

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
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	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.)
	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	1954, n° 1 (janv.-mars)
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1954

Collation	1 vol. (28 p.) : ill. ; 27 cm
Nombre de vues	42
Cote	INDNAT (25)
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.25

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

1954
N° 1

L'INDUSTRIE NATIONALE

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

publiés sous la direction de **M. Albert CAQUOT**, Membre de l'Institut, Président,
avec le concours de la Commission des Publications et du Secrétariat de la Société.

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

N° 1 : JANVIER-MARS 1954

SOMMAIRE

LA FABRICATION INTENSIVE DE L'ACIDE SULFURIQUE DANS LES
RÉACTEURS EN FER, par MM. John NICOLETIS et Francisco SAL-
SAS-SERRA 3

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

Publication trimestrielle

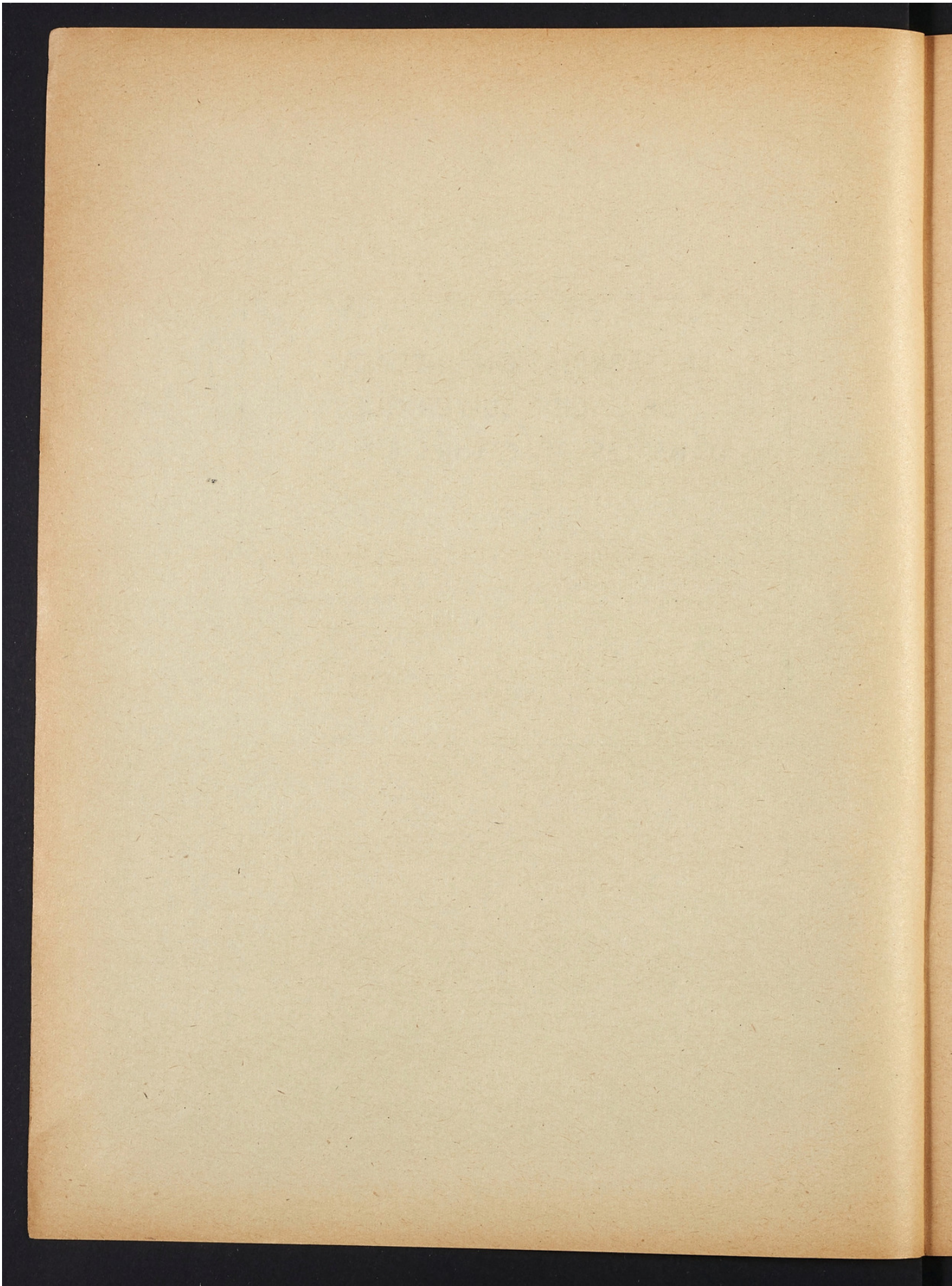
LA FABRICATION INTENSIVE DE L'ACIDE SULFURIQUE DANS LES RÉACTEURS EN FER

par

M. John NICOLETIS
Ingénieur en chef des Poudres
Administrateur

M. Francisco SALSAS-SERRA
Ingénieur-Industriel
Président Directeur Général
de la S. A. TECHNOCHIMIE

*Conférence faite le 19 février 1953 à la Société d'Encouragement
pour l'Industrie Nationale.*



PREMIÈRE PARTIE

LA FABRICATION INTENSIVE DE L'ACIDE SULFURIQUE DANS LES RÉACTEURS EN FER

par M. John NICOLETIS.

Messieurs,

Le phénomène du fer passif était connu, comme l'aurait peut-être dit La Bruyère s'il avait été à ma place, de tous les élèves de

Seconde, depuis 7 000 ans qu'il y a des acides et qui corrodent. Mais ce n'est que tout récemment qu'on a pensé à l'utiliser dans l'appareillage des usines d'acide sulfurique.

A) PRINCIPES

I. **Historique.** — La passivation du fer dans les acides sulfuriques concentrés, est d'autant plus intéressante à utiliser pour l'appareillage des procédés des chambres par les Oxydes de l'Azote, qu'elle est augmentée par la nitrosité des liqueurs.

Or, la teneur possible en nitreux d'un acide sulfurique donné est en corrélation directe avec sa concentration; aussi devait-on être tout naturellement amené à l'utilisation du fer dans l'appareillage, par l'évolution des techniques sulfuriques vers l'obtention des acides concentrés.

En fait, la rencontre avec ce phénomène connu depuis si longtemps s'est faite inopinément à propos des procédés intensifs, résultant des travaux de Kachkaroff, de Matignon et de Salsas-Serra, où l'on maintient en roulement dans le système des acides

concentrés en monohydrate sulfurique et très concentrés en nitreux N_2O_3 .

Kachkaroff avait prévu déjà, bien avant la guerre, la possibilité de faire des chambres en fer, mais ce n'est qu'après la Libération que Salsas-Serra a pu mettre en lumière : que la passivation du fer était due à la formation d'une mince couche protectrice et qu'il a pu déterminer les rapports entre les concentrations sulfurique et nitreuse et fixer les limites de celles-ci favorables à la réaction et à la conservation de l'appareillage.

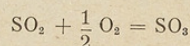
C'est ainsi que la Société Technochimie, qui met en œuvre ces procédés, a pu construire un appareillage dans lequel la couche protectrice se maintient et s'oppose à la corrosion.

C'est pourquoi aussi j'ai parlé — faisant ainsi un calembour dont vous excuserez la

trivialité — du procédé des *Chambres de Plomb en fer*. Et, si je le fais, ce n'est pas pour le plaisir de faire de l'esprit en évoquant ainsi le voisinage des Caves de Saint-Germain-des-Prés. C'est parce que sa verueur constitue, en même temps qu'un moyen mnémotechnique indéniable, la marque dès l'abord du fait essentiel : il s'agit d'une rénovation du procédé classique des Chambres, lesquelles étaient en plomb et qui maintenant sont en fer, non pas en aciers spéciaux, mais en acier ordinaire.

II. **Théorie.** — Pour rattacher l'inconnu au connu, je me permettrai un léger rappel, en donnant une théorie simplifiée qui permettra de suivre l'évolution des idées.

La réaction théorique fondamentale étant :



le rendement et la vitesse de réaction dépendent des concentrations du SO_2 et de l'oxygène.

— Il s'ensuit que cette réaction doit être recherchée en phase *condensée* : — couche gazeuse pelliculaire autour du catalyseur adsorbant (dans le procédé de Contact),

— et phase liquide (dans les procédés de Chambres aux oxydes de l'azote).

Dans ce dernier cas, on peut dire que, dans la *phase liquide*, la concentration en Oxygène — lequel est dilué dans la phase gazeuse et peu soluble dans la liqueur acide — devra être recherchée par un subterfuge, qui engagera l'Oxygène dans un produit soluble. Le processus est le suivant :

1° On accroche l'Oxygène au bioxyde d'azote pour obtenir du peroxyde NO_2 par une réaction en phase gazeuse.

2° On fait plonger le peroxyde en phase liquide, en profitant de ce que le bioxyde et le peroxyde s'absorbent équimoléculairement dans l'acide sulfurique, en donnant, s'il y a assez d'eau en présence, une solution de sulfate acide de nitrosyle plus ou moins hydraté.

On ne saura jamais exactement les édifices moléculaires qui se forment ou se démolissent tant qu'on n'aura pas appliqué aux acides *sulfonitieux* les méthodes d'inspection par rayonnement ou par spectrographie de Raman, qui ont donné de si brillants résultats

sur les *sulfonitriques* entre les mains de MM. Dalmon et Cheddin.

Des hypothèses, cependant limitées au « tout se passe comme si » ont été émises par de nombreux théoriciens.

Parmi les plus satisfaisantes est la formule qu'a avancée M. Salsas-Serra : $\text{N}_2\text{O}_3 (\text{SO}_4\text{H}_2)^2$ ou $\text{SO}_4 (\text{NO}) \text{H} [\text{H}_2\text{O}] \frac{1}{2}$ car elle-même montre

bien :

1° La dissolution du N_2O_3 dans l'acide sulfurique.

2° La présence de l'eau.

Cet édifice est *très instable* et très oxydant, donc tout à fait propre à jouer ce rôle de pompe aspirante et foulante pour l'oxygène, au contraire du sulfate acide du nitrosyle anhydre qui est stable et se dépose sous forme de cristaux (dits cristaux des chambres de plomb).

Ainsi, la concentration en oxygène dans la phase liquide sera en corrélation directe avec la concentration en monohydrate sulfurique de la liqueur.

D'autre part, la concentration du SO_2 dans le liquide (bien entendu proportionnelle à la teneur des gaz en SO_2) est en corrélation directe avec la teneur en eau de la liqueur.

De ces deux propositions, résulte qu'il y a pour la réaction en phase liquide entre SO_2 , absorbé et $\frac{1}{2} \text{O}_2$, une composition sulfurique

optimum pour les liqueurs mises en action.

Par ailleurs, la teneur du liquide en N_2O_3 varie comme la concentration sulfurique et la teneur en N_2O_3 *actif* comme la teneur en eau. Là aussi on voit qu'il y a pour le liquide, à la fois une concentration optimum en N_2O_3 actif, et une concentration sulfurique optimum.

Ces deux considérations se rejoignent et Salsas-Serra a pu établir que cet optimum correspond à des acides de 73 à 76 p. 100 de monohydrate sulfurique avec une teneur en N_2O_3 total de 5 à 10 p. 100 (suivant en fin de compte la concentration du SO_2 dans les gaz).

Ces compositions d'acides correspondent à une remarquable passivité du fer, justement parce que celle-ci réclame, d'après Salsas-Serra, des acides à la fois forts et oxydants. Il explique, en effet, la passivité par la formation, la dissolution et la reformation d'une couche mince de sulfate basique de fer, d'où résulte une attaque — certes — mais une corrosion infiniment lente, puisqu'elle

correspond à un amincissement des tôles de nos tours évaluable à 1 mm en 20 ans (en l'absence d'actions mécaniques érosives et en présence d'acides maintenus dans les limites de compositions indiquées). C'est insignifiant.

Par ailleurs, revenons à la phase gazeuse.

Lorsque le bioxyde désorbé passe l'interface liquide-gaz, il est concentré et, s'il se trouve en présence d'un milieu encore riche en oxygène (c'est le cas dans lequel on se trouve si l'on ramène la réaction de désorption en tête du système) il se réoxyde immédiatement en grande partie à l'état de peroxyde NO_2 .

Le N_2O_3 formé replonge alors instantanément dans la phase liquide et le cycle recommence.

* * *

III. — Comparons ceci avec le schéma classique.

Pour simplifier, nous dirons en gros que :

1° l'acide se forme dans les chambres ou réacteurs;

2° les nitreux dégagés sont ramassés par l'acide fort dans les Gay-Lussac pour être ramenés dans le circuit aux Glovers qui dénitrent et concentrent l'acide à produire (la dénitration se faisant par l'action de la chaleur seule avec dégagement des nitreux qui sont renvoyés dans les Chambres ou réacteurs).

