

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

	1967, n° 4 (oct.-déc.)
	1968, n° 1
	1968, n° 2
	1968, n° 3
	1968, n° 4
	1969, n° 1 (janv.-mars)
	1969, n° 2
	1969, n° 3
	1969, n° 4
	1970, n° 1
	1970, n° 2
	1970, n° 3
	1970, n° 4
	1971, n° 1
	1971, n° 2
	1971, n° 4
	1972, n° 1
	1972, n° 2
	1972, n° 3
	1972, n° 4
	1973, n° 1
	1973, n° 2
	1973, n° 3
	1973, n° 4
	1974, n° 1
	1974, n° 2
	1974, n° 3
	1974, n° 4
	1975, n° 1
	1975, n° 2
	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	1961, n° 4 (oct.-déc.)
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1961

Collation	1 vol. (p. [85]-100) : ill. ; 27 cm
Nombre de vues	30
Cote	INDNAT (57)
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.57

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

1961

N° 4

Revue trimestrielle

N° 4 : OCTOBRE - DÉCEMBRE 1961

SOMMAIRE ET RÉSUMÉS DES ARTICLES

**PROGRÈS RÉCENTS EN SPECTROPOLARIMÉTRIE
(MÉTHODES PHOTOÉLECTRIQUES)**

par M. Jacques BADOZ 85

Depuis quelques années l'étude de la variation du pouvoir rotatoire naturel avec la longueur d'onde de la lumière (dispersion rotatoire) prend un essor considérable.

Le pouvoir rotatoire des substances actives varie en effet notablement avec la longueur d'onde de la lumière. L'allure de cette variation est souvent caractéristique de la structure et de la configuration des molécules étudiées. Le développement récent de méthodes photoélectriques nouvelles a permis la mesure de faibles pouvoirs rotatoires dans un intervalle étendu de longueurs d'ondes (6.000 à 2.500 Å) et a augmenté la facilité et la rapidité des mesures.

Des exemples caractéristiques de l'emploi de la dispersion rotatoire sont donnés. Le principe des méthodes de mesures employées et les performances obtenues sont exposés, les perspectives de développement (mesure du dichroïsme) sont indiquées.

LA COLORIMÉTRIE ET SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

par M. le Professeur Y. LE GRAND 93

Le problème de la couleur est bien ancien, mais reste actuel et même important pour l'industrie. Après un bref rappel historique, on expose les bases de la colorimétrie, technique du repérage précis des couleurs, et on en décrit quelques applications, aux problèmes pratiques de tolérances et d'échantillonnage notamment. Après un rappel des curieux phénomènes d'anomalies dans la vision colorée (daltonisme), on termine par un exposé des théories actuelles de la perception des couleurs.



PRIX ET MÉDAILLES ATTRIBUÉS POUR L'ANNÉE 1960 99

INDEX DES NOMS D'AUTEURS 101

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

Le n° : 7,50 NF

C. C. P. Paris n° 618-48

PROGRÈS RÉCENTS EN SPECTROPOLARIMÉTRIE ⁽¹⁾ (Méthodes photoélectriques)

par M. Jacques BADOZ

Maître de Recherches au C.N.R.S.,

Chargé de Conférences à l'Ecole Supérieure de Physique et Chimie.

1. - La spectropolarimétrie est la méthode d'étude de la variation du pouvoir rotatoire présenté par des substances actives, en fonction de la longueur d'onde de la lumière utilisée pour faire la mesure.

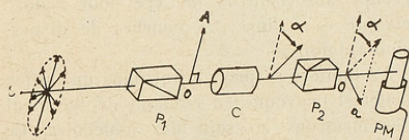


Fig. 1

La lumière naturelle (fig. 1) issue d'une source usuelle (lampe à vapeur de Na, de Hg...) qui traverse un prisme polariseur est transformée en lumière polarisée dont la vibration OA reste parallèle à une direction fixe. Cette vibration après traversée d'une substance active en solution tourne d'un angle α . Un second prisme analyseur ne laissant passer que les vibrations perpendiculaires à OA, laissera passer une vibration d'amplitude $Oa = OA \sin \alpha$. La cellule photoélectrique mesurera le flux lumineux incident $\phi = Oa^2 = OA^2 \sin^2 \alpha = \phi_0 \sin^2 \alpha$. La mesure du courant photoélectrique proportionnel à ϕ sera une mesure de α . L'angle de rotation dépend évidemment de la substance utilisée mais aussi de l'épaisseur de liquide traversée et de la concentration de la solution auxquelles α est proportionnel.

On définit alors le pouvoir rotatoire spécifique

$$[\alpha] = \frac{\alpha \text{ degré}}{l_{dm} \cdot c_{gr/cm^3}}$$

et le pouvoir rotatoire moléculaire

$$[M] = \frac{100 \alpha \text{ degrés}}{l_{cm} \cdot c_{molgr/litre}}$$

ces grandeurs sont maintenant indépendantes de la longueur et de la concentration.

Lorsque la longueur d'onde de la lumière qui a servi à mesurer α , varie, on observe une variation corrélative de $[\alpha]$. C'est la dispersion rotatoire.

On peut schématiquement distinguer trois aspects de la variation de $[\alpha]$ dans l'intervalle spectral étudié (fig. 2).

La substance étudiée ne présente pas de bande d'absorption dans l'intervalle spec-

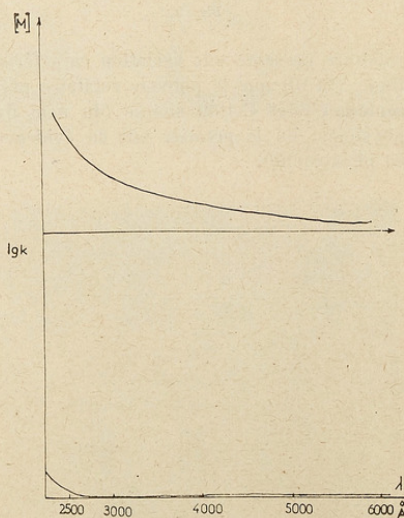


Fig. 2

(1) Conférence faite le 27 avril 1961 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

tral étudié : on observe alors généralement une variation lente du pouvoir rotatoire.

La substance étudiée (fig. 3) présente une bande d'absorption simple. Le pouvoir

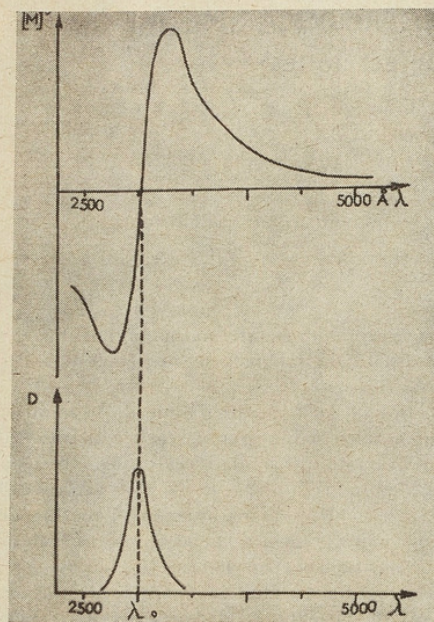


Fig. 3

rotatoire présente une variation caractéristique. On dit que le pouvoir rotatoire présente un effet Cotton simple (du nom du physicien qui le premier mit en évidence ce phénomène).

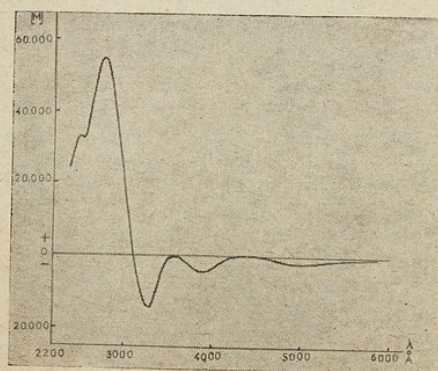


Fig. 4

Lorsque (fig. 4) plusieurs bandes d'absorption co-existent dans l'intervalle spectral étudié : la courbe de variation du pouvoir rotatoire avec λ ou courbe de dispersion rotatoire prend un aspect plus complexe. On a addition des différents effets Cotton simples correspondant aux différentes bandes d'absorption.

Si Fresnel a interprété l'apparition du pouvoir rotatoire comme un inégal ralentissement des deux vibrations circulairement polarisées à droite et à gauche, en lesquelles on peut toujours décomposer une vibration polarisée rectiligne, c'est Pasteur qui a démontré que le pouvoir rotatoire des solutions était lié à une dissymétrie de l'édifice moléculaire tandis que Cotton a montré l'importance de la présence d'un groupe absorbant la lumière pour rendre compte de l'allure des courbes de dispersion rotatoire.

La lumière se propageant dans un milieu matériel provoque en effet un déplacement des électrons au sein des molécules. Ce déplacement devient particulièrement important au voisinage de certaines longueurs d'ondes caractéristiques d'une partie de la molécule, le groupe chromophore. Pour ces longueurs d'ondes il y a absorption du rayonnement.

