

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](https://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

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

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

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Titre	L'Industrie nationale : comptes rendus et conférences de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale
Volume	<u>1962, n° 2 (avril-juin)</u>
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1962

Collation	1 vol. (p. [45]-65, [7] p. de pl.) : ill. ; 27 cm
Nombre de vues	44
Cote	INDNAT (59)
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.59

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Commission d'histoire de la Société d'Encouragement,

Juillet 2025.

Bibliographie

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

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

S. E. I. N.
Bibliothèque

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

1962
N° 2

Revue trimestrielle

N° 2 : AVRIL - JUIN 1962

SOMMAIRE ET RÉSUMÉS DES ARTICLES

**LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES
DES CALCULATEURS ANALOGIQUES**

par M. J. WEILL 45

L'auteur décrit l'aspect moderne des calculateurs analogiques et leur emploi dans l'industrie en tant qu'élément de calcul, d'entraînement ou d'optimisation.

Quelques exemples sont donnés en particulier dans le domaine nucléaire.

**PROGRÈS DES ENGINS DE MANUTENTION UTILISÉS
DANS LES MOYENNES ET LES GROSSES FORGES**

Manipulateurs et Ponts roulants

Par M. A. MERCIER 53

Depuis quelques années, les ingénieurs se sont ingénierés dans les moyennes et les grosses Forges, à faciliter les manutentions, à alléger le travail du personnel soumis à un travail pénible, à profiter davantage de la chaleur emmagasinée dans les pièces à forger au cours d'opérations de réchauffage pour accélérer le dégrossissement des lingots, diminuer le nombre de chaude et le temps pendant lequel la pièce demeure sous les engins : presses ou marteaux-pilons, provoquant de ce fait une diminution des frais de montée en température et un accroissement de la productivité.

Ces progrès ont été réalisés par l'emploi de ponts roulants rapides et robustes, de fours en nombre suffisant, chauffés de préférence au gaz riche ou au mazout, parfaitement contrôlés au point de température, et de manipulations de forge. Ce sont ces derniers appareils qui font surtout l'objet de cette étude.

Mis au point avant la dernière guerre, principalement aux Etats-Unis, les manipulateurs de forge ont été construits ensuite en Grande-Bretagne et en Allemagne ; ils se sont beaucoup développés en France depuis l'envoi aux Etats-Unis, d'une mission d'Ingénieurs de la grosse Forge, en 1945.

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

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

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

Le n° : 7,50 NF

C. C. P. Paris n° 618-48

LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES DES CALCULATEURS ANALOGIQUES⁽¹⁾

par M. Jacky WEILL,
*Ingénieur I.E.G., Ingénieur Docteur,
Chef de la Section électronique des réacteurs
au Commissariat à l'Energie atomique.*

M. l'Ingénieur Général Nicolau m'a fait l'honneur de me demander une conférence sur le sujet suivant : « Les applications industrielles des calculateurs analogiques ». Ce titre extrêmement général pourrait faire l'objet de nombreux volumes puisque aussi bien il est difficile de déterminer où commence et où finit ce qui peut être groupé sous le titre « Applications industrielles » et où commence et finit ce qui peut être groupé sous le titre « Calculateurs analogiques ».

En ce qui concerne les « *applications industrielles* » il semble bien qu'il faille inclure l'ensemble des opérations réalisables par calculateurs analogiques qui conduit à la réalisation et à l'exploitation d'une œuvre scientifique ou technique. C'est dire qu'avant même la réalisation industrielle les machines analogiques serviront à calculer les différents constituants et leur comportement ainsi que les propriétés générales de l'ensemble. Au stade du projet succédera le stade de la réalisation ; là encore le calculateur peut intervenir soit pour vérifier certains fonctionnements, soit pour participer à la construction.

L'ensemble terminé, le calculateur pourra tenir compte des caractéristiques réelles et déterminer les performances réelles. Il pourra servir à guider le fonctionnement de l'appareil, à l'optimiser et à l'entraînement du personnel sur des appareils équivalents. C'est là un champ très large qui ne semble être limité que par la diffusion encore relativement faible de ce

moyen puissant de calcul, de contrôle et de gouverne qu'est le calculateur analogique.

Il me faudra donc aborder l'ensemble de ces possibilités, ce vaste tour d'horizon m'interdira dans le cadre de cette conférence d'entrer dans les détails techniques et je m'en excuse car c'est omettre délibérément un aspect extrêmement intéressant de ce problème.

Sous le terme « *calculateurs analogiques* », on pourrait également inclure des instruments très divers. Le simple appareil de mesure si répandu n'est-il pas un calculateur analogique dont la déviation grâce à une analogie simple rend compte d'un voltage, d'une intensité, d'une température ? Le potentiomètre enregistreur automatique constitue également une forme de calculateur puisque la division qu'il est capable d'effectuer, tension d'entrée sur tension de référence, représente bien une opération de calcul analogique ; de même certains servomécanismes de position, de vitesse sont en eux-mêmes des engins pilotés par des calculateurs analogiques. En fait il est entré dans les habitudes d'appeler « *calculateur analogique* » un ensemble plus important capable d'effectuer un grand nombre d'opérations complexes. C'est de ceux là seuls que je traiterai ici.

J'aborderai tout d'abord le problème du calcul d'une réalisation industrielle.

Que sont ces calculateurs ? De deux sortes en fait : soit les calculateurs spécialisés dans un type de problème, et qui sont parfois dénommés « *simulateurs* », soit les

(1) Conférence faite le 26 janvier 1961 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, Séance commune avec l'Association française de Régulation et d'Automatisme (A.F.R.A.).

calculateurs de caractère général capables de traiter des problèmes de nature très diverse. Ils relèvent des mêmes techniques. Quelles sont ces techniques ? Laissant de côté certaines machines d'avant garde, hybrides entre le calcul analogique et le calcul numérique, nous trouvons essentiellement les calculateurs à courant continu, les plus répandus, les calculateurs mécaniques en voie de disparition et les calculateurs à haute fréquence. Ce dernier type, élaboré en France par la Compagnie Générale de T.S.F. est d'un fonctionnement original. Je vous renvoie à ce sujet aux publications des auteurs, en particulier à un article de « l'Onde Electrique » de décembre 1960, de M. Uffler. En ce qui concerne les calculateurs à courant continu on pourra se référer au livre : « Le calcul analogique par courants continus » de M. Danloux-Dumesnils (Dunod). Les opérations que peuvent effectuer ces divers types de calculateurs sont essentiellement, l'addition, la soustraction, les produits et quotients, les dérivées et intégrales ; ils peuvent s'aider de générateurs de fonctions, de générateurs de bruit, de résolveurs (transformation de coordonnées rectangulaires en coordonnées polaires et vice versa) et de comparateurs.

A titre d'exemple, je vous décrirai brièvement le centre de calcul analogique de Saclay, qui, au sein de la Section autonome d'Electronique des Réacteurs, est dirigé par M. Caillet et est équipé de machines très modernes. (Fig. 1)

Cet ensemble de calcul dispose de : cent quatre-vingt amplificateurs sommateurs dont 60 peuvent réaliser des intégrations.

Trois cents potentiomètres.

Dix-huit multiplieurs à servomécanismes.

Cinq multiplieurs électroniques.

Deux résolveurs.

Deux générateurs de fonction à diodes.

Deux générateurs de fonction à servomécanisme.

Un générateur de bruit gaussien.

Huit amplificateurs comparateurs.

L'ensemble permet d'effectuer un calcul sur système différentiel d'ordre 80 ou deux calculs séparés sur système différentiel d'ordre 40. La précision varie de 1/10.000 dans les calculs simples à 1 % dans les cal-

cules les plus complexes. Il est servi par sept ingénieurs et six agents techniques.

Les problèmes posés concernent essentiellement les études du comportement dynamique, de la stabilité et de la sécurité des centrales nucléaires. Les résultats obtenus sous forme de courbes et d'abaques représentent souvent un volume énorme dépassant parfois plusieurs milliers de courbes dont le dépouillement et l'interprétation sont parfois laborieux et délicats. Une partie des problèmes concernant les réacteurs français a été traitée sur ces machines ; les résultats, très encourageants et très profitables tant sur le plan de la compréhension des phénomènes que sur les gains réalisés au stade de la détermination des composantes d'un réacteur, nous conduisent à augmenter encore la capacité de ce centre en doublant le nombre d'éléments de calcul.

Je ne rentrerai pas dans le détail de ces travaux déjà développés par ailleurs (en particulier dans le volume « Electronique et pilotage des réacteurs » de la collection du Génie Atomique publié par les Presses Universitaires). J'insisterai cependant sur un aspect important de l'utilisation de calculateurs, tant dans le domaine des réacteurs nucléaires que dans les autres domaines. Ils permettent en effet, sans danger bien entendu, de simuler des accidents, excursions de puissance d'un réacteur, surpressions dans des chaudières, chute en piqué d'un avion, etc... et de se rendre compte des conditions d'un accident, du travail des matériaux, des conséquences et des palliatifs indispensables, toutes choses qu'il n'est pas pensable d'effectuer sur l'engin réel, soit en raison des dangers, soit du fait du coût trop élevé de l'opération. J'ajouterais que, si un calculateur tel que celui que je vous ai décrit et qui correspond à un investissement de 2.500.000 nouveaux francs peut servir une seule fois au cours de son emploi à éviter la destruction par défaut de conception d'un engin tel qu'un avion de plus de 10.000.000 de nouveaux francs ou d'un réacteur nucléaire de plus de 100.000.000 de nouveaux francs, l'opération sera déjà rentable et c'est là un aspect non négligeable

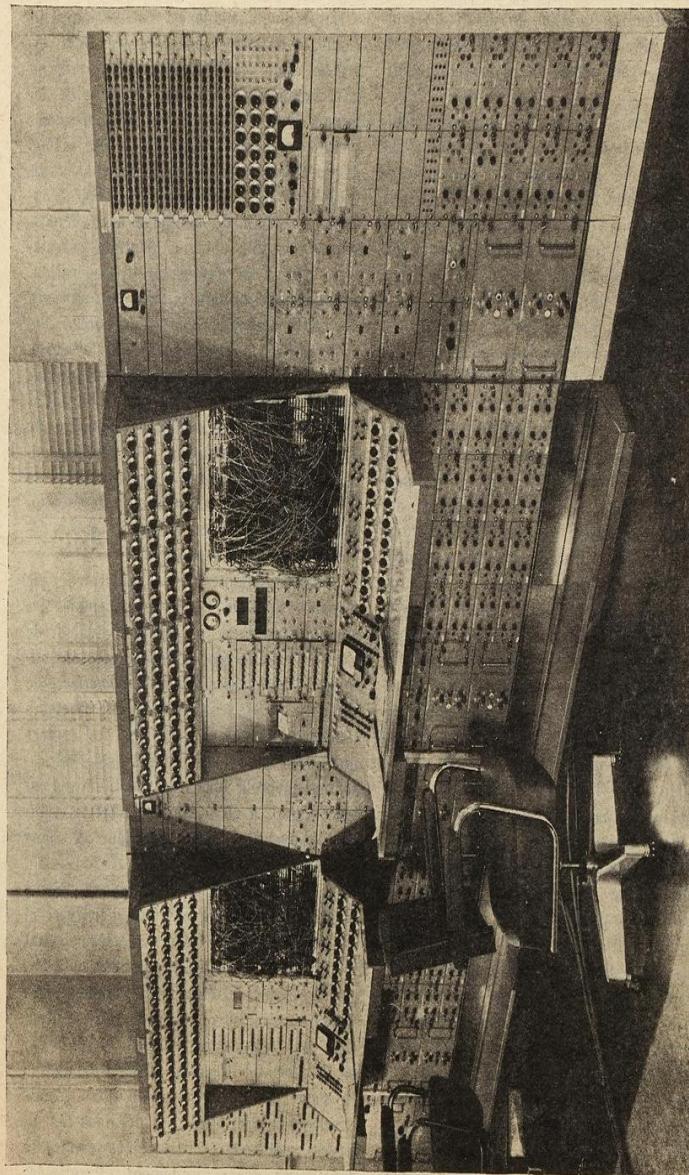


FIG. 1
Ensemble de calcul analogique du Centre d'Etudes Nucléaires de Sacyay

de cette technique moderne. Un autre exemple est donné dans l'industrie de l'automobile où il est devenu d'usage courant également d'essayer les divers procédés de suspension en fonction du profil des routes, de la charge et de la vitesse sur calculateur avant même la réalisation définitive.

Les calculateurs pilotes, chargés de guider le fonctionnement d'un ensemble industriel, sont généralement d'une conception différente. Ils sortent en effet du cadre du laboratoire pour servir auprès de l'ingénieur industriel et sont donc adaptés à un problème particulier.

Parmi ces appareils je dégagerai quelques exemples pris un peu au hasard.

En premier lieu les calculateurs de vol, où une application particulièrement intéressante est réalisée dans le domaine de la météorologie. On sait en effet que la direction, la vitesse, et les turbulences des vents suivant l'altitude constituent de précieuses indications pour la détermination des conditions météorologiques. Une méthode moderne très puissante consiste à lancer des ballons sondes suivis par le faisceau d'un radar de poursuite. Le calcul de la vitesse du vent est une fonction très complexe mais définie de l'éloignement (écho radar) et des différentes coordonnées angulaires données par le radar, seul un calculateur rapide automatique permet de calculer et d'enregistrer la vitesse en fonction du lieu et de l'altitude et de servir également des signaux d'anticipation au radar de poursuite afin de faciliter le rôle de celui-ci et éviter la perte de la cible. Mentionnons que ce genre de réalisation a trouvé des applications très vastes dans le domaine militaire pour la poursuite d'engins, le pointage de canons et les calculs de trajectoires de satellites ou fusées.

Trois autres exemples de réalisations industrielles ont été décrits et nous avons pu les visiter en Union Soviétique lors du récent congrès sur l'Automatisme, tenu à Moscou et concernent pour la première le contrôle de puissance des fours à arc qui permettent l'élaboration de certaines qualités de produits grâce à des programmes prédéterminés. Le calculateur se charge de calculer à chaque instant la puissance

réelle, de la comparer au programme de puissance emmagasiné dans un générateur de fonction et de délivrer des signaux correcteurs.

Le second exemple est l'utilisation d'un calculateur pour l'obtention de tôles laminées d'un calibre précis. On sait en effet comment fonctionne un train de laminier et quelles sont les relations complexes qui lient la température de la tôle, sa dureté, la vitesse de défilement, la vitesse et la force de rappel des divers rouleaux du train de laminage avec l'épaisseur de la tôle obtenue. Seul un calculateur permet d'effectuer cette opération. L'usine qui l'emploie a reconnu un gain de qualité considérable, ainsi qu'un accroissement de la production de plus de 10 %, par élimination des déchets qui se produisaient antérieurement à l'installation du calculateur. Dans le domaine de l'astronomie nous avons pu admirer un calculateur permettant à un télescope de suivre une étoile déterminée et de la photographier avec des temps de pose dépassant plusieurs heures.

