

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](#).
2. Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :
 - la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue (Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - <https://cnum.cnam.fr>)
 - la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.
3. Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :
 - les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
4. Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)
5. L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.
6. Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Auteur collectif
Auteur(s)	Auteur collectif
Titre	Conférences du dimanche
Adresse	Paris : Librairie de l'enseignement technique : Cnam, 1920-1926
Collation	23 vol.
Nombre de volumes	23
Sujet(s)	Sciences et industrie
Notice complète	0
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?12KY48_2CC20
LISTE DES VOLUMES	
	Conférence faite le 11 janvier 1920 sur les métallurgies
	Conférence sur l'aviation faite le 18 janvier 1920
	Conférence sur les recherches et les inventions faite le 25 janvier 1920
	Conférence faite le 1er février 1920 sur l'évolution du matériel d'artillerie
	Conférence faite le 15 février 1920 sur les chars d'assaut : historique technique, historique tactique, vues d'avenir
	Conférence faite le 22 février 1920 sur le service géographique de l'armée pendant la guerre
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	Conférence faite le 29 février 1920 sur la fabrication des poudres et explosifs
	Conférence faite le 7 mars 1920 sur les radio-éléments et leurs applications
	Conférence faite le 14 mars 1920 sur la chimie de guerre : les gaz de combat
	Conférence faite le 21 mars 1920 sur le rôle du laboratoire d'usine
	Conférence sur les industries chimiques faite le 28 mars 1920
	Conférence faite le 16 janvier 1921 sur l'aide des colonies au relèvement de l'industrie nationale
	Conférence faite le 23 janvier 1921 sur les moteurs à combustion
	Conférence faite le 23 janvier 1921 sur les chemins de fer pendant et après la guerre
	Conférence faite le 30 janvier 1921 sur les richesses de l'Alsace et de la Lorraine
	Conférence faite le 13 février 1921 sur l'utilisation du combustible dans la métallurgie
	Conférence faite le 20 février 1921 sur la Roumanie nouvelle
	Conférence faite le 6 mars 1921 sur les banques d'émission et la guerre
	Conférence faite le 6 mars 1921 sur l'aluminium : emplois industriels du métal et de ses principaux alliages
	Conférence faite le 20 mars 1921 sur la valorisation du travail humain
	Conférence faite le 19 mars 1922 sur une mission au Canada
	Conférence faite le 2 avril 1922 sur l'état actuel de la télégraphie et de la téléphonie sans fil
	La structure de la matière et l'électricité [14 février 1926]

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Auteur collectif
Titre	Conférences du dimanche
Volume	Conférence faite le 29 février 1920 sur la fabrication des poudres et explosifs
Adresse	Paris : Librairie de l'enseignement technique, 1920
Collection	La science et l'industrie françaises pendant la guerre : leur rôle dans l'œuvre de renaissance économique de notre pays, 8 [7]
Collation	1 vol. (64 p.) : ill., tabl. ; 19 cm
Nombre de vues	68
Cote	CNAM-BIB 12 Ky 48 (7)
Sujet(s)	Art et science militaires -- France -- 1900-1945 Explosifs militaires -- France -- 1900-1945 Guerre mondiale (1914-1918) -- France Guerre mondiale (1914-1918) -- Influence Poudre à canon -- France -- 1900-1945
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	29/10/2026
Date de génération du PDF	29/10/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/126018146
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?12KY48.7

12 mg 70
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE FRANÇAISES PENDANT LA GUERRE
LEUR RÔLE DANS L'ŒUVRE DE RENAISSANCE ÉCONOMIQUE DE NOTRE PAYS

Conférence faite le 29 Février 1920

SUR

LA FABRICATION

DES

POUDRES ET EXPLOSIFS

PAR M. LHEURE

Ancien Directeur du Service des Poudres.



PARIS

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

3 bis, rue Thénard (V^e)

—
TOUTS DROITS RÉSERVÉS

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

292, rue Saint-Martin, Paris (3^e).

Le Conservatoire national des Arts et Métiers comprend :

1^o Un **musée industriel** contenant des collections uniques d'appareils et de modèles dont le nombre s'élève à plus de 15 000 et parmi lesquels se trouvent des objets historiques de la plus haute importance.

2^o Un **enseignement public et gratuit** pour l'application des sciences aux arts industriels et ne comprenant pas moins de 23 cours :

Géométrie appliquée aux arts. — Mécanique. — Machines. — Physique appliquée aux arts. — Électricité industrielle. — Métallurgie et travail des métaux. — Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — Chimie agricole et analyse chimique. — Chimie industrielle. — Chimie appliquée aux industries des matières colorantes. — Chimie appliquée aux industries des chaux et ciments. — Filature et tissage. — Constructions civiles. — Art appliqué aux métiers. — Agriculture. — Économie industrielle et statistique. — Assurance et Prévoyance sociales. — Associations ouvrières. — Hygiène industrielle. — Économie sociale. — Droit commercial. — Géographie commerciale et industrielle. — Économie politique.

En outre, des conférences sur des sujets d'actualité sont faites dans le courant de l'année.

3^o Un **enseignement pratique** donné dans la journée et qui constitue une préparation directe à l'industrie.

Cet enseignement porte actuellement sur les machines, la métallurgie, la mécanique, la physique, l'électricité industrielle, la filature et le tissage.

4^o Une **bibliothèque** contenant une riche collection d'ouvrages relatifs aux sciences, aux arts, à l'agriculture et à l'industrie et renfermant environ 53 000 volumes ou cartes. C'est un centre de documentation pour les industriels, les commerçants, les ouvriers; les étudiants, les élèves des grandes Écoles y trouvent aussi les ouvrages utiles à leurs études.