Dans le procédé ordinaire, la concentration nitreuse dans les liquides est très faible (1,5 p. 100 au plus) et varie peu dans la phase gazeuse. Les grands volumes permettent aux nitreux une oxydation avancée tout le long du système, malgré la présence de SO_2 . En queue, il persiste du SO_2 et une proportion de peroxyde (par rapport au bioxyde) trop forte (car en principe le bioxyde et le peroxyde devraient se trouver en proportion équimoléculaire pour absorption optima dans les Gay-Lussac). Il en résulte une perte de nitreux et une perte de SO_2 .

Dans nos procédés intensifs au contraire (fig. 1), les nitreux restent sensiblement dans les liquides et sont recyclés, pour la plus grande partie, par ceux-ci. Quant au reste, les gaz nitreux désorbés sont constitués par du bioxyde dont une partie seule se peroxyde et il est possible de se rapprocher de la proportion équimoléculaire quand pratiquement

tout le SO_2 est oxydé. Les Gay-Lussac fonctionnent alors correctement et leur rôle est relativement modeste car ils n'agissent que différenciellement, n'ayant à ramasser qu'une faible partie des nitreux à recycler.

Les acides en circulation, — d'un volume environ de 50 à 60 fois celui de l'acide produit par le système (variable suivant l'intensité de marche) — peuvent être maintenus à composition constante et correspondant à la présence d'au moins 5 molécules de N_2O_3 pour 1 molécule de SO_2 ; tout l'acide produit est retiré après dénitration et concentration aux Glovers, à une concentration de 78 p. 100 minimum. Ici, tout l'acide à produire sort des Glovers, et aucun acide faible n'est extrait des Chambres.

* * *

IV. — Je dirai un mot des extensions de ces principes, quoique, historiquement, ce n'est pas dans cet ordre que se sont présentées les choses. Supposons avec Kachkaroff et Matignon qu'on dénitre *à part* une partie de ce gros volume d'acides en roulement et recyclé, et que l'on remplace les nitreux ainsi retirés par une nouvelle quantité de nitreux, exactement comme on remplace par un appoint les nitreux perdus involontairement dans le circuit classique précédent.

On a une marge sensible pour faire une telle opération. On n'est limité que parce que cette dénitration implique non seulement un chauffage mais une dilution, et parce que l'eau introduite ainsi doit correspondre tout juste à l'eau nécessaire pour la formation de l'acide sulfurique à produire par le système. Le bilan d'eau de l'ensemble est primordial.

Tout se passe pour les nitreux — aisés à obtenir à flots par la combustion de l'ammoniac — comme s'ils traversaient l'appareil sulfurique, sans en perturber la marche.

La dénitration des acides peut se faire dans une colonne dénitrate de type classique, comme Kachkaroff l'a fait à Vado. Il a opéré dans cette colonne par la vapeur provenant de la chaudière de récupération de calories dégagées par les brûleurs à ammoniac, mais il a aussi dilué en se servant de l'acide nitrique aqueux — point sur lequel je reviendrai.

Quoi qu'il en soit, on voit que de la dénitrate se dégagent des gaz nitreux sans gaz inertes. Ces gaz constituent une source nitreuse de choix pour une fabrication d'acide nitrique,

après addition d'air et d'eau en quantités justes suffisantes.

On arrive ainsi, dans des absorbeurs (en inoxydable, bien entendu, et de très faible volume) à produire un acide nitrique d'une concentration très voisine de celle de l'azéotrope (67 p. 100 de monohydrate-33 p. 100 d'eau).

Si nous reprenons cet acide nitrique 67 p. 100 et que nous le recyclons dans la dénitrante *pour son eau*, nous obtenons un gaz nitreux et nitrique dans une opération qui revient à une distillation en présence d'acide sulfurique concentré.

On condense alors l'acide nitrique par le froid et on le recueille concentré à 96-97 p. 100, le reste des gaz, purement nitreux, allant à l'appareil de fabrication nitrique dilué, comme nous l'avons indiqué plus haut.

Tel est le principe de l'usine de Vado, qui marcha pendant 7 ans jusqu'à son démantèlement par les Allemands.

Mais Salsas-Serra va simplifier encore; dans les prochaines installations, il opérera la dénitrification des acides, par les gaz chauds et humides provenant des brûleurs à ammoniac, dans une colonne qu'il a baptisée Glover Nitrique (suivie des réacteurs) où ne se fera qu'une absorption partielle des gaz nitreux — les gaz résiduels rentrant dans l'appareil sulfurique (fig. 2).

V. — Une idée ingénieuse permet d'ajouter à cet ensemble, la production de l'Oléum. Elle a été appliquée dans l'installation de Thann — où Salsas-Serra a jumelé en série ces procédés de chambres — (ou plutôt de tours) avec le procédé de contact (fig. 3).

En ne convertissant que 70-80 p. 100 du SO_2 contenu dans les gaz de fours, on n'a besoin que d'une toute petite chambre de contact contenant 40 fois moins de catalyseur qu'il n'en faut quand on recherche les rendements de 98 p. 100 obtenus dans les appareils de contact ordinaires. On arrive donc à l'Oléum pour environ les 3/4 de la production. Les gaz qui sortent d'un tel convertisseur (qui est très simple et économique puisque ce convertisseur ne coûte que 0,5 p. 100 de ce que coûte l'installation totale) sont épuisés à peu près complètement — à 99,5 p. 100 tout au moins.

On voit l'extraordinaire souplesse de cet ensemble, qui permet de faire des acides sulfurique et nitrique avec les quantités, les qualités, les concentrations et les proportions relatives demandées par les utilisateurs les plus variés et d'adapter les usines à construire aux besoins de chacun.

B. — APPAREILLAGE

Je donnerai maintenant quelques renseignements sur l'appareillage auquel nous sommes arrivés dans les dernières usines construites.

Les Glovers sont représentés par une ou deux tours classiques de tête remplies d'anneaux de Raschig, assurant successivement la concentration et la dénitrification de l'acide sulfurique final qui doit sortir de l'appareil.

Par exemple, dans une usine de 40 T/J de monohydrate sulfurique on verra 2 Glovers de 9 m de haut sur 3,50 m de diamètre extérieur.

Les *chambres de réaction*, au nombre de 3 ou 4, sont des tours cylindriques verticales, en tôle d'acier ordinaire nue, de 5 à 8 mm d'épaisseur, placées à l'air libre sur la plateforme au-dessous de laquelle sont installés les bacs, les pompes, les ventilateurs, etc... (la tour de tête est cependant garnie de réfractaire jusqu'à la grille). Les premières tours sont munies de réfrigérants à eau (en acier ordinaire également) (fig. 4-5-6-7-9.)

Dans l'exemple précédent, on trouve 4 tours de 9 m de haut sur 4,50 m de diamètre.

Les *tours de Gay-Lussac* sont analogues à celles que l'on trouve partout mais de dimensions plus réduites. Dans une usine de 40 tonnes on en trouve deux d'une hauteur de 9 m et de 2,50 m de diamètre.

Les absorbeurs à gaz nitreux du procédé mixte pour la production d'acide nitrique sont très petites et bien entendu en inox. Pour une usine de 20 tonnes d'acide nitrique on trouve 4 cylindres verticaux de 11 m de haut pour 2,40 m de diamètre.

Toutes ces tours réacteurs sont garnies partiellement de remplissages, jusqu'au tiers inférieur environ seulement, et ceci permet de favoriser également les réactions en couche limite, en phase gazeuse et en phase liquide. Elles sont munies de pulvérisateurs spéciaux dûs à Salsas-Serra, dont le principe est le

suivant; quand on projette sur un disque tournant à grande vitesse un liquide, celui-ci quitte le disque suivant les tangentes. Le liquide projeté se brise *orthogonalement* sur des couronnes cannelées disposées autour du disque, ce qui permet d'obtenir une finesse de gouttelettes remarquable.

La combinaison de la pulvérisation fine et du ruissellement sur les parois et sur les remplissages assure des conditions particulièrement favorables aux réactions gazeuses interfaciales et liquides (oxydation du SO_2 et réduction du N_2O_5) (fig. 10), (fig. 9).

Un appareil de *réention de brouillards*, récemment étudié, opère la récupération de la plus grosse partie de l'acide vésiculaire (produit une réaction secondaire en phase gazeuse) et permet l'assainissement de l'atmosphère (fig. 8).

Le principe de cet appareil est le suivant : une chambre d'humidification produit un grossissement des gouttelettes; celles-ci sont ensuite centrifugées au moyen d'un ventilateur qui les précipite sur la paroi cylindrique verticale où elles sont retenues et d'où l'acide ruisselle.

C. — RENDEMENTS

Je donnerai maintenant quelques indications sur les rendements moyens que nous avons pu obtenir dans les usines en marche.

Pour l'acide sulfurique nous obtenons :

A) Une absorption du SO_2 contenu dans les gaz avec conversion en SO_3 supérieure à 99,5 p. 100, chiffre jamais atteint jusqu'ici dans aucun autre procédé de chambre ou contact.

B) Un rendement spécifique en monohydrate sulfurique (par rapport aux tours supposées vides) de 60 à 70 kg en 24 heures et par m^3 enfermé, ce qui correspond, par rapport au volume total des tours d'absorption (Gay-Lussac et Glovers non compris) de 100 kg/m^3 en 24 heures, soit encore à un volume de réacteurs de 10 m^3 par T/24 h.

Le procédé classique des chambres de plomb donne 5 $\text{kgs}/\text{m}^3/24$ h.

Consommation par tonne de monohydrate sulfurique produit.

Rendement d'absorption 99,5 p. 100.

Nitreux, calculés en NO_3H . . . 7 kg

Eau de réfrigération à 95° . . . 25 m^3 à 30

Energie électrique 18 à 25 kWh

Main-d'œuvre 1/2 heure
Entretien 0 h 2
Acide en roulement pour une
usine de 40 T/J. 70 m^3/heure
Usure du fer : inférieure à 0,05
mm par an.

En ce qui concerne l'acide nitrique.

Rendement d'absorption 99 p. 100.

Par tonne de monohydrate nitrique,
Energie électrique 30 à 35 kWh
Eau de réfrigération 50 m^3
Vapeur p. mémoire
Capacité de tours par T/J . . . 5 à 6 m^3
Entretien 0 h 25
Main-d'œuvre 1 h 1/2

Les espaces sont plus de 30 fois inférieurs à ceux des installations classiques.

Le coût des installations pour une même production est réduit considérablement par rapport à ceux d'autres types; il est en 1952, de l'ordre de 1,3 million de francs par tonne d'acide sulfurique par jour installée et de 5 millions par tonne-jour d'acide nitrique environ.

On peut proposer à un industriel de démolir son usine de chambre de plomb en lui disant qu'il paiera son usine neuve avec la vente du vieux plomb et récupérera en surplus 3/4 de sa surface bâtie pour d'autres usages.

D. — USINES RÉALISÉES

Les premières usines, relevant des procédés dont j'ai parlé plus haut, ont été réalisées en Italie, bien que les travaux fondamentaux de Kachkaroff aient été effectués en France, au Laboratoire Camille Matignon, au Collège de France, et à l'échelle semi-industrielle à la Poudrerie Nationale de Saint-Chamas :

1° l'usine de Vado (Ligure) qui a fabriqué 40 T/J d'acide sulfurique et 20 T/J d'acide nitrique;

2° celle de Fossano (20 T/J d'acide sulfurique);

3° l'usine de Vercelli (40 T/J d'acide sulfurique).

La première fonctionna pendant 7 ans jusqu'en 1944, celle de Fossano fut mise en marche en 1943, celle de Vercelli ne fut mise en route qu'après la Libération. La partie sulfurique de ces usines est en briques réfractaires.

Ce n'est qu'à partir du moment où Techno-Chimie S. A. avec Salsas-Serra se mit à développer cette technique que l'appareillage a été profondément modifié et construit en acier ordinaire.

Les usines suivantes ont été mises en marche :

1^o Etablissement Dior à Granville : 100 T/J d'acide sulfurique, fonctionnant depuis 1949 et 25 T/J d'acide nitrique (ce dernier appareillage n'est pas encore monté) (fig. 7).

2^o Société de produits chimiques de l'Ouest, à Brest : 40 T/J d'acide sulfurique fonctionnant depuis 1950. Une fabrication de 20 T/J d'acide nitrique est envisagée (fig. 5).

3^o Société des produits chimiques de Thann et Mulhouse à Thann : 60 T/J d'acide sulfurique en fonctionnement depuis 1949; l'Usine comprend le jumelage des réacteurs avec une chambre de contact (fig. 4).

4^o Société Phospho-Guano à La Pallice, pour 40 T/J d'acide sulfurique fonctionnant depuis 1951 — une fabrication de 10 T/J d'acide nitrique est prévue (fig. 6).