Si, par ailleurs, la répartition des atomes autour du groupe chromophore est dissymétrique, les déplacements des charges ou transitions ne seront pas exactement les mêmes pour deux lumières polarisées circulairement à droite ou à gauche. On aura un inégal ralentissement de ces deux vibrations, ce qui se manifeste par le pouvoir rotatoire. Mais comme les déplacements de charges deviennent particulièrement importants au voisinage des longueurs d'onde d'absorption, le pouvoir rotatoire prendra alors des valeurs notables.

Remarquons que seuls les atomes assez proches du groupe chromophore induiront une dissymétrie assez importante pour influencer la dispersion rotatoire.

2. - Voyons rapidement les propriétés des courbes de dispersion rotatoire.

2.1 - La forme des courbes de dispersion rotatoire est très sensible aux modifications de structure de la molécule. Considérons par exemple des molécules de

même forme, mais dont le groupement chromophore occupe différentes positions par rapport aux divers centres asymétriques. Ici le groupe chromophore est $C=O$ dont nous étudions la transition à 2900 Å. Les courbes sont profondément modifiées par déplacement du groupe $C=O$ (fig. 5).

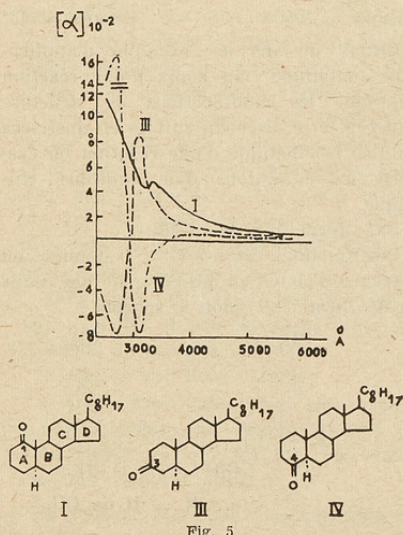


Fig. 5

2.2 - Les courbes de dispersion rotatoire sont très sensibles à la forme des molécules. Lorsqu'on déforme une molécule on modifie en effet la répartition des atomes autour du chromophore (fig. 6) :

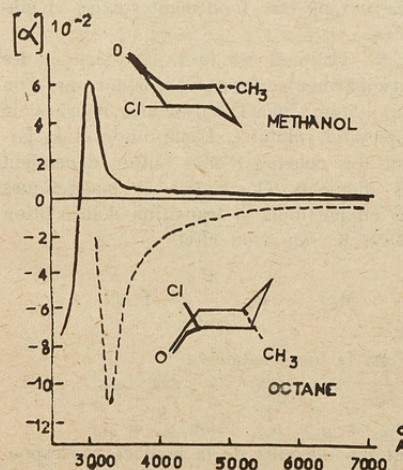


Fig. 6

la trans-2-chloro-5-méthyl cyclohexanone peut prendre les deux conformations représentées (CH_3 et Cl équatoriaux dans le méthanol, ou axiaux dans l'octane).

2.3 - La forme des courbes dépend évidemment de la présence d'un groupe chromophore. Si nous considérons deux molécules presque identiques différant seulement par la présence d'un groupement chromophore, la première molécule produira une courbe présentant un effet Cotton, la seconde une courbe sans accident (semblables respectivement aux courbes fig. 3 et 2).

3. - Applications pratiques de ces propriétés.

3.1 - Puisque la dispersion rotatoire dépend beaucoup de la structure de la molécule, l'étude de la dispersion rotatoire d'un produit permettra de déterminer parfois cette structure (fig. 7).

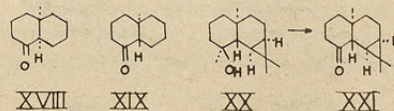
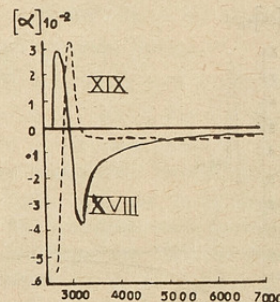


Fig. 7

La cis-10-méthyl-1-décalone (XVIII) et la trans-méthyl-1-décalone (XIX) ne diffèrent que par l'orientation de l'hydrogène voisin du chromophore (en 6). Dans la première cétone H est en dessous du plan de la figure, dans la deuxième, H est en dessus. Il correspond respectivement à ces deux conformations, les courbes XVIII et XIX.

Si maintenant je veux étudier le maaliol XX et que je désire connaître la position

de cet hydrogène en 6, est-il au-dessus comme nous l'avons dessiné, ou en dessous du plan de la figure ?

Pour le savoir, oxydons le maaliol XX en normaaliol XXI.

La courbe de dispersion rotatoire du normaaliol obtenu est semblable à celle de la trans méthyl décalone XIX, la position de H est la même dans les deux cas. Remarquons que les atomes de la molécule de normaaliol suffisamment éloignés du chromophore (cycle propanique en 4-5) sont sans action notable sur la dispersion rotatoire.

Bien entendu, cette méthode peut s'appliquer à de nombreuses autres molécules et a permis des déterminations très rapides dans certains cas particulièrement difficiles.

3.2 - Les applications analytiques ne sont pas moins variées (fig. 8) :

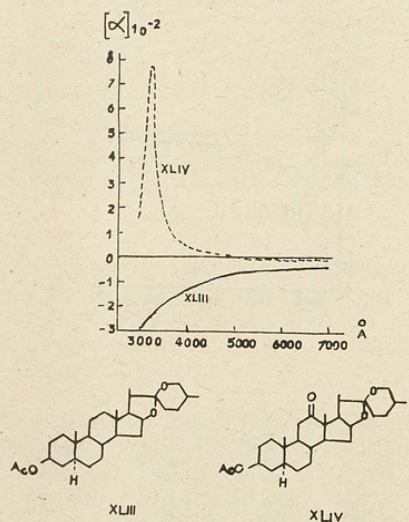


Fig. 8

L'hécogénine XLIV est utilisée dans la fabrication de la cortisone. Elle est généralement accompagnée de la tigogénine XLIII, car elles sont extraites toutes deux de la même plante. Leurs formules sont très semblables, l'hécogénine possède un groupe chromophore $C=O$, elle présentera donc un effet Cotton. La tigogénine, privée du groupe chromophore, aura une courbe de dispersion rotatoire simple.

La connaissance de la courbe de dispersion rotatoire des produits purs permet de choisir la longueur d'onde où le pouvoir rotatoire de ces deux substances présentera la plus grande différence et permettra donc leur dosage relatif avec la plus grande sensibilité.

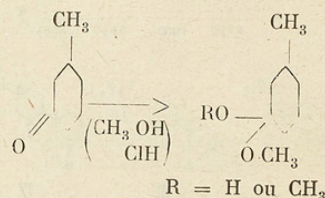
$$[\Delta \alpha]_{3125} = 1050^\circ$$

$$[\Delta \alpha]_D = 53^\circ$$

Citons un dernier exemple d'application analytique : au cours d'une réaction chimique les modifications de structure pourront être aisément suivies et ainsi sera étudiée la cinétique d'une réaction ou évaluées les conditions d'un équilibre chimique.

Ex. : formation de cétals.

Les fonctions cétones $C=O$ donnent en présence d'alcool en milieu acide des cétals ou des hémicétal selon le schéma



qui ne contient plus de chromophore, donc présentera au voisinage de la bande d'absorption un pouvoir rotatoire très inférieur à celui de la cétone mère. La proportion d'acétal dans la cétone initiale sera facilement mesurée. Les réactions de ce type ont pu être facilement suivies et étudiées.

3.3 - Enfin il ne faut pas négliger les renseignements d'ordre théorique que l'on peut obtenir par l'analyse des courbes de dispersion rotatoire. L'amplitude et la largeur des courbes d'effet Cotton dépendent des moments électriques et magnétiques mis en jeu dans la transition d'absorption active, K ; on a en effet

$$[M_K] = R_K \frac{\lambda^0 K}{\Delta^0 K} \cdot f(\lambda)$$

R_K est la force rotatoire

$R_K = \overset{\overset{K}{\rightarrow}}{\mu_e} \cdot \overset{\overset{K}{\rightarrow}}{\mu_m}$ où $\overset{\overset{K}{\rightarrow}}{\mu_e}$ et $\overset{\overset{K}{\rightarrow}}{\mu_m}$ sont les éléments de la matrice correspondant à la transition K ,

λ^0_K est la longueur d'onde du maximum de dichroïsme ou en zéro [M]
 Δ^0_K est la largeur de la bande de dichroïsme [1] (1).

Pour de nombreux autres exemples on consultera [1], [2].

Toutes ces applications se trouvaient en germe dans les travaux de Cotton, de Bruhat et de leurs élèves et dans ceux de nombreux autres physiciens français parmi lesquels M. le Professeur Lucas et spécialement M. le Professeur J.-P. Mathieu qui a joué un rôle précurseur important dans cette voie. Il faut bien reconnaître cependant que l'étude de la dispersion rotatoire n'a subi un essor important et ne s'est introduite dans les laboratoires de chimie que depuis moins de 5 ans.

Longtemps, en effet, les mesures sont restées difficiles et peu sensibles, faute d'instruments de mesures adéquats.

A cela on voit deux raisons :

1) les bandes d'absorption des corps organiques actifs sont souvent situées dans l'ultraviolet, ce qui interdit les mesures visuelles d'effet Cotton.