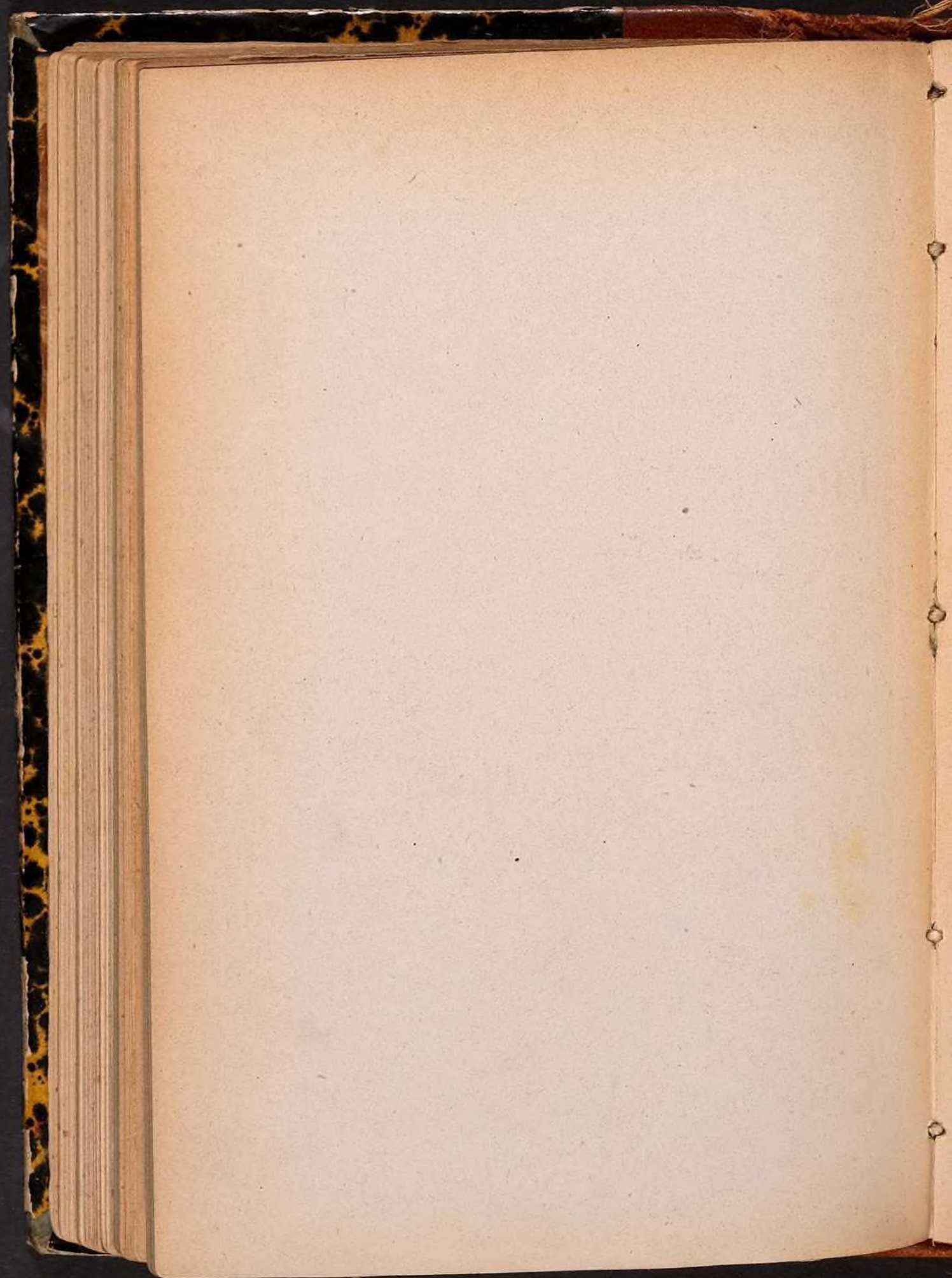
5^o Un **laboratoire d'essais industriels** dont le but est de permettre aux Services de l'État, aux industriels, commerçants et particuliers de soumettre les produits bruts ou manufacturés de toute nature, les machines et les appareils, aux essais mécaniques, physiques, chimiques ou aux essais de machines susceptibles de les qualifier.

6^o Un **musée de prévention des accidents du travail et d'hygiène industrielle** qui constitue une exposition permanente des appareils protecteurs et des dispositifs de sécurité et d'hygiène industrielle les plus pratiques et les plus perfectionnés.

7^o Enfin un **laboratoire de recherches sur le travail professionnel** qui poursuit l'application, au monde économique, des méthodes de discipline et d'ordre de l'activité humaine. Le but à atteindre est le rendement social maximum; les moyens sont dans l'organisation de l'outillage et de la main-d'œuvre, et, avant tout, de l'apprentissage.

LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE FRANÇAISES
PENDANT LA GUERRE

LA FABRICATION
DES
POUDRES ET EXPLOSIFS



12° Ky 48 (7)

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

Conférence faite le 29 Février 1920

SUR

LA FABRICATION

DES

POUDRES ET EXPLOSIFS

PAR

M. LHEURE

Ancien Directeur du Service des Poudres.