Dans le domaine de la simulation et de l'entraînement je citerai pour mémoire les simulateurs de vol, tels que le simulateur de Caravelle réalisé par la Société d'Electronique et d'Automatisme (voir *Automatisme* de novembre 1960), les simulateurs de réacteurs nucléaires employés dans tous les centres nucléaires mondiaux, dont le rôle est essentiellement la formation de pilotes d'engins et qui, à côté d'un calculateur, réalisent souvent en vrai grandeur et dans des conditions très voisines du cas réel, des conditions de pilotage pour l'élève et permet tout à un moniteur d'analyser et de corriger les réactions d'un élève devant toutes les perturbations possibles.

J'ai à cœur de donner ici quelques idées futuristes, mais prochaines, qui agitent déjà les fervents de l'automatisme et en particulier de l'emploi des calculateurs. Il s'agit de l'optimisation des grands ensembles, sujet déjà abordé dans de timides réalisations, mais qui semble se développer très rapidement. Parmi les réalisations on peut citer celles toutes récentes qui ont été effectuées essentiellement aux Etats-Unis et tentées également

en Union Soviétique et concernant l'optimisation du dispatching de réseaux électrifiés. C'est ainsi qu'un calculateur installé sur un réseau californien tient compte de la consommation, de l'heure, de la météorologie, du remplissage des réservoirs des centrales hydrauliques, de la disponibilité en parc de charbon des centrales thermiques, etc... pour réaliser au mieux de l'intérêt financier le dispatching et la charge respective des centrales du réseau.

J'indiquerai également et plus en détail comment cette optimisation pourrait s'appliquer à un réacteur nucléaire.

La philosophie du contrôle des réacteurs a évolué ces dernières années et la technologie des réacteurs en est encore à un stade de perfectionnements et de modifications. Il est de ce fait assez difficile d'établir des règles de contrôle applicables dans le futur.

Au début de l'ère atomique, où beaucoup de phénomènes restaient obscurs et où l'expérience faisait totalement défaut, la priorité était donnée à la sécurité du personnel et du matériel, même au prix de résultats incompatibles avec une exploitation rationnelle et industrielle des réacteurs. Cependant les réacteurs tendent à devenir des éléments producteurs, soit de flux de neutrons destinés aux expériences, soit de plutonium, soit d'énergie électrique, le facteur économique intervient au premier chef. C'est-à-dire que le contrôle du réacteur doit s'adapter à ces facteurs extérieurs qui sont la production et la rentabilité.

Cette tendance est non seulement évidente mais ne pourra que se développer. Il y aura donc une évolution considérable dans ce domaine. Cette évolution dépendra d'un très grand nombre de facteurs et, du fait que des règles définitives ne peuvent être données, nous indiquerons ici quelques points particuliers à titre d'exemple.

L'exemple déjà cité concernant les règles de sécurité servira à illustrer l'adoption du facteur économique comme paramètre du contrôle automatique. Il est probable et même certain que le choix et la technologie des réacteurs futurs seront

dictés par l'obtention d'une grande sécurité intrinsèque. Les situations dangereuses étant limitées, les causes d'arrêt du réacteur seront réduites et la marche de ce dernier sera assurée d'une manière quasi-permanente quelle que soit la situation des équipements divers associés au réacteur.

Ce réacteur, encore hypothétique, sera assez facile à contrôler et extrêmement rentable et démontrera, s'il le fallait, qu'une sécurité intrinsèque est un facteur déterminant du rendement. Le contrôle d'un tel ensemble se devra, bien entendu, d'augmenter encore le facteur de rendement.

Nous envisageons donc d'obtenir un contrôle généralisé dans lequel tous les efforts seront faits pour prendre en considération tous les incidents possibles et qui sera capable de prendre automatiquement les décisions appropriées, depuis les réglages et variation de puissance, jusqu'aux alarmes et arrêts d'urgence si ces réglages deviennent impossibles et de ce fait dangereux.

On sait en particulier que les réacteurs se souviennent de leur marche antérieure, ces marches amenant soit des transformations de structure soit une augmentation de l'empoisonnement, ou encore de l'épuisement du combustible. Le problème revient donc à contrôler un réacteur avec une « histoire » qui n'a pas pu être prévue par le constructeur.

Une évolution logique de la conception du contrôle sera donc l'obtention du facteur économique le plus élevé et devra tenir compte de l'histoire antérieure du réacteur. Ceci n'est pas encore possible d'une manière intégrale du fait de la complexité des décisions logiques nécessaires. Si nous admettons que les relations entre paramètres sont bien connues, on pourra introduire ces relations dans un calculateur d'optimisation, l'optimisation consistant à programmer et donner les ordres aux paramètres de réglage du réacteur. La fonction essentielle du calculateur sera de garder en mémoire l'histoire ancienne et récente du réacteur avec tous ses paramètres ; une seconde fonction sera de prévoir les opérations de réglage à

effectuer et une troisième de donner les ordres d'optimalisation en choisissant le programme le plus convenable si plusieurs programmes sont possibles.

Cette description schématique est une généralisation d'idées déjà actuelles tendant à rendre un contrôle plus efficace dans le sens d'obtention d'un résultat précis (le rendement par exemple). Quelques exemples déjà étudiés et appliqués peuvent aider à la compréhension des avantages de ce contrôle.

EXAMPLE 1

OPTIMALISATION DANS LE CAS D'EMPOISONNEMENT PAR LE XÉNON

On sait que dans certains réacteurs les décisions de réglage à la suite d'empoisonnement par le Xénon tiennent compte de l'histoire antérieure du réacteur. Après un arrêt du réacteur par les barres de sécurité, la concentration du Xénon augmente momentanément. Ce phénomène lent peut, dans certains cas, interdire le redémarrage du réacteur avant plusieurs dizaines d'heures. Si la réserve de réactivité est suffisante, le réacteur peut cependant être redémarré si ce redémarrage a lieu dans un temps suffisamment court après l'arrêt. De ce fait, pour gagner du temps, un prédicteur de l'empoisonnement Xénon peut, connaissant la cinétique du Xénon, même après l'arrêt, ordonner le retrait des barres de contrôle et maintenir une antiréactivité telle que le réacteur reste bien arrêté, mais suffisamment voisin de la criticalité pour être redémarré dans un temps raisonnablement court. Ce système de contrôle devra, bien entendu, tenir compte des informations de température, de manière à programmer son action en fonction du coefficient de température du réacteur. C'est ainsi qu'un calculateur a été réalisé au Commissariat à l'Energie Atomique. (Fig. 2)

EXAMPLE 2

OPTIMALISATION DANS LE CAS DE RUPTURE DE GAINÉ

Dans les réacteurs producteurs d'énergie et de plutonium, la marche doit être

aussi continue que possible. Cette marche dépend du régime maximum au-dessus duquel on a estimé que la fréquence des ruptures de gaine et d'autres incidents provoquent des arrêts faisant perdre plus de plutonium ou d'énergie électrique par rapport à ce que l'on peut obtenir pour une marche raisonnable. La rupture de gaine demande le remplacement de l'élément combustible coupable, dans un temps dépendant de la vitesse d'évolution de la rupture, et nécessite parfois l'arrêt du réacteur.

En admettant qu'un prédicteur puisse calculer l'évolution future la plus probable de la rupture de gaine, il suffira de donner à ce prédicteur le programme adopté pour le réacteur pour savoir la situation et l'urgence du remplacement. Ce type de prédicteur demande de bonnes connaissances sur les évolutions de ruptures de gaine, connaissances qui se développent actuellement avec l'expérience. Le prédicteur pourra choisir un programme compatible avec le but poursuivi, par exemple dans le cas de production de plutonium et au cas où l'irradiation optimum serait presque atteinte, il pourra ordonner au réacteur de continuer à fonctionner un temps déterminé pour lequel la pollution future et calculée du circuit du réacteur reste en dessous d'une certaine limite admissible.

**

EXAMPLE 3

OPTIMALISATION DE L'IRRADIATION MOYENNE

En particulier dans la production de plutonium, il est connu qu'il est avantageux d'avoir dans chaque élément combustible le même flux intégré. Ceci demande des permutations ou des « cuissons » durant un temps variable avec la position de l'élément combustible dans la pile. Comme ce programme de plusieurs milliers d'éléments doit être fait en tenant compte de la puissance du réacteur, du flux intégré et des localisations successives, une comptabilité énorme doit être tenue : elle est donc sommaire.

Il est évident qu'un calculateur pourrait faire ce travail plus efficacement et dé-

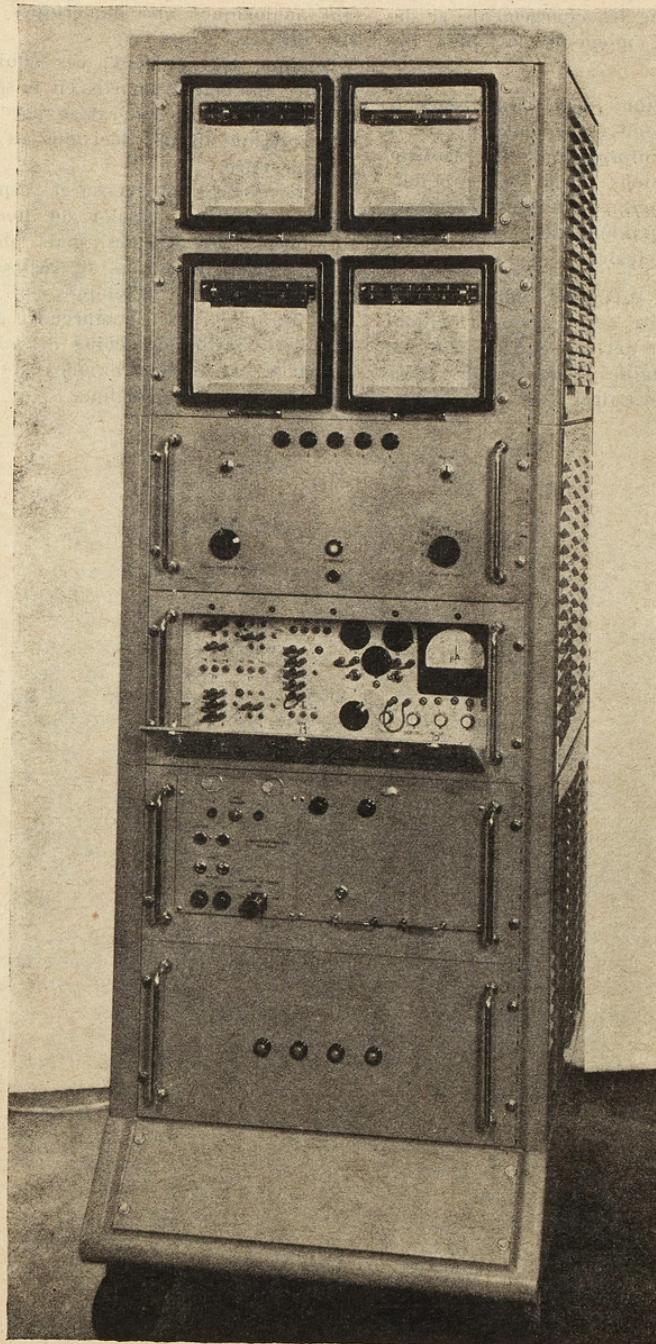


FIG. 2
Calculateur de réactivité d'empoisonnement et de prédition du Xénon

cider de lui-même les chargements et déchargements aux moments les plus opportuns.

L'auxiliaire futur idéal d'un réacteur nucléaire sera donc un calculateur, recevant toutes les informations du réacteur, capable de décisions et de transmissions d'ordres et qui permettrait ainsi d'obtenir le rendement maximum exigé par le but de l'ensemble nucléaire.

Les quelques exemples donnés montrent la complexité des décisions logiques que ce calculateur devra prendre. La forme digitale de certaines informations sera certainement nécessaire. Des calculateurs

tant analogiques que numériques devront être utilisés.

Quoique très coûteux, ces équipements seront rapidement amortis en faisant faire des économies considérables par la rapidité et la qualité des décisions qu'ils pourront prendre.

Je terminerai cet exposé et j'espère que, mieux que par l'emploi de nombreuses formules mathématiques, mais plutôt par de nombreux exemples de réalisations et quelques idées de développement futur, je vous aurai amenés à comprendre et apprécier cette technique pleine de possibilités qu'est le calcul électronique et en particulier le calcul analogique.

PROGRÈS DES ENGINS DE MANUTENTION UTILISÉS DANS LES MOYENNES ET LES GROSSES FORGES

Manipulateurs et Ponts roulants

par M. A. MERCIER,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Directeur du Centre Technique de la Grosse Forge.

Monsieur le Président, Messieurs,

Je remercie l'Ingénieur général de Leiris, Président du Comité des Arts mécaniques de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, de m'avoir donné l'occasion de traiter un problème de forge, et au Président de la Grosse Forge, M. Walckenaer, d'avoir fixé le sujet et ses limites.

M. Walckenaer vient de faire un très intéressant voyage aux U.S.A. avec des membres de l'Iron and Steel Institute, et je suis certain qu'il se fera un plaisir de compléter mon exposé sur les engins de manutention dans les Moyennes et les Grosses Forges.

Je remercie les personnalités et les Ingénieurs, spécialistes dans différents domaines, qui ont bien voulu aujourd'hui entendre parler des progrès accomplis dans les manutentions de forge, et en particulier, M. Villain, grand blessé de la guerre 1914-1918, ancien Ingénieur en chef à Imphy, dont la présence m'est particulièrement agréable, parce qu'il m'a accompagné en 1945 dans une mission, organisée par la Chambre Syndicale de la Grosse Forge aux Etats-Unis, au cours de laquelle nous avons tous deux remarqué le succès obtenu par les manipulateurs dans les Forges américaines.

La Forge en général, et la Grosse Forge

en particulier, comprend la fabrication de pièces en acier par déformation plastique, à la presse et au marteau-pilon, de lingots de 3 tonnes au moins, ou de blooms dont la plus petite dimension transversale est égale ou supérieure à 400 mm ; elle est un peu ignorée — sauf dans les grandes usines intégrées — entre les Services de Métallurgie et de Mécanique ; peu d'Ingénieurs des Ecoles Techniques et des Grandes Ecoles se laissent tenter par les Ateliers de Forge, qui exigent pourtant une instruction particulièrement poussée en matière de métallurgie, de mécanique et d'électricité.

La production française de pièces de Grosse Forge dépasse actuellement 50.000 tonnes par an d'un acier dont le prix moyen est de l'ordre de 250 francs (2 NF 50) le kilo.

La Moyenne Forge transforme en principe des lingots d'un poids inférieur à 3 tonnes.

Si la documentation concernant la Sidérurgie est abondante, celle qui concerne la Grosse Forge est peu répandue, bien que depuis la dernière guerre des relations amicales et suivies se soient établies entre les Forgerons d'Allemagne, de Grande-Bretagne, d'Italie et de France. M. Desforges est le Délégué Général de la Grosse Forge Française auprès des Forgerons Etrangers.