2) Puisque l'on étudie la dispersion rotatoire en région d'absorption, l'intensité de la lumière qui émerge du milieu actif est considérablement affaiblie et la sensibilité de la mesure visuelle ou photographique devient alors très mauvaise.

Grâce à l'emploi des photomultiplicateurs d'électrons et au développement d'une méthode de détection hétérodyne, on peut maintenant étudier un domaine spectral étendu (2 500-6 000 Å) et surtout obtenir une sensibilité suffisante : meilleure que 10^{-3} degré.

Considérons (fig. 9) le principe d'un appareil photoélectrique récent [3].

une source et un monochromateur délivrent un flux de lumière parallèle monochromatique. Un polariseur P_1 laisse seulement passer une vibration parallèle à une direction A. L'analyseur P_2 ne laissera passer que les vibrations de direction perpendiculaire à A (P_1 et P_2 sont croisés). En l'absence de tout autre dispositif le flux lumineux arrivant sur la cellule à multiplicateur est le flux lumineux parasite, $\mathcal{O}_p$, inhérent à tout montage polarimétrique. Si maintenant j'ajoute entre polariseur et analyseur, trois cuves, la première contenant la substance active qui fait tourner la vibration d'un angle α à mesurer, puis deux autres contenant des milieux actifs produisant des rotations respectivement α_c et α_m , le flux lumineux arrivant sur la phot cellule est proportionnel à

$$\mathcal{O} = \mathcal{O}_0 \sin^2 [(\alpha + \alpha_c) + \alpha_m] + \mathcal{O}_p$$

ainsi que nous l'avons vu.

Si α , α_c et α_m sont petits, nous avons

$$\mathcal{O} \approx \mathcal{O}_0 (\alpha + \alpha_c)^2 + 2(\alpha + \alpha_c)\alpha_m + \alpha_m^2 + \mathcal{O}_p$$

Si α_m est assez grand, $\mathcal{O}_0 (\alpha + \alpha_c)^2$ et $\mathcal{O}_p$ sont négligeables devant les autres termes.

Enfin, si α_m est de la forme $\alpha_{om} \cdot \cos \omega t$, le flux lumineux varie périodiquement à la pulsation ω avec une composante proportionnelle à $2\mathcal{O}_0 \cdot (\alpha + \alpha_c) \cdot \alpha_{om}$ et à la pulsation double 2ω avec une composante α_{om}^2 .

A l'aide d'un amplificateur sélectif on ne mesurera que le premier terme d'amplitude $2\mathcal{O}_0 (\alpha + \alpha_c) \alpha_{om}$ et de pulsation ω .

Remarquons que ce terme est proportionnel à α l'angle à mesurer et à α_{om} l'angle de modulation que l'on peut prendre assez

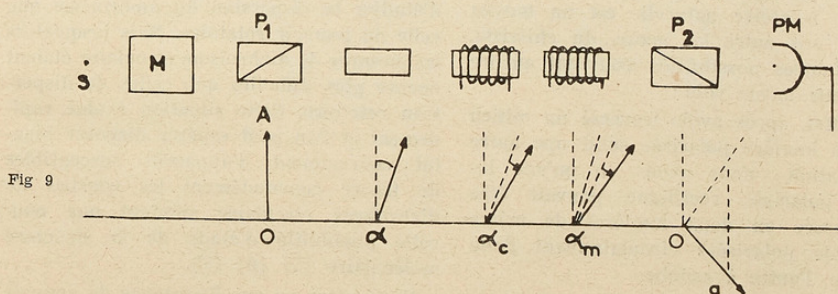


Fig 9

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

grand. Cela correspond à une détection hétérodyne du phénomène à mesurer [4].

Lorsque la condition $\alpha_c = -\alpha$ est réalisée, le terme mesuré s'annule, ce que l'on peut facilement déceler. Si l'on sait aisément mesurer α_c on aura alors réalisé une mesure de zéro avec tous les avantages corrélatifs : indépendance de la mesure à l'égard des fluctuations des luminances de la source, du gain des amplificateurs...

Pratiquement α_m et α_c sont produits grâce au pouvoir rotatoire magnétique :

Lorsque la lumière polarisée chemine dans la matière parallèlement à un champ magnétique, sa direction de polarisation change. La rotation ainsi introduite est proportionnelle au champ H , donc au courant électrique qui le produit.

L'angle de modulation α_m sera donc produit par un courant alternatif de pulsation ω parcourant une bobine entourant par exemple une cuve remplie d'eau, l'angle de compensation α_c par un courant i_c continu parcourant une bobine semblable. La mesure de i_c qui annule le signal sera donc une mesure aisée de α , l'angle de rotation de la substance active.

Les performances pratiques d'un appareil de ce type sont :

- domaine spectral : 2 400-6 000 Å ;
- bande spectrale : 20 Å ;
- sensibilité meilleure que 10^{-3} degrés ;
- rotation compensée 1° .

Par conséquent, avec une sensibilité dix fois plus grande un domaine spectral beaucoup plus étendu peut être exploré beaucoup plus rapidement que par les anciennes méthodes visuelles ou photographiques.

La mesure courante de la dispersion du pouvoir rotatoire naturelle est un moyen efficace mis entre les mains du chimiste, mais d'autres possibilités s'ouvrent encore dans cette même voie :

En effet, après avoir traversé un milieu actif, la lumière polarisée subit une autre modification ; nous avons vu qu'une lumière polarisée rectiligne pouvait être décomposée en deux lumières de même amplitude polarisées circulairement l'une à droite, l'autre à gauche.

Fresnel a rendu compte du pouvoir rotatoire en supposant que ces deux vibra-

tions circulaires étaient inégalement ralenties par la traversée du milieu. Cotton a montré qu'elles étaient inégalement absorbées (c'est le dichroïsme circulaire). Si K_d et K_g sont les coefficients d'absorption de ces deux vibrations et si l'on trace $K_d - K_g$ en fonction de λ en même temps que $[\alpha]$ ou $[M]$ on obtient les courbes suivantes, dans le cas d'une seule bande active.

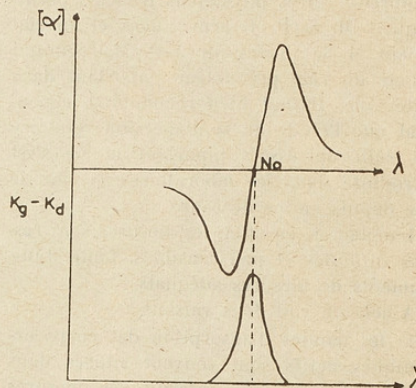


Fig. 10

Ces deux courbes (fig. 10) se déduisent l'une de l'autre et la connaissance de l'une donne les mêmes informations que la connaissance de l'autre. Il revient donc en principe au même d'étudier la dispersion rotatoire ou la variation du dichroïsme proportionnel à $K_d - K_g$, mais on voit que le domaine spectral dans lequel le dichroïsme est notable est plus restreint que celui dans lequel il en est de même pour le pouvoir rotatoire. Pour étudier des bandes multiples et pour distinguer l'influence de chacune d'elles il sera alors plus commode d'étudier la dispersion du dichroïsme que celle du pouvoir rotatoire. Mais jusqu'alors les mesures de dichroïsme circulaire étaient encore plus difficiles que celles de dispersion rotatoire. Cette situation évolue rapidement et l'on peut espérer disposer bientôt couramment d'appareils susceptibles de tracer commodément les courbes de dichroïsme circulaire ajoutant une nouvelle possibilité d'étude de la structure moléculaire [5] [6] [7].

Nous avons vu que l'existence de pouvoir rotatoire ou de dichroïsme circulaire était

lié à la dissymétrie des molécules étudiées. Ceci limite évidemment le champ d'application de ces méthodes aux molécules naturellement dissymétriques. Cependant on peut créer artificiellement une dissymétrie dans la répartition des charges électroniques dans les molécules, par exemple à l'aide d'un champ magnétique extérieur. On peut espérer que l'étude de la dispersion rotatoire ou du dichroïsme circulaire magnétique ainsi créé permettra d'étendre aux molécules symétriques certains résultats acquis pour les molécules naturellement actives. Les méthodes que nous avons décrites gagneront encore en généralité et en efficacité.