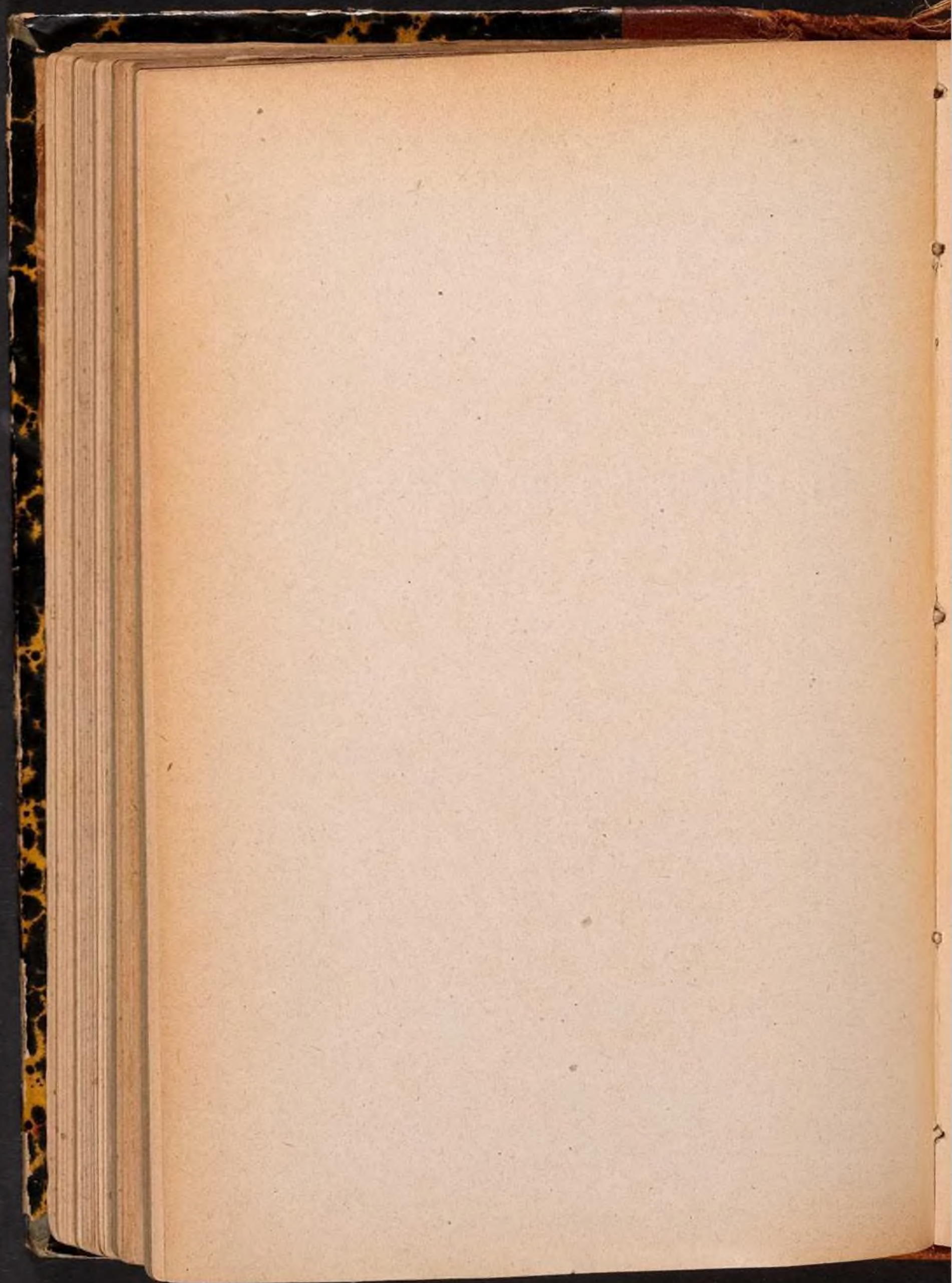


LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

3 bis, Rue Thénard, PARIS, V°

1920 *

TOUS DROITS RÉSERVÉS



* Mesdames, Messieurs,

On a déjà exposé devant vous, dans une série de conférences, l'effort industriel accompli pendant la guerre dans différents domaines : métallurgie, artillerie, tanks, aviation. Aujourd'hui je voudrais vous dire ce qui a été fait dans le domaine des Poudres et des Explosifs.

Dans une Revue générale des industries de guerre, l'industrie des poudres a sa place toute marquée, car chacun de vous sait que, pour faire la guerre, il faut de la poudre et même de la « poudre sèche ». Mais il y a une autre raison pour que la question « Poudres » ne soit pas laissée de côté : c'est que cette question a passionné l'opinion avant la guerre, qu'on en a discuté longuement à la suite des catastrophes de l'*Iéna* et de la *Liberté* et que le public a le droit de connaître les nouveaux éléments d'appréciation qui peuvent résulter d'une expérience de plus de quatre années de guerre.

Bien entendu il ne s'agit pas de reprendre les discussions d'autrefois. Le programme de cette causerie est plus restreint et plus modeste ; il consiste seulement à vous donner un aperçu de l'effort industriel de guerre en ce qui concerne les poudres

et les explosifs et à vous fournir les éléments nécessaires pour apprécier le rendement de cet effort.

C'est à dessein que j'emploie le mot « rendement » et je crois devoir en souligner l'importance :

Quand on parle d'efforts fournis, cela implique l'idée de bonne volonté, d'endurance, de travail, bref de toute une série de qualités d'ordre plutôt moral. Mais ce qui compte, en temps de guerre surtout, ce sont les résultats et, pour obtenir ces résultats, il faut qu'aux qualités d'ordre moral qui caractérisent l'effort, s'ajoutent d'autres qualités d'ordre intellectuel : organisation, coordination des efforts, sens des réalisations, notions exactes de technique. C'est seulement quand tout cet ensemble de qualités se trouve réuni qu'on obtient un bon rendement, c'est-à-dire des résultats importants *par rapport aux moyens d'action mis en œuvre*.

Pour que vous puissiez vous prononcer en connaissance de cause sur le rendement obtenu par les fabricants de poudres pendant la guerre, il faudra donc que je vous fasse connaître : les moyens d'action dont ils disposaient ; le problème ou plutôt les problèmes successifs qu'ils ont eu à résoudre et la façon dont ils les ont résolus.

Ce sont ces différents points que nous allons examiner successivement.

A. — Moyens d'action.

Depuis la loi du 13 fructidor an V, la fabrication des poudres et matières explosives fait en France

l'objet d'un monopole d'État et est confiée à un service spécial : le Service des Poudres.

Ce Service avait comme moyens d'action :

1° Ses connaissances des propriétés des poudres et des explosifs et de leur mode de fabrication ;

2° Ses installations matérielles, poudreries et laboratoires ;

3° Ses ressources en personnel spécialisé, cadres et ouvriers.

1° Voyons d'abord les propriétés générales des poudres et explosifs et leur mode de fabrication :

On désigne, sous le nom général d'*explosifs*, des mélanges ou des combinaisons chimiques susceptibles, sous l'action d'un « détonateur », de se décomposer presque instantanément en dégageant une énergie considérable.

Quand on parle de presque instantanéité, il s'agit de vitesses de détonation qui sont de l'ordre de kilomètres par seconde. Pour la mélinite c'est 7 km. par seconde, c'est-à-dire vingt fois la vitesse du son. Cette vitesse varie avec la densité de l'explosif ; elle augmente quand la densité de l'explosif augmente.

Quant aux *poudres* ce sont des explosifs à décomposition suffisamment ralentie pour pouvoir produire des effets de propulsion dans les armes. Il n'y a donc pas de différences chimiques entre les poudres et les explosifs ; il n'y a que des différences de vitesses de décomposition de mêmes substances chimiques. C'est ainsi que le coton poudre pulvérent est un explosif dont on se sert pour les charges des torpilles, et que mis sous une forme

colloïdale, c'est une poudre, la poudre B, le type des poudres sans fumée.

Pendant des siècles on n'a connu que la poudre noire, puis, au cours du XIX^e siècle, on a découvert toute une série de matières explosives tirées de substances organiques, et aujourd'hui on a quatre grandes classes d'explosifs :

1^o Les dynamites; 2^o les explosifs au nitrate d'ammoniaque; 3^o les explosifs chloratés et perchloratés, et enfin 4^o les explosifs nitrés auxquels s'ajoutent quelques explosifs spéciaux tels que les panclostites de Turpin et les explosifs Claude à l'oxygène liquide.

Dynamites. — Les dynamites sont des explosifs dont la matière active est la nitroglycérine ou glycérine trinitrée (c'est-à-dire de la glycérine dans laquelle on a remplacé 3 atomes d'hydrogène par 3 groupes AzO^2).

Cette nitroglycérine est une huile très dense, sensible aux chocs. Elle serait difficilement utilisable telle quelle. Aussi a-t-on fabriqué les dynamites dans lesquelles cette huile est enrobée dans des corps poreux. C'est la grande invention de Nobel. On a des quantités de formules suivant la nature et la proportion de l'absorbant. La dynamite gomme, qui renferme 92 p. 100 de nitroglycérine et 8 p. 100 de coton nitré spécial, est un des explosifs des plus puissants.

