOLFF, J.P. WOLFF	<i>Rev. Française Corps gras</i>	1960	7	73
J.P. WOLFF	<i>Annal. Fraudes</i>	1960	618	318
S.F. HERB	<i>J. Amer. Oil Chem. Soc.</i>	1960	37	127
J.P. WOLFF	<i>Rev. Française Corps gras</i>	1961	8	677
F. PROVEDI, G. CIALLELA	<i>Rev. Ital. Sostanze Gras.</i>	1961	38	361
GRIECO	<i>Olearia</i>	1962	16	11
	<i>Olearia</i>	1962	16	122
P. POY	<i>Riv. Ital. Sostanze Gras.</i>	1962	39	137
S.F. HERB	<i>J. Amer. Oil Chem. Soc.</i>	1962	39	142
M. KUZDZAL, C. PAQUOT	<i>Annal. Fraudes</i>	1962	55	9

Spectrophotométrie ultra-violette

Généralités :

E.H. FARMER, H.P. KOCH, D.A. SUTTON	<i>J. Chem. Soc.</i>	1943		541
R.T. HOLMAN, W.O. LUNDBERG, G.O. BURR	<i>J. Amer. Chem. Soc.</i>	1945	65	1936
R.T. HOLMAN	<i>Progress in the chemistry of fats</i> , London (1954)			
J.P. WOLFF	<i>Rev. Française Corps gras</i>	1954	1	215
H. SEPTHON, D.A. SUTTON	<i>J. Amer. Oil Chem. Soc.</i>	1956	33	263
C. DRAP, S. BONJOUR, M. NAUDET	<i>Rev. Française Corps gras</i>	1961	8	215
J. RAULIN, C. LORIETTE, A. PRÉVOT,				
C. DE FROMONT, F. CABEZA	<i>Rev. Française Corps gras</i>	1962	9	75

Application à la distinction des corps gras vierges et raffinés :

J.P. WOLFF	<i>Rev. Française Corps gras</i>	1956	3	17
A. UZZAN	<i>Rev. Française Corps gras</i>	1956	3	9
H.P. KAUFMAN et Col.	<i>Fette u. Seifen</i>	1956	58	995
H. FOSCHINI, N. MINUTELLI	<i>Rassegna Chimica</i>	1957	9	10
P. MONTEFREDINE, L. LAPORTA	<i>Oli. Min. Grassi & Saponi</i>	1959	36	31
C. SPITERI et Coll.	<i>Annal. Fraudes</i>	1962	55	12

Spectrophotométrie Infra-Rouge

J. LECOMTE	<i>Oléagineux</i>	1950	5	652
		1957	12	281
A. BERTON	<i>Oléagineux</i>	1951	6	72
J. CHOUTEAU	<i>Rev. Française Corps gras</i>	1961	8	267
M. NAUDET	<i>Bull. Soc. Chim. France</i>	1962		664

Mesure de la couleur :

E. SAMBUC, M. NAUDET	<i>Rev. Française Corps gras</i>	1956	3	425
		1960	7	21
E. SAMBUC	<i>Thèse Marseille</i>	1957		
M. LOURY	<i>Rev. Française Corps gras</i>	1957	4	206

Le Président de la Société, Directeur-Gérant : J. LECOMTE

D. P. n° 1080

Le CENTRE de DOCUMENTATION du CENTRE NATIONAL de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE

15, quai Anatole-France, PARIS-VII* - Tél. : SOLfério 93-39 +

Le Centre de Documentation du C.N.R.S. publie mensuellement un « BULLETIN SIGNALÉTIQUE » en plusieurs fascicules dans lesquels figurent sous la forme de courts extraits classés par matières, tous les travaux scientifiques et techniques publiés dans le monde entier.

Quatre fascicules d'entre eux sont consacrés à la Philosophie et aux Sciences Humaines et paraissent trimestriellement.

Cette revue bibliographique, l'une des plus importantes du monde signale, chaque année, 250.000 articles et mémoires. On trouvera ci-dessous le détail de ces fascicules.

Le Centre de Documentation du C.N.R.S. fournit également la reproduction sur MICROFILM ou sur PAPIER des articles analysés dans le « BULLETIN SIGNALÉTIQUE » ou des articles dont la référence bibliographique précise lui est fournie.

Expérimentateurs, Ingénieurs et Techniciens peuvent ainsi bénéficier, sans quitter leur laboratoire ou leur bureau, d'une documentation abondante et rapide.