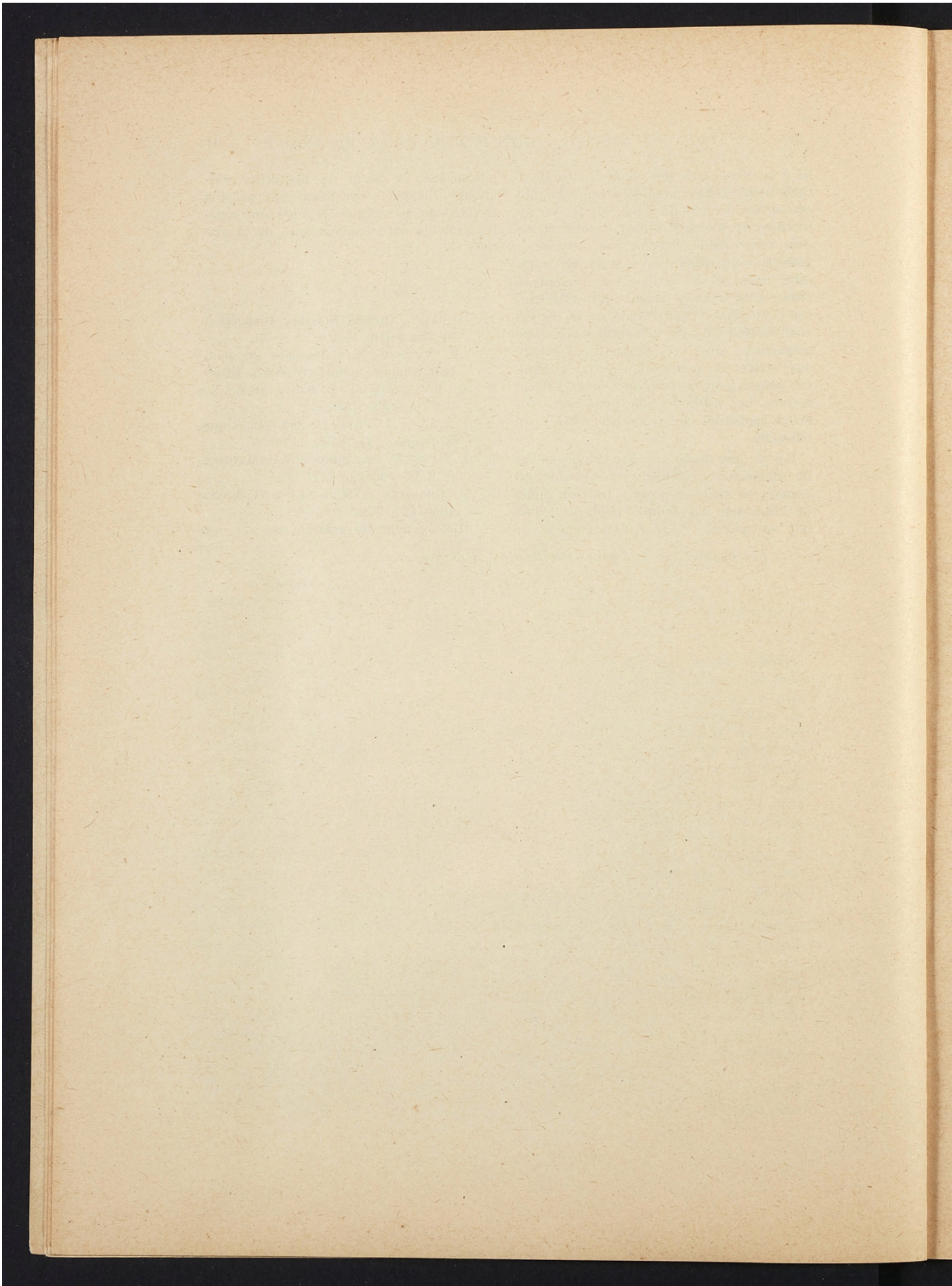
Il y a plus de 60 ans que le phénomène de dispersion rotatoire « anormal » est connu ; ce sont les progrès technologiques de l'industrie des cellules photoélectriques qui ont permis l'exploitation étendue du

phénomène au profit de l'industrie chimique organique. Cependant ces progrès technologiques ont permis aussi une amélioration de notre connaissance de la matière.

BIBLIOGRAPHIE

1. DJERASSI : Optical Rotatory Dispersion Mc Graw Hill 1960.
2. J.P. MATHIEU : Les Théories du pouvoir rotatoire naturel (C.N.R.S. 1946).
3. M. BILLARDON et J. BADOZ (C.R.A.S., 248, p. 2466-2468).
4. J. BADOZ : J. Phys. et Rad. (Physique Appliquée), 17, 1956, p. 143 A.
5. J. BADOZ, M. BILLARDON et J.P. MATHIEU (C.R.A.S., 251, p. 1477-79).
6. M. GROSJEAN et M. LEGRAND (C.R.A.S., 1960, 251, 2150).
7. Dichrographe ROUSSEL-JOUAN.

Les figures 5, 6, 7, 8 sont extraites de 1. (Djerassi).



LA COLORIMÉTRIE ET SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES ⁽¹⁾

par M. Yves LE GRAND,

*Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle,
Président de l'Association Française de Colorimétrie.*

Depuis que l'homme existe, il a dû s'émerveiller de la couleur, cette parure du monde ; les mystères n'en sont pas totalement éclaircis, mais nous possédons un schéma assez satisfaisant dans l'ensemble. D'autre part, la couleur n'est pas seulement un problème curieux, sa mesure, à savoir la colorimétrie, a pris de nos jours une grande extension et ses applications industrielles sont variées et parfois importantes.

Historique. — Ce que les anciens connaissaient de la couleur est résumé par Sénèque : il décrit les couleurs du prisme analogues à l'arc-en-ciel et les appelle des « fausses couleurs », du genre de celles qu'on observe sur la gorge des pigeons par exemple et qui se modifient avec les conditions d'observation ; ce seraient de purs jeux de lumière tandis que les « vraies » et solides couleurs de la surface des objets s'expliqueraient par un mélange de lumière et d'obscurité. Cette distinction est assez exacte, et les physiciens actuels admettent que les couleurs de première espèce sont des effets de dispersion ou d'interférence tandis que les secondes résultent d'une absorption sélective ; si la surface d'un objet est rouge, ce n'est pas qu'elle ajoute à la lumière du rouge, mais au contraire parce qu'elle absorbe et retire dans la lumière les courtes longueurs d'onde.

On avait aussi remarqué que certaines couleurs semblent simples et d'autres composées à partir des précédentes, et les peintres et teinturiers utilisaient ce « trichromatisme » d'une façon empirique pour réaliser toute nuance par un mélange de rouge, de jaune et de bleu.

Jusqu'à Descartes, on en resta là ; il est le premier à avoir tenté d'expliquer la

couleur par une propriété mécanique des particules de lumière, une rotation propre par exemple (nous dirions aujourd'hui un « spin ») que le rebond peut modifier lors d'une réflexion. Ce sont les célèbres expériences de Newton (1666) sur la décomposition prismatique de la lumière blanche qui ont fait entrer la couleur dans la science : elle est liée à la réfrangibilité, c'est-à-dire à l'indice de réfraction ; Newton prouva aussi, par l'expérience des prismes croisés, le caractère simple des lumières « homogènes » que nous appelons plutôt monochromatiques maintenant ; chacune possède une couleur propre que rien ne peut modifier ; on sait que, par analogie avec la gamme musicale, Newton voyait assez arbitrairement sept couleurs simples dans le spectre. Newton remarquait très justement d'ailleurs que les rayons de lumière ne sont pas colorés en eux-mêmes, mais qu'il y a en eux une certaine « disposition à exciter une sensation de telle ou telle couleur », liée peut-être au choc des corpuscules lumineux sur la rétine de l'œil.

Ces progrès ne furent pas compris à l'époque ; ainsi Mariotte (1681) n'admet les idées de Newton que pour les couleurs « apparentes » du prisme ou de l'arc-en-ciel, et continue d'affirmer que les couleurs « fixes et permanentes » des objets sont au nombre de cinq, à savoir le blanc, le noir, le rouge, le jaune et le bleu. Il ajoute d'ailleurs avec raison que « si on suppose que la couleur est une lumière modifiée, on ne doit pas mettre ni le blanc ni le noir au rang des couleurs, puisque le noir est un défaut ou une faiblesse de lumière et le blanc une lumière réfléchie sans modification ».

Pendant tout le XVIII^e siècle, l'antinomie subsista entre les idées de Newton et ses

(1) Conférence faite le 8 juin 1961 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

sept couleurs du spectre d'une part, et d'autre part la pratique des teinturiers, peintres et graveurs, favorable aux trois couleurs « primitives » que Castel (1740) compare aux notes ut, mi et sol. Lomonosow (1757) imagina même une théorie physique pour cette triade des couleurs primitives : il existerait des « particules d'éther » de trois types, les plus grosses correspondant au rouge, les moyennes au jaune, les petites au bleu.

Il faut attendre le génie de Thomas Young (1801) pour comprendre l'origine réelle du trichromatisme. Young était médecin, avait passé une thèse de médecine sur l'acoustique de la voie humaine ; il était persuadé de la réalité des ondulations lumineuses dont il devait avant Fresnel donner la preuve par l'expérience d'interférences des trous qui portent son nom. Or si des corpuscules newtoniens peuvent à la rigueur se grouper en trois catégories, c'est inconcevable pour des ondes qui forment un ensemble continu. L'existence des trois couleurs principales ne peut pas s'expliquer par la physique, c'est une propriété de la rétine qui contiendrait trois types de récepteurs, les uns sensibles aux grandes longueurs d'onde du spectre visible, d'autres aux moyennes, les derniers aux courtes. Il suffisait d'y penser ; mais cette intuition resta incomprise un demi-siècle, jusqu'à ce que Helmholtz eut repris et fait triompher le point de vue de Young.

La colorimétrie. — C'est donc Helmholtz qui, avec Grassmann et Maxwell, jeta il y a un siècle les bases de la colorimétrie, technique dans laquelle toute couleur est repérée par la proportion de trois couleurs fixes, dites « primaires », qui permet par mélange d'en reproduire l'aspect.