Je vous signale qu'une loi de 1875 a autorisé la fabrication des dynamites par l'industrie privée par dérogation à la loi du Monopole.

Explosifs au nitrate d'ammoniaque. — Les explosifs au nitrate d'ammoniaque sont des mélanges de ce nitrate avec un combustible plus ou moins nitré tel que dinitronaphtaline, trinitronaphtaline, dinitrotoluène, trinitrotoluène, etc. Le mélange se fait sous les meules comme pour la poudre noire. Ce type d'explosif offre une grande sécurité.

Explosifs chloratés. — Les explosifs chloratés (au chlorate de potasse ou de soude) ont pendant longtemps présenté des dangers de fabrication incompatibles avec une production industrielle. Une tentative de fabrication faite par Berthollet à la poudrerie d'Essonnes entraîna une grave explosion qui fit renoncer à la fabrication de l'explosif.

C'est seulement il y a une vingtaine d'années qu'on a résolu le problème et cela en enrobant les chlorates (ou les perchlorates) dans un combustible constitué par une sorte de beurre plastique. On fond ce beurre, on y incorpore le chlorate par des procédés qui ne donnent pas de frictions trop violentes et on laisse refroidir. On peut employer comme beurre soit une dissolution d'hydrocarbures nitrés dans l'huile de ricin comme dans les cheddites ou simplement de la paraffine, de la vaseline, des graisses ou des mélanges de ces corps.

Explosifs nitrés. — Les explosifs nitrés sont des matières organiques dans lesquelles on a remplacé un certain nombre d'atomes d'hydrogène par le groupement nitré AzO^2 .

Théoriquement, le nombre de ces explosifs peut donc être illimité, mais pratiquement les explosifs

nitrés qu'on utilise ne sont pas très nombreux. Ce sont les nitrocelluloses ou coton-poudres, qui forment les constituants des poudres sans fumée; la nitroglycérine, élément principal des dynamites; l'acide picrique ou mélinite, type des explosifs de guerre à grande brisance; le trinitrométacrésol qu'on associe à la mélinite dans les chargements de projectiles; le trinitrotoluène qui tend à se substituer à la mélinite pour les usages militaires; les naphthalines nitrées et quelques autres formules d'emploi plus restreint.

Enfin je citerai encore deux types d'explosifs dont la caractéristique est qu'ils sont fabriqués seulement au moment de l'emploi par le mélange d'éléments dont l'un au moins est liquide. Ce sont les panclastites de Turpin au peroxyde d'azote et les explosifs à oxygène liquide de M. Claude. Ces deux types d'explosifs sont très brisants et ont été employés pendant la guerre au chargement des bombes d'avions.

Vous voyez que la gamme des explosifs est très variée, mais toutes les formules ne se prêtent pas aux usages militaires. Les dynamites ont l'inconvénient d'exsuder et de geler, ce qui les rend dangereuses; les explosifs chloratés et perchloratés présentent une sensibilité assez forte; les panclastites et les explosifs Claude sont d'un maniement délicat. Il n'y a guère, comme convenant à tous les usages de guerre, que certains explosifs nitrés comme l'acide picrique (mélinite de Turpin) la crésylite (mélange eutectique d'acide picrique et de trinitrocrésol) le trinitrotoluène ou tolite, tous

explosifs qui possèdent à la fois la brisance, la maniabilité et une résistance remarquable aux chocs et aux frictions.

Le problème du chargement en explosif d'un projectile destiné à être tiré à grande vitesse dans le canon est un problème difficile. Il faut que l'explosif ne soit pas très sensible et de plus, il faut que le chargement soit assez compact pour que sous l'action d'effets d'inertie violents, il n'y ait pas de frictions dans l'explosif. Sinon on risquerait des explosions accidentelles au moment du départ du coup.

Les meilleurs explosifs pour le chargement des projectiles sont les explosifs nitrés que je vous ai indiqués tout à l'heure, acide picrique, crésylite, tolite. A défaut de ces explosifs on peut employer les explosifs au nitrate d'ammoniaque qui ont toutefois l'inconvénient d'être hygroscopiques et de donner des gaz très peu toxiques (peu ou pas d'oxyde de carbone alors que l'acide picrique en donne 30 p. 100).

Les explosifs au nitrate d'ammoniaque ont été employés au chargement des projectiles de canon pendant la guerre des Balkans par la maison Schneider; on les a à cette occasion désignés sous le nom de Schneiderite.

En ce qui concerne les poudres, le choix est plus restreint qu'en ce qui concerne les explosifs. On n'a pu obtenir de poudres sans fumée satisfaisantes qu'en gélatinisant soit le coton-poudre seul (c'est le type des poudres sans fumée françaises ou poudres B), soit en gélatinisant des mélanges con-

venables de coton-poudre et de nitroglycérine (ce sont les poudres sans fumée cordites ou balistites employées dans certains pays étrangers, en Angleterre et en Italie par exemple).

Maintenant passons aux procédés de fabrication.

Coton-poudre. — D'abord le coton-poudre. On l'obtient en nitrant, dans un mélange sulfonitrique, du coton préalablement desséché.

Le coton employé peut être soit des déchets de filature, soit des fibres de coton très courtes dénommées linters. Ces matières sont nettoyées, dégraissées (traitées à la soude qui les hydrophylise) puis blanchies (traitement au chlorure de chaux).

Le bain nitrant a des compositions voisines de :

Acide nitrique.	22	} Si on veut avoir du coton-poudre au maximum de nitration (coton-poudre n° 1).
Acide sulfurique.	67	
Eau.	11	

et

Acide nitrique.	22	} Si on fabrique du coton-poudre moins nitré (coton-poudre colodion ou n° 2).
Acide sulfurique.	61	
Eau.	17	

La nitration peut se faire par divers procédés. Le plus ancien est celui « des auges et pots », où on opère sur des charges de coton de moins de 1 kilogramme qu'on trempe quelques minutes dans un bain sulfonitrique pour les imbiber d'acide et qu'on place ensuite dans un pot en grès ou en aluminium où s'achève la réaction, puis dans une essoreuse qui débarrasse le coton-poudre de l'excès d'acide. C'est un procédé ancien et désuet mais