On a bien senti, depuis quelques années,

(1) Conférence faite le 23 novembre 1961 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

la nécessité de la liaison entre celui qui élabore le métal — l'Aciériste — et celui qui le transforme. On accusait souvent, autrefois, le forgeron de détériorer le métal fourni par l'Aciérie, tandis que souvent — au contraire — par de savants procédés de forgeage et de traitement thermique, le forgeron améliore les caractéristiques mécaniques du métal et même parvient à corriger certains défauts.

Le Professeur Bastien, au cours de ces dernières années, a montré l'intérêt, à l'usine du Creusot — où j'ai fait une grande partie de ma carrière — d'une collaboration étroite entre l'Aciérie, le Laboratoire et la Forge.

L'étude que je vous présente aujourd'hui ne concerne pas les procédés de forgeage, mais les progrès réalisés dans les engins de manutention des Ateliers de Forge.

**

Depuis une vingtaine d'années, les Ingénieurs se sont beaucoup préoccupés, dans les Forges Moyennes et les Grosses Forges, de faciliter les manutentions, de les accélérer et d'alléger le travail du personnel, soumis au rayonnement des fours à réchauffer et manipulant des outils de forgeron.

Une Forge moderne est, à l'époque actuelle, située dans des bâtiments bien éclairés, munie d'engins : presses et marteaux-pilons, actionnés par un ou deux ouvriers qui dirigent la transformation des lingots, d'un poste de contrôle et de commandement, en appuyant sur des boutons et en actionnant des leviers, comme cela se fait, par exemple, dans un Laminoir Blooming.

Les principaux appareils de manutention utilisés pour desservir les fours et le groupe des presses et des marteaux-pilons sont les machines à enfourner et à défourner, les manipulateurs et les ponts roulants.

Notre étude concernera plus particulièrement les deux dernières catégories d'appareils.

Jusqu'à ces dernières années, le travail à la presse s'effectuait, soit avec un seul pont roulant muni d'un vireur pour faire tourner la pièce, la queue de manœuvre de cette pièce qu'il fallait ébaucher auparavant étant introduite dans un manchon de support, ou bien par deux ponts roulants situés de part et d'autre de la presse et munis chacun d'un vireur.

Les manipulateurs sont des machines dont les fonctions sont multiples et variées : manœuvre des lingots et des pièces en cours de forgeage sous les presses et marteaux pilons (ils représentent ainsi à l'échelle industrielle, le bras du forgeron), souvent chargement et reprise dans les fours environnants de ces mêmes pièces.

Les manipulateurs servent à l'exécution des pièces de forge de tous genres, telles que : essieux, blocs à matrices, cylindres de laminoirs, arbres de transmissions, et à de nombreux autres travaux industriels, parmi lesquels le dégrossissage des lingots est le plus important : c'est le cas d'une usine de l'Est de la France qui a pu éviter la construction d'un blooming coûteux, eu égard au tonnage annuel d'acier transformé (100.000 tonnes environ) en ébauchant les lingots de 3 tonnes en acier spécial sous une presse de 1.200 tonnes avec un manipulateur d'une charge limite de 4 tonnes.

L'emploi des manipulateurs aux marteaux-pilons de toutes puissances et aux presses à forger aux puissances moyennes et fortes (disons de 1.200 tonnes à 18.000 tonnes), en liaison avec des ponts roulants rapides, qui augmentent sensiblement la productivité de l'atelier par la diminution des temps de marche à vide, procure une économie de main-d'œuvre puisque le rendement individuel de l'ouvrier exprimé en tonnes par heure est accru, et améliore les conditions de travail, particulièrement en ce qui concerne la manutention par leviers au marteau-pilon, fatigante et assez dangereuse. Possibilité d'exécuter un plus grand nombre de chaudes par poste, ou de faire des chaudes plus productives, meilleure utilisation des ponts roulants ; ponts roulants rendus disponibles pour d'autres manœuvres.

C'est aux Etats-Unis et en Angleterre que ces appareils se sont multipliés en premier lieu : nous en avons vu de nombreux exemples au cours de missions faites aux Etats-Unis (1945), en Angleterre (1946) ; quelques manipulateurs de 3 à 5 tonnes

étaient utilisés en Allemagne au début de la dernière guerre.

Nous ne désirons pas faire de publicité mais, pour fixer les idées, nous citerons aux Etats-Unis les Constructeurs Mesta et Alliance, en Angleterre Adamson-Alliance, Head-Wrightson et Wellman, et, depuis quelques années, Hydraulik et Dienenthal, en Allemagne Fédérale.

Avant de décrire les différents types de manipulateurs et de commenter l'expérience française en particulier, citons quelques résultats américains : déjà en 1945, nous avons vu fonctionner aux usines de constructions Mesta, près de Pittsburgh, un manipulateur sur rails de 75 tonnes qui participait au forgeage de lingots de ce poids sous une presse de 5.000 tonnes.

Dans cette même usine, une presse à marche rapide de 1.800 tonnes forgeait des lingots de 10 tonnes pour fabriquer, de la chaude, 4 cylindres de laminoirs par lingot à raison de 1 lingot par heure. Cette presse et son manipulateur de 30 tonnes avaient forgé régulièrement, pendant la guerre, huit canons de 155 par poste de 8 heures.

Depuis notre mission aux Etats-Unis de 1945, les forgerons français ont, pour la plupart, adopté les manipulateurs. Actuellement, près de trente petits manipulateurs d'une force de levage inférieure à 10 tonnes sont en action, et les usines de Pamiers, de Hautmont (Etablissements Dembiermont) et Saint-Jacques (Montluçon) possèdent des appareils de 20 T/M, 40 T/M, 60 T/M, 15 tonnes de capacité nette de levage. Il n'y a pas actuellement de constructeurs français, mais l'usine de Pamiers a monté elle-même, pendant la guerre, un manipulateur de 20 T/M qui fonctionne encore dans de bonnes conditions.

LES DIFFÉRENTS TYPES DE MANIPULATEURS.

Il faut d'abord s'entendre sur la capacité de manutention de ces appareils qui ne sont pas normalisés. Certains constructeurs indiquent la capacité nette de levage en tonnes, d'autres précisent, en même temps, la longueur de la barre à forger, par exemple, manipulateur de 3 tonnes à 3 mètres. Pour les gros manipulateurs sur rails, la

capacité est déterminée par le moment de charge admissible en T/M, c'est-à-dire le produit du poids du lingot par la distance entre le centre de la tenaille et le centre de gravité de la pièce à forger.

Au cas où des lingots sont étirés à de grandes longueurs, ce qui provoquerait un dépassement du moment de charge admissible, il faut supporter la pièce à forger par une grue ou un pont auxiliaire. En pratique, pour pouvoir résister aux surcharges, il faut adopter un manipulateur surpuissant.

Les deux principaux types de manipulateurs sont les appareils roulants sur bandages de caoutchouc et les appareils roulants sur rails, qui sont les plus puissants.

Dans la seconde catégorie, il faut distinguer :

Le type ordinaire à chariot qui porte le mécanisme complet, circule sur des rails fixés à terre et peut remplacer complètement un pont roulant du fait qu'il défourne les lingots et les réenfourne. Le manipulateur de Pamiers de 20 T/M roulant sur rails est muni d'une tourelle.

MANIPULATEURS SUR ROUES ET BANDAGES.

Ces manipulateurs sont actuellement les plus utilisés en forge dans les pays d'Europe, et en France en particulier, du fait de leur facilité de déplacement dans les ateliers qui leur permet de desservir plusieurs engins, à condition que le sol sur lequel ils évoluent soit propre et bien uni, mais leur capacité de levage ne dépasse pas actuellement 10 tonnes.

Le manipulateur sur roues peut servir à l'enfournement et au défournement des lingots et des pièces de forgeage, mais son but principal est le travail sous la presse ou le marteau-pilon. Il doit donc pouvoir effectuer les opérations suivantes :

Disposer le bloc à forger dans l'axe de la presse ou du marteau-pilon, le faire avancer ou reculer suivant la progression du dégrossissement, le faire pivoter, monter ou descendre, et le déplacer latéralement dans certains cas. Tous ces mouvements peuvent être effectués par le conducteur du mani-

pulateur qui, de son poste de commande et de contrôle, suit toute l'opération de forgeage. La force motrice nécessaire est produite ordinairement par un moteur alimenté en courant électrique au moyen d'un câble souple qui le relie à une prise située en caniveau ou sur une poutre qui longe l'atelier, ou, si l'on veut éviter le déroulement d'un câble aux environs du manipulateur, par un moteur Diesel placé sur le châssis de l'appareil et qui alimente une pompe à huile : cet appareil est dit automoteur.

Le bloc à forger est porté par un bras terminé à son extrémité par une pince qui le saisit entre ses mâchoires.

— Dans le manipulateur anglais Wellman, le circuit d'huile par flexibles anime tous ces mouvements : translation et giration du châssis, rotation du bras, serrage des pinces, levage parallèle, c'est-à-dire levage de la pièce parallèlement au sol, levage incliné qui permet d'effectuer un mouvement angulaire en-dessus et en-dessous de l'horizontale, et de saisir une ébauche posée à terre.

— Dans le manipulateur allemand du type Dango-Dienenthal, les mouvements de translation et de giration sont électriques (certains utilisateurs estiment que les mouvements sont ainsi plus rapides) les autres mouvements sont hydrauliques, comme dans le cas précédent, sauf pour la rotation du bras.

Nous nous proposons de donner quelques exemples pratiques d'utilisation de manipulateurs sur roues en faisant ressortir les avantages d'exploitation. Nous remercions les usines qui ont bien voulu nous accueillir et faciliter notre mission d'observations.

Ces manipulateurs comportent deux roues avant, porteuses et un bogie arrière, moteur et directeur.

Premier exemple : Forge de Firminy (C.A.F.L.). Elle possède trois manipulateurs Wellman de 1 tonne et 5 tonnes desservant une presse verticale à forger rapide de 1.200 tonnes et deux pilons de forgeage à double effet de 2 tonnes 500 et 5 tonnes travaillant surtout des aciers alliés.

La presse forge des lingots de 1.800 kg à 12 tonnes, les lingots d'un poids inférieur sont destinés aux marteaux-pilons. Le manipulateur de 1 tonne est actionné par un moteur Diesel et les deux autres par des moteurs électriques prenant le courant sur un chariot à trolley se déplaçant sur des rails fixés à 6 mètres du sol sur une façade de la halle centrale.

Le manipulateur le plus récent, qui date de 1956, a les caractéristiques suivantes : capacité nette de levage, 5 tonnes ; poids, 26 tonnes environ.

— Encombrement : longueur, 6 m 75 ; largeur, 2 m 80.

— Hauteur de l'axe du bras au sol, en position horizontale : minimum, 0 m 711 ; maximum, 1 m 371.

— Cercle décrit par le manipulateur lorsque le train arrière est braqué : 4 m 32.

Vitesse d'opération : translation, 76 mètres/minute ; rotation du bras, 10 tours/minute ; mouvement d'oscillation aux mâchoires, 7, 9 m par minute ; mouvement de levage parallèle, 4,9 m par minute.

Ouverture des pinces, possibilité de prise : diamètre minimum, 130 mm ; diamètre maximum, 780 mm.

A noter que, pour le travail des lingots d'un poids supérieur à 7 tonnes, on utilise à la fois le manipulateur et un pont roulant de 15 tonnes.

L'équipement est complété par des tables tournantes montées sur billes qui permettent le retournement en cours de forgeage.

L'atelier de martelage de Firminy a été complètement modernisé : il produisait une centaine de tonnes par mois avec dix marteaux-pilons en fonctionnement ; avec les engins rapides de forgeage et les manipulateurs, il produit aisément 550 tonnes de pièces forgées, avec deux équipes de forgerons à deux postes.

Bien qu'au début, un certain nombre d'organes aient dû être remplacés du fait du dur service qui leur est imposé, on estime à Firminy qu'un manipulateur moderne et rapide doit pouvoir être amorti en cinq ans environ. L'exploitation du manipulateur coûte plus cher que les dépenses de personnel économisé dont cependant

le travail est facilité, mais il permet à l'outil de forge de produire trois fois plus dans le même temps. Une équipe de cinq hommes avec manipulateur accomplit le même travail que deux équipes de sept hommes sans manipulateur.

Prix actuel d'un manipulateur de :

— 3 tonnes	310.000 NF environ.
— 5 tonnes	400.000 NF environ.
— 8 tonnes	520.000 NF environ.

Deuxième exemple : à l'usine du Creusot, un manipulateur sur roues Dango-Dienenthal de 3 tonnes 600 (couple maximum de 8,5 T/M) étire sous un pilon auto-compresseur de 2 tonnes, à l'allure de 70 coups environ par minute, un bloom de 300 en acier au chrome molybdène avec un équipage de 4 hommes contre 7 auparavant. Les réchauffages sont moins fréquents, du fait que l'acier est travaillé plus vite, et les manœuvres sont plus rapides dans l'intervalle de température convenable au forgeage.

Prix de l'appareil : 210.000 NF environ. Poids approximatif : 24 tonnes. On réalise un accroissement de productivité de l'ordre de 25 à 30 % sur des lingots de 3 tonnes 500.

Compte tenu de l'entretien qui représente 5 à 8 % des frais totaux du groupe de forge, l'usine du Creusot estime que cet appareil doit être amorti en moins de 5 ans.

Caractéristiques principales :

Encombrement : 6 m 270 × 3 m 110.

Distance de l'axe des roues avant à l'axe des roues arrières motrices pivotant à 90° : 3 m, ce qui correspond au rayon de braquage.

Alimentation électrique par câble et puissance commandant une pompe à huile (pression 60 kg), située sur l'engin ; cette pompe commande tous les mouvements, sauf ceux de rotation de la tenaille et de translation qui sont électriques. Hauteur de l'axe du bras au sol, en position horizontale : minimum, 770 mm ; maximum, 1.300 mm.

Vitesse d'opération : translation, 60 mètres/minute. Rotation du bras, 7 ou 14 tours/minute ; vitesse de levée, 4 mètres/minute.

Ouverture de la tenaille : de 370 mm à 650 mm.

Puissance du moteur de translation : 21 kW.

Puissance du moteur de la pompe du circuit hydraulique : 29 kW.

Puissance du moteur de rotation de la tenaille : 11 kW.

Troisième exemple : nous avons remarqué à la Forge d'Impphy, où l'on traite surtout des aciers très spéciaux, un manipulateur Wellman de 3 tonnes qui travaille en liaison avec un pont roulant de 30 tonnes sur une presse de 1.500 tonnes ; en passe d'étirage, l'allure était d'un coup par seconde.

On estime que l'emploi du manipulateur augmente la production de 40 à 50 %.

Remarque. — Le manipulateur est indispensable pour le forgeage rapide qui doit s'effectuer dans un intervalle de température très réduit (100°).

Les fours de cette Forge, construits par la Société Fofumi, sont chauffés au gaz de Lacq ; ils sont parfaitement contrôlés au point de vue température et débit des fluides ; le Laboratoire est conçu spécialement avec une marche intérieure pour l'enfournement et le défournement des pièces à l'aide de la pince du manipulateur. Le personnel d'exploitation est réduit au minimum.