TARIF DES ABONNEMENTS AU BULLETIN SIGNALÉTIQUE

FASCICULES

PRIX

		France	Etranger
		30 NF	35 NF
	1. MATHÉMATIQUES	40 -	45 -
	2. ASTRONOMIE, ASTROPHYSIQUE, PHYSIQUE DU GLOBE	40 -	45 -
	3. PHYSIQUE I. Généralités. Physique mathématique. Mécanique. Acoustique. Optique. Chaleur. Thermodynamique	50 -	55 -
	4. PHYSIQUE II. Electricité	40 -	45 -
	5. PHYSIQUE NUCLÉAIRE. Noyaux. Particules. Energie atomique	40 -	45 -
	6. STRUCTURE DE LA MATIÈRE. Cristallographie. Solides. Fluides. Atomes. Ions. Molécules	40 -	45 -
	7. CHIMIE I. Chimie générale. Chimie physique. Chimie minérale. Chimie analytique. Chimie organique	100 -	105 -
	8. CHIMIE II. Chimie appliquée. Métallurgie	80 -	85 -
	9. SCIENCES DE L'INGÉNIEUR	60 -	65 -
	10. SCIENCES DE LA TERRE I. Minéralogie. Géochimie. Pétrographie	25 -	30 -
	11. SCIENCES DE LA TERRE II. Physique du Globe. Géologie. Paléontologie.	40 -	45 -
	12. BIOPHYSIQUE. BIOCHIMIE. Chimie analytique biologique	40 -	45 -
	13. SCIENCES PHARMACOLOGIQUES. TOXICOLOGIE	40 -	45 -
	14. MICROBIOLOGIE. VIRUS. BACTÉRIOPHAGES. IMMUNOLOGIE. GÉNÉTIQUE	40 -	45 -
	15. PATHOLOGIE GÉNÉRALE ET EXPÉRIMENTALE	60 -	65 -
	16. BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES	100 -	105 -
	17. BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES	50 -	55 -
	18. SCIENCES AGRICOLES. ZOOTECHNIE. PHYTIATRIE ET PHYTOPHARMACIE. ALIMENTS ET INDUSTRIES ALIMENTAIRES	60 -	65 -
	19. PHILOSOPHIE. SCIENCES HUMAINES. Philosophie. Sciences religieuses. Archéologie et Histoire de l'Art. Psychologie. Pédagogie. Sociologie. Sciences du Langage. Histoire des Sciences et des Techniques	80 -	85 -
	20. PSYCHOLOGIE. PÉDAGOGIE (1)	30 -	35 -
	21. SOCIOLOGIE ET SCIENCES DU LANGAGE (1)	30 -	35 -
	22. HISTOIRE DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES (1)	20 -	25 -
	Abonnement pour les fascicules groupés 1 à 11	250 -	290 -
	Abonnement pour les fascicules groupés 12 à 18	250 -	290 -

- Dans ces prix sont compris les index « auteurs » et « matières » correspondant à chacune des rubriques.
- Une réduction de 25 % sera accordée sur le montant des abonnements à 2 fascicules et plus.
- La même remise sera consentie aux abonnés qui désirent plusieurs exemplaires d'un même fascicule.
- Une remise de 50 % sur le tarif des abonnements est accordée aux personnels du C.N.R.S. et des Etablissements universitaires français. Pour en bénéficier, les abonnés doivent adresser leur commande directement à nos bureaux. Cependant cette réduction ne peut être cumulée avec la remise de 25 % indiquée ci-dessus.
- Lorsqu'il s'agit d'un abonnement réglé par un Laboratoire ou un Institut, la commande doit être accompagnée d'un bon de commande de l'établissement.

(1) Les fascicules spécialisés, numérotés 20-21-22, sont regroupés dans le fascicule 19.