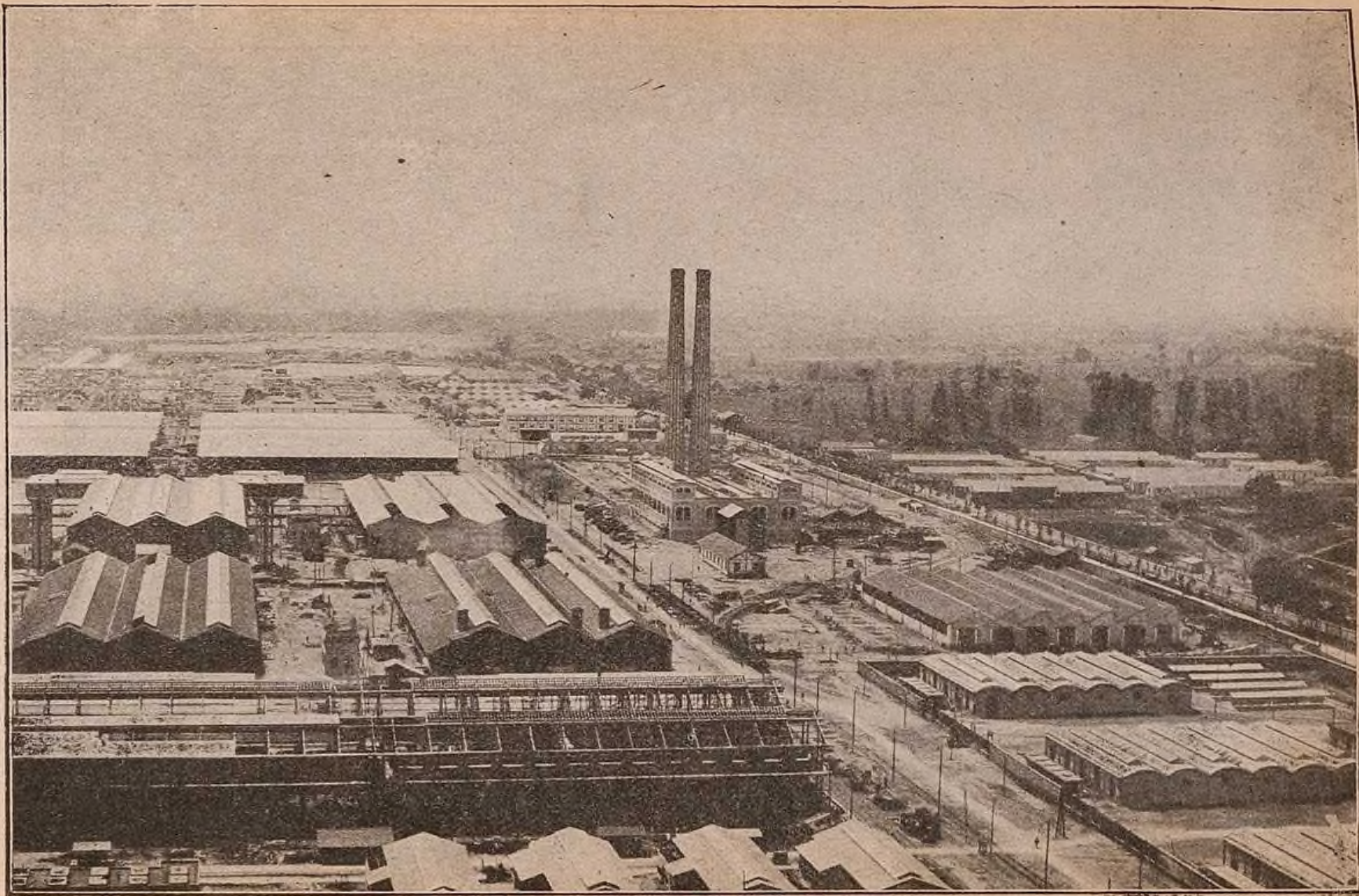


FIG. 1. — VUE GÉNÉRALE D'UNE FABRIQUE DE COTON-POUDRE (POUDRERIE NATIONALE DE BERGERAC).

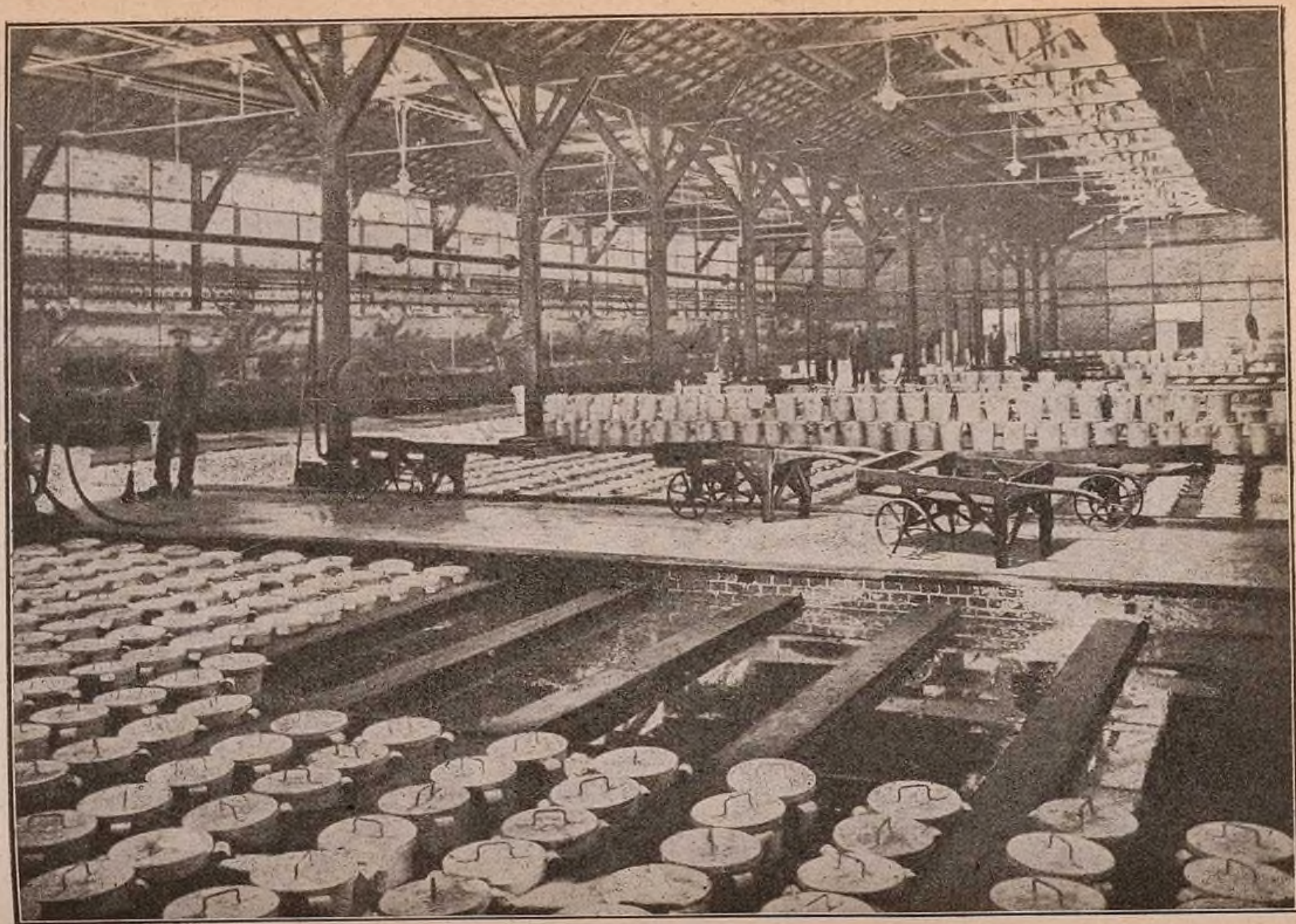


FIG. 2. — NITRATION DU COTON. PROCÉDÉ DES AUGES ET POTS.