La Société anonyme Techno-Chimie est en train d'achever la construction et le montage de trois usines de 40 T/J en Espagne et de deux de 25 T/J en Italie (1). Elle a en négociation de nombreux projets en Espagne, au Brésil, un dans le Sud-Ouest de la France, etc. (2). J'ajouterai que six usines anciennes d'acide sulfurique par les Chambres, se trouvant en Italie, ont vu augmenter de plus du double leur production, par suite de l'amélioration apportée à la pulvérisation des acides par nos pulvérisateurs.

Avant de céder la parole à Salsas-Serra, je voudrais vous montrer quelques vues des Usines en opération.

- (1) *Espagne* : à la Coruña, pour la S. A. Cros,
à Pontevedra, pour Productos Químicos Ibéricos,
à Aldea Moret, pour Union Española de Explosivos et trois autres en commande.
Italie : à Cerea (Verona), pour Fabbrica Perfosfati,
à Mantova, pour Fabbrica Mantovana de Concimi.

- (2) Elle a obtenu par adjudication le contrat d'une usine de 200 T/J à Morgul (Turquie) en décembre 1953.

DEUXIÈME PARTIE

A. — LA FABRICATION INTENSIVE DE L'ACIDE SULFURIQUE DANS LES RÉACTEURS EN FER

par M. Francisco SALSAS-SERRA.

C'est pour moi un grand honneur de parler dans cette salle de nos travaux et de nos réalisations, mais je suis plein de confusion et de crainte, après avoir entendu de M. le Professeur Chagnon, notre cher Vice-Président, des éloges qui sont plutôt le fruit de son affection bienveillante que de nos propres mérites.

Je lui suis reconnaissant d'avoir placé nos travaux dans le sillage de Sorel, car c'est l'œuvre de ce grand Ingénieur qui m'a servi de guide et de support, quand en 1920 j'ai pris contact avec l'immense et mystérieuse enceinte d'un atelier de chambres de plomb; là où un vieil et malin contremaitre faisait la pluie et le beau temps et où tant de jeunes techniciens échouaient ou se décourageaient.

Méditant sur la théorie de Sorel, sur ses travaux de laboratoire et sur ses constatations à l'échelle industrielle, nous avons surtout profité de sa conception physico-chimique des réactions, de ses hypothèses sur les conditions optima d'équilibre entre la phase gazeuse et la phase liquide, surtout en ce qui concerne la teneur en eau et la tension nitreuse.

C'est grâce à ses enseignements que, sous la direction de mon Directeur Ferdinand Martin, nous avons pu mettre au point — à partir de 1922 — et dans les usines de la S. A. Cros en Espagne, un procédé de pulvérisation d'acide sulfurique dans les chambres de plomb, où le brouillard d'acide avait, dans chaque partie du système, les caractéristiques propres à assurer le développement normal des réactions, dans ce que nous avons alors désigné sous le nom de « support d'acide sulfurique dilué », ce qui a permis d'augmenter progressivement de 50 à 100 p. 100 la capacité de production d'acide sulfurique de cette société.

Ces mêmes hypothèses ont été à la base des études et des essais que nous avons réalisés à partir de 1925 au Laboratoire et à l'échelle semi-industrielle sur les réactions des gaz sulfureux avec des acides progressivement plus concentrés en SO_2 et en N_2O_5 , et que nous avons désignées sous le nom de « support d'acide sulfurique concentré ». Ces travaux ont abouti en 1927 à l'utilisation, dans l'usine de Lérida de la Société Cros, de tours de granit destinées auparavant à l'obtention de l'acide nitrique par le procédé à l'arc, et dont la guerre 14-18 avait empêché la mise en service.

Dans ce système de tours, qui fonctionna de 1927 jusqu'à la guerre civile de 1936 et qui fut détruit en 1938, nous avons employé des acides de circulation où le rapport entre densité et nitrosité variait d'une tour à l'autre, afin d'obtenir une répartition aussi régulière que possible de la production entre les différentes tours et de conserver partout les conditions normales de fonctionnement, c'est-à-dire éviter les pertes par réduction de produits nitreux à l'état inoxydable.

Nous avons alors précisé ces questions, mais d'une façon encore empirique, d'une part en disant que pour une même nitrosité la vitesse de réaction variait proportionnellement à la dilution de l'acide, et d'autre part en faisant remarquer que les pertes anormales de produits nitreux étaient dues à la réduction par le SO_2 de l'acide nitrosylsulfurique SO_2NH à l'état de N_2O , pertes qui apparaissaient chaque fois que la densité de l'acide était trop forte par rapport à sa nitrosité.

C'est à partir de 1937 que mon ami M. Nicoletis (qui déjà à cette époque m'avait apporté, avec son parrainage, sa collaboration si enthousiaste et efficace) m'a fait connaître

les travaux de Pierre Kachkaroff et de Camille Matignon sur la fabrication combinée des acides sulfurique et nitrique, et qui plus tard, à la fin de 1938, obtint que Kachkaroff se mît en rapport avec nous et qu'il fit avec notre Société des accords pour le développement de ses procédés.

M. Nicoletis a déjà exposé nos réalisations et les résultats que nous avons obtenus. Je vais vous entretenir maintenant de ce que nous appellerons la *Théorie du procédé*, bien que nous ne la considérons que comme une hypothèse de travail, dont l'exactitude dans quelques parties reste à démontrer et qui est certainement incomplète. Cette théorie nous a permis, néanmoins, de transporter aux dimensions de l'usine les résultats obtenus d'abord au Laboratoire, et plus tard à l'échelle semi-industrielle, c'est-à-dire qu'elle nous a permis de calculer, de projeter et de construire des ateliers et de les faire fonctionner correctement.

Nous avons déjà exposé, dans des Communications précédentes, la théorie de Kachkaroff dont l'hypothèse fondamentale consiste à considérer la réaction de formation

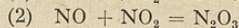
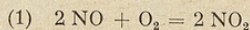
de l'acide sulfurique en phase liquide, comme une réaction bi-moléculaire, ce qui donne comme corollaire la proportionnalité directe entre la vitesse de réaction et la concentration du SO_2 d'une part, et pour une même teneur en SO_2 , entre la vitesse de réaction et la concentration nitreuse de l'acide. Néanmoins, en ce qui concerne cette dernière, Kachkaroff ne faisait aucune distinction entre la nitrosité *totale* de l'acide et la nitrosité *active*, laquelle dépend du degré de dissociation de l'acide nitrosylsulfurique.

Les études et les réalisations que nous avons entreprises dans les laboratoires et dans les usines de la Société Anonyme Cros en Espagne, et dont nous avons déjà parlé, nous ont amenés à considérer dans l'acide qui sert de support à la réaction, une activité de la nitrosité qui n'est pas directement proportionnelle à sa teneur en N_2O_3 , mais à celle-ci multipliée par un certain facteur qui dépend essentiellement du rapport entre la densité et la nitrosité de l'acide. Nous avons donc été obligés de modifier et de compléter la théorie de Kachkaroff pour tenir compte du facteur d'activité variable de la nitrosité.

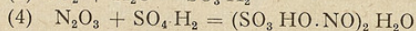
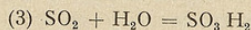
Théorie du procédé.

Les réactions mises en œuvre sont les suivantes :

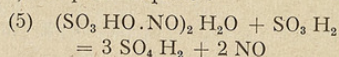
a) En phase gazeuse :



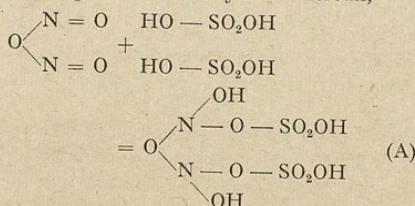
b) En couche limite :



c) En phase liquide :



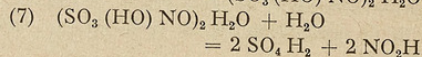
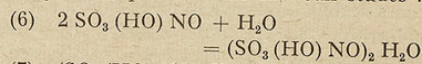
Le composé formé par la réaction (4) pourrait être un composé d'addition de l'acide sulfurique et de l'anhydride nitreux,



ce composé ayant un pouvoir oxydant élevé et une tension nitreuse faible correspondant aux caractéristiques de l'acide employé dans notre procédé.

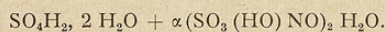
Nous sommes arrivés à considérer que le composé actif qui oxyde le SO_2 et qui se trouve dissous dans l'acide de circulation est le composé (A), car il fallait tenir compte de ce que l'acide nitrosylsulfurique SO_3HN anhydre est très stable et qu'il réagit difficilement avec l'anhydride sulfureux. Par contre, le produit résultant de son hydrolyse complète, qui est l'acide nitreux NO_2H , est très instable dans le sein de l'acide sulfurique concentré; il ne peut y subsister que grâce à une forte concentration nitreuse dans les gaz (ce qui n'est pas le cas dans notre procédé, où la nitrosité des gaz devient rapidement très faible).

Ainsi, l'hydrolyse complète de l'acide nitrosylsulfurique se ferait en deux stades :



Le premier est celui qui caractérise notre procédé, mais avec apparition plus ou moins sensible du second, avec dissociation partielle du NO_2H en $\text{NO} + \text{NO}_2$.

Par ailleurs, nous avons constaté, pendant les premiers mois de marche de la première installation construite en France (où nous avons cherché à obtenir toujours la vitesse maximum de réaction), que l'acidité totale de l'acide de circulation se trouvait aux environs de 73 p. 100 de SO_4H_2 . Nous avons donc complété notre hypothèse, en supposant que les acides où la proportion de la nitrosité active est la plus élevée, c'est-à-dire dans laquelle la plus grande partie du composé sulfurique nitreux est sous forme du composé (A) avaient la composition :



Vitesse de formation de l'acide sulfurique.

Grâce au grand nombre de données techniques dont nous disposions (fig. 12 et fig. 13), nous avons pu déterminer et représenter dans un graphique, à côté de la courbe optimum, mais hypothétique, « N » (correspondant à la composition $\text{SO}_4\text{H}_2, 2 \text{H}_2\text{O} + \alpha (\text{SO}_3(\text{HO})\text{NO})_2 \text{H}_2\text{O}$), un ensemble de courbes de niveau dans lesquelles est exprimée la composition des acides qui — toutes choses égales d'ailleurs — donne pour chacune de ces courbes la même vitesse de réaction (cette vitesse étant caractérisée par un facteur qui varie, de l'une à l'autre, depuis 1 jusqu'à 2) (fig. 14).

A partir de ces lignes de niveau, et de la courbe « N », il a été possible de déduire un certain nombre de courbes de même allure que cette dernière et pour lesquelles le rapport entre la nitrosité active et la nitrosité totale de l'acide était constante. Ces courbes se caractérisent d'une façon très nette par le fait qu'elles s'écartent au fur et à mesure que la nitrosité est plus élevée; de plus, étant donné que ce rapport entre la nitrosité active et la nitrosité totale définit jusqu'à un certain point le pouvoir oxydant de l'acide, on constate que la stabilité de la marche d'un appareil est d'autant plus grande que la densité et la nitrosité corrélative de l'acide sont plus élevées.

Dans la figure 14 nous avons représenté

2 courbes limites, l'une inférieure, dont le rapport entre la nitrosité active et la nitrosité totale est de 0,95 de celui de la courbe théorique, et l'autre, de seulement 0,55 de la même valeur. Ces 2 courbes délimitent d'une façon assez précise les limites entre laquelle il faut maintenir la composition de l'acide de circulation pour que la réaction de formation de l'acide sulfurique se développe d'une façon normale. Toute composition dont le point représentatif se trouve au-dessous de la ligne inférieure donne une tension nitreuse trop élevée qui serait impropre à notre procédé. C'est justement dans ce sens, et pour des nitrosités et densités plus basses que celles indiquées dans cette courbe, que fonctionnent certains procédés intensifs dans lesquels une forte nitrosité des gaz est indispensable. C'est, dans ce cas, la seule marche possible, car il est très difficile de maintenir des acides d'une densité inférieure à 61° Bé entre les limites propres de notre technique car celles-ci se trouveraient alors trop rapprochées.

Au-dessus de la ligne supérieure, le pouvoir oxydant de l'acide est trop bas. Alors non seulement la prédominance du composé SO_3NH donne lieu à une diminution sensible de la vitesse de réaction (comme on le voit par l'allure des lignes de niveau), mais il apparaît alors des réactions anormales, avec perte de produits nitreux, par réduction à un état inoxydable.

Emploi de l'acier ordinaire Passivation et corrosion.

M. Nicoletis a fait voir que l'un des avantages techniques les plus importants obtenus par l'emploi des acides de la composition employée dans notre procédé a été de pouvoir utiliser pour construire une bonne partie de l'appareillage, au lieu du plomb et des matériaux anti-acide, l'acier ordinaire sans protection.