Quatrième exemple : les Etablissements Aubagnac, à la Plaine Saint-Denis, possèdent un manipulateur moderne sur roues Wellman de 3 tonnes, avec moteur électrique conduisant une pompe à huile qui actionne tous les mouvements, travaille d'ordinaire sur un marteau-pilon de 1.500 kg, et un jour par semaine, pour des pièces isolées, sous une presse de 2.000 tonnes munie d'un relevage hydraulique ; la productivité du marteau-pilon a augmenté de 40 % et on ne pense pas avoir atteint encore le maximum.

Remarques. — Le mouvement de levage parallèle est utilisé plus ou moins complètement, à chaque phase du forgeage, pendant l'étirage d'une pièce, pour en maintenir l'axe horizontal, au fur et à mesure que s'exerce le corroyage de sa section droite. Dans le cas du marteau-pilon, les réactions des coups transmis au manipulateur par la pièce en cours de travail sont plus à craindre qu'avec la presse, mais le mouvement de levage parallèle possède, pour y remédier, un système amortisseur dont la course est de l'ordre de 50 mm.

Cinquième exemple : à l'usine de Trith Saint-Léger (Usinor B), les manipulateurs sont utilisés depuis longtemps pour la production en série des essieux et des roues monoblocs, de plus en plus employées dans le matériel ferroviaire ; atelier fort bien organisé.

Les lingots de 585 maximum (2 tonnes 500 environ) capables trois essieux chacun, sont d'abord échauchés en blooms

—² de 220 sur un marteau-pilon de 15 tonnes à simple effet au moyen d'un manipulateur Salem-Brosius de 3 tonnes 5 - 4 tonnes, de conception américaine, puis terminés — après réchauffage — sur un pilon Massey de 7 tonnes à double effet par un appareil monté sur pont roulant au sol « Adamson-Alliance » de 2 tonnes 700 de puissance maximum de levage.

Le bloom est transformé en un essieu brut de forge en 5 minutes. On ébauche 30 lingots par poste de 8 heures.

L'emploi combiné de ces appareils a conduit à un accroissement de production de l'ordre de 35 % et l'effectif a été diminué de 50 %.

Le Directeur de la Forge indique que pour une fabrication d'essieux en série et un tonnage mensuel de 700 tonnes, un manipulateur de 3 tonnes est amorti en moins d'une année.

La caractéristique intéressante de l'appareil Brosius, est qu'il possède un vérin de déplacement latéral du bras qui permet sans mouvement de l'engin, de déplacer latéralement le bras de 610 mm,

Sixième exemple : à l'Aciérie des Ancizes (Anciens Etablissements Aubert et Duval), spécialisée dans l'élaboration et la transformation par laminage et forgeage des aciers spéciaux, les Ateliers de Forge qui comprennent à la fois presses hydrauliques et marteaux-pilons sont dotés de manipulateurs sur roues de 2 tonnes, 3 tonnes et 5 tonnes qui desservent en même temps les fours de réchauffage.

On estime que ces engins ont été amortis en moins de trois années, et qu'il serait vraiment difficile d'exploiter actuellement les engins de forge sans manipulateurs.

Septième exemple : aux Aciéries Krupp, à Essen, nous avons vu des manipulateurs sur roues Dango-Dienenthal travaillant sur les marteaux-pilons pour la fabrication d'essieux et d'axes destinés au matériel de chemin de fer ; ce sont des productions de séries, la productivité a été accrue de 45 % et l'effectif ouvrier diminué de 6 à 4 avec un marteau-pilon de 3 tonnes et un manipulateur de 3 tonnes.

A l'atelier des presses, nous avons vu forger très rapidement sur une presse de 2.500 tonnes, à l'aide d'un manipulateur de 40 T/M et d'un pont roulant qui approvisionne les mandrins, par bloomage, poinçonnage, forgeage sur mandrins et extension par bigornage, des flettes amagnétiques à 18 % de manganèse, ainsi que des disques de 1.750 mm de diamètre, 260 mm d'épaisseur et d'un poids de 2 tonnes 500 au moyen de bras d'allongement placés sur la tête de la tenaille ; on a gagné une chaude sur deux avec un manipulateur.

Le vieux chef forgeron que nous avons questionné et qui au début avait condamné l'emploi du manipulateur a déclaré ne plus pouvoir s'en passer.

Huitième exemple : la Forge des Usines Saint-Jacques, à Montluçon, spécialisée depuis longtemps dans la fabrication des blocs à matrices qui sont forgés dans tous les sens, a aussi une grande expérience des manipulateurs ; elle possède un manipulateur « Alliance » de 1.500 kg sur rails, muni d'une tourelle qui travaille sur une presse à forger de 1.200 tonnes à deux étages de puissance ; un manipulateur Wellman de

5 tonnes sur roues ; un manipulateur « Alliance » de 15 tonnes que l'on place sur le tablier forgeur de la presse de 6.000 tonnes utilisé pour les pièces difficiles à travailler avec un vireur : galets, roues, blocs contre-forgés de gros poids. L'usine de Montluçon nous a confié une photographie intéressante représentant le travail de deux manipulateurs en étirage double sur une presse de 1.200 tonnes, les deux manipulateurs avançant et reculant successivement vers la presse ; le travail est ainsi beaucoup plus rapide.

Neuvième exemple : les résultats économiques, intéressants du point de vue productivité et prix de revient, sont confirmés par la visite que nous avons faite à la Forge de Dommeldange (Luxembourg), appartenant à l'un des premiers groupes sidérurgiques européens, et dans laquelle deux manipulateurs sur bandages de 12 T/M et 3 T/M ont accru la production des presses et marteaux-pilons d'au moins 35 %.

MANIPULATEURS SUR PONT A CHARIOT-TOURELLE TOURNANT.

Ce type de manipulateurs sur rails, très répandu aux Etats-Unis, l'est peu en France. Nous en avons vu cependant un exemple à la Forge d'Hautmont (Nord), des Etablissements Dembiermont, qui participait au forgeage de frettés sur la presse de 2.000 tonnes. Bien que d'un type un peu ancien, cet appareil dit surbaissé sur rails, à chariot-tourelle tournant monté sur pont, peut remplacer complètement un pont roulant du fait qu'il défourne les lingots et les réenfourne. Les rails de déplacement du pont sont alignés face au four, et le chariot-tourelle se déplace perpendiculairement face à la presse.

Caractéristiques principales :

Force, 3 tonnes ; portée du pont, 6 m 86 ; écartement du chariot, 2 m 51 ; les mouvements de montée et de descente sont hydrauliques ainsi que le serrage de la tenaille.

Les autres mouvements sont commandés électriquement :

- Vitesse de translation : 90 m/minute environ.
- Vitesse du chariot-tourelle : 32 m/minute.
- Vitesse de rotation du chariot-tourelle : 3,47 tours/minute.
- Vitesse de rotation de la tenaille : 12,25 tours/minute.

Serrage de la tenaille par vérins hydrauliques ; force de serrage : 13 tonnes ; espace nécessaire pour l'évolution de l'appareil : 15 m × 10 m. Cet engin est spécialisé dans le travail d'ébauchage des frettés.

Un four poussant et deux fours de préchauffage desservent la presse.

MANIPULATEURS ROULANTS SUR RAILS.

Ces manipulateurs conviennent particulièrement aux mouvements des lingots lourds destinés à être forgés sous des presses puissantes ; ils maintiennent continuellement la pièce à forger dans l'axe de forgeage. Donnons quelques détails sur leur construction : un bâti soudé, posé sur des roues se déplaçant sur rails dans le sens longitudinal ; dans la partie supérieure du bâti sont montés deux arbres porteurs, logés dans des supports fixés au châssis, sur lesquels sont fixés des leviers auxquels le bras porte-tenaille est relié moyennant quatre articulations sphériques pourvues de tampons élastiques permettant d'absorber les chocs brusques.

Les mouvements sont tous hydrauliques. Le manipulateur est attaqué par un ou deux groupes moto-pompes (pompes horizontales à pistons) qui aspirent l'eau dans un réservoir placé sur le bâti et la refoulent dans un accumulateur à air comprimé, protégé par sécurité, sur le côté. L'eau sous pression est acheminée de l'accumulateur aux distributeurs disposés au poste de commande, sur le côté du manipulateur où est assis l'opérateur. C'est de ce distributeur que part l'eau destinée aux mouvements de déplacement de l'appareil et de la tenaille.

— La commande du mécanisme de déplacement comprend une ou deux paires de cylindres disposés à l'extérieur des caissons latéraux et dont les pistons plongeurs agissent sur l'un des trains de roues par l'intermédiaire de crémaillères et de pignons. La course des pistons plongeurs est démultipliée pour permettre un parcours suffisant adapté au forgeage de lingots de dimensions courantes ; dans des cas particuliers, et en actionnant un accouplement, cette distance peut être prolongée d'autant.

Les cylindres de levage de l'arbre portentenailles, à l'avant et à l'arrière, sont logés dans le bâti, et peuvent être commandés indépendamment l'un de l'autre, le porte-tenaille avec sa tête pouvant être incliné vers le haut et vers le bas dans le plan vertical. La tête peut aussi exécuter un mouvement de va-et-vient continu, comme cela est nécessaire pour le forgeage des disques.

La tenaille possède deux mâchoires de serrage logées dans un levier double, fermées au moyen d'un tirant par un cylindre hydraulique disposé à l'arrière du manipulateur.

Le mouvement de rotation de la tenaille est effectué comme suit :

— la tête de la tenaille, reliée à un arbre creux placé dans le porte-tenaille, est commandée par un mécanisme de renversement de marche avec pignons et crémaillères ; le mouvement des crémaillères est réalisé par des plongeurs hydrauliques à simple effet qui se déplacent dans deux cylindres accolés. La tenaille tourne à droite ou à gauche suivant que c'est l'un ou l'autre des cylindres qui est alimenté en eau. On peut même obtenir, du poste de commande, une rotation continue dans le même sens ; la manœuvre automatique peut être prévue.

Une installation de commande hydraulique analogue est destinée aux mouvements de déplacement.

Le conducteur du manipulateur peut suivre le niveau de l'eau dans l'accumulateur et, au moyen des distributeurs qu'il contrôle, l'eau sous pression est amenée :

1) aux cylindres pour le déplacement du manipulateur en avant et en arrière ;

2) aux cylindres de levage destinés au réglage de l'arbre porte-tenaille en hauteur, ainsi qu'à son inclinaison dans le plan vertical ;

3) aux cylindres pour la rotation de la tenaille, avec embrayage pour l'arbre porte-tenaille ;

4) au cylindre de serrage de la tenaille.

La Société Hydraulik, de Duisbourg, fabrique actuellement des manipulateurs de 5 T/M, 10 T/M, 20 T/M, 40 T/M, 60 T/M, 120 T/M. Ce dernier, qui a été installé en Italie, à Terni, pour desservir une presse de 4.500 tonnes peut manipuler des lingots en porte à faux jusqu'à 100 tonnes avec l'aide d'un pont roulant ; on parle actuellement d'un manipulateur de 180 T/M, destiné aux Japonais, mais les frais d'investissements correspondants sont très élevés.

A titre d'indication, un manipulateur de 120 T/M pèse 192.000 kg et coûte environ 1.900.000 NF.

— Nous avons vu fonctionner un certain nombre de manipulateurs sur rails :

1) A Rotterdam, aux Chantiers de Rotterdamsche Droogdok Maatschappij, un manipulateur de 36 T/M, d'origine américaine, qui travaille en liaison avec un pont de 75 tonnes ou un pont de 140 tonnes sur une presse de 6.000 tonnes pouvant fonctionner sous des puissances moindres : depuis 900 tonnes. Nous avons suivi une opération sur une ébauche de 60 tonnes destinée à une mèche de gouvernail, une extrémité étant soutenue par la chaîne du vireur du pont de 140 tonnes. Dans cet appareil, les mouvements sont hydrauliques, sauf la rotation du bras et le déplacement sur rails. On étudie à Rotterdam l'acquisition d'un manipulateur de 120 T/M, mieux proportionné à une presse de 6.000 tonnes.

D'après l'Ingénieur en Chef des Chantiers, avec le manipulateur existant, on arrive à réduire sensiblement le nombre de chaînes.

2) A l'usine de Pamiers, qui façonne surtout des pièces en alliage léger et en acier spécial.

Il y a deux manipulateurs sur rails :

Le plus ancien, construit par l'usine pendant la dernière guerre, de 18 T/M, a le gros avantage de posséder une tourelle qui permet un vaste mouvement latéral et de déposer sur une table tournante le lingot en cours d'ébauchage pour le reprendre à l'autre extrémité. Les mouvements hydrauliques sont préférés aux mouvements électriques existants, et son effet de levage est un peu faible : 7 tonnes environ. Dans un modèle plus moderne, la tourelle devrait être renforcée.

Pour certains travaux nécessitant l'utilisation de plusieurs outillages, ce manipulateur peut exécuter très rapidement ces changements.

En cours d'exploitation, la tourelle facilite le forgeage des disques des blocs ou des pièces de formes compliquées ; dans le cas où le chemin de roulement du manipulateur peut être installé entre deux engins (presse au marteau-pilon) se faisant face, il y a possibilité de travailler en tandem aux deux outils par une simple rotation de 180 degrés de la tourelle ; ce manipulateur pèse 50 tonnes.

Cette usine possède un manipulateur récent, fourni par la Société Hydraulik, en 1958, qui pèse à vide 88 tonnes, et dont les caractéristiques principales sont les suivantes :

- Couple maximum : 40 T/M.
- Effort maximum de levage : 62 tonnes.
- Encombrement : longueur à vide, 9 m 20 ; largeur, 5 m 70 avec cabine opératoire ;
- Course de forgeage : 12 m.
- Hauteur minimum au-dessus du sol de l'axe du bras : 1 m.
- Vitesse de translation : 50 m/minute.
- Rotation du bras : 15 tours/minute.

— Vitesse de levage parallèle du bras : 10 m/minute.

— Ouverture des mâchoires : possibilités de prise, 180 à 850 mm.

Tous les mouvements sont hydrauliques. Le courant électrique, qui est pris en caniveau, actionne deux pompes à trois pistons au moyen de deux moteurs de 25 chevaux.

Nous avons vu fonctionner ce manipulateur au cours d'un forgeage sur mandrin d'une coquille de centrifugation de 250 mm de diamètre à la presse de 2.500 tonnes, et étirer un lingot d'alliage léger à base d'aluminium et de silicium à la presse de 1.200 tonnes.

Les Ingénieurs de Pamiers estiment que l'augmentation de production est de l'ordre de 30 %. Les frais d'entretien sont peu élevés.

3) Forges de Dembiermont, à Hautmont (Nord) : ces Forges disposent d'un manipulateur hydraulique de 60 T/M, depuis un an et demi. Il est à la fois très robuste : poids 125 tonnes, mobile, et porte normalement des lingots de 40 tonnes (80 tonnes avec le pont roulant de 100 tonnes).

Tous les mouvements sont hydrauliques, le courant électrique qui alimente les pompes arrive par caniveau. L'espace nécessaire pour l'évolution de l'appareil est de 50 à 60 mètres de longueur et de 25 mètres de largeur. Cet appareil vaut 1 million 200.000 NF.