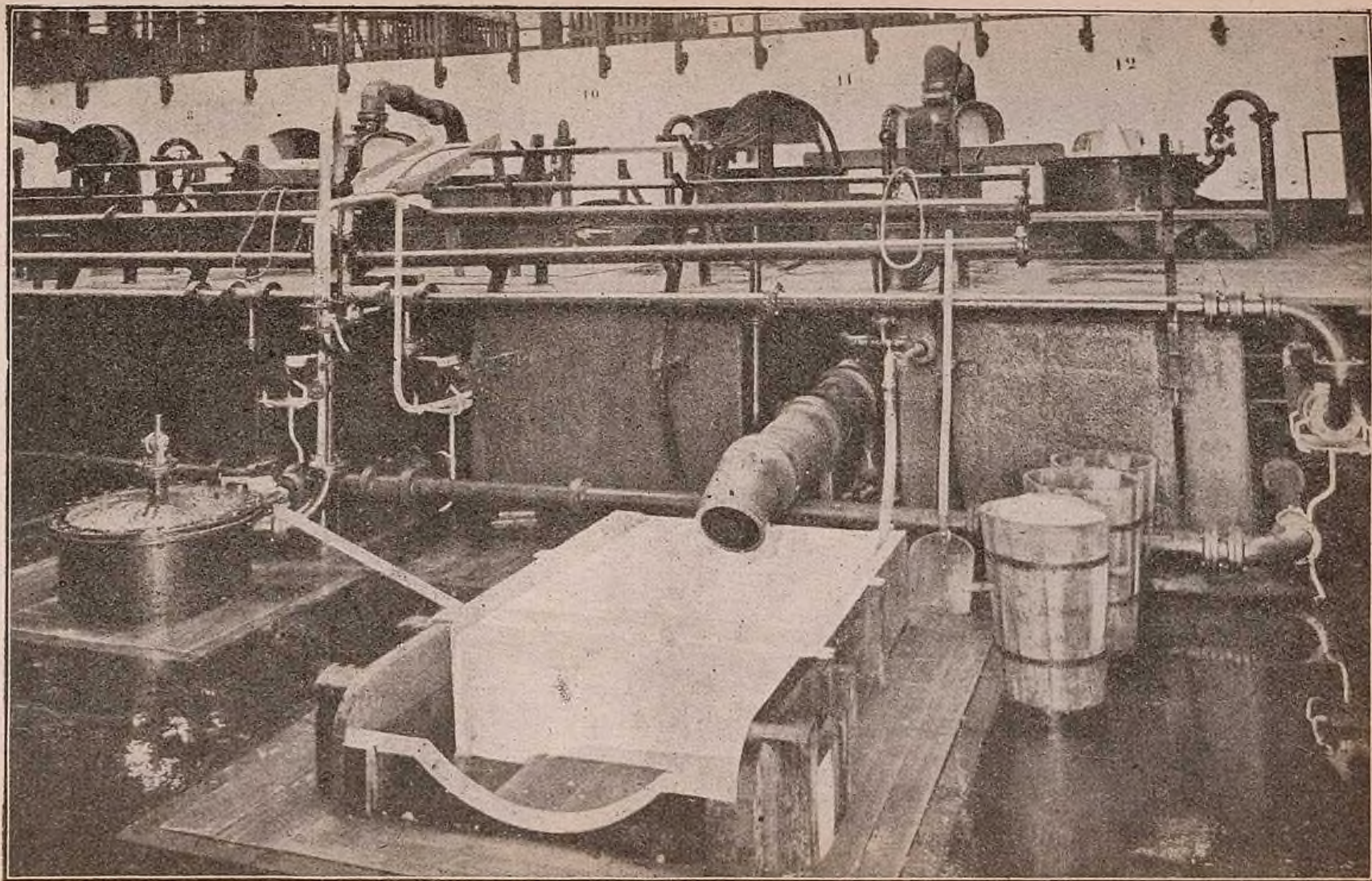


FIG. 3. — NITRATION DU COTON. TURBINES SELWIG.

dont l'appareillage est extrêmement simple et qui se prête à des installations de fortune rapides.

Un autre procédé plus perfectionné est celui dit des « Turbines Selwig » où on opère sur des charges de coton de l'ordre de 15 kilogrammes qu'on immerge dans un bain acide contenu dans une turbine essoreuse qui sert à la fois d'appareil de nitrification et d'appareil d'essorage d'acide. On évite ainsi les manipulations de coton-poudre chargé d'acides.

Enfin le procédé le plus moderne est celui des vases « Thomson » où la charge de coton, de l'ordre de 15 kilogrammes comme précédemment, est nitrée dans un vase en grès à forte section (1 m. 20 environ de diamètre) et où la séparation des acides se fait par un déplacement lent au moyen d'eau.

Les durées de réaction sont en raison inverse des quantités d'acides maintenues en contact avec le coton. Dans les pots où il y a peu d'acide (10 fois environ le poids du coton), la réaction est d'une dizaine d'heures; dans les turbines Selwig où il y a comme acides 40 à 45 fois le poids du coton, la réaction n'est que d'une demi-heure. Dans le Thomson où on a 30 à 35 fois le poids du coton, la réaction est de une heure et demie environ.

Les différents procédés ne débarrassent pas complètement le coton-poudre de ses acides d'imprégnation; il reste environ 100 p. 100 d'acides dans les procédés par centrifugation et environ 30 p. 100 dans le procédé par déplacement Thomson.