Ce mot de mélange risque de créer des confusions ; quand des peintres mélangent sur leur palette le contenu de plusieurs tubes, ils réalisent un mélange qu'on appelle soustractif, parce que chaque pigment retire de la lumière par son absorption. Par exemple un pigment rouge absorbe les courtes et moyennes longueurs d'onde du visible, un pigment jaune les courtes, un pigment vert les courtes et les longues,

enfin un pigment bleu les longues ; on en déduit immédiatement qu'un mélange de pigments jaune et bleu ne laisse subsister que le milieu du spectre et sera donc vert ; un mélange de rouge et de vert ne laisse quasi rien, et paraît brun noirâtre. Des mélanges soustractifs de ce genre servent dans les procédés de photographie en couleurs d'amateurs : la pellicule porte trois couches superposées, qui se colorent au développement, et la seule lumière qui passe est celle qu'aucune des trois couches n'a absorbée.

Le mélange appelé additif est tout différent ; on l'obtient en particulier au moyen de projecteurs colorés, comme ceux des théâtres ; par exemple, si de la lumière rouge et de la lumière verte émises par deux projecteurs éclairent à la fois un écran blanc diffusant, la lumière résultante paraît jaune ; de même les lumières jaune et bleue de deux projecteurs donneraient par superposition une lumière pratiquement blanche. On voit que les résultats des mélanges additifs diffèrent complètement des mélanges soustractifs.

Certains mélanges sont à la fois additifs et soustractifs ; ainsi, quand on imprime en héliogravure des points d'encre colorée sur du papier, la superposition des points produit un mélange soustractif, tandis que leur juxtaposition donne sur la rétine un mélange additif parce qu'ils sont trop petits pour être vus séparément. Les procédés de télévision en couleurs se ramènent aussi à des mélanges additifs.

En colorimétrie, on s'adresse aux mélanges additifs parce que les lois en sont beaucoup plus simples que pour les mélanges soustractifs. En principe, une mesure colorimétrique consiste à réaliser une identité d'aspect entre deux plages voisines, l'une de la couleur qu'on veut mesurer, l'autre obtenue par superposition de trois lumières primaires, en proportion convenable. Bien entendu cette identité d'aspect est purement subjective, et non physique. Par exemple le même jaune peut s'obtenir soit au moyen d'une seule radiation monochromatique (la lumière du sodium), soit par le mélange additif de radiations rouge et verte, soit enfin par un spectre continu de lumière blanche dans

lequel on aura supprimé les courtes longueurs d'onde par un verre absorbant. L'œil est incapable de faire la différence entre ces trois lumières, qui sont pourtant totalement différentes du point de vue physique ; il analyse donc les ondes lumineuses beaucoup moins finement que l'oreille les ondes sonores, car un musicien exercé reconnaît toutes les notes d'un accord tandis que le meilleur peintre est incapable d'analyser une lumière colorée et d'y reconnaître les composantes monochromatiques.

Une difficulté de la colorimétrie est que, dans la somme des trois primaires qui reconstitue par addition une lumière quelconque, il peut arriver, et c'est même le cas général pour les couleurs très saturées voisines du spectre, qu'une des trois primaires doive être négative, ce qui signifie qu'il faut l'ajouter en petite proportion à la lumière à mesurer pour obtenir une égalité visuelle avec le mélange des deux autres primaires. Dans la « synthèse trichrome », le mot « somme » doit donc être entendu au sens algébrique.

Le choix des primaires est assez largement arbitraire ; mais il y a un intérêt pratique à obtenir des synthèses avec le moins de valeurs négatives possible, ce qui conduit à choisir des primaires saturées et écartées les unes des autres ; en général ce sera un rouge et un bleu-violet voisins des extrémités du spectre, et un vert situé près du milieu du spectre. Dans les synthèses soustractives, les meilleures primaires sont le jaune, le bleu-vert et le pourpre.

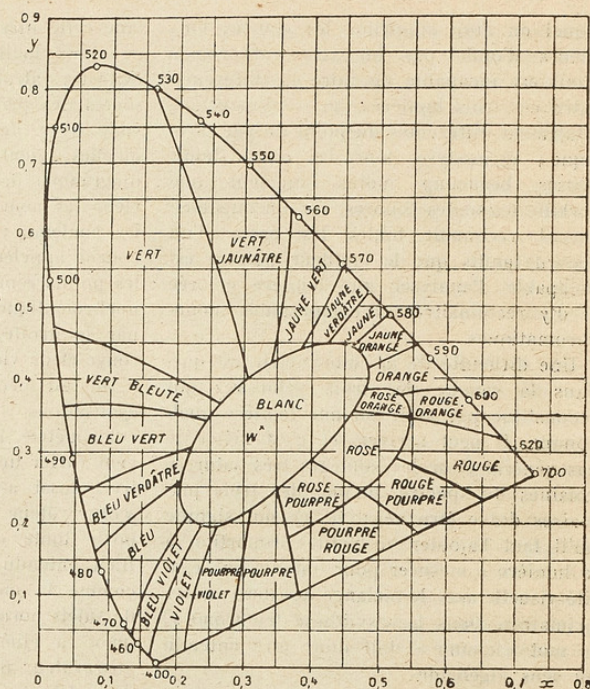
Colorimétrie pratique. — Depuis Maxwell, on représente géométriquement une couleur par un point intérieur au triangle dont les sommets symbolisent les trois primaires. Pour plus de commodité, le triangle équilatéral de Maxwell a fait place à un triangle rectangle et isocèle. Le triangle le plus employé est celui que la Commission Internationale de l'Eclairage (C.I.E.) a codifié en 1931 ; les primaires y sont fictives, c'est-à-dire ne correspondent pas à des lumières physiquement réalisables, bien que mathématiquement elles soient parfaitement définies. Pour un pro-

fane cette idée peut paraître étrange, mais ce choix facilite beaucoup les calculs et évite les valeurs négatives pour les composantes des primaires, ce qui serait impossible avec des primaires réelles, quelles qu'elles soient. La figure 1 représente ce diagramme de la C.I.E., avec à son intérieur les noms de couleurs usuels. Toutes les couleurs réelles sont limitées par une courbe appelée lieu spectral, où se placent les points représentatifs des radiations monochromatiques ; cette courbe se referme par la droite des pourpres (mélanges de rouge et de violet).

Du fait même du caractère subjectif des égalisations sur lesquelles est fondée la colorimétrie, les résultats des mesures peuvent varier un peu d'un observateur à l'autre ; aussi a-t-on convenu de définir un « observateur de référence » auquel se rapporte toute détermination colorimétrique. Bien entendu, ce sujet fictif a été choisi comme la moyenne d'un certain nombre de sujets normaux, cet adjectif voulant dire qu'on a éliminé les daltoniens. Mais un observateur donné diffère toujours un peu du sujet de référence ; en outre l'âge a un effet, car le cristallin de l'œil (lentille molle placée derrière l'iris et qui sert à la mise au point en fonction de la distance) jaunit progressivement avec les années, ce qui assombrit en apparence les courtes longueurs d'onde ; au contraire un sujet « aphaque » à qui on a retiré le cristallin après cataracte, redevient sensible non seulement au bleu et au violet, mais même à l'ultraviolet qui normalement est arrêté par le cristallin.

Une fois l'observateur de référence défini, toute la colorimétrie devient à nouveau une technique parfaitement physique et objective, d'où tout élément personnel a disparu ; par exemple on mesure les courbes de transparence ou de réflexion des échantillons avec des appareils automatiques dits spectrophotomètres, et le calcul permet d'en déduire les coordonnées de la couleur dans le triangle C.I.E. sans qu'aucun œil n'ait eu besoin d'intervenir en action ; comme dans ce calcul interviennent les propriétés de l'observateur de référence, les mesures faites par cette méthode sont jugées satisfaisantes par la

FIG. 1. — Diagramme chromatique C.I.E. ; sur le lieu spectral, les longueurs d'onde sont indiquées en millimicrons ; la droite des pourpres joint les extrémités du spectre (400 et 700).



plupart des observateurs normaux : en somme c'est de la démagogie de couleur.

Cette méthode objective de définir une couleur a une grande importance pratique ; en effet les variations inévitables dans les fabrications industrielles empêcheraient de retrouver avec une suffisante constance les mêmes teintes si une vérification colorimétrique ne permettait d'assurer cette constance par des modifications intentionnelles dans la fabrication. C'est spécialement vrai dans le cas des nuances claires, voisines du blanc ; l'œil humain est alors extraordinairement sensible, et sera choqué par des voisinages de plusieurs blancs non identiques (dans les cuisines par exemple). Dans le textile de même, l'intérêt d'obtenir des bains de teinture qui permettent des réassortiments est trop évident pour qu'on insiste ; quand on a commencé de tricoter et qu'il manque une pelote pour terminer le chandail, la moindre variation de teinte est sensible à l'œil et ne peut être évitée que par une grande constance dans la couleur des produits.