Lors de notre visite, l'appareil manipulait un lingot de 18 tonnes forgé sous la presse de 3.000 tonnes.

La durée d'exploitation n'est pas assez grande pour que l'on puisse se rendre compte exactement des économies réalisées, mais on estime que l'appareil sera amorti en dix ans.

4) Terni (Italie). Le manipulateur de 120 T/M que nous avons vu fonctionner sous la presse de 4.500 tonnes et qui, seul, peut porter des lingots de 65 tonnes, a été conçu pour pouvoir être transporté au pont roulant et travailler sur la presse de

12.000 tonnes, moins bien alimentée en pièces de forge que la première presse. Ce manipulateur est doté de poutres de prises et d'un double poste de commande. Un pont roulant destiné tout particulièrement à fonctionner avec le manipulateur a été équipé d'une commande au sol à proximité des commandes de la presse. La tenaille peut se déplacer latéralement de 300 mm à droite et à gauche de l'axe normal.

Les usines qui possèdent des manipulateurs puissants depuis longtemps estiment que l'on peut faire des économies de temps et de frais de chauffage considérables au cours des travaux de forge. Citons quelques exemples de performances réalisées avec un manipulateur de 40 T/M et une presse à forger électro-hydraulique de 1.500 tonnes en service à Leverkusen-Schlebusch, à la Société Wuppermann.

a) Une tige de gouvernail, d'une longueur de 5 mètres, provenant d'un lingot de 13 tonnes, a été préforgée en une chaude de 75 minutes précédant une seconde chaude partielle pour cintrer la mèche ; avant l'emploi d'un manipulateur et du fait de l'encombrement de la pièce à forger, il fallait deux ou trois chaudes, et le forgeage durait 200 minutes.

b) Le manipulateur présente des avantages particuliers lors de la fabrication de disques et d'anneaux, par exemple disques de 1.750 mm, hauteur de 260 mm ; poids 2 tonnes 500. Il est possible d'insérer une pince spéciale à l'intérieur de la tenaille pour faire tourner la pièce.

Sans manipulateur, le temps de forgeage du bloc initial avec les opérations de coupe, de refoulement, de façonnement en forme ronde exigeait quatre chaudes, 6 heures et huit ouvriers ; ces chiffres ont été ramenés à deux chaudes, 165 minutes, quatre ouvriers.

On réalise des économies analogues dans la fabrication des corps creux.

On peut maintenant se poser la question suivante : le manipulateur sur rails, puissant, disons de 60 à 120 T/M, est-il aussi intéressant pour la Grosse Forge qu'un manipulateur d'une capacité de le-

vage inférieur à 10 tonnes pour une Petite Forge ou une Forge Moyenne. Les avis sont assez partagés à ce sujet car ces gros appareils sont, nous l'avons vu, assez coûteux.

Certains constructeurs, qui disposent de presses et de vireurs rapides et de moyenne puissance (2.000 à 3.000 tonnes), de ponts roulants modernes pouvant s'approcher très près des colonnes de la presse, afin de pouvoir prendre des pièces courtes, et dans le cas de la Société Aubagnac, par exemple, de relevage hydrauliques, de fours en nombre suffisant et d'un personnel exercé, ne gagneraient peut-être pas beaucoup à l'emploi d'un gros manipulateur.

Il n'est pas moins vrai que le manipulateur est devenu un engin tout à fait courant aux Etats-Unis où l'on recherche particulièrement la rapidité d'exécution, l'automatisation, l'allégement du travail ouvrier, la précision du forgeage.

Les Américains estiment que de petits ou moyens manipulateurs, accolés à de grosses presses (30 à 40 T/M sur des presses de 6 à 9.000 tonnes) peuvent rendre des services considérables ; ils utilisent aussi des manipulateurs puissants de 60 T/M à 120 T/M, en liaison avec des ponts roulants.

Le manipulateur procure, en début de chaude, sur des lingots ou des pièces courtes, l'avantage important de pouvoir approcher au maximum de la presse.

Un gros engin serait nettement plus coûteux de fonctionnement qu'un petit manipulateur et il sera certainement moins utilisé qu'en Moyenne Forge où les travaux d'étirage sont proportionnellement plus élevés, mais il restera probablement bénéficiaire, et s'amortira dans un délai à peu près double pour une grosse presse normalement alimentée en pièces de forge. Nous pensons qu'il serait intéressant d'étudier la possibilité de doter les manipulateurs puissants d'une tourelle, ce qui amélioreraient encore nettement la souplesse et les possibilités de ces appareils.

Nous devons attirer l'attention des constructeurs, surtout des petits manipulateurs sur roues à bandages caoutchouc, sur la

nécessité de soigner la qualité des organes qui travaillent beaucoup ; un assez grand nombre de pièces en fonte et en acier extradoux ont dû être remplacées progressivement par des pièces en acier allié.

D'après les constructeurs allemands, un manipulateur puissant serait amorti en deux ans et demi environ.

— A côté de ces manipulateurs destinés spécialement au forgeage, certains ateliers sont munis de petits manipulateurs dont le rôle est de faciliter l'approvisionnement et la manœuvre des outils annexes (compas d'épaisseur, tranches, couperets, tenailles), pour opérer le trianglage par exemple, sans approcher trop près de la presse ; les outils annexes, d'un poids maximum d'environ 1.000 kg, étant disposés sur un support fixe situé dans le voisinage.

Le manipulateur vient se placer entre les colonnes de la presse ; il permet à l'outil tranchant de s'incliner légèrement et d'osciller pour pouvoir le dégager plus facilement après l'opération, et son élasticité permet de subir, sans dommage, la période d'enfoncement de l'outil dans la pièce.

Cet engin, dont les niveaux de travail s'échelonnent entre 1.200 mm et 3 mètres, qui a une portée de 2 m 50, un angle d'oscillation de 120°, possède une commande électro-hydraulique.

Il a permis d'économiser deux aides de presse.

Un tel appareil, encore peu développé en France, devrait pouvoir intéresser nos constructeurs.

— Certains constructeurs étudient la possibilité de remplacer l'eau par l'huile, qui offre certains avantages, les pompes à huile à grande vitesse ne comportant ni presse-étoupe sur le piston, ni bielles, l'huile facilitant en même temps le graissage.

**

PONTS ROULANTS SPECIAUX DE FORGE.

L'emploi des manipulateurs n'exclut pas du tout l'utilisation des ponts roulants, sur-

tout pour les gros lingots ébauchés sous des presses puissantes, mais ces ponts doivent être étudiés spécialement avec le souci d'une sécurité absolue du fonctionnement des parties mécanique et électrique, et du personnel. Leurs organes robustes doivent être prévus pour éviter une immobilisation prolongée en cas d'incident, leurs différents mouvements seront rapides et ils pourront s'approcher très près de la presse du fait des deux chariots symétriques.

Lorsqu'on ne dispose pas de manipulateurs, il est indispensable d'avoir un pont roulant de chaque côté de la presse, l'un de ces ponts étant muni d'un vireur électrique suspendu au crochet avec dispositif élastique pour tourner les lingots, alors qu'une simple chaîne sur poulie suffit pour l'autre pont.

Nous dirons quelques mots des ponts roulants qui desservent la presse à forger de 6.000 tonnes de l'usine du Creusot, et qui permettent la transformation de lingots de 170 tonnes, coulés sous vide en acier spécial, et d'un diamètre moyen de 2 m 50.

Cette presse ne dispose pas de manipulateurs actuellement (un manipulateur de 60 T/M est à l'étude). Les ponts roulants doivent être conçus pour manœuvrer rapidement, et en toute sécurité, pour améliorer la cadence de forgeage et accroître le temps utile de travail de la presse au cours d'un poste, et par conséquent le nombre de chaudes.

La presse de 6.000 tonnes, actionnée électriquement et dotée d'accumulateurs aéro-hydrauliques, est desservie par un pont roulant de 200/50/15 tonnes, et un pont roulant de 100 tonnes/15 tonnes.

— le premier, d'une portée de 25 m et d'un poids de 300 tonnes avec le vireur, comprend :

- a) un chariot-treuil de 200 tonnes, hauteur de levage 15 m 50, vitesse rapide de levage 8 m/minute, avec levage auxiliaire de 15 tonnes ;
- b) un chariot-treuil de 50 tonnes ;
- c) un vireur de 160 tonnes, suspendu élastiquement au crochet par l'intermédiaire d'un levier.

diaire de ressorts, pour faire tourner la pièce en cours de dégrossissage.

Le pont roulant se déplace à la vitesse de 49 m/minute et les deux chariots-treuils se meuvent sur les poutres en caisson à la vitesse de 25 m/minute.

Le vireur de 160 tonnes possède une gamme de vitesse de la jarretière de 6 à 9 mètres/minute.

La sécurité de fonctionnement est assurée, pour la partie mécanique, par l'emploi de galets monobloc en acier au NI-CR-MO, par un frein centrifuge de sécurité complémentaire à la descente, le déblocage mécanique du frein de levage au cas où la presse, en appuyant, fait descendre trop bas le lingot ; l'ossature métallique est calculée avec un coefficient dynamique de 1,9 - graissage centralisé automatique.

De construction soudée, chaque chariot constitue un bloc rigide destiné à recevoir les divers mécanismes sur des parties soigneusement usinées.

En ce qui concerne le matériel électrique, l'appareillage est du type protégé et les moteurs sont du type asynchrone fermé à rotor bobiné à bague, pour des raisons d'alimentation en courant.

Le pont roulant de 100 tonnes/15 tonnes, possède, à part les puissances de levage, sensiblement les mêmes caractéristiques que le pont de 200 tonnes, mais le vireur est un appareil de 80 tonnes.

A l'usine Aubagnac de La Plaine Saint-Denis, une presse à forger rapide de 3.000 tonnes à trois puissances (1.000 tonnes, 2.000 tonnes, 3.000 tonnes), est desservie d'un côté par un pont roulant muni d'un vireur électrique pouvant lever aisément une pièce de 60 tonnes, et — de l'autre côté — par un relevage hydraulique de 40 tonnes, accolé au bâti et actionné par un ouvrier placé sur le côté de la presse, en synchronisme avec le levage du pont roulant.

Les moteurs électriques sont soumis à un service très dur, du fait que les ponts roulants servent à manipuler la pièce à forger, à l'avancer sous la presse, à l'écartier

de la presse pour réchauffage ou autres opérations, à effectuer les translation et rotation nécessaires à la mise en forme, entre chaque coup de presse. Les opérations de forgeage proprement dites sont exécutées avec une amplitude relativement faible du mouvement, mais avec une cadence élevée.

A une dizaine de coups de presse par minute, ce qui n'est pas exagéré, on enregistre vingt démarriages, chaque coup de presse nécessitant un démarrage en montée et un en descente, afin de dégager la pièce avant de lui imprimer une rotation ou une translation, puis de la redescendre.

En vue de diminuer le temps de forgeage, les moteurs doivent fournir leur couple de démarrage, avant même que le marteau ait dégagé la pièce, pour réduire le temps mort au démarrage. En outre, les moteurs de levage proprement dits doivent généralement maintenir la pièce à forger en position haute ; ils sont alors entraînés en rotation par la presse elle-même lorsque le marteau descend, et peuvent — alors — subir des survitesses importantes. Le moteur du vireur, plus près de la pièce en cours de forgeage, est soumis à un rayonnement intense.

En plus des conditions sévères de fonctionnement, ces moteurs doivent avoir un couple maximum très important, et un moment d'inertie réduit. Ces caractéristiques sont plus facilement réalisées avec les moteurs à courant continu du type métallurgie, de construction spéciale : réduction sensible du diamètre de l'induit, carcasse fermée, étanche aux poussières, assurant une bonne dissipation de la chaleur par convection naturelle ; isolement prévu pour haute température (verre, silicium), frette et calage très robustes des bobinages ; appareillage de haute qualité et bien entretenu. En descente, avec des moteurs à courant continu, alimentés à tension constante, les caractéristiques couple-vitesse, sont très stables.

Deux moteurs et deux freins au moment du levage.

Le pont de 200 tonnes dispose de deux moteurs de levage de 160 HP, deux de translation de 100 HP.

Le pont de 100 tonnes dispose de deux moteurs de levage de 135 HP, un de translation de 100 HP.

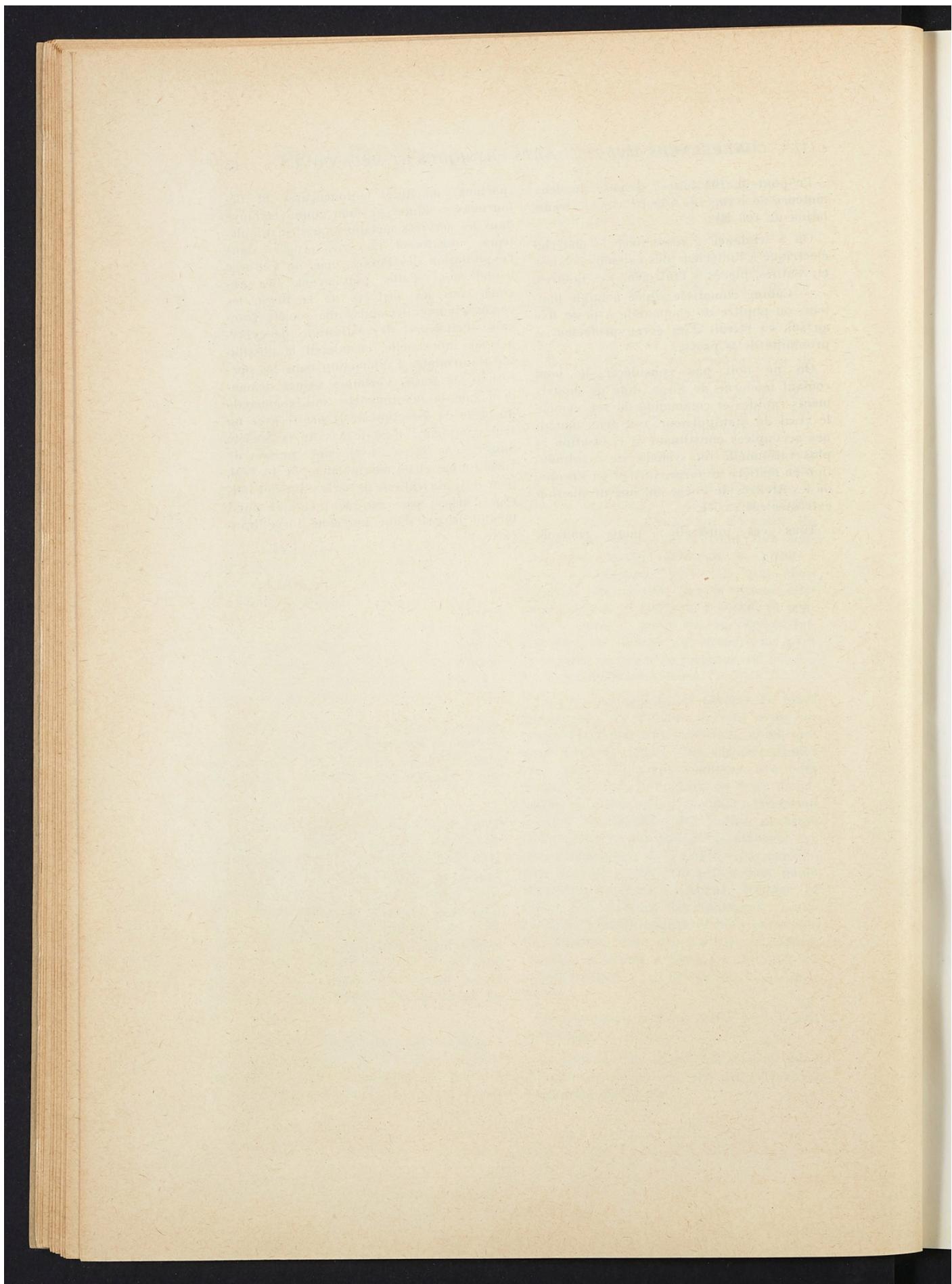
On a tendance à rassembler le matériel électrique à l'intérieur des caissons éclairés et ventilés, placés à l'intérieur des poutres.