Le coton-poudre est alors rincé dans une grande masse d'eau froide puis purifié par une série de lavages à l'eau bouillante. Ces lavages ou cuissons

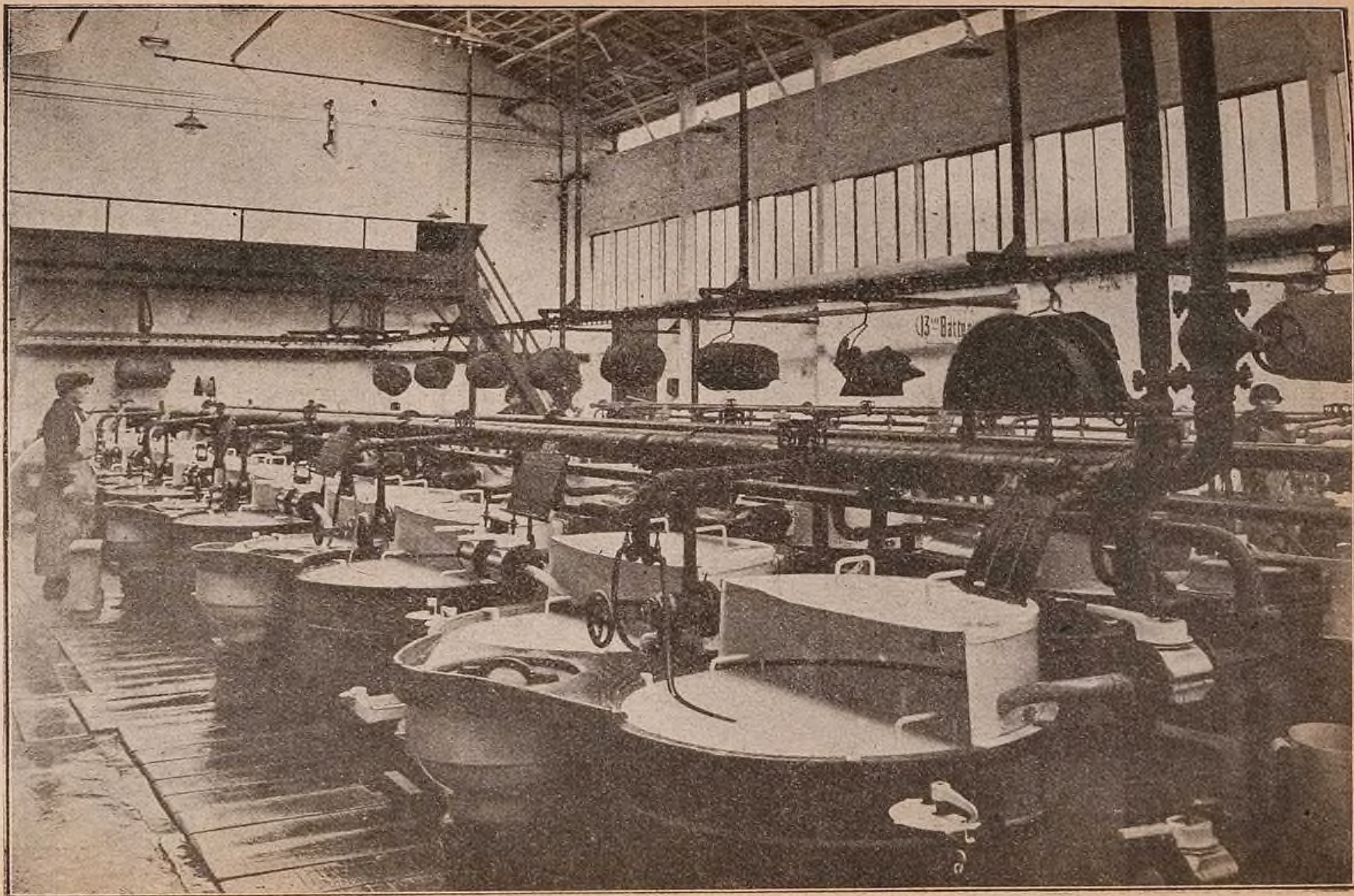


FIG. 4. — NITRATION DU COTON. PROCÉDÉ THOMSON.