L'action de l'acide sulfurique nitreux de composition comprise entre les limites que nous avons indiquées plus haut exerce une action telle, sur l'acier ordinaire, que celui-ci se recouvre rapidement d'une couche mince et blanchâtre, constituée probablement par un sulfate basique de fer.

Nous avons supposé que le processus de

passivation de la surface d'acier a lieu en 2 phases :

Le composé actif de l'acide produit une oxydation de l'acier et ensuite l'acide sulfurique restant libre transforme l'oxyde de fer en sulfate basique. Cette action étant continue, la couche finit par avoir une épaisseur et une consistance telles que la protection de l'acier reste assurée. Néanmoins, dans tous les endroits où il y a vitesse trop forte de l'acide ou choc de celui-ci sur la tôle, la couche peut se désagréger et il est indispensable qu'elle puisse se reformer rapidement.

Dans les conditions normales de marche, la quantité de fer contenue dans l'acide qui est retiré des chambres de réaction, est de 0,02 à 0,06 gr de Fe/litre.

Cette teneur doit correspondre certainement à la proportion de sulfate basique que l'acide peut dissoudre et elle est donc variable selon la composition de l'acide non-combiné aux oxydes d'azote.

Nous pensons au début, quand les premières corrosions ont apparues, qu'il serait suffisant d'augmenter la densité de l'acide de circulation pour éviter qu'elles se reproduisent, mais nous avons pu constater par la suite que les corrosions apparaissent surtout quand le pouvoir oxydant de l'acide diminue sensiblement.

Les compositions les plus favorables pour la passivation correspondent à un acide dont le composé actif, c'est-à-dire l'acide nitrosylsulfurique, est oxydant vis-à-vis du fer. Ceci dépend, comme nous l'avons vu, du rapport entre sa densité et sa nitrosité, et il faut que l'acide sulfurique libre (c'est-à-dire non combiné aux oxydes d'azote) ne soit pas trop dilué. Les caractéristiques de ces acides sont tout à fait d'accord avec celles que nous avons définies plus haut, comme les plus appropriées pour le bon fonctionnement du processus chimique.

Ainsi, après avoir déterminé et exprimé graphiquement, sur la figure 14, les courbes de niveau à vitesse de réaction constante et les courbes de rapports constants entre la nitrosité active et la nitrosité totale de l'acide, nous avons situé sur ce graphique quelques points qui correspondent à des acides agressifs qui sans exception se trouvent représentés par des points (15 à 20) situés nettement au-dessus de la ligne limite supérieure et correspondent donc à une diminution très sensible

du pouvoir oxydant de l'acide. Corrélativement, pendant ces périodes, le fonctionnement de l'installation a été moins bon en ce qui concerne la capacité de production, c'est-à-dire le rendement, et la consommation d'acide nitrique a été sensiblement plus forte.

Récupération des oxydes d'azote.

Bien que la quantité d'oxydes d'azote contenue dans l'acide en circulation sous la forme d'un composé sulfurique nitreux soit au moins 5 fois plus élevée que celle nécessaire pour oxyder la totalité du SO_2 (c'est-à-dire que le NO réoxydé et absorbé par l'acide ne joue qu'un rôle secondaire dans la réaction en phase liquide), il faut assurer une réoxydation et une réabsorption aussi les plus complètes que possible.

Kachkaroff et Matignon ont déterminé, pour la densité et la nitrosité de l'acide, les limites entre lesquelles la double absorption du SO_2 et du N_2O_3 était non seulement simultanée, mais pratiquement complète. Néanmoins, ces conditions exigent l'emploi d'un acide d'une tension nitreuse extrêmement faible, ce qui empêche de terminer l'oxydation du SO_2 et donne lieu à des réactions anormales avec perte de produits nitreux.

Nous avons vu que ces acides sont agressifs vis-à-vis de l'acier ordinaire. Il a fallu donc utiliser des acides d'une tension nitreuse faible, mais quand même sensible, et prévoir l'installation de deux petites tours de Gay-Lussac, afin d'obtenir la récupération méthodique des oxydes d'azote contenus dans les gaz à la sortie du dernier réacteur.

On sait que la récupération des oxydes d'azote exige que ceux-ci soient absorbés dans la proportion équimoléculaire $\text{NO} - \text{NO}_2$, absorption qui est presque quantitative.

Dans les appareils de chambres de plomb, où le volume libre est considérable, l'oxydation du NO à NO_2 prend de l'avance, en queue des appareils, sur l'oxydation du SO_2 , de telle manière qu'il y ait, en marche normale, dans les gaz évacués, une petite proportion de SO_2 , tout en ayant un léger excès du NO_2 qui n'est pas retenu dans le dernier Guy-Lussac. Par contre, dans les procédés intensifs, quand l'oxydation du SO_2 est pratiquement complète, le NO prédomine encore sur le NO_2 .

Comme M. Nicoletis l'a exposé, nous avons appliqué, dans les tours des dernières installations faites en France, la combinaison remplissage et pulvérisation, en améliorant cette technique grâce à l'obtention d'un brouillard très fin et par le fait que le remplissage partiel est disposé de telle façon qu'il se laisse pénétrer par l'acide pulvérisé. Ainsi l'absorption simultanée des oxydes d'azote est accélérée par la présence ininterrompue du brouillard d'acide et les gaz arrivent à l'entrée du 1^{er} Gay-Lussac, avec une teneur en oxydes d'azote inférieure à 5 gr de N_2O_3 par m³.

Dans la figure 12 on peut voir, pour une production de 45-50 T. de SO_4H_2 par 24 h., le volume des tours et les courbes représentatives de la teneur des gaz en SO_2 et en oxydes d'azote tout le long de l'installation.

Description et calcul d'une installation.

Les ateliers, que nous réalisons actuellement, sont constitués (fig. 3) par deux tours de tête (genre Glover) construites en lave de Volvic ou avec d'autres matériaux anti-acide. La première travaille exactement comme la tour de Glover des chambres de plomb et la deuxième dénitre partiellement l'acide produit dans le système, tout en assurant elle-même une production qui peut atteindre jusqu'à 20-25 p. 100 de la production totale. Suivent — dans le sens de circulation des gaz — trois ou quatre réacteurs

cylindriques en acier ordinaire sans revêtement, à l'exception du premier. La tête de celui-ci est protégée jusqu'à la grille supportant le garnissage. Il est partiellement rempli d'anneaux de Raschig. Les autres réacteurs peuvent être, soit remplis d'une couche d'un mètre d'anneaux, pour assurer la bonne répartition des gaz, soit totalement vides. L'acide est distribué sur les réacteurs au moyen des pulvérisateurs centrifuges dont nous avons déjà parlé.

Les perfectionnements que nous avons introduits dernièrement dans la pulvérisation de l'acide nous permettent d'envisager d'ores et déjà la suppression du remplissage de l'une ou de deux tours de Gay-Lussac et nous pourrions probablement encore réduire leur volume qui est déjà relativement beaucoup plus faible que celui des Gay-Lussac des chambres de plomb.

Finalement, nous installons à la fin du système des appareils de lavage de gaz et rétention d'acide vésiculaire (fig. 4) qui permettent de réduire l'acidité sulfurique à environ 1 gr de SO_4H_2 /m³. (fig. 8).

Ce dispositif est constitué par une petite chambre cylindrique, dans laquelle les gaz, à la sortie de la dernière tour de Gay-Lussac, sont humidifiés grâce à l'action d'un pulvérisateur, d'un type nouveau, mis au point récemment dans nos Ateliers par notre ami et co-associé M. Planaguma, et passent ensuite par l'appareil de rétention où les gaz sont projetés orthogonalement à grande vitesse, sur une surface fixe, ce qui annule la force vive des fines particules liquides (fig. 8).

B. — LA FABRICATION COMBINÉE DE L'ACIDE SULFURIQUE ET DE L'ACIDE NITRIQUE CONCENTRÉ

par M. Francisco SALSAS-SERRA

Le procédé de fabrication intensive d'acide sulfurique que nous venons de décrire s'est développé comme un corollaire du procédé mixte. Il a donné lieu à un nombre de réalisations important. Par contre, la fabrica-

tion combinée de deux acides n'a été réalisée qu'à l'usine de Vado Ligure conçue et mise en marche par Kachkaroff en 1938 et démantelée par les Allemands en 1944. Plusieurs projets ont été faits en France, mais ne sont

pas encore devenus effectifs; il n'y a qu'une seule installation en cours de montage.

Néanmoins, ce procédé présente un intérêt considérable, car la demande d'acide nitrique, même en temps de paix, doit s'accroître du fait que cet acide tend progressivement à être utilisé dans la production de certains engrais, pour compléter l'action de l'acide sulfurique ou pour le remplacer.

Par ailleurs la tendance actuelle à obtenir l'acide sulfurique à une haute concentration (ce qui lui donne une plus grande souplesse d'emploi), nous a poussés à étudier et à essayer la combinaison entre le procédé de contact et le procédé intensif, en mettant au point des systèmes de catalyse partielle, où la conversion est limitée à environ 75 p. 100 avec épuration sèche et à 90 p. 100 avec épuration humide des gaz. Dans un cas comme dans l'autre, l'emploi d'un appareillage spécial qui a fait ses preuves — notamment les Réacteurs vides avec pulvérisation et le système de rétention de brouillard — permet de simplifier considérablement les installations et de diminuer sensiblement leur prix de premier établissement et les frais de fabrication.

Il est donc d'un grand intérêt de reprendre la fabrication combinée des acides sulfurique et nitrique, en complétant le procédé Kachkaroff-Matignon avec l'obtention de l'acide sulfurique de haute concentration, tout en introduisant, dans l'appareillage et dans la technique, les perfectionnements que nous avons réalisés pendant ces dernières années.

Le schéma figure 2 donne une idée de la partie essentielle de notre procédé mixte.

Les gaz sulfureux, après épuration sommaire, sont répartis entre les 2 systèmes : d'une

part une tour de Glover à laquelle fait suite le système de réacteurs pour l'acide sulfurique et d'autre part un convertisseur à catalyse partielle suivi d'un absorbeur de SO_3 . Les gaz résiduels sortant de ce dernier entrent dans le réacteur sulfurique le plus approprié.

Les gaz nitreux chauds et humides passent par un « Glover Nitrique » et vont ensuite aux systèmes de réacteurs pour l'acide nitrique où leur absorption est volontairement partielle, les gaz résiduels entrant dans la tête du système de réacteurs sulfuriques (absorption mixte).

Du volant d'acide sulfonitrique circulant dans l'absorption mixte on retire la quantité correspondant à la production d'acide nitrique, que l'on dénitre partiellement dans le Glover nitrique. De l'acide sortant de cette tour, on dérive vers le Glover Sulfurique la partie correspondant à la production d'acide sulfurique, à fins de dénitrification complète.

Nous avons l'espoir que ce procédé pourra être réalisé dans un avenir prochain. On a déjà essayé, chez un de nos clients, la combinaison de la catalyse partielle sans épuration, tant avec le procédé de chambres de plomb qu'avec notre procédé intensif. Nous avons ainsi pu vérifier l'exactitude de nos calculs sur la vitesse d'oxydation du SO_2 et le bien fondé de nos conceptions sur l'absorption du SO_3 provenant de la catalyse humide.

Par ailleurs, la catalyse avec conversion à 90 p. 100 après épuration des gaz aussi simplifiée va être installée dans le courant de cette année chez un autre client, en combinaison avec l'installation intensive d'acide sulfurique. Le jumelage de la fabrication de l'acide nitrique avec celle existante de l'acide sulfurique est aussi à l'étude pour cette usine.

CONCLUSIONS

par M. John NICOLETIS

Vous avez pu voir, Messieurs, combien l'ensemble des procédés dont nous vous avons entretenus, représente un progrès.

Techniquement séduisant pour l'esprit, économique dans l'appareillage, réduisant de ce fait le prix de revient de l'acide sulfurique de près de 20 p. 100 et celui de l'AN de près de 30 p. 100, pourquoi ne s'est-il pas développé comme une trainée de poudre?

Il serait trop facile de répondre, en incriminant l'esprit de routine et de prudence exagérée de l'industriel français, qui ignore souvent le point d'« obsolescence » de son appareillage.

Cet état d'esprit existe peut-être ici, Messieurs, et je laisse à chacun de vous le soin de faire son examen de conscience.

Quant à moi — quels que soient l'intérêt et la passion qui me poussent à chercher — et dans tous les domaines — non pas seulement le progrès continu d'aujourd'hui, mais celui de demain, je me garderai bien de critiques pour 3 raisons :

En premier lieu : parce que j'ai l'honneur de parler devant la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale. C'est-à-dire devant l'Assemblée des Industriels les plus allants qui se sont donné pour tâche de promouvoir le progrès.