— Cabine climatisée située à faible hauteur, ou pupitre de commande à poste fixe au sol, en retrait d'un écran protecteur à proximité de la presse.

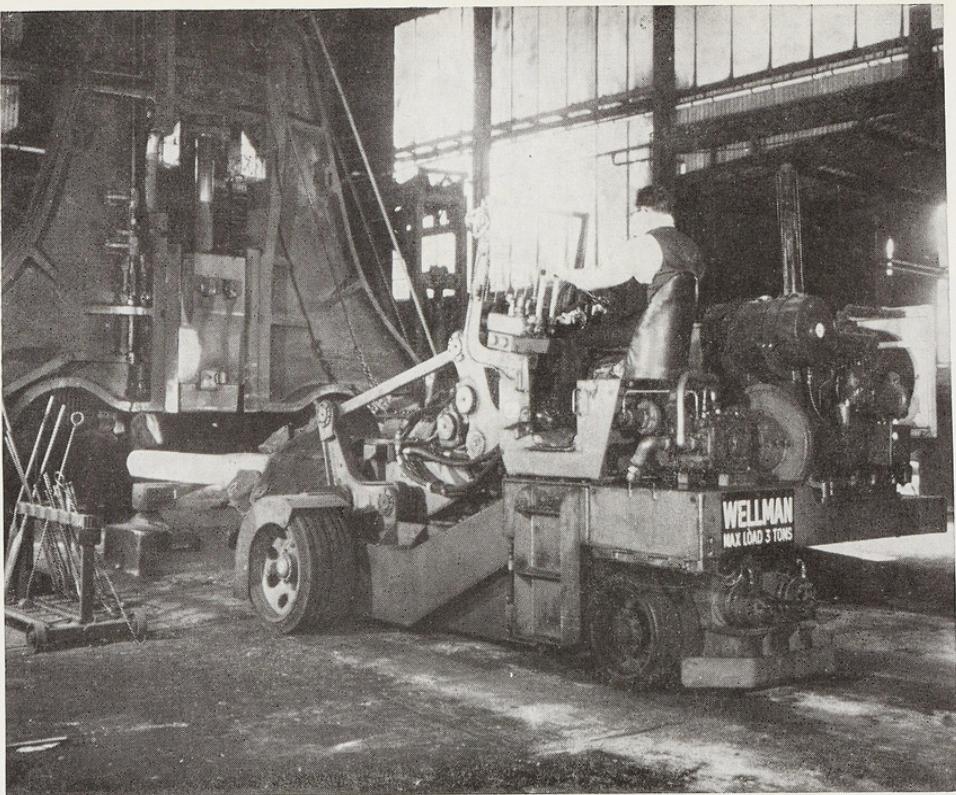
On ne doit pas considérer le pont roulant moderne de forge, doté de mouvements rapides et commandé du sol, comme le rival du manipulateur, ces deux machines accouplées constituant la réalisation la plus rationnelle du système de manipulation en matière de forge, surtout en Europe, où les Ateliers de Forge ont une production extrêmement variée.

Tous ces appareils : ponts roulants

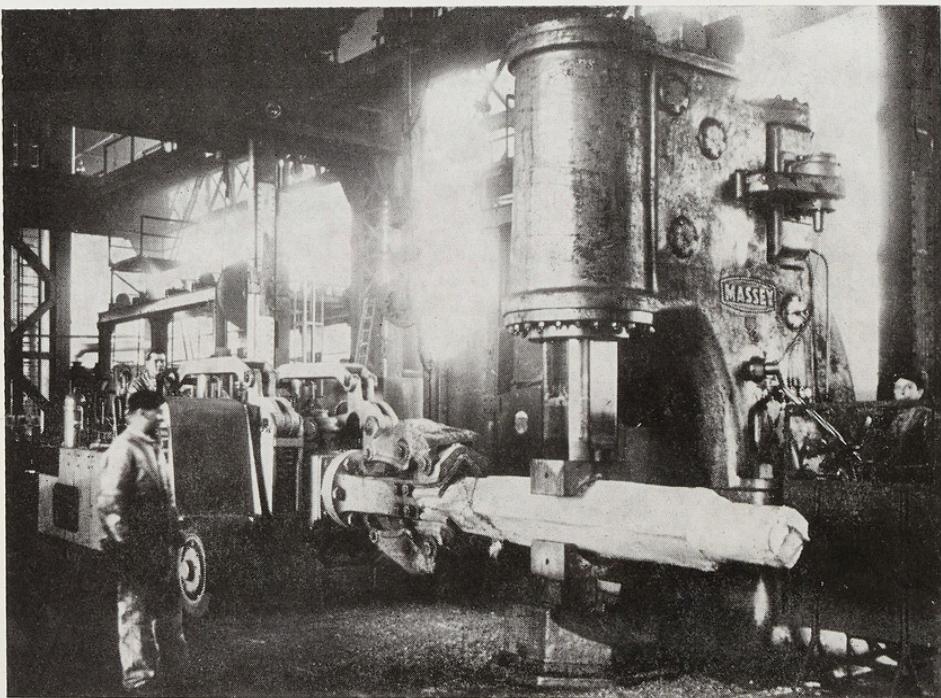
spéciaux, machines enfourneuses et défourneuses, d'un type bien connu employé dans les services métallurgiques, manipulateurs, constituent un gros progrès dans l'exploitation des Forges, mais on s'efforce actuellement d'aller plus avant. Les Anglais, sous les auspices de la Bisra, les constructeurs allemands, une société française d'études et de réalisations de cybernétique industrielle, examinent la possibilité d'introduire l'automation dans les opérations de forge. Certaines usines demandent que le manipulateur soit commandé du poste de direction de la presse avec un seul opérateur : c'est le cas de la Société Sulzer, en Suisse, avec une presse de 1.200 tonnes et un manipulateur de 40 T/M, pour des fabrications de série au début (étirage d'arbres par exemple) ; ce sera aussi bientôt le cas d'une moyenne forge française.



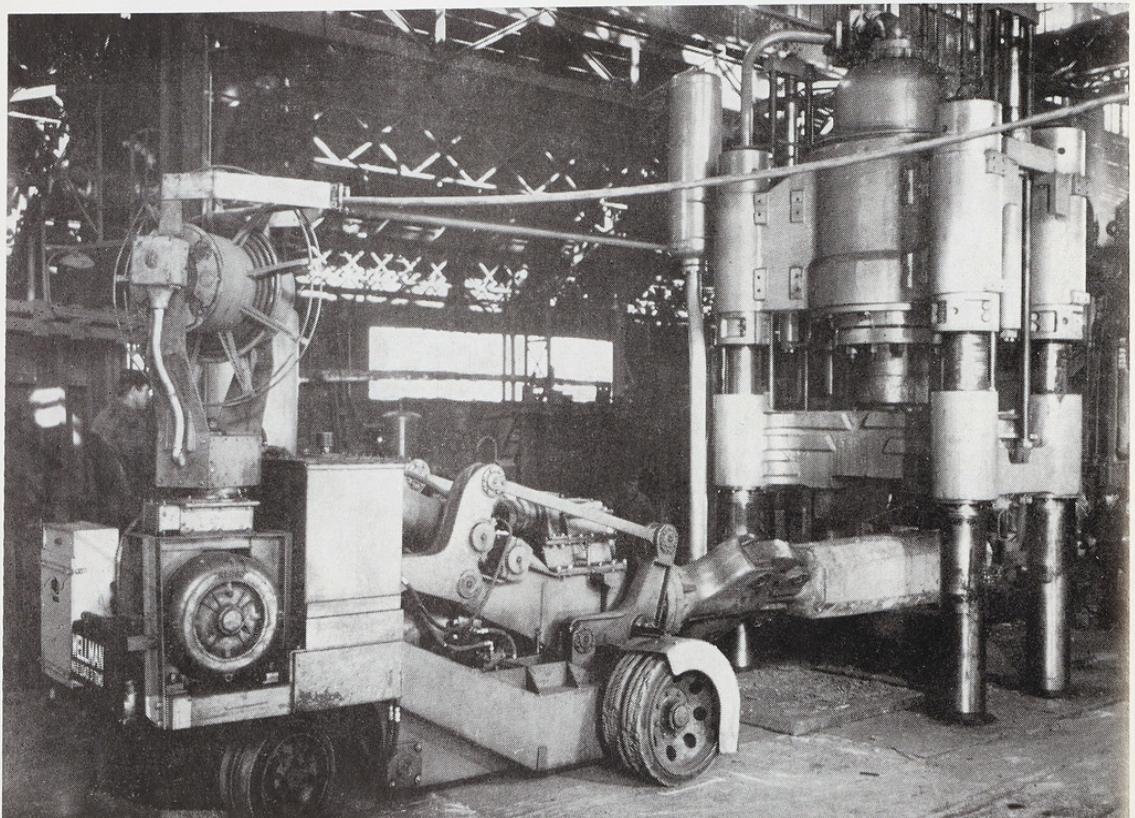
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Manipulateur Wellman de 3 T.



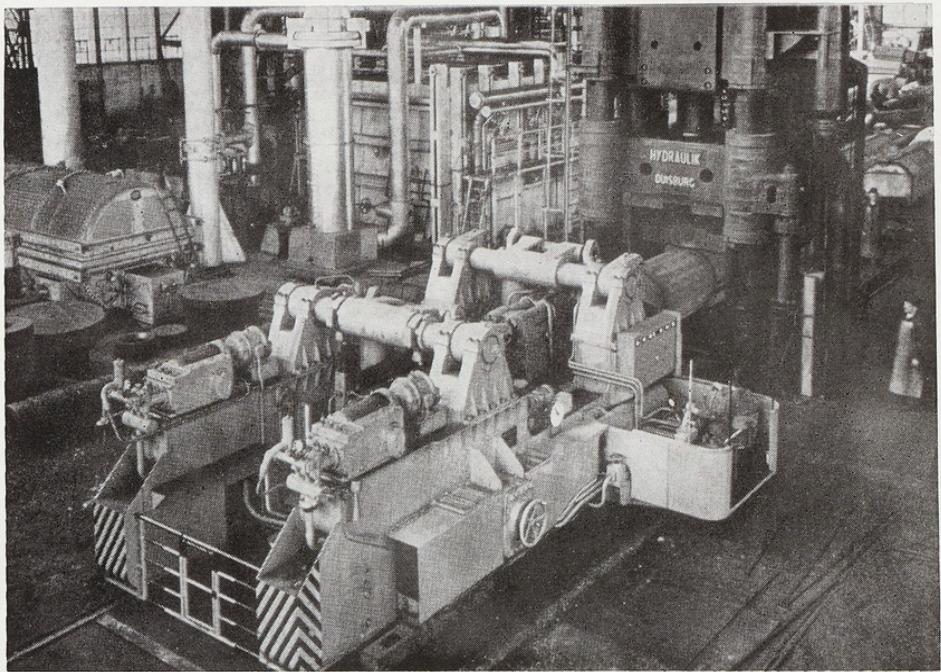
Manipulateur Dango-Dienenthal de 3,600 T. étirant sous un pilon auto-compresseur de 2 T.
un bloom de 300^2 en acier au chrome-molybdène.
Grosse Forge de l'Usine du Creusot.



Forgeage à la presse de 2.000 T.

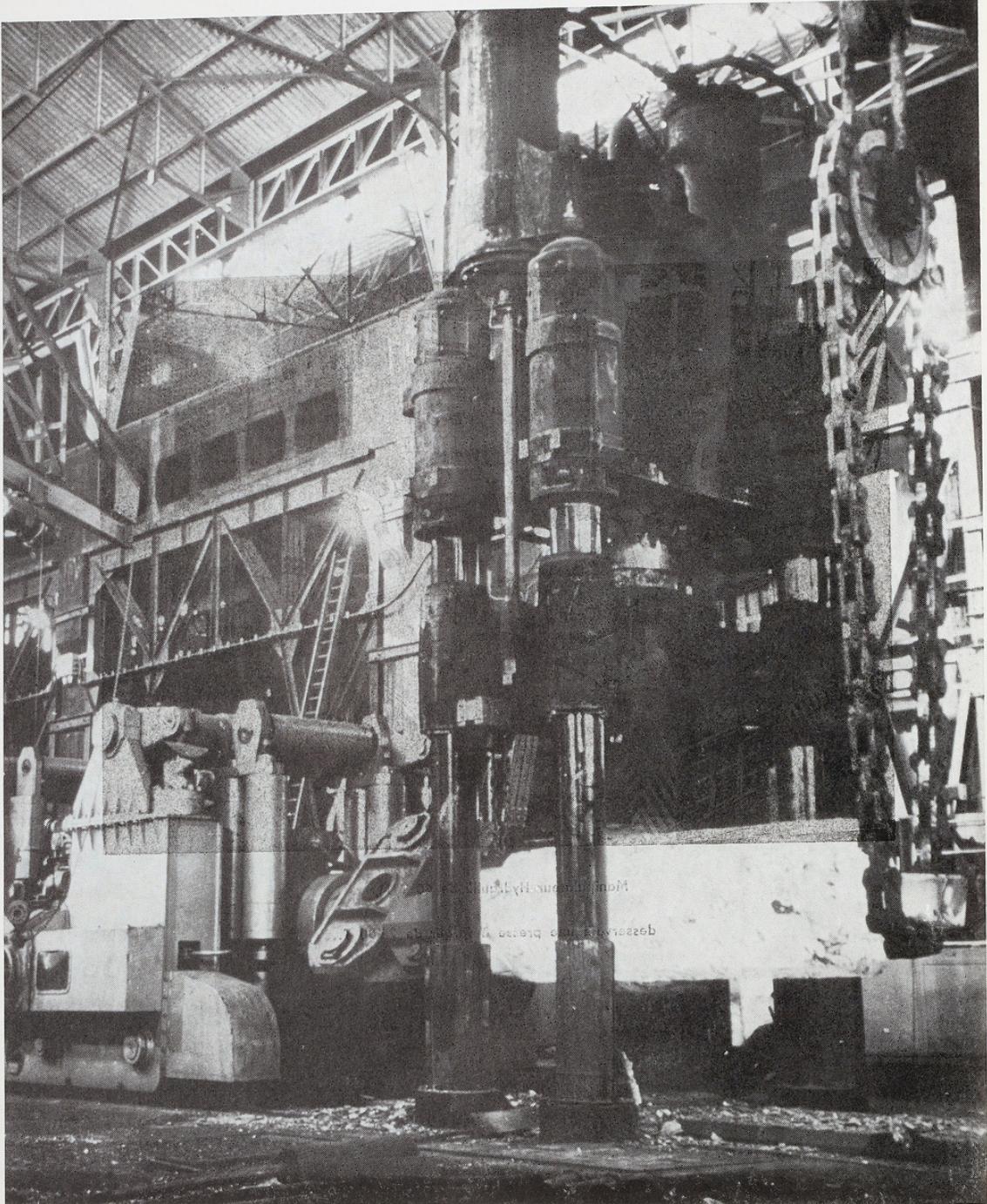
Manipulateur sur roues de 3 T.