Ce problème de l'échantillonnage est dif-

ficile, parce qu'il n'est pas purement physique ; les courbes spectrophotométriques différeront toujours un peu, mais ce qu'il faut, c'est que l'œil ne s'en aperçoive pas, il faut rester au-dessous de ce qu'on appelle en colorimétrie le « seuil différentiel » ; voici ce qu'il faut entendre par là : supposons deux plages voisines, chacune éclairée par une radiation monochromatique ; à partir de quel écart de longueur d'onde le sujet reconnaîtra-t-il que la couleur n'est pas la même ? La figure 2 représente les résultats moyens ; on voit que le seuil présente deux minima, c'est-à-dire deux régions où la sensibilité est la plus fine, l'une au passage du bleu au vert, l'autre à celle du jaune à l'orange ; aux extrémités du spectre au contraire, et surtout dans le rouge, le seuil s'élève considérablement. On peut élargir ce problème, et chercher par exemple quels sont les points de couleur dans le triangle C.I.E. qui sont juste discernables d'un point donné ; on trouve que ces points se placent sur des petites ellipses, mais dont la grandeur et l'orientation varient beaucoup selon la région

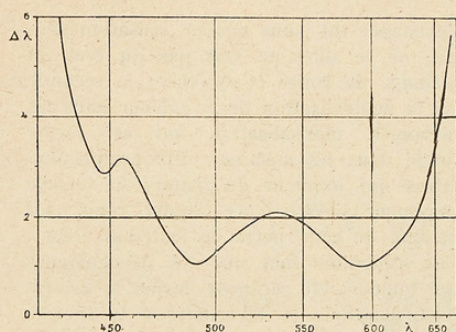


FIG. 2. — Seuil différentiel des radiations monochromatiques ; en abscisses les longueurs d'onde en millimicrons, en ordonnées la différence juste perceptible de longueur d'onde, avec la même unité.

considérée dans le triangle. La connaissance de ces ellipses permet de résoudre à priori le problème des tolérances, et d'être sûr qu'un échantillonnage donné sera jugé satisfaisant pour les sujets normaux.

Anomalies colorées. — C'est la célèbre auto-analyse du chimiste Dalton (1798) qui a fondé l'étude des déficiences colorées ; il décrivait le spectre, vu par lui, comme composé de deux tonalités principales, ce qu'il appelait jaune rassemblant le rouge, l'orangé, le jaune et le vert des sujets normaux, et étant séparé du bleu par une bande grisâtre. En 1837, on classa les daltoniens en deux types, les protanopes étant insensibles aux grandes longueurs d'onde (un conducteur protanope voit éteint le signal rouge des feux de croisement) tandis que les deutéranopes ont un spectre visible de longueur normale. En 1881, Rayleigh a découvert d'autres types de déficiences colorées, moins tranchées que le daltonisme.

Si ces gens voyaient le monde simplement sous d'autres couleurs que les sujets normaux, ce ne serait pas grave et il serait même impossible de le constater ; ce qui fait de ces anomalies une déficience, c'est la pauvreté relative du monde coloré ; là où des sujets normaux reconnaissent des milliers de teintes différentes, le protanope en distingue une vingtaine et le deutéranope une trentaine. D'où des confusions qui servent justement à dépister ces ano-

malies. On peut s'étonner que le daltonisme reste souvent insoupçonné de l'intéressé et de sa famille ; mais l'éducation apprend à l'enfant les noms de couleurs, qu'il énonce bien même s'il les voit anormalement ; en outre, le sujet s'aide de la clarté des objets : les jaunes sont en général dans la nature plus lumineux que les verts, et ceux-ci que les rouges ; mais cette aide disparaît quand le sujet voit les teintes délavées, par le brouillard notamment. On peut tenter de savoir ce que voient vraiment les daltoniens en étudiant les cas, assez rares, de patients dont un œil est sain et l'autre daltonien ; il semble que le bleu et le jaune soient bien les couleurs vues identiques par les deux yeux, ce qui confirme la description de Dalton.

Ces anomalies colorées congénitales sont assez fréquentes chez les sujets masculins ; sur cent hommes, on trouve à peu près un protanope, un deutéranope, et six anormaux de moindre gravité. Chez les femmes, la proportion est vingt fois moindre environ, parce que cette anomalie est liée au sexe et qu'une femme n'est atteinte que si le défaut existe dans ses deux lignées ; l'homme daltonien transmet le défaut aux fils de ses filles, sans que celles-ci le manifestent. Il existe aussi des anomalies acquises, plus variées encore que les anomalies congénitales, à la suite d'intoxications ou d'atteintes nerveuses.

Théories de la vision colorée. — C'est à Young, comme nous l'avons dit, que revient le mérite d'avoir situé le trichromatisme dans la rétine et non dans la lumière elle-même. Mais quel fondement physiologique donner à ce trichromatisme ?

Pour les faibles lumières, qui sont vues incolores, le mécanisme de la vision est assez bien connu ; les cellules réceptrices de la rétine qui fonctionnent alors, les « bâtonnets », contiennent un pigment photosensible dit pourpre rétinien, dont la modification chimique sous l'action de la lumière déclenche l'influx nerveux ; ce pourpre est formé par l'union d'une protéine, caractéristique de l'espèce animale étudiée, et du rétinène, qui est l'aldéhyde de la vitamine A ; le spectre d'absorption

du pourpre explique bien la sensibilité spectrale des bâtonnets.

La vision des couleurs, qui ne se manifeste qu'aux niveaux lumineux assez intenses, met en jeu d'autres cellules rétinienne, les « cônes » ; ce sont vraisemblablement aussi des récepteurs photochimiques, imbibés de produits analogues au pourpre rétinien, mais avec d'autres sensibilités spectrales. Toute la colorimétrie serait expliquée fort simplement s'il existait trois types de cônes, chacun contenant une substance différente dont le maximum d'absorption se situerait dans les grandes, les moyennes et les courtes longueurs d'onde respectivement ; le malheur pour cette théorie, à qui on a donné le nom de théorie de Young-Helmholtz, est que jusqu'ici on n'a extrait avec certitude aucun pigment des cônes.

On pourrait d'ailleurs concevoir l'existence dans les cônes d'un seul pigment si en outre il existait trois types d'écran sélectifs interposés en avant de ce pigment ; cela semble réalisé chez des oiseaux et des reptiles, qui possèdent dans leur rétine des globules huileux colorés, rappelant les grains de fécule colorés des plaques « autochromes », la première réalisation industrielle de photographie en couleurs. Mais rien d'analogue ne se voit chez les mammifères, chez qui, en outre, tous les cônes paraissent identiques ; il est vrai que des mélanges, en proportions variables, de trois pigments dans les cônes sont eux aussi possibles. Chez l'homme l'existence de ces trois pigments a reçu un début de vérification expérimentale, dans de belles expériences réalisées depuis 1957 par le physiologiste Rushton, grâce à l'analyse spectrophotométrique de la lumière qui ressort de l'œil d'un sujet par diffusion, après avoir traversé deux fois sa rétine. Il semble même qu'un de ces pigments fasse défaut chez les protanopes, et un autre chez les deutranopes.

Le schéma de Young-Helmholtz se heurte à deux grosses difficultés ; la première est

l'existence du jaune comme sensation simple, où le sujet ne voit pas du tout un mélange de rouge et de vert ; la seconde est la neutralisation de la couleur dans les mélanges, neutralisation qui est même totale dans les mélanges dits complémentaires qui donnent du blanc ; la théorie purement additive de Young rend mal compte de cette perte de l'attribut coloré. Ces difficultés font que les psychologues ont toujours été réticents devant la théorie trichromatique et favorables à la théorie dite des « couples antagonistes » dont le principal tenant fut Hering : il existerait trois mécanismes dont l'un donnerait une sensation purement lumineuse et achromatique, les deux autres correspondant aux couples colorés rouge-vert et bleu-jaune. Les physiologistes répondaient qu'aucun mécanisme connu ne fournissait la base d'un tel schéma. Ce n'est plus vrai depuis que Svaetichin a enregistré dans la rétine des poissons des potentiels électriques qui, selon le point où pique l'électrode, obéis-

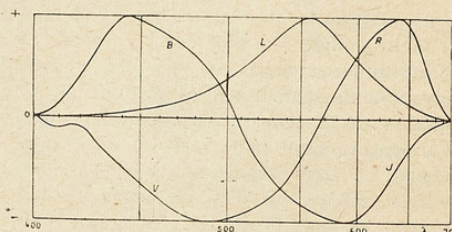


FIG. 3 — Potentiels rétinien en fonction de la longueur d'onde, en millimicrons, selon Svaetichin.

sent au schéma de Hering (Fig. 3). Il est probable que les théories de Young et de Hering sont vraies toutes deux : la première au niveau des cônes, la seconde dans les relais ultérieurs de la rétine ; chez les vertébrés, la rétine est en effet une expansion du cerveau, et une élaboration complexe du message sensoriel y prend place. La théorie de la vision des couleurs est certainement moins simple que Young et Helmholtz ne le pensaient.

La Conférence du Professeur Y. Le Grand fut accompagnée de démonstrations et expériences que nous ne pouvons malheureusement reproduire. Les figures sont extraites de l'ouvrage « Les Yeux et la Vision », par Y. Le Grand, Dunod Editeur, 1960.

PRIX ET MÉDAILLES

ATTRIBUÉS PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'ANNÉE 1960

La Grande Médaille (Méd. Chaptal) est attribuée à la CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DU HAVRE, sur rapport de M. Gignoux, au nom du Comité des Arts économiques.