Notre Société a donné, je puis le dire, au moment de son sesquicentenaire, le spectacle le plus réconfortant sur les efforts dont notre industrie est capable, autorisant tous les espoirs pour l'avenir.

Qu'il me soit permis ici de rendre hommage à ceux qui, dans le passé, contribuèrent à son œuvre bienfaisante, et parmi eux de rappeler le souvenir du Président Amédée Alby, père de mon beau-frère Henry Alby, notre ancien trésorier — dont nulle part plus qu'ici on n'a

apprécié les qualités d'organisation, de travail et de progrès.

En second lieu : Je serais mal venu à me plaindre, parce que nous avons en fait rencontré des industriels qui ont bien voulu prendre avec nous les risques des nouveautés que nous proposons, à savoir...

La Société des Établissements Dior, la Société des P. C. de Thann et de Mulhouse, la Société des Produits Chimiques de l'Ouest, la Compagnie Bordelaise, la Société Phospho-Guano et la pionnière de toutes, la Compagnie de Saint-Gobain.

Très simplement je veux leur dire : Merci — mais en plus... je désire ici rendre un hommage ému à mon ami Louis Gardent, Directeur des Recherches de Saint-Gobain, disparu il y a quelques jours, car c'est à son savoir, à sa compréhension et à sa ténacité que nous devons les premières réalisations en France de nos procédés.

En troisième lieu, je me garderai encore de doléances classiques à propos du temps qu'il faut pour faire accepter une nouveauté, quelles que soient les impatiences, les angoisses que traversent les inventeurs et leurs associés.

En effet la réticence *a priori* devant une nouveauté aussi révolutionnaire que la nôtre par exemple — n'est qu'un réflexe de défense d'un milieu qui se donne le temps de la réflexion.

Un progrès technique peut ne pas être un progrès économique. Un progrès économique pour une entreprise donnée peut constituer une catastrophe économique pour la profession et au delà d'elle pour l'ensemble des chaînes économiques attenantes. Un progrès technique et économique même pour l'en-

semble peut, s'il est introduit trop vite, constituer un désastre social. Il faut voir les choses de très près.

Un système économique non organisé comme le nôtre n'a que le refus ou la lenteur d'application pour se défendre. Il fait peser tout le poids des risques sur les inventeurs, faibles et isolés, et sur les Sociétés entrepreneures, qui peuvent aller jusqu'à jouer leur existence dans l'aventure comme sur un coup de dés.

Il n'est que trop connu que le passage du stade laboratoire au stade industriel offre, par suite de la dispersion de l'industrie en France, des difficultés techniques et financières, presque insurmontables.

C'est la principale raison pour laquelle notre système économique n'ouvre vraiment au progrès que la petite porte. Il semble douter de lui-même et de la possibilité pour l'Homme d'examiner un problème sous toutes ses faces et de son pouvoir de l'extrapoler dans l'avenir.

Et cependant... à notre époque... avec les moyens en hommes, en capitaux et en moyens de recherche — qui *existent* mais qui trop souvent s'ignorent quand ils ne se combattent pas — ne serait-il pas possible de réunir pour *étudier* et *décider* les meilleures têtes des branches industrielles intéressées et les moyens matériels dont elles disposent.

L'introduction ou le rejet d'un nouveau procédé, la rapidité de sa mise au point et de sa généralisation ne gagneraient-ils pas à ces *larges* examens et à des décisions constructives obligatoires?

Mais c'est poser toute la question de la mission, du rôle de la Puissance Publique et de ses organes, de la Direction des Industries Chimiques et de la Commission du Plan... aussi laisserai-je ce sujet si controversé à vos méditations et à celle de notre Comité des Arts Économiques. Mais puisque les choses sont ce qu'elles sont... que nous ne pouvons encore survoler la forêt et que nous devons toujours frayer notre chemin dans la jungle avec un sabre de bois, je voudrais évoquer, en terminant, quelques souvenirs des pionniers.

C'est à l'amitié de Kachkaroff que je dois l'honneur de parler aujourd'hui devant vous.

Après une vie, dont le récit constituerait le plus passionnant des romans, Kachkaroff

était venu en France. Il avait étudié son procédé mixte au Laboratoire de Camille Matignon, grâce à l'appui de Painlevé. Le Service des Poudres lui avait permis de pousser ses études jusqu'au Stade semi-industriel à Saint-Chamas. Lorsqu'il trouva l'occasion de réaliser une usine, ce fut en Italie. L'industrie française l'a laissé partir.

— Je me rappelle encore Kachkaroff, parlant à peine le français, pauvre et presque en guenilles, pénétrant pour la première fois dans mon bureau — bureau qu'à l'époque bien des ministres auraient pu m'envier.

Bien entendu, je l'ai reçu avec la même courtoisie, la même aménité avec lesquelles j'aurais reçu un ambassadeur. Car pour moi un homme est un homme. J'ai trop fréquenté les piscines et les plages pour ne pas savoir que, quand les vêtements tombent, souvent la hiérarchie des valeurs se renverse et que *le moine*, ce n'est pas l'habit qui le fait. D'ailleurs j'ai vite discerné que Kachkaroff était un Seigneur.

Et voilà pourquoi cet homme m'honora de sa confiance pour pousser ses procédés, dans le pays où ils avaient vu le jour, et auquel, pour cette raison, il avait voué une immense gratitude.

— Kachkaroff est mort en 1943 en Italie. Il n'aura pas vu les réalisations de ses travaux et de leurs prolongements en France, mais je dois le dire : c'est bien moins par intérêt que je me suis attaché à leurs réalisations que par fidélité à la mémoire de mon ami — qui était non seulement un très grand Ingénieur, mais un homme bon et sensible... qui, bien que vivant modestement cherchait à gagner le plus d'argent possible... tout cela pour le consacrer au soutien de réfugiés dans la gêne ou à l'éducation d'enfants abandonnés.

Avec mon ami Salsas, nous nous sommes donné pour tâche de réaliser ce que Kachkaroff aurait voulu faire.

Les difficultés ont été nombreuses, mais nous avons pensé qu'elles devaient céder, car Kachkaroff nous avait montré la voie et parce que, une fois partis, nous avions le devoir de nous « accrocher ». C'est que — et ce sera là ma conclusion — il faut retourner les sombres mots de Guillaume le Taciturne en proclamant bien haut :

« Il est indispensable d'espérer pour entreprendre et de persévérer pour réussir ».

BIBLIOGRAPHIE

F. Salsas Serra.

1. La Catalyse dans l'industrie de l'acide sulfurique. Procédé des Chambres de plomb. *Tecnica* (Barcelone, juillet 1933).
2. Contribution à l'étude des réactions dans les chambres de plomb. Communication présentée au XVIII^e Congrès de Chimie Industrielle (Paris, 26 septembre au 3 octobre 1937).
3. Aspects thermiques de la réaction dans les chambres de plomb. « *Chaleur et Industrie* », juin 1938, n° 218, p. 405.
4. Nouveaux perfectionnements dans la fabrication combinée des acides sulfurique et nitrique. « *Chimie et Industrie* », vol. 58, n° 5, nov. 1947, p. 433-348.
5. La fabrication combinée de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique. « *Chimie et Industrie* ». Numéro spécial du XXI^e Congrès International de Chimie Industrielle (Bruxelles sept. 1948).
6. Les nouvelles installations de fabrication intensive de l'acide sulfurique. I. S. M. A., 1951.
7. Les nouveaux appareils pour la fabrication intensive de l'acide sulfurique. *Achema* 1952.

J. Nicoletis.

8. La fabrication combinée des acides sulfurique et nitrique. Conférence Club Engenharia (Brésil). Reproduite par *Quimica Industrial* (février 1949).
9. La fabrication de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique. Conférence au Congrès de Posnan. Reproduite par « *Chimie et Industrie* » de Pologne (mai 1949).
10. La fabrication de l'acide sulfurique dans les chambres de fer. Congrès de l'Association Française pour l'avancement des Sciences (Cannes, 1952).

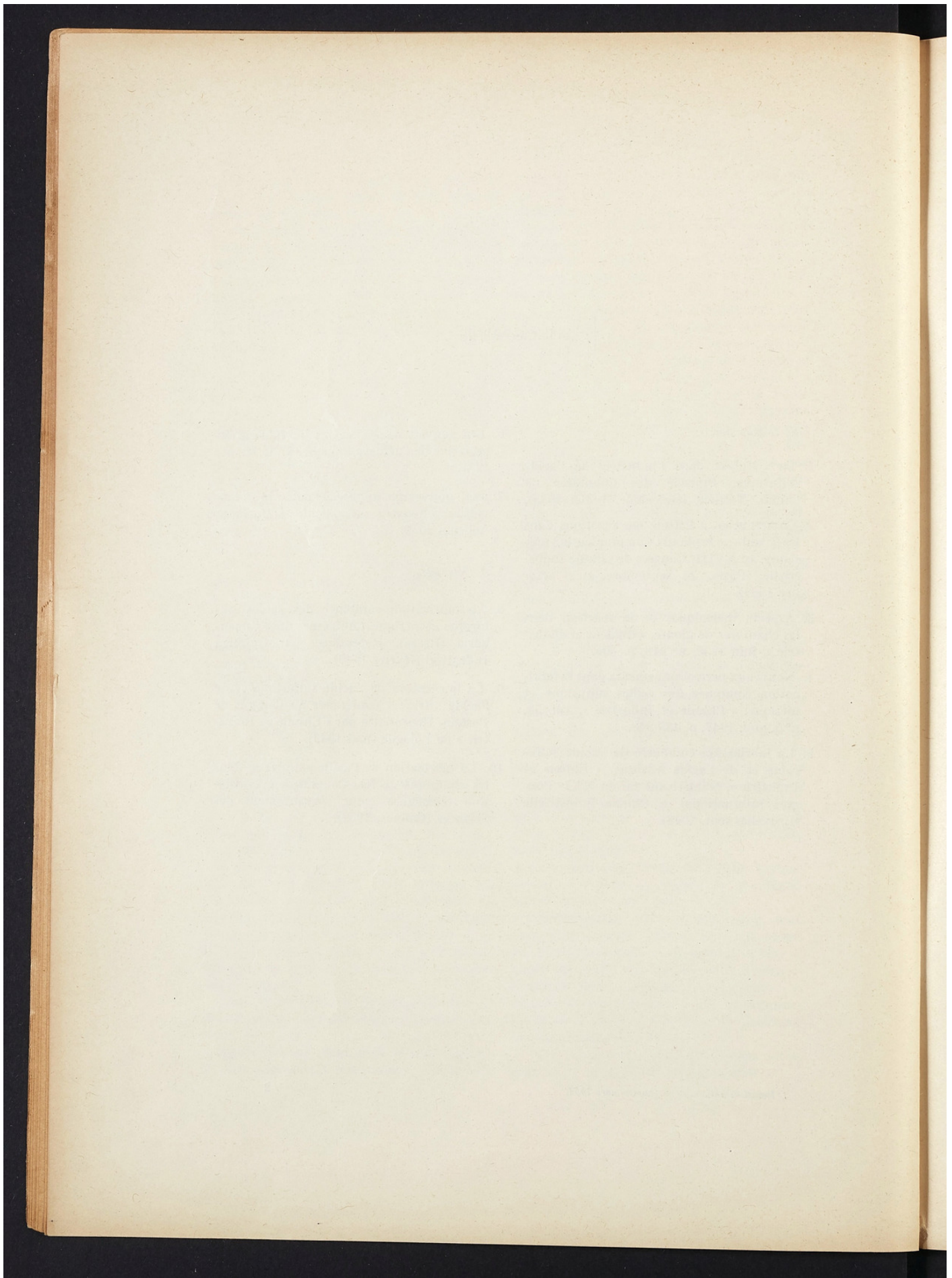
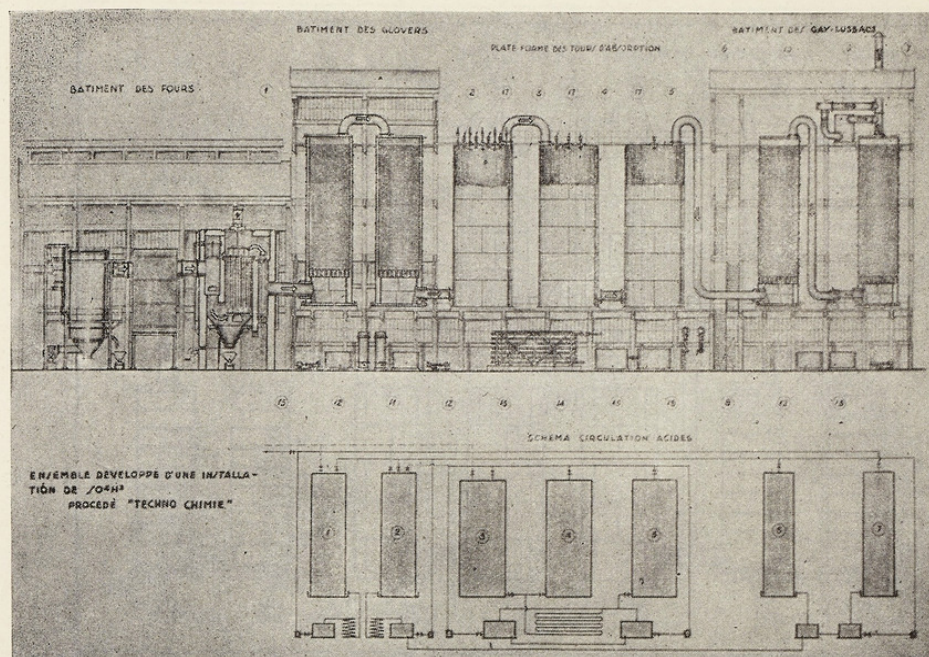


Fig. 1.