Etablissements Aubagnac, à la Plaine Saint-Denis.



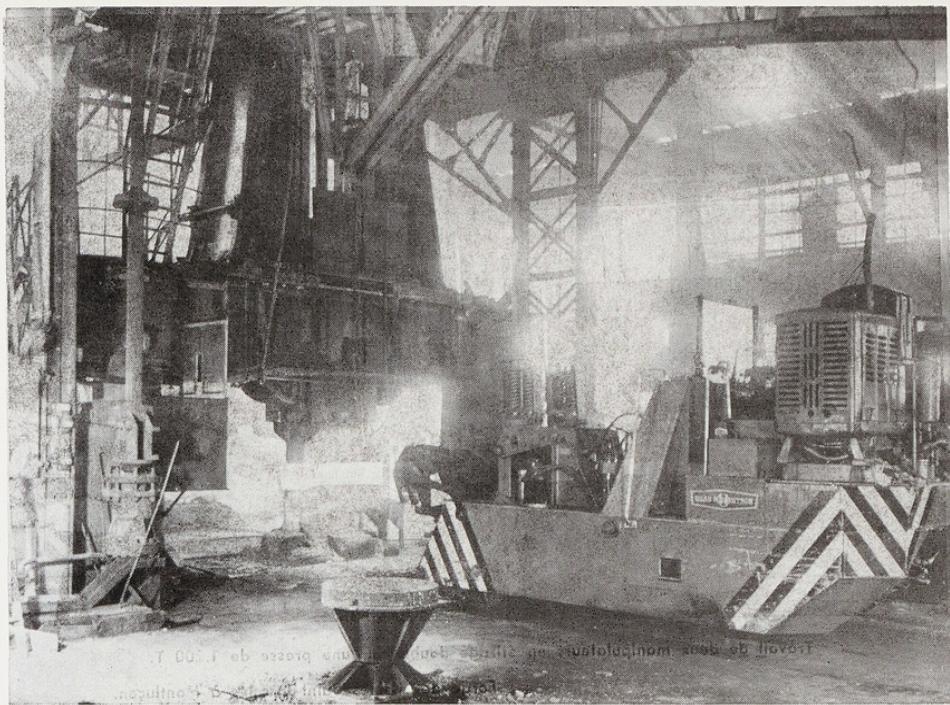
Manipulateur Hydraulik de 40 T/M,
desservant une presse à forger de 2.500 T.

nt-Denis.



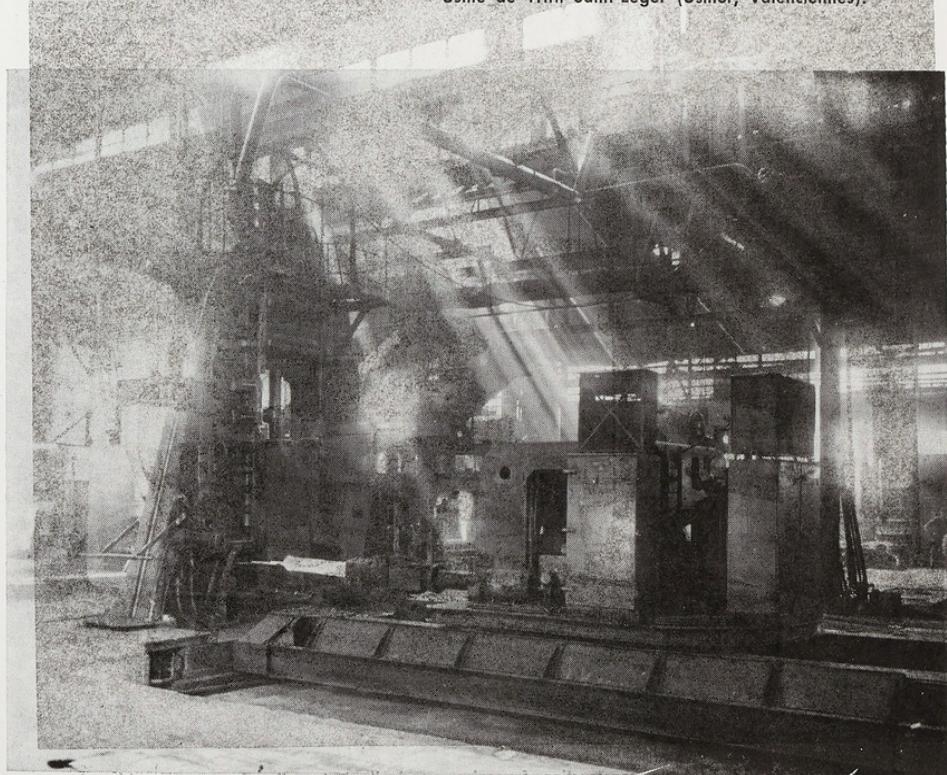
Manipulateur sur rails de 60 T/M et la presse à forger de 3.000 T.

Forge des Etablissements Dembiermont à Hautmont.



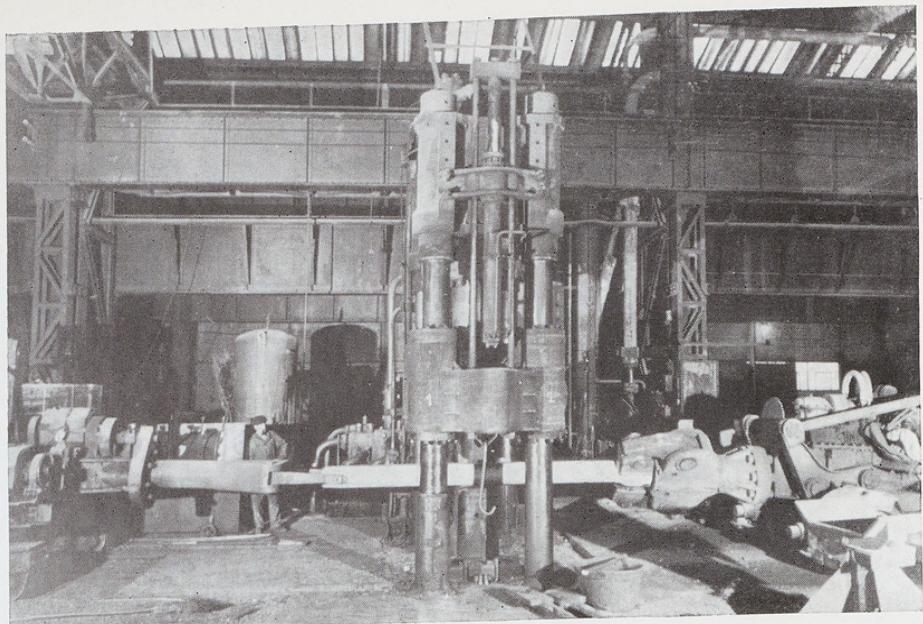
Forgeage d'un bloom pour roue monobloc sur un marteau-pilon de 15 T. avec un manipulateur sur roues Head-Wrightson de 3,600 T.

Usine de Trith Saint-Léger (Usinor, Valenciennes).

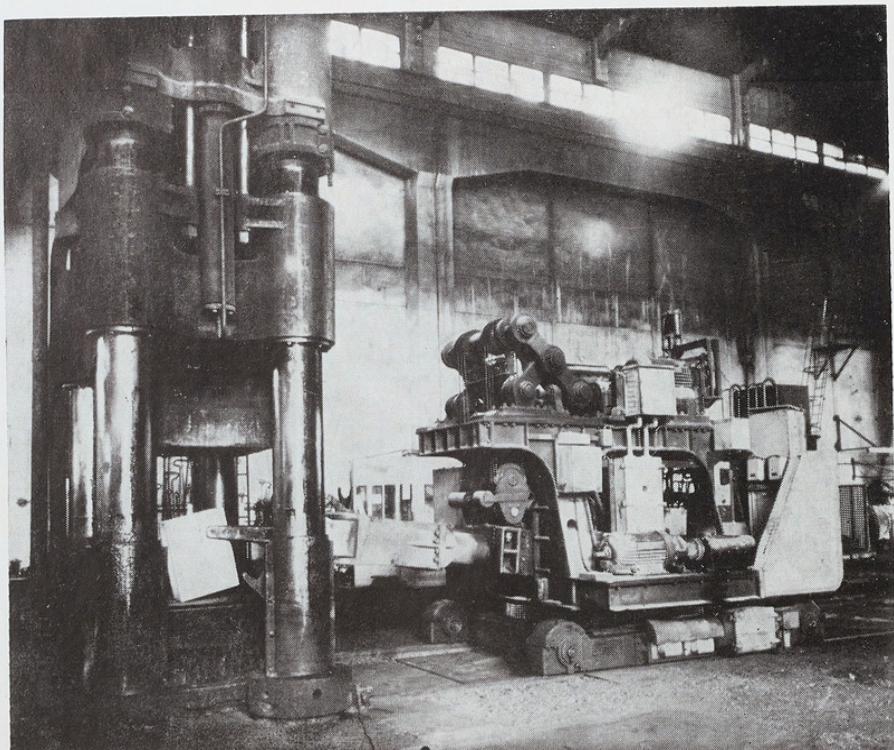


Forgeage d'un essieu au manipulateur de 2,700 T. monté sur un pont roulant au sol (Adamson-Alliance) sous un marteau-pilon de 7 T.

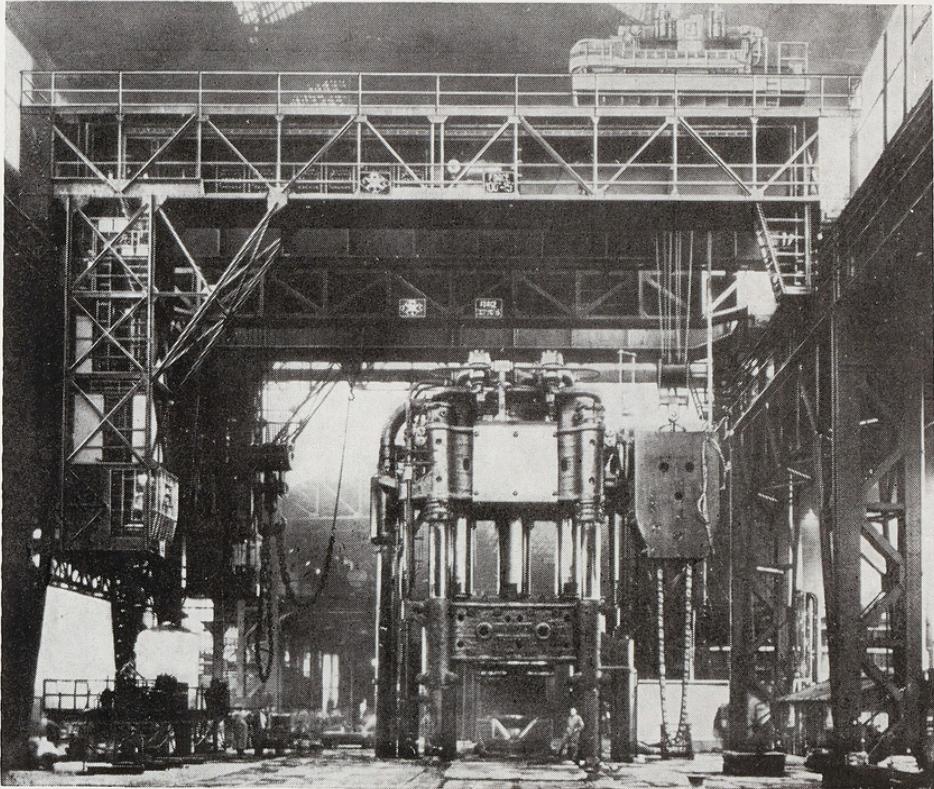
Usine de Trith Saint-Léger (Usinor, Valenciennes).



Travail de deux manipulateurs en étirage double sur une presse de 1.200 T.
Forge des Usines Saint-Jacques à Montluçon.



Manipulateur de 18 T/M de construction française, muni d'une tourelle, forgeant un bloc à matrice sous la presse de 2.500 T.
Société Métallurgique d'Imphy, Usine de Pamiers.



Presse à forger de 6.000 T.

Ponts roulants de 200 T., 50 T., 15 T. et de 100 T., 15 T.

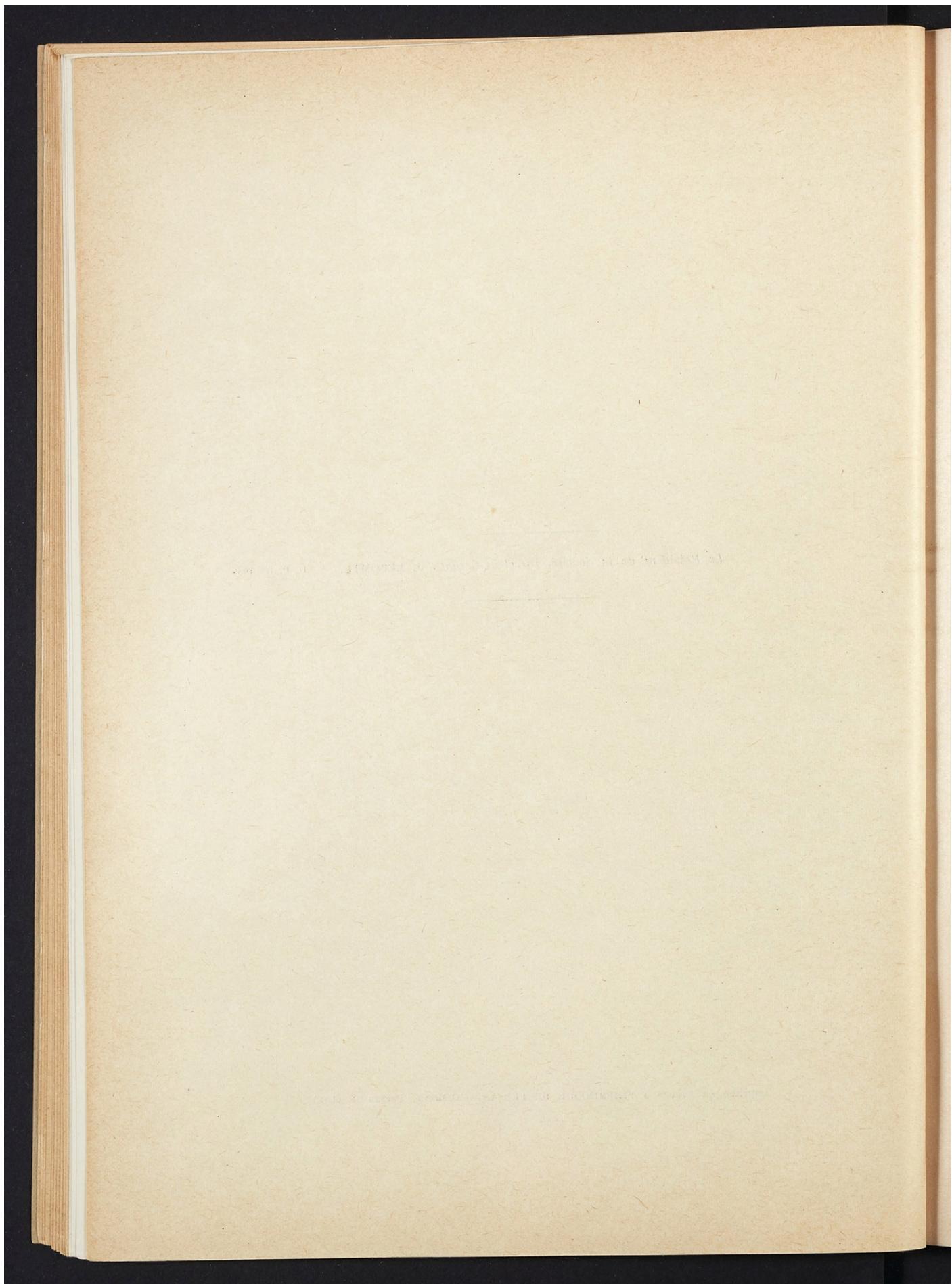
Grosse forge de l'Usine du Creusot.