PRODUITS CHIMIQUES

pour
**INDUSTRIE
PHARMACIE
PARFUMERIE
AGRICULTURE**

MATIÈRES PLASTIQUES

"RHODOÏD" Acétate de Cellulose

"RHODOPAS" Résines vinyliques

"RHODORSIL" Silicones

"RHODESTER" Résines polyester

"MANOLÈNE" Polyéthylène basse pression
(FABRIQUE PAR LA MANUFACTURE NORMANDE DE POLYÉTHYLÈNES)

"ALAMASKS" Agents neutralisants des mauvaises odeurs

PIGMENTS MINÉRAUX pour matières plastiques

DIV. 12.1

SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES

**RHÔNE
POULENC**

21, RUE JEAN-GOUJON, PARIS VIII^e - TÉL. : ALMa 40-00

6416

**SOCIÉTÉ CHIMIQUE
DE
LA GRANDE PAROISSE**
AZOTE ET PRODUITS CHIMIQUES

Société Anonyme au capital de 19.595.800 F
8 RUE COGNACQ - JAY - PARIS 7^e - TEL. INV 44-30

AMMONIAQUE - ALCALI - ENGRAIS AZOTES

ENGINEERING - CONSTRUCTION D'USINES

HYDROGENE

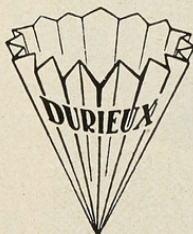
GAZ de VILLE - GAZ de SYNTHÈSE

AMMONIAQUE

ACIDE NITRIQUE

ENGRAIS AZOTES

LES FILTRES DURIEUX



PAPIER A FILTRER

En disques, en filtres plissés, en feuilles 52x52

SPECIALITÉS :

FILTRES SANS CENDRES

N^{os} 111, 112 et Crêpé N^o 113 extra-rapide

Filtres Durcis n^o 128 & Durcis sans cendres n^o 114

Cartouches pour extracteurs de tous systèmes

PAPIER "CRÊPÉ DURIEUX"

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

Registre du Comm. de la Seine N^o 722.521-2-3

Téléphone : ARCHIVES 03-51

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

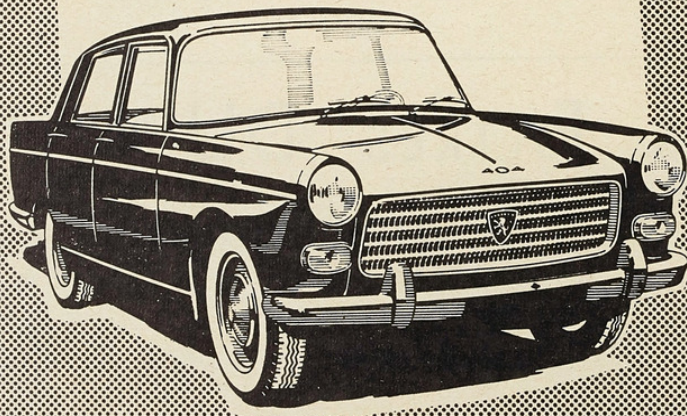
20, rue Malher. PARIS (4^e)

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





**LA QUALITÉ QU'ON
NE DISCUTE PAS**



PEUGEOT

LA PUBLICITÉ FRANÇAISE 0.142

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°)
TÉLÉPHONE : EUROPE 31-00
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : TROCHIM PARIS

E N T R E P R I S E S
BOUSSIRON

10, Boulevard des Batignolles, PARIS-17°
ALGER - CASABLANCA

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

TRAVAUX PUBLICS
BÉTON ARMÉ ET PRÉCONTRAIT
CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

**machines à écrire
machines comptables
duplicateurs
photocopie**



A toute entreprise qui modernise
son équipement mécanographique

JAPY

offre la solution rationnelle et
économique.

Des spécialistes sélectionnés et for-
més par JAPY assurent l'entretien
des machines dans le monde entier.
Société de Mécanographie JAPY
6, rue de Marignan - PARIS 8^e -
BAL. 44-94

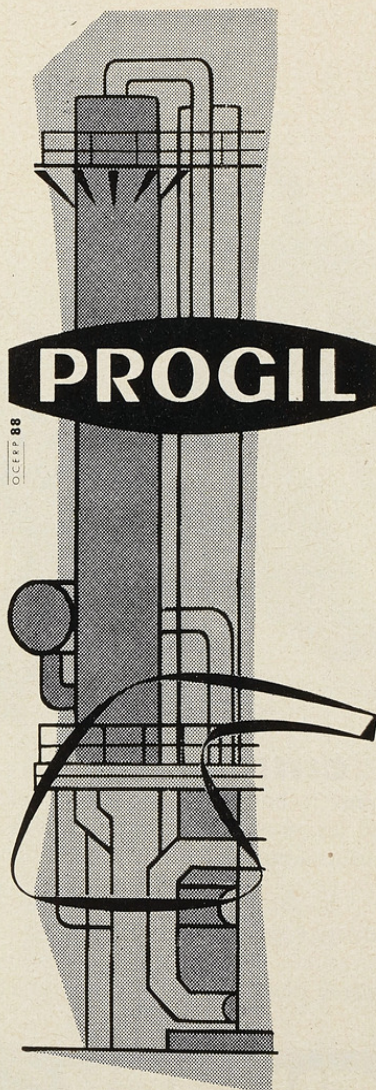
**APPAREILS DE LABORATOIRE
ET MACHINES INDUSTRIELLES**

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 ;
Etude 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^e)