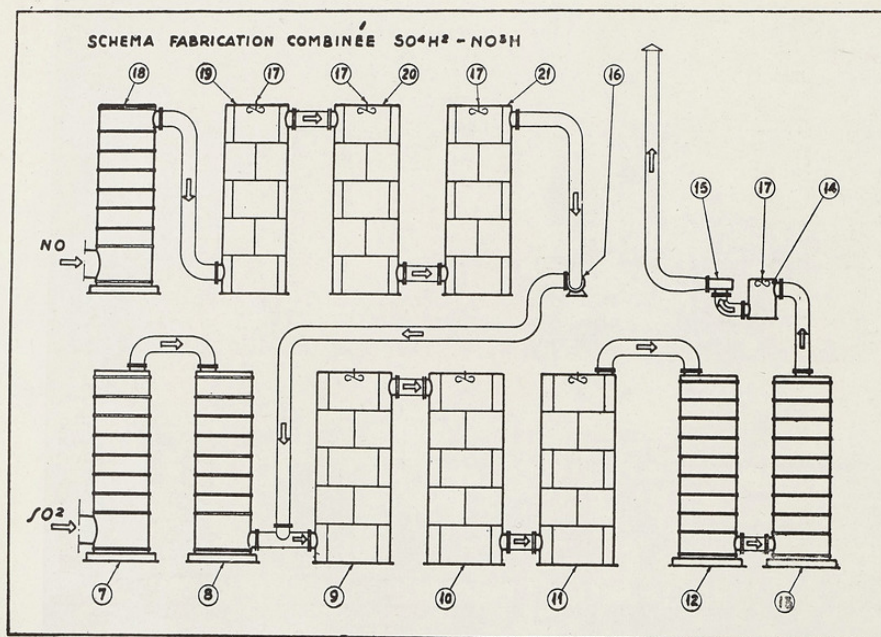


- 1. — 1^{er} Glover.
- 2. — 2^e Glover.
- 3. — 1^{er} réacteur.
- 4. — 2^e réacteur.
- 5. — 3^e réacteur.

- 6. — 1^{er} Gay-Lussac.
- 7. — 2^e Gay-Lussac.
- 8. — Ventilateur.
- 9. — Humidificateur.
- 10. — Rétention de vésicules.
- 11. — Filtres.

- 12. — Bacs.
- 13. — Pompes.
- 14. — Réfrigérant.
- 15. — Bacs.
- 16. — Pompes.
- 17. — Pulvérisateurs.

Fig. 2.

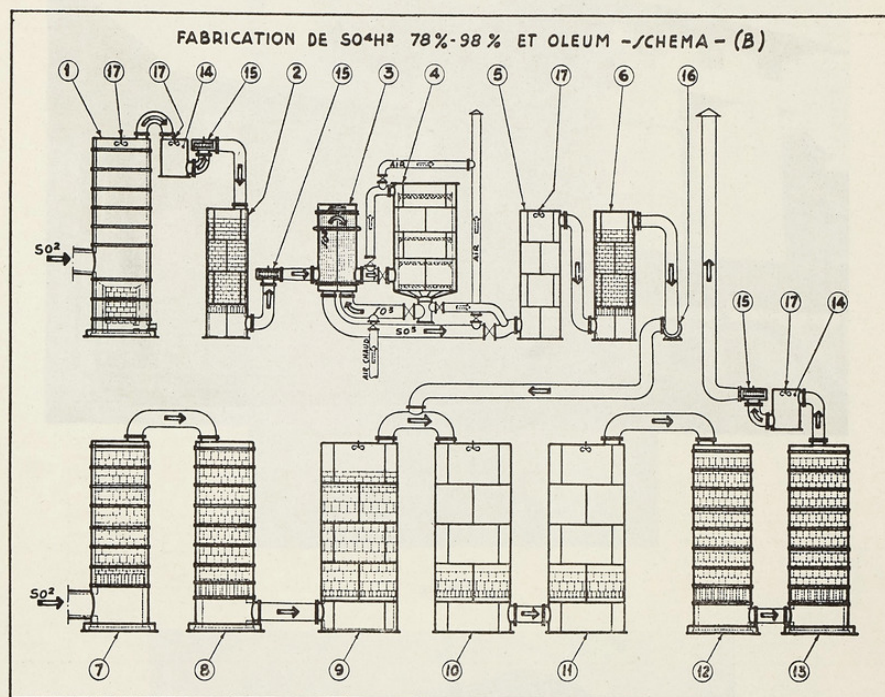


1. —
2. —
3. —
4. —
5. —
6. —
7. — 1^{er} Glover.

8. — 2^e Glover.
9. — 1^{er} réacteur sulfurique.
10. — 2^e réacteur sulfurique.
11. — 3^e réacteur sulfurique.
12. — 1^{er} Gay-Lussac.
13. — 2^e Gay-Lussac.
14. — Humidificateur.

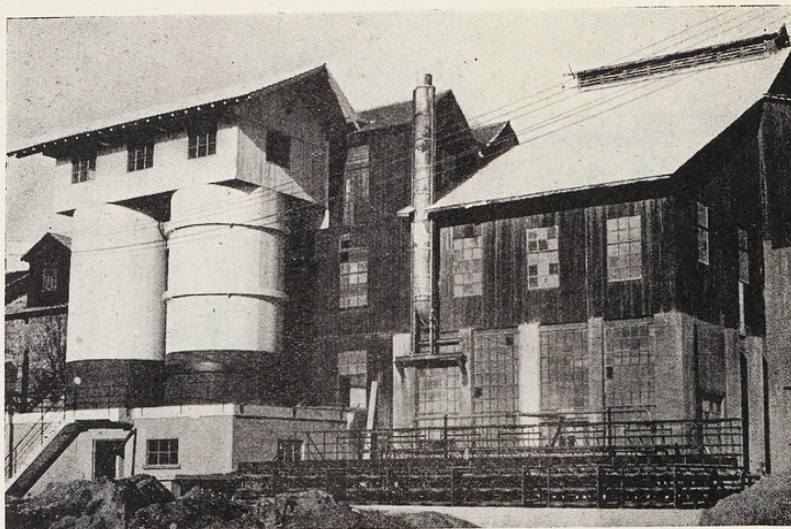
15. — Rétention de vésicules.
16. — Ventilateur.
17. — Pulvérisateurs.
18. — Glover nitrique.
19. — 1^{er} réacteur nitrique.
20. — 2^e réacteur nitrique.
21. — 3^e réacteur nitrique.

Fig. 3.



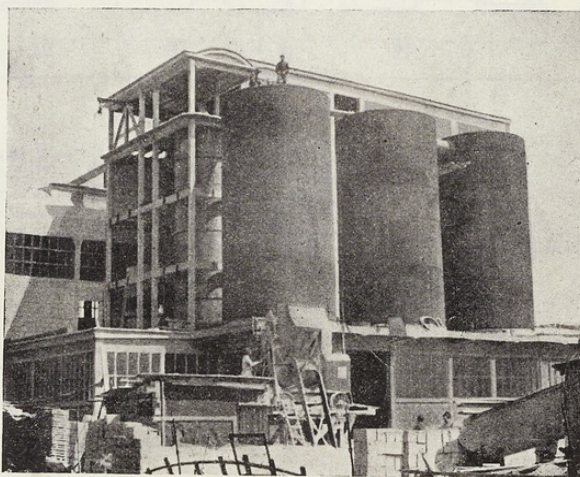
- | | | |
|---|---|----------------------------------|
| 1. — Tour de lavage. | 7. — 1 ^{er} Glover. | 13. — 2 ^e Gay-Lussac. |
| 2. — Tour de séchage. | 8. — 2 ^e Glover (dénitrant). | 14. — Humidification. |
| 3. — Échangeur thermique. | 9. — 1 ^{er} réacteur. | 15. — Rétention des vésicules. |
| 4. — Catalyse. | 10. — 2 ^e réacteur. | 16. — Ventilateur. |
| 5. — 1 ^{er} absorbeur SO^3 . | 11. — 3 ^e réacteur. | 17. — Pulvérisateur. |
| 6. — 2 ^e absorbeur SO^4H^2 . | 12. — 1 ^{er} Gay-Lussac. | (18, 19, 20, 21). |

Fig. 4.



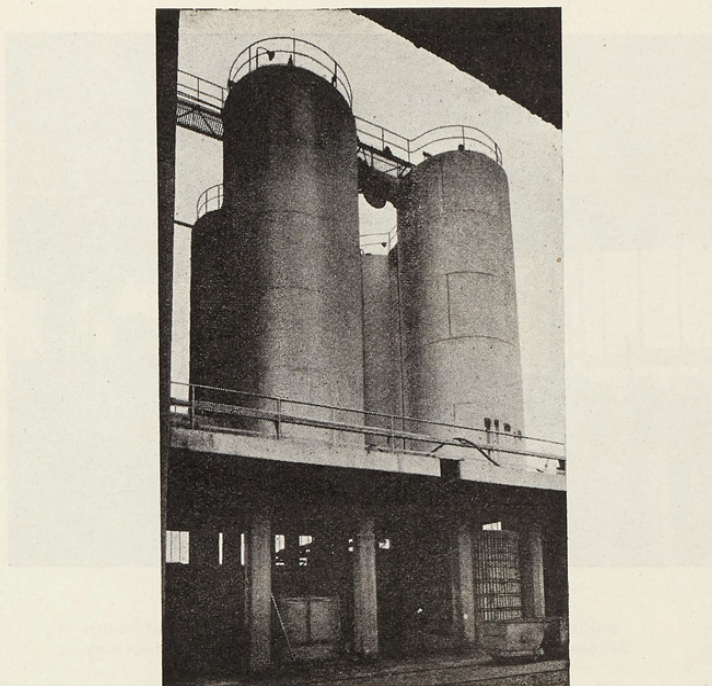
Thann.

Fig. 5.



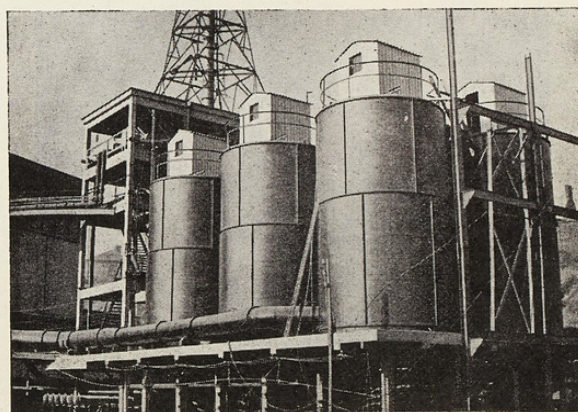
Brest.

Fig. 6.



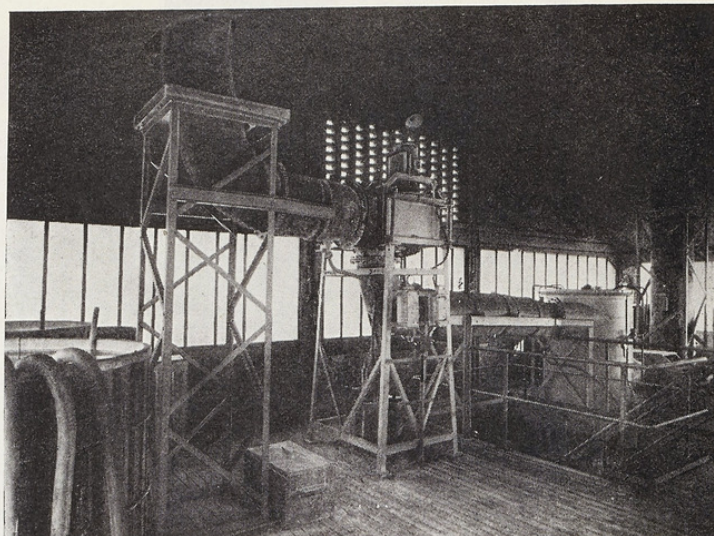
La Pallice.

Fig. 7.



Granville.