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

Le Président de la Société, Directeur-Gérant : J. LECOMTE. D. P. n° 1080

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



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

Le CENTRE de DOCUMENTATION du CENTRE NATIONAL de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
 15, quai Anatole-France, PARIS-VII^e - Tél. : SOLférino 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 ABOUNNEMENTS AU BULLETIN SIGNALÉTIQUE
 Année 1961

FASCICULES

		PRIX	
		France	Etranger
MENSUELS	1. MATHÉMATIQUES	30 NF	35 NF
	2. ASTRONOMIE, ASTROPHYSIQUE, PHYSIQUE DU GLOBE	40 -	45 -
	3. PHYSIQUE I. Généralités. Physique mathématique. Mécanique. Acoustique. Optique. Chaleur. Thermodynamique	50 -	55 -
	4. PHYSIQUE II. Electricité	40 -	45 -
	5. PHYSIQUE NUCLÉAIRE. Noyaux. Particules. Energie atomique	40 -	45 -
	6. STRUCTURE DE LA MATIÈRE. Cristallographie. Solides. Fluides. Atomes. Ions. Molécules	40 -	45 -
	7. CHIMIE I. Chimie générale. Chimie physique. Chimie minérale. Chimie analytique. Chimie organique	100 -	105 -
	8. CHIMIE II. Chimie appliquée. Métallurgie	80 -	85 -
	9. SCIENCES DE L'INGÉNIER	60 -	65 -
	10. SCIENCES DE LA TERRE I. Minéralogie. Géochimie. Pétrographie	25 -	30 -
	11. SCIENCES DE LA TERRE II. Physique du Globe. Géologie. Paléontologie	40 -	45 -
	12. BIOPHYSIQUE. BIOCHIMIE. Chimie analytique biologique	40 -	45 -
	13. SCIENCES PHARMACOLOGIQUES, TOXICOLOGIE	40 -	45 -
	14. MICROBIOLOGIE. VIRUS. BACTÉRIOPHAGES. IMMUNOLOGIE. GÉNÉTIQUE	40 -	45 -
	15. PATHOLOGIE GÉNÉRALE ET EXPÉRIMENTALE	60 -	65 -
	16. BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES	100 -	105 -
	17. BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES	50 -	55 -
	18. SCIENCES AGRICOLES. ZOOTECHNIE. PHYTIATRIE ET PHYTOPHARMACIE. ALIMENTS ET INDUSTRIES ALIMENTAIRES	60 -	65 -
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
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

SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES

**RHÔNE
POULENC**

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

SOCIETE 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

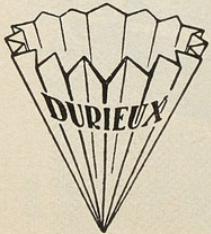
GAZ de VILLE - GAZ de SYNTHESE

AMMONIAQUE

ACIDE NITRIQUE

ENGRAIS AZOTES

LES FILTRES DURIEUX



PAPIER À FILTRER

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

SPÉCIALITÉS :

FILTRES SANS CENDRES

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

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

Cartouches pour extracteurs de tous systèmes

PAPIER "CRÊPÉ DURIEUX"

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



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

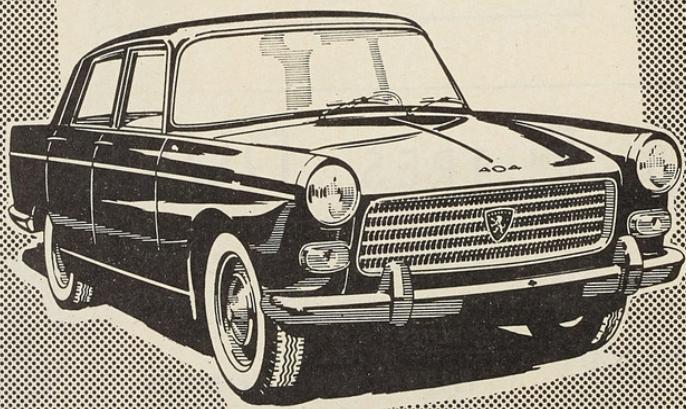
MÉDAILLE D'OR de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (Juillet 1918)

20, rue Malher. PARIS (4^e)

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



LA QUALITÉ QU'ON
NE DISCUTE PAS



PEUGEOT

LA PUBLICITÉ FRANÇAISE CLIAZ

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^e)
TÉLÉPHONE : EUROPE 31-00
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : TROCHIM PARIS

ENTREPRISES
BOUSSIRON

10, Boulevard des Batignolles, PARIS-17^e

ALGER - CASABLANCA

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

TRAVAUX PUBLICS
BÉTON ARMÉ ET PRÉCONTRAINTE
CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

**machines à écrire
machines comptables
duplicateurs
photocopie**

J A P Y

A toute entreprise qui modernise
son équipement mécanographique

offre la solution rationnelle et
économique.

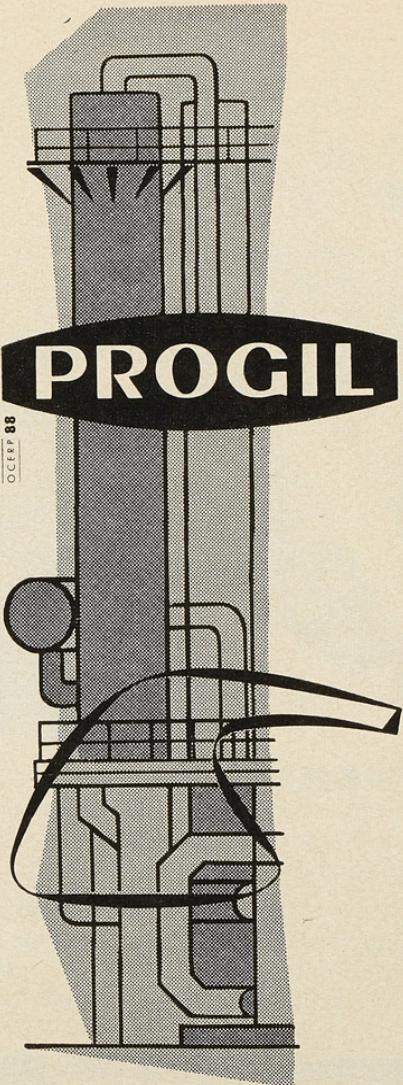
Des spécialistes sélectionnés et for-
més par JAPY assurent l'entretien
des machines dans le monde entier.
Société de Mécanographie JAPY
6, rue de Marignan - PARIS 8^e -
BAL. 44-94

**APPAREILS DE LABORATOIRE
ET MACHINES INDUSTRIELLES**

P. CHEVENARD

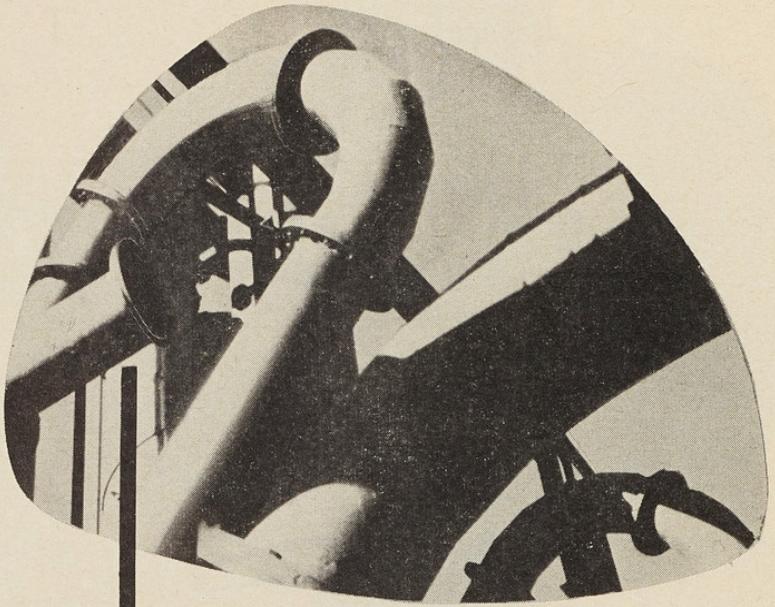
- pour l'analyse dilatométrique et thermomagnétique des matériaux ;
- pour l'essai mécanique et micromécanique des métaux à froid et à chaud ;
 Essais de traction, de flexion, de compression, de dureté ;
 Essais de fluage (Traction-Relaxation) et de rupture ;
 Essais de torsion alternée ;
 Etude du frottement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

|||
A. D. A. M. E. L.
 4-6, Passage Louis-Philippe
 PARIS (11^e)



**Produits
chimiques
industriels**

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



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

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

PECHINEY

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 423 304 600 NF

23, RUE BALZAC - PARIS 8^e - CARnot 54.72

CONNAISSANCE

ÉTABLISSEMENTS
KUHLMANN

SOCIÉTÉ ANONYME au CAPITAL de 187 477 800 NF
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 PHOSPHORE - LESSIVES - SILICATES - DÉRIVÉS DE L'ÉTHYLÈNE DÉRIVÉS DU PROPYLÈNE - ALCOOLS DE SYNTHÈSE HYDROCARBURES DE SYNTHÈSE

★

PRODUITS POUR L'AGRICULTURE

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

★

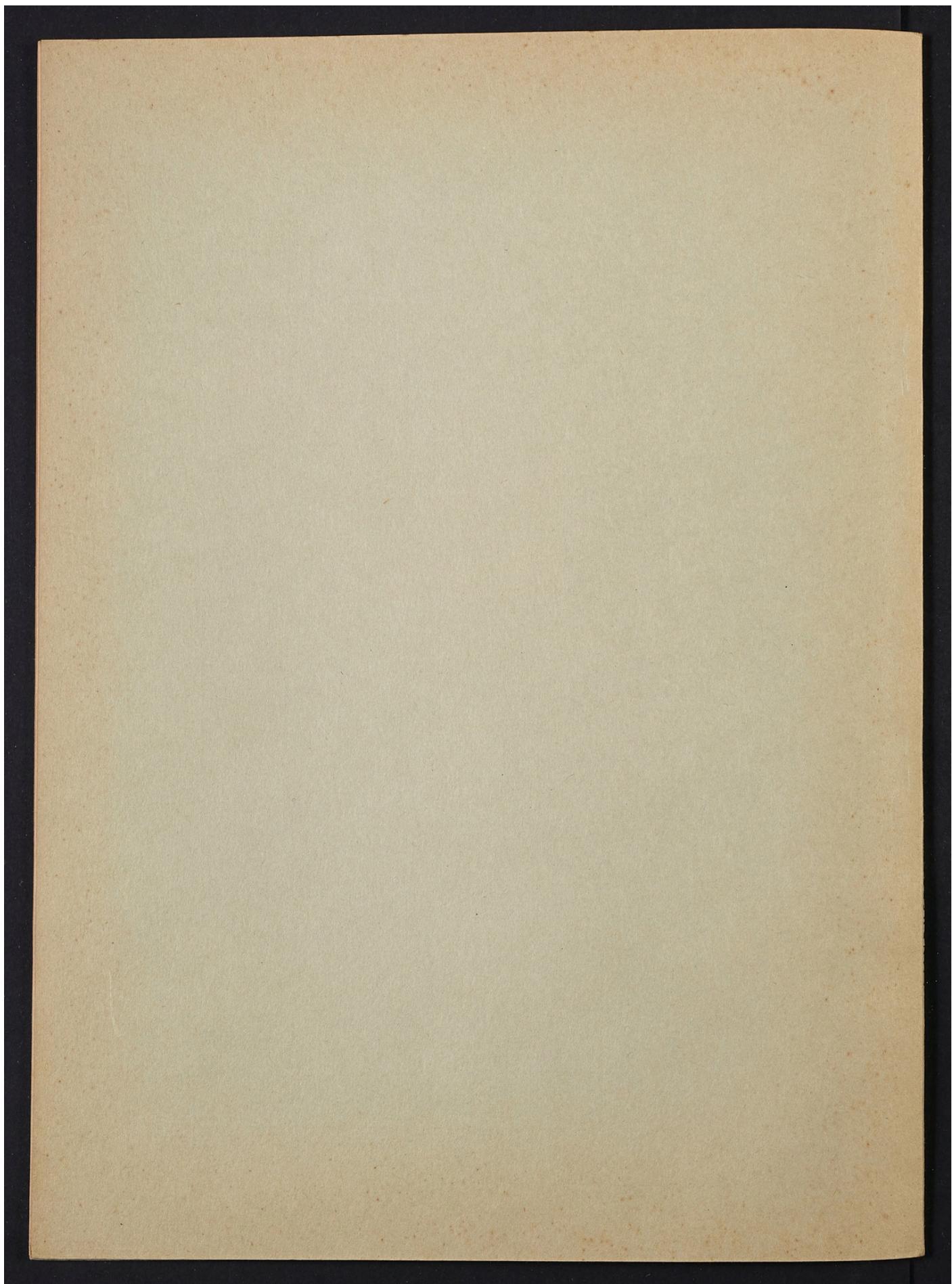
PRODUITS CHIMIQUES ORGANIQUES

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

★

TEXTILES CHIMIQUES

RAYONNE VISCOSE - FIBRANNE VISCOSE - CRINODOZ



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