Une Médaille d'Or exceptionnelle est attribuée à M. Marcel HUET, sur rapport de MM. Gignoux et Beau, au nom du Comité des Arts économiques.

Le Grand Prix Lamy est attribué à la COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ, sur rapport de M. Léauté, au nom du Conseil.

La Grande Médaille Michel Perret est attribuée à la SOCIÉTÉ DESMARAIS FRÈRES, sur rapport de M. Gignoux, au nom du Conseil.

La Médaille Louis Pineau est attribuée à M. Jacques-Charles ANDRAULT, sur rapport de M. l'Ing. Gén. Dumanois, au nom du Conseil.

Médailles et Prix spéciaux.

Méd. Massion : M. L. CHAMPETIER ; Rapp. M. l'Ing. Gén. Nicolau (A. Mécan.). — *Méd. Farcot* : M. J. KALBFLEISCH ; Rapp. M. l'Ing. Gén. de Leiris (A. Mécan.). — *Méd. Giffard* : M. R. MAGNIEN ; Rapp. MM. Brun et de Leiris (A. Mécan.). — *Prix Melsens* : M. A.-L. RICORDEL ; Rapp. M. Léauté (A. Phys.). — *Prix Galitzine* : M. P. KASSENBECK ; Rapp. M. Trillat (A. Phys.). — *Méd. Gaumont* : M. P. FAYOLLE ; Rapp. M. Vodar (A. Phys.). — *Méd. Bourdon* : M. P. JOHANNIN ; Rapp. M. Vodar (A. Phys.). — *Prix Osmond* (Médaille) : M. J. TALBOT ; Rapp. M. Chaudron (A. Chim.). — *Méd. Jollivet* : M. R. VIBERT ; Rapp. M. Guinier (Agricult.). — *Méd. Toussaint* : SOCIÉTÉ DES AUTOMOBILES M. BERLIET ; Rapp. M. Beau (A. Econom.). — *Méd. Gilbert* : M. le D^r G. JULLIEN ; Rapp. M. le D^r Raymond (A. Econom.). — *Méd. Dumas* : M. A.P.J. BARUSSEAU ; Rapp. M. l'Ing. Gén. de Leiris (A. Mécan.). — *Prix Fourcade* : M. M. CORDONNIER.

Médailles d'Or.

ETABLISSEMENTS RICHARD-DUCROS (*Construct. Métall.*) ; Rapp. M. Batifoulier (A. Mécan.). — MM. P. BÉZIER (*Ind. Automobile - Usinage et Assemblage*) ; Rapp. M. Picard (A. Mécan.). — H. GONDET (*Arts Physiques*) ; Rapp. M. Lucas (A. Phys.). — R. MÉRIGOUX (*Arts Physiques*) ; Rapp. M. Trillat (A. Phys.). — L. MOREAU (*Conférence Bardy*) ; Rapp. M. Chaudron (A. Chim.). — R. ROL (*Eaux et Forêts*) ; Rapp. M. Le Grand (Agricult.). — A. COUTANT et J. MATHOT (conjointement) (*Cinématographie*) ; Rapp. M. Roger-Petit (Constr. et Beaux-Arts). — H. COURBOT (*Travaux Publics*) ; Rapp. M. Chalon (Constr. et Beaux-Arts).

Médailles de Vermeil.

MM. R. DEVAUCHELLE (*Reliure d'Art*) ; Rapp. M. Pontzen (Constr. et Beaux-Arts). — Y. LE CORRE (*Physique des corps solides*) ; Rapp. M. Laval (A. Phys.). — P. ACLOQUE (*Technique du verre*) ; Rapp. M. Long (A. Phys.). — G. VALDEYRON (*Génétique*) ; Rapp. M. Guinier.

Médailles d'Argent.

MM. G. PRÉAU (*Montages de laboratoire*) ; Rapp. M. Jacqué (A. Chim.). — A. DUVINAGE (*Appareils de laboratoire*) ; Rapp. M. Chaudron (A. Chim.). — G. COLANGE (*Enseignement - Trav. pratiques*) ; Rapp. M. Y. Le Grand (A. Phys.). — R. EPAIN (*Plasticité - Résistance*) ; Rapp. M. Vodar (A. Phys.). — M^{me} G. TRUFFY (*Photographie*) ; Rapp. M. Trillat (A. Phys.). — MM. M. LÉZY (*Laboratoire de rech. phys.*) ; Rapp. M. Lucas (A. Phys.). — X. DE MÉGILLE (*Technique du bois*) ; Rapp. M. Guinier (Agricult.). — M^{me} J. GUILLEMAIN (*Chimie du bois*) ; Rapp. M. Guinier (Agricult.).

Médailles de Bronze.

MM. A. DÉDIT (*Laborat. des Htes Pressions*) ; Rapp. M. Vodar (A. Phys.). — M. ROULAND (*Mécanicien de Laborat.*) ; Rapp. M. Y. Le Grand (A. Phys.). — A. BERGERET (*Machines de fatigue*) ; Rapp. M. l'Ing. Gén. de Leiris (A. Méc.).

Médailles décernées au Titre social.

(Ouvriers — Contremaîtres — Divers)

A. — Sté ALSTHOM (Groupe A.B.T. Paris, Usine de Saint-Ouen). — ATEL ET CHANTIERS DE BRETAGNE. — CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE. — Cie PECHINEY (Usines de Chedde, de L'Argentièrre, Cie Salin. de la Camargue). — Sté des FOND. de PONT-A-MOUSSON (Usine de Foug). — S.N.C.F. (Régions Est, Ouest). — Cie fr. THOMSON-HOUSTON (Usine de Lesquin). — Sté VALLOUREC (Usines d'Aulnoye, de Recquignies).

B. — Sté ALSTHOM (Usine de Belfort). — Comm. des ARDOISIÈRES D'ANGERS (Et. des Grands-Carreaux). — Ets J.-J. CARNAUD ET FORGES DE BASSE-INDRE (Succ. de Billancourt, de Casablanca, de Nantes, de Périgueux). — CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE. — Cie du Filage des Métaux et des Joints CURTY. — Sté d'EL. CHIMIE, d'EL. MÉTALL. ET DES ACIÉRIES EL. D'UGINE (Usines de La Barasse, de La Chambre, de Jarry, d'Ugine). — FORGES ET ATEL. DE MEUDON. — Cie des Forges de CHATILLON-COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS (Ets du Nord). — Sté d'Exploit. des Matériels HISPANO-SUIZA. — Ets KUHLMANN (Usine de Loos). — LABORAT. CENTRAL ET ECOLES DE L'ARMEMENT. — Sté des Matér. de Construct. de LA LOISNE. — Sté NOBEL-BOZEL (Usine de Paulilles). — Ets PANHARD ET LEVASSOR. — Cie PECHINEY (Centre techn. de l'Aluminium). — Cie des PHOSPHATES DE CONSTANTINE. — Sté des FOND. de PONT-A-MOUSSON. — Cie de St-GOBAIN, CHAUNY ET CIREY (Glaceries de Chantereine, de St-Gobain, Usines de Chauny, de Rantigny, de St-Fons). — S.N.C.F. (toutes Régions). — Cie fr. THOMSON-HOUSTON (Centres de Bagnex, de Gennevilliers). — Sté VALLOUREC (Usines de Decazeville, de Montbard). — DÉPÔTS DE PÉTROLE CÔTIERS. — Sté DESMARAIS FRÈRES (Dépôts de Collonges, du Havre, de Toulouse). — ESSO STANDARD (Usines de Gennevilliers, de Lyon, de Toulouse). — MOBIL OIL FRANÇAISE (Raff. N.D. de Gravenchon, Dépôt de Plombières, Siège social). — Cie fr. de RAFFINAGE (Raff. de Normandie, de Provence). — Cie de Raffin. SHELL BERRE (Raff. de Berre-l'Étang, de Pauillac, de Petit-Couronne).

C. — Sté CEMENTS LAFARGE. — LABORAT. CENTRAL ET ECOLES DE L'ARMEMENT. — Cie PECHINEY (Usine de Chedde). — Cie de SAINT-GOBAIN (Usine de l'Oseraie). — S.N.C.F. (Région Ouest). — Sté Nat. des PÉTROLES D'AQUITAINE.

INDEX POUR 1961 DES AUTEURS DES CONFÉRENCES PUBLIÉES

	Pages
MM.	
BADOZ (Jacques). — Progrès récents en spectropolarimétrie. (Méthodes photoélectriques)	85
BEAUJARD (L.). — Quelques aspects de l'examen non destructif des produits sidérurgiques ...	25
LE GRAND (Prof ^r Yves). — La colorimétrie et ses applications industrielles	93
MILHAUD (Prof ^r G.). — Apport de l'exploration de l'espace à la biologie fondamentale	17
MOREAU (Léon). — Récents développements des techniques du vide en métallurgie	35
ROMAND (Jacques). — L'ultraviolet lointain. - Applications analytiques et intérêt en astro- physique	67
VACHER (Pierre). — Aspects récents de la mécanique industrielle. - Evolution de la machine-outil	51
VOGE (J.). — Télécommunications spatiales et transmissions à grande distance par satellites artificiels	1

TABLE DES MATIÈRES

(Année 1961)

1°

Conférences.