Fig. 8.

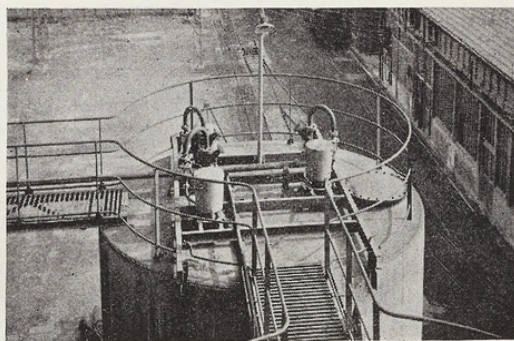


↑
rétention centrifuge
des vésicules alourdies

↑
chambre d'humidification
et grossissement des vésicules

RÉTENTION DES BROUILLARDS
À LA PALLICE.

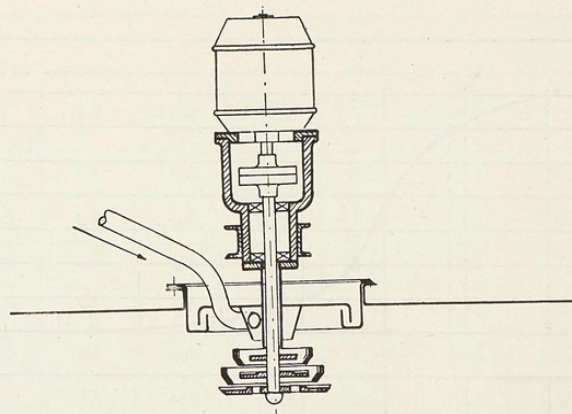
Fig. 9.



CIEL DE RÉACTEUR
À LA PALLICE.

↑ pulvérisateurs

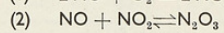
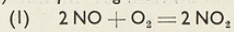
Fig. 10.



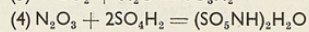
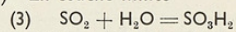
Pulvérisateurs

Fig. 11.

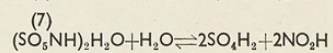
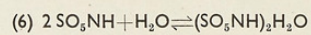
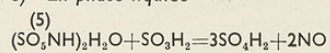
a) En phase gazeuse



b) En couche limite

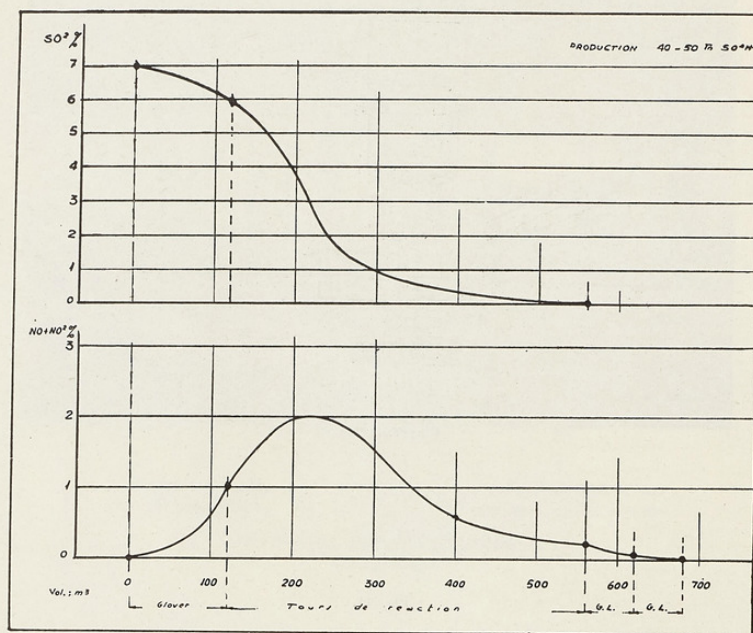


c) En phase liquide



Réactions mises en œuvre.

Fig. 12.



CONCENTRATIONS SULFUREUSE ET NITREUSE DES GAZ.

variations
tout le long
de l'appareil
de

$$\left\{ \begin{array}{l} y = \text{taux de } \text{SO}_2 \text{ dans les gaz (haut)} \\ y = \text{taux de } \text{N}_2\text{O}_3 \text{ dans les gaz (bas)} \end{array} \right.$$

(x = volumes depuis l'entrée)

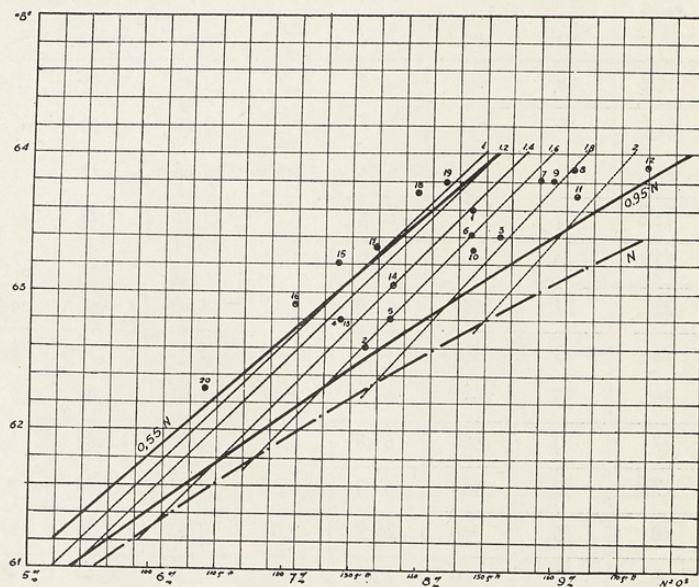
Fig. 13.

N°	Pyrite 24 h.	Coulage N.F. M ²	Vol. chambres M ³ h.	Densité °Bé	Nitrosité N ₂ O ₃ %	Facteur vitesse réaction		
						Calculé	Mesuré	Erreur %
1	19,6	69	460	63,6	8,32	1,45	1,43	1,4
2	21,5	69	460	62,6	7,50	1,68	1,62	3,5
3	21,5	69	460	63,4	8,50	1,68	1,73	3
4	22,5	89	460	62,8	7,32	1,28	1,28	0
5	22,5	69	460	62,8	7,68	1,66	1,62	2,4
6	23	77	460	63,4	8,32	1,53	1,60	4,6
7	26	73	460	63,8	8,80	1,81	1,70	6,1
8	26	73	460	63,9	9,09	1,81	1,81	0
9	27	73	460	63,8	8,92	1,90	1,78	6,3
10	27,4	89	460	63,3	8,32	1,57	1,70	8,3
11	28	73	460	63,7	9,08	1,97	1,95	1
12	35	77	460	63,9	9,40	2,20	2,10	4,3
13	35	138	625	62,8	7,32	1,28	1,28	0
14	42,2	138	625	63,1	7,68	1,50	1,40	6,6

Erreur moyenne 3,4 %

DONNÉES DE MARCHE.

Fig. 14.



CONCENTRATIONS SULFURIQUE ET NITREUSE DES LIQUIDES.

gr/it $\rightarrow$ % N₂O₃

Le Président de la Société, Directeur Gérant : A. CAQUOT.

D. P. n° 10803.

Imprimé en France chez BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris. — 7-1954.

C^{ie} DE FIVES-LILLE

POUR CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES ET ENTREPRISES

S. A. Capital 1.500.000.000 de Frs

7, Rue Montalivet, PARIS-8^e

Tél. : Anj. 22-01 et 32-40.

CONSTRUCTIONS
MÉCANIQUES
MÉTALLIQUES
ÉLECTRIQUES



COMPAGNIE INDUSTRIELLE
DES PILES ÉLECTRIQUES

CIPEL

Société Anonyme au Capital de 345.000.000 de Francs.

98 ter, Bld Heloise, ARGENTEUIL (S.-&-O.).

Piles " AD "

à grande capacité
pour SIGNALISATION
TÉLÉPHONES
TÉLÉGRAPHES
etc...

Piles " MAZDA "

ÉCLAIRAGE PORTATIF
AMPOULES
BATTERIES
BOITIERS
RADIO

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS EIFFEL

Constructions métalliques - Ponts et Charpentes

Entreprises Générales

Section Chaudronnerie (LEROUX et GATINOIS)