Produits
chimiques
industriels

77-79, RUE DE MIROMESNIL, PARIS 8°
LAB. 91-60



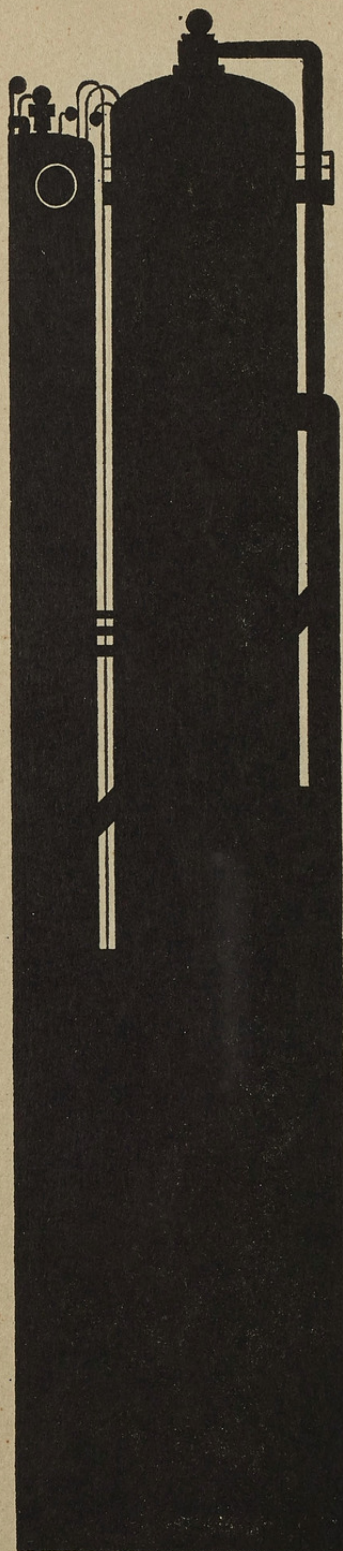
PECHINEY, grâce à l'ampleur de ses moyens techniques et industriels, ne cesse de multiplier les produits indispensables aux industries de transformation les plus diverses.

En fait, il n'est guère aujourd'hui de secteurs industriels qui n'utilisent une ou plusieurs de ses fabrications, qu'il s'agisse des alliages légers, des matières plastiques ou des produits chimiques.

PECHINEY

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 423 304 600 NF
23, RUE BALZAC - PARIS 8^e - CARnot 54-72

27000117



ÉTABLISSEMENTS
KUHLMANN

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 197.888.550 F

25, BOULEVARD DE L'AMIRAL BRUX - PARIS (XVI^e)

TÉL : KLEBER 50-50 + • KLEBER 50-10 +

TELEX : ETAKUHLM - PARIS 27.640



**PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS ET AGRICOLES**



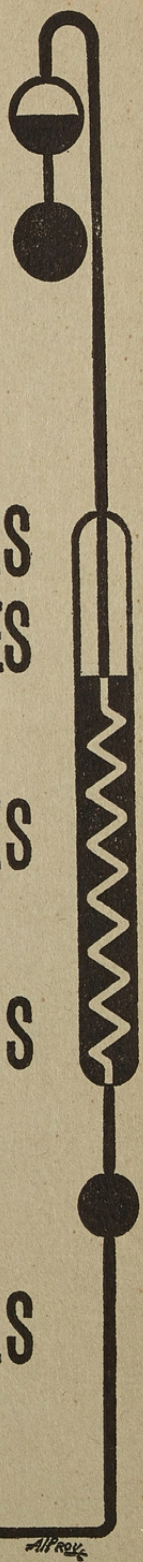
PRODUITS ORGANIQUES



**RÉSINES ET MATIÈRES
PLASTIQUES**



TEXTILES ARTIFICIELS



K 3

Alfred