TÉLÉCOMMUNICATIONS SPATIALES ET TRANSMISSIONS A GRANDE DISTANCE PAR SATELLITES ARTIFICIELS, par M. J. Voge	1
APPORT DE L'EXPLORATION DE L'ESPACE A LA BIOLOGIE FONDAMENTALE, par M. le Professeur G. Milhaud	17
QUELQUES ASPECTS DE L'EXAMEN NON DESTRUCTIF DES PRODUITS SIDÉRURGIQUES, par M. L. Beaujard	25
RÉCENTS DÉVELOPPEMENTS DES TECHNIQUES DU VIDE EN MÉTALLURGIE, par M. L. Moreau	35
ASPECTS RÉCENTS DE LA MÉCANIQUE INDUSTRIELLE - EVOLUTION DE LA MACHINE-OUTIL, par M. P. Vacher	51
L'ULTRAVIOLET LOINTAIN - APPLICATIONS ANALYTIQUES ET INTÉRÊT EN ASTROPHYSIQUE, par M. J. Romand	67
PROGRÈS RÉCENTS EN SPECTROPOLARIMÉTRIE. (MÉTHODES PHOTOÉLECTRIQUES), par M. J. Badoz ...	85
LA COLORIMÉTRIE ET SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES, par M. le Professeur Y. Le Grand	93

2°

Divers.

Prix et Médailles attribués pour l'année 1960	99
Bibliographie	83
Index des Noms d'Auteurs	101

Le Président de la Société, Directeur Gérant : G. CHAUDRON. D. P. n° 1080

Imprimé en France à l'IMPRIMERIE DE PERSAN-BEAUMONT, Persan (S.-et-O.)

Le CENTRE de DOCUMENTATION du CENTRE NATIONAL de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE

15, quai Anatole-France, PARIS-VII^e - 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

Année 1961

FASCICULES

PRIX

		France	Etranger
		30 NF	35 NF
MENSUELS	1. MATHÉMATIQUES	40 -	45 -
	2. ASTRONOMIE, ASTROPHYSIQUE, PHYSIQUE DU GLOBE	50 -	55 -
	3. PHYSIQUE I. Généralités. Physique mathématique. Mécanique. Acoustique. Optique. Chaleur. Thermodynamique	40 -	45 -
	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. Biophysique. Biochimie. Chimie analytique biologique	40 -	45 -
	12. SCIENCES PHARMACOLOGIQUES, TOXICOLOGIE	40 -	45 -
	13. MICROBIOLOGIE. VIRUS. BACTÉRIOPHAGES. IMMUNOLOGIE. GÉNÉTIQUE	40 -	45 -
	14. PATHOLOGIE GÉNÉRALE ET EXPÉRIMENTALE	60 -	65 -
	15. BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES	100 -	105 -
	16. BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES	50 -	55 -
	17. SCIENCES AGRICOLES. ZOOTECHNIE. PHYTIATRIE ET PHYTOPHARMACIE. ALIMENTS ET INDUSTRIES ALIMENTAIRES	60 -	65 -
TRIMESTRIELS	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
CÉRAMIQUE
AGRICULTURE**

MATIÈRES PLASTIQUES

"RHODOÏD" Acétate de Cellulose

"RHODOPAS" Résines vinyliques

"RHODORSIL" Silicones

"RHODESTER" Résines polyesters

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

"ALAMASKS" Agents neutralisants des mauvaises odeurs

PIGMENTS MINÉRAUX pour matières plastiques



DIC 121

**RHÔNE
POULENC**

21, RUE JEAN-GOUJON, PARIS VIII^e - TÉLÉPHONE BAL. 22-94

GRV

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

Société Anonyme au capital de 13.997.000 NF
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

SPÉCIALITÉS :

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

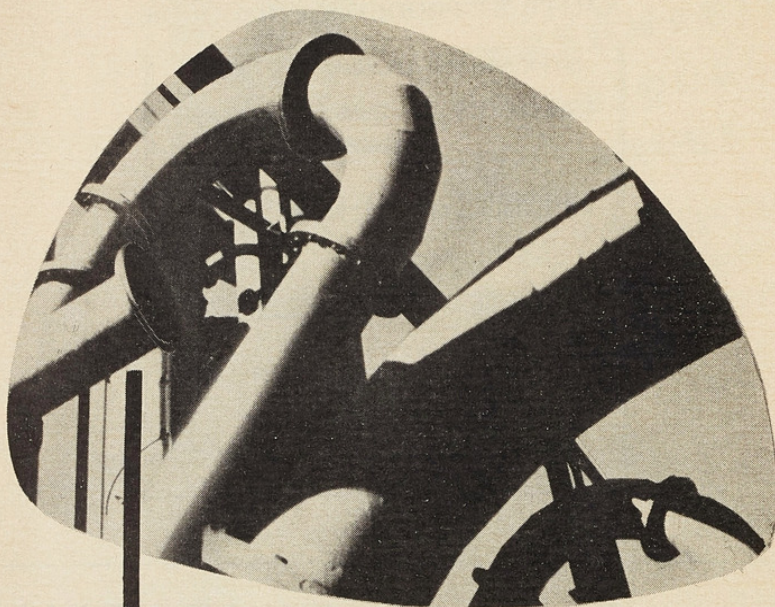
Téléphone : ARCHIVES 03-51

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 nos différentes sortes





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.

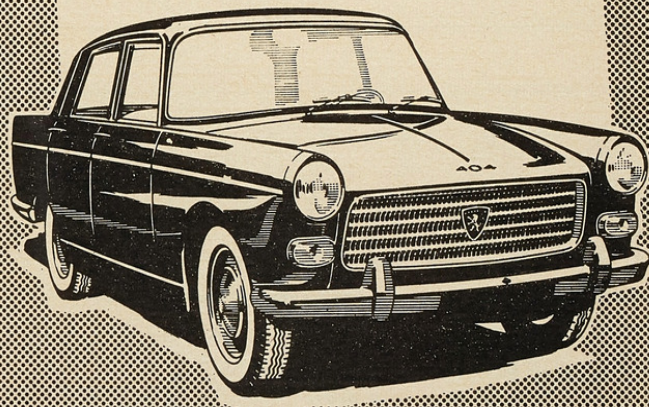
PECHINEY

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 423 304 600 NF
23, RUE BALZAC - PARIS 8° - CARnot 54.72

77044-02



**LA QUALITÉ QU'ON
NE DISCUTE PAS**



LA PUBLICITÉ FRANÇAISE 0142

PEUGEOT

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

C^{ie} Française de Raffinage

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 130.000.000 DE NF. - R. C. Seine n° 54 B 3492

SIEGE SOCIAL : 5, rue Michel-Ange, PARIS (16^e)

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

- de la plus grosse Unité de Cracking Catalytique de France,
- de la plus grosse Unité de Reforming Catalytique du continent Européen,
- de tout un ensemble de fabrication d'huiles de graissage mettant en œuvre les techniques les plus modernes par solvants sélectifs,
- d'une unité de production d'éthylène d'une capacité annuelle de 30.000 t.,
- des laboratoires de recherche et de contrôle les plus importants de l'industrie française.

Elle est la plus importante des sociétés raffinant du pétrole brut en France et peut traiter 12 600 000 tonnes, chaque année.

**APPAREILS DE LABORATOIRE
ET MACHINES INDUSTRIELLES**

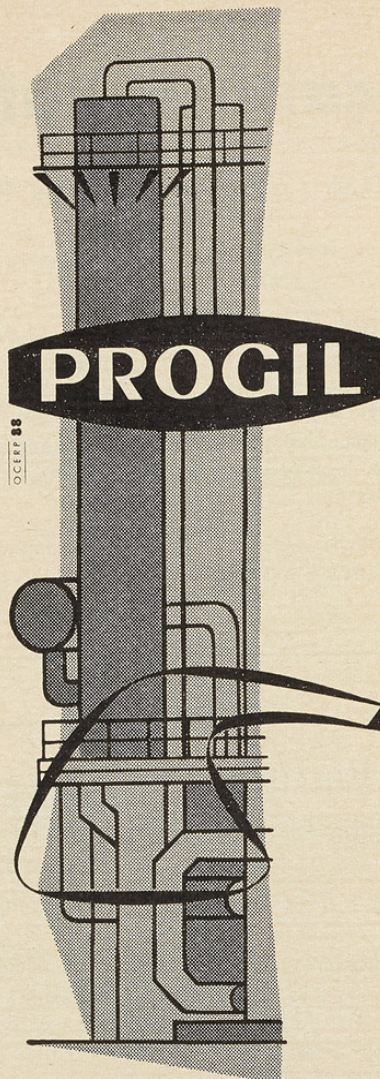
P. CHEVENARD

- 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

ÉTABLISSEMENTS
KUHLMANN

SOCIÉTÉ ANONYME au CAPITAL de 187.477.800 N F
Siège Social : **25, Boul. de l'Amiral-Bruix, PARIS (16^e)**



PRODUITS CHIMIQUES

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



PRODUITS POUR L'AGRICULTURE

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



PRODUITS CHIMIQUES ORGANIQUES

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



TEXTILES CHIMIQUES

RAYONNE VISCOSE - FIBRANNE VISCOSE - CRINODOZ