Chaudières, Réservoirs, Matériel routier
(Épandage, Stockage des Liants)

~~~~~  
**SIÈGE SOCIAL ET BUREAUX :**

**23, rue Dumont-d'Urville, PARIS 16<sup>e</sup>**

**USINE :**

**7, rue du Parc, BLANC-MESNIL.**

## **Compagnie Générale de GÉOPHYSIQUE**

|||  
Application des procédés tellurique,  
électriques, sismiques, gravimétrique  
aux recherches pétrolières, minières,  
travaux de Génie Civil.

**50, rue Fabert, PARIS (7<sup>e</sup>)**

Téléphone : INVALIDES 46-24



# Compagnie Française de Raffinage

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 6.000.000.000 DE FRF.

R. C. Seine n° 239.319 B.

SIÈGE SOCIAL : 11, rue du Docteur-Lancereaux, PARIS (8°)

RAFFINERIE DE NORMANDIE

à GONFREVILLE-L'ORCHER (Seine-Inf.)

RAFFINERIE DE PROVENCE

à MARTIGUES (Bouches-du-Rhône)

## Société des Aciéries de **POMPEY**

61, rue de Monceau, PARIS (8°) — Tél. : LAB. 97-10 (10 lignes)

USINES : { POMPEY et DIEULOUARD (M.-et-M.)  
MANOIR (EURE) — LORETTE (LOIRE)

**ACIERS THOMAS, MARTIN et ÉLECTRIQUE**  
**ACIERS FINS AU CARBONE et ACIERS ALLIÉS**  
**ACIERS RÉSISTANT A LA CORROSION (acide et saline)**  
**ACIERS MOULÉS A HAUTE TENEUR EN ÉLÉMENTS NOBLES**  
**ACIERS FORGÉS (brides, pièces de robinetterie, pièces diverses)**  
**ACIERS ÉTIRÉS et COMPRIMÉS**  
**FONTES HÉMATITES — SPIEGEL — FERRO-MANGANÈSE**

Tous Aciers de Construction et d'Outillage



APPAREILS DE LABORATOIRE  
ET MACHINES INDUSTRIELLES

**P. CHEVENARD**

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



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

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

## L'AIR LIQUIDE

SOCIÉTÉ ANONYME

Téléph. :  
INV. 44-30 à 38

75, Quai d'Orsay - PARIS (7<sup>e</sup>)

Télégr. :  
AIRLIQUID-PARIS

Ses DIVISIONS & FILIALES exploitent 171 usines DANS LE MONDE

**OXYGÈNE**  
**AIR-AZOTE**

COMPRIMÉS ET LIQUIDES



**ARGON**

GAZ RARES EXTRAITS DE L'AIR



**ACÉTYLÈNE DISSOUS**

INSTALLATIONS de PRODUCTION  
DES GAZ CI-CONTRE  
ET DE **SÉPARATION** DE TOUS  
MÉLANGES GAZEUX PAR **LIQUÉFACTION**



RÉCIPIENTS POUR LE  
TRANSPORT ET L'UTILISATION  
D'OXYGÈNE ET D'AZOTE LIQUIDES



**MATÉRIEL**

POUR

SOUDAGE, TREMPÉ, OXYCOUPAGE, etc...

Consultez son « **SERVICE APPLICATIONS** » pour tous travaux de  
**Soudage, Oxycoupage, Décapage, Découpage, Trempe superficielle au chalumeau**  
**Emmanchement par contraction, Soudage en atmosphère d'Argon, Découpage à**  
**la poudre, etc..., etc...**



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES CONSTRUCTIONS

# BABCOCK & WILCOX

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 518.400.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 48, rue La Boétie, 48

PARIS (8<sup>e</sup>) Téléphone : ÉLYSÉES 89-50



U S I N E S :

La Courneuve (Seine)

Cherbourg (Manche)

CHAUDIÈRES à VAPEUR - GROSSE CHAUDRONNERIE  
RIVÉE ET SOUDÉE - MATÉRIELS POUR  
RAFFINERIES DE PÉTROLE ET SUCRERIES



La C. I. M. assure au Havre la réception des hydrocarbures à destination de la Région Parisienne et plus particulièrement la desserte des Raffineries de la Basse-Seine.

Bassins accessibles aux plus grands navires pétroliers avec  
stockage disponible de 250.000 m<sup>3</sup>

Distribution assurée dans la Région Parisienne par  
un dépôt spécialisé à Gennevilliers (40.000 m<sup>3</sup>)

## COMPAGNIE INDUSTRIELLE MARITIME

Concessionnaire du Port Autonome du Havre

36, rue de Liège

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

EUROPE 44 31



# Société Générale d'Entreprises

Société Anonyme au Capital de 1.356.250.000 francs

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

Registre du Commerce Seine N° 37.997

---

ENTREPRISES GÉNÉRALES en FRANCE, dans L'UNION FRANÇAISE et à L'ÉTRANGER

---

CONSTRUCTION ET ÉQUIPEMENT D'USINES HYDROÉLECTRIQUES  
ET DE CENTRALES THERMIQUES  
USINES, ATELIERS ET BATIMENTS INDUSTRIELS  
RÉSEAUX DE TRANSPORT D'ÉNERGIE A HAUTE TENSION  
ÉLECTRIFICATION DE CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS - ÉLECTROBUS  
RÉSEAUX D'ÉLECTRIFICATION RURALE  
CITÉS OUVRIÈRES - ÉDIFICES PUBLICS ET PARTICULIERS  
TRAVAUX MARITIMES ET FLUVIAUX  
ASSAINISSEMENT DES VILLES - ADDUCTIONS D'EAU  
AÉROPORTS - OUVRAGES D'ART  
ROUTES - CHEMINS DE FER - TRAMWAYS

E N T R E P R I S E S

## BOUSSIRON

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

ALGER - CASABLANCA - TUNIS

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

BÉTON ARMÉ  
TRAVAUX PUBLICS  
CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES



# PROGIL

Société Anonyme au Capital de 1.200.000.000 de Francs

79, Rue de MIROMESNIL, PARIS 8°. Tél. Laborde 91-60

## PRODUITS CHIMIQUES

CHLORE ET DÉRIVÉS - SOUDE - SOLVANTS CHLORÉS, HYDROGÉNÉS ET DESHYDROGÉNÉS - HUILES DIÉLECTRIQUES "PYRALÈNES" - SULFURE DE CARBONE - PHOSPHATES DE SOUDE MONO, DI ET TRISODIQUE - PYRO ET POLYPHOSPHATES - SILICATES DE SOUDE ET DE POTASSE - MÉTASILICATES - PARADICHLOROBENZÈNE - OXYDE D'ÉTAIN - CHLORURES D'ÉTAIN ET DE ZINC - ACÉTATE DE PLOMB - ACIDES OXALIQUE ET FORMIQUE - FLUIDES DE CHAUFFAGE "GILOTERM".

## CRYPTOGILS ET XYLOPHÈNES POUR LA PROTECTION DES BOIS

LUTTE CONTRE L'ÉCHAUFFURE, LES PIQURES D'INSECTES, LA MERULE  
ET LE BLEUISSEMENT DES RÉSINEUX

## SPÉCIALITÉS POUR LE NETTOYAGE DU MATÉRIEL LAITIER ET DE LA VERRERIE

"PROGICLAIRS" ORDINAIRES ET ANTISEPTIQUES

## SPÉCIALITÉS POUR TEXTILE ET TANNERIE

ADJUVANTS POUR TEINTURE, IMPRESSION ET BLANCHIMENT - SPÉCIALITÉS "GILTEX" - TANINS VÉGÉTAUX ET SYNTHÉTIQUES - HÉMATINES - TITANOR - "CRYPTOTAN"

## PAPETERIE

CELLULOSE DE CHATAIGNIER BLANCHIE - PAPIERS D'IMPRESSION ET D'ÉCRITURE

*Ingénieurs spécialisés et Laboratoires à la disposition de toutes industries.*

*Notices sur demande adressée à PROGIL, 79, rue de Miromesnil, PARIS 8°.*

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



LE VIDE

LES RAYONS X

LA HAUTE TENSION

au Laboratoire

à l'Atelier



**COMPAGNIE GENERALE DE RADIOLOGIE**

DEPARTEMENT INDUSTRIEL

34, BOULEVARD DE VAUGIRARD — PARIS-XV°

SUF. 50-04

## LES FILTRES DURIEUX



### PAPIER A FILTERER

En disques, en filtres plissés, en feuilles 52x52

#### SPÉCIALITÉS :

### FILTRES SANS CENDRES

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

Filtres Durcis n° 128 & Durcis sans cendres n° 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° 722.521-2-3

Téléphone : ARCHIVES 03-51

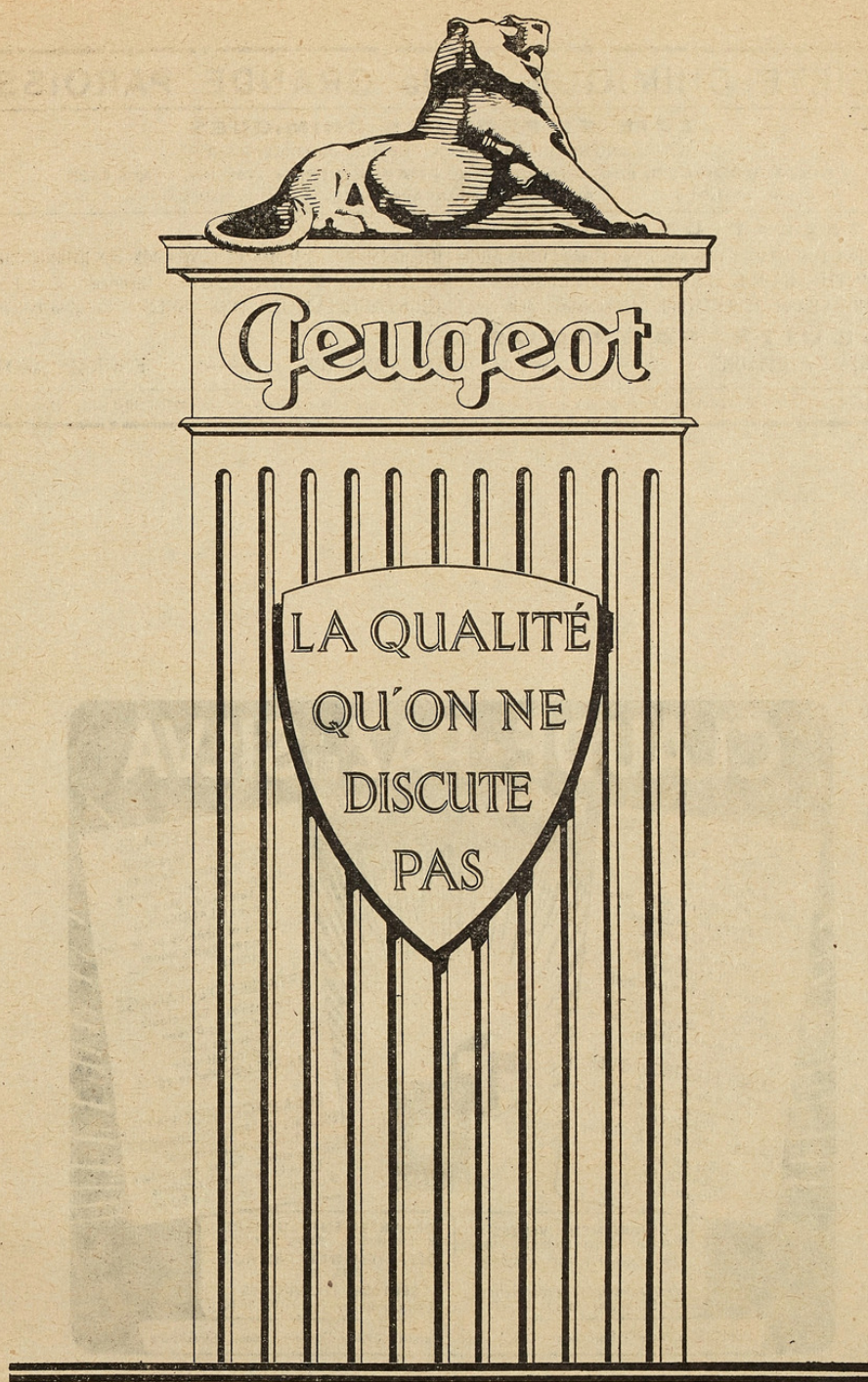
MÉDAILLE D'OR de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (Juillet 1918)

**18, rue Pavée, PARIS (4°)**

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









# SOCIÉTÉ CHIMIQUE de la GRANDE PAROISSE

## AZOTE ET PRODUITS CHIMIQUES

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 622.090.000 FRANCS

SIEGE SOCIAL: 8, rue Cognacq-Jay - PARIS (VII<sup>e</sup>) ♦ Tél.: INV. 44.30 à 44.38

R. C. Seine n° 43.092

Adr. Télégr.: GRANPARG-PARIS

R. P. C. A. Ouest n° 102

### INSTALLATIONS D'USINES:

SYNTHÈSE DE L'AMMONIAC (Procédé Georges Claude) ENGRAIS AZOTES

SYNTHÈSE DE L'ALCOOL METHYLIQUE

DISTILLATION A BASSE TEMPERATURE (des schistes, lignites, etc.)

HYDROGENE PAR CRACKING ET CONVERSION DES HYDROCARBURES

RECUIT BRILLANT (Licence I. C. I.)

CRISTALLISATION DES SELS (Licence Krystal)

### PRODUITS FABRIQUES:

AMMONIAC ANHYDRE

—:—:

ALCALI A TOUS DEGRES

—:—:

ENGRAIS AZOTES

USINES OU ATELIERS: GRAND-QUEVILLY (Seine-Inférieure) - WAZIERS (Nord) - FRAIS MARAIS (Nord) - PARIS, 25, rue Vicq d'Azir - AUBERVILLIERS (Seine), 65, rue du Landy

# CLAUDE ★ PAZ ET SILVA

*Eclairage et Radio*

**LAMPES D'ÉCLAIRAGE**  
Toutes lampes à incandescence  
Standard et Fantaisie TUNGSRAM  
TUNGSRAM-Krypton  
Lampes à flux dirigé CLAUDE-reflect  
Lampes fluorescentes  
CLAUDE-lumière  
Lampes fluorescentes  
CLAUDUNIT  
pour l'éclairage industriel  
Lampes à ballon fluorescent  
pour l'éclairage des grands espaces  
et voies publiques

**TUBES ÉLECTRONIQUES**  
Tubes de remplacement  
Européens - Américains  
TUNGSRAM  
Séries Naval et Miniature  
Tubes cathodiques  
CLAUDE-Radio  
Licence R. C. A.

**LAMPES SPÉCIALES**  
Ultra-violet - Infra-rouge  
Signalisation - Balisage  
Lampes à leur cathodique  
Lampes de Mines  
Lampes CLAUDE-Xénon  
Indicateurs et limiteurs de tension  
Lampes téléphoniques  
LUTÈCE - LUMIÈRE

**APPAREILS D'ÉCLAIRAGE**  
Luminaires - Réflecteurs  
Lampes de bureau  
Eclairage public  
Matériel étanche  
Matériel type Marine agréé

**ÉCLAIRAGE DÉCORATIF**  
ENSEIGNES ET PUBLICITÉ LUMINEUSES  
Tubes luminescents et  
fluorescents en forme sur mesure  
Toute la gamme des coloris  
Alimentation de 25 à 250 mA

**DÉPARTEMENT VENTES**  
FLUORESCENCE - KRYPTON - INCANDESCENCE - RADIO  
112 bis, r. Cardinet - Paris 17<sup>e</sup> - WAG. 29-85

**DÉPOT PRINCIPAL et DÉMONSTRATIONS**  
55, r. Sainte-Anne - Paris 2<sup>e</sup> - RIC. 77-80

**DÉPARTEMENT LUMIÈRE**  
ÉCLAIRAGE DÉCORATIF - ENSEIGNES et PUBLICITÉ  
**DÉPARTEMENT ÉCLAIRAGE**  
ÉTUDES et DEVIS

**SERVICES TECHNIQUES**  
8, rue Cognacq-Jay - Paris 7<sup>e</sup> - INV. 96-10

AGENCES: Alger - Bordeaux - Lille - Lyon - Marseille - Nice - Rennes - Rouen - Strasbourg



# ÉTABLISSEMENTS **KUHLMANN**

SOCIÉTÉ ANONYME au CAPITAL de 6.100.000.000 de FRS  
Siège Social : 11, rue de La Baume, PARIS (8<sup>e</sup>)



## **PRODUITS CHIMIQUES**

DÉRIVÉS DU SOUFRE - DÉRIVÉS DU CHLORE - PRODUITS  
AZOTÉS - DÉRIVÉS DU BARYUM - DÉRIVÉS DU BROME  
DÉRIVÉS DU CHROME - DÉRIVÉS DU COBALT - DÉRIVÉS  
DU NICKEL - DÉRIVÉS DU CERIUM - 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 ANTICRYPTO-  
GAMIQUES - PRODUITS POUR L'ALIMENTATION DU  
BÉTAIL - AMENDEMENTS - HERBICIDES - DÉSINFECTANTS



## **PRODUITS CHIMIQUES ORGANIQUES**

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



## **TEXTILES CHIMIQUES**

RAYONNE VISCOSE - FIBRANNE VISCOSE - CRINODOZ