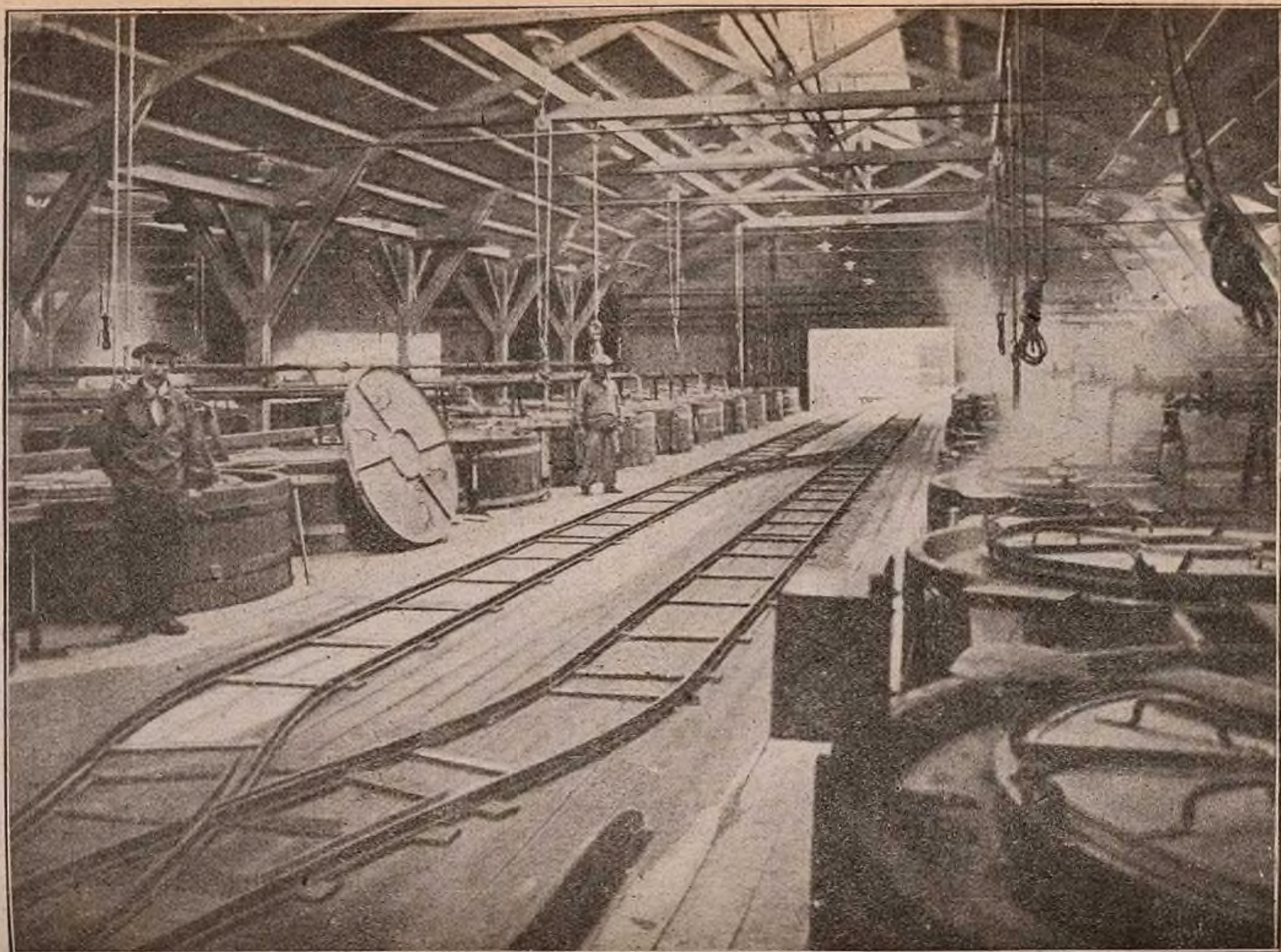


FIG. 5. — LAVAGES DE STABILISATION DU COTON-POUDRE.



FIG. 6. — PILAGE DU COTON-POUDRE.

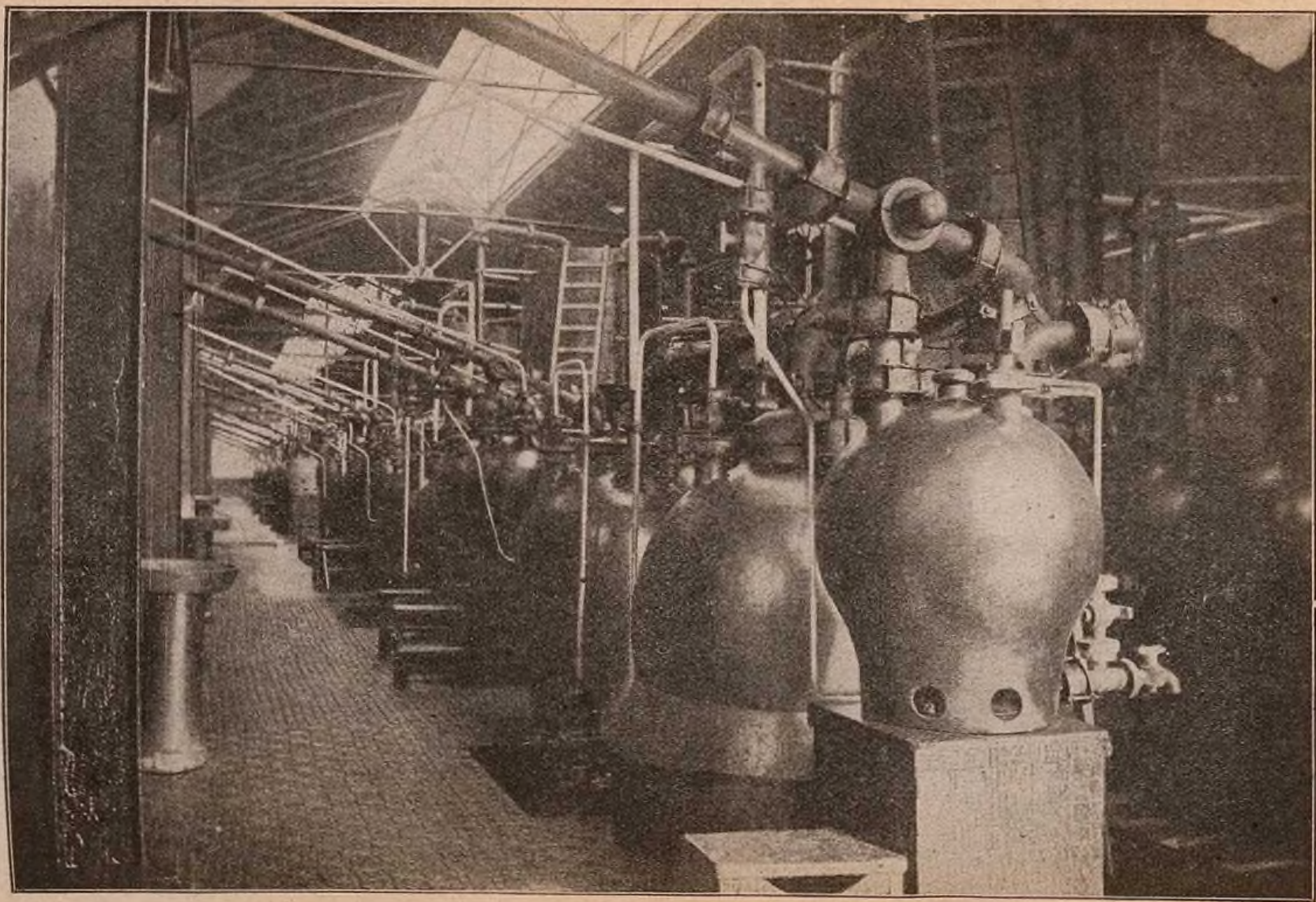


FIG. 7. — FABRICATION DE L'ACIDE NITRIQUE. PROCÉDÉ VALENTINER.

durent de soixante à cent vingt heures. Les charges sont de 2000 kilogrammes environ.

Ce sont les lavages dits de stabilisation qui agissent à la fois en enlevant les traces d'acides et en décomposant les nitrocelluloses instables.

Après cuisson, le coton-poudre est pulpé ou déchiqueté dans des piles, analogues aux piles de papeteries, qui le réduisent à l'état de poudre fine qu'on peut maintenir en suspension dans l'eau de manière à obtenir une pâte fluide qu'on fait circuler par pompes ou tuyauteries. Cette pâte, après toute une série de purifications, est centrifugée et ramenée à 30 p. 100 d'eau. C'est sous cet état qu'on emballe le coton-poudre pour l'expédier aux fabriques de poudre B.

Poudre B. — La poudre B est la première des poudres sans fumée. Comme vous le savez, son inventeur est l'Ingénieur des Poudres Vieille, aujourd'hui Inspecteur Général.

On obtient la poudre B en transformant le coton-poudre en un colloïde dense et compact et cela sans en modifier la composition chimique.

La fabrication consiste essentiellement à traiter par l'éther à 56° (deux parties d'éther et une d'alcool) un mélange de coton-poudre n° 1 insoluble et de coton-poudre n° 2 soluble dans cet éther. L'opération se fait dans des pétrins mécaniques. On obtient une pâte qu'on pilonne dans des presses mécaniques ou hydrauliques et qu'on refoule ensuite par compression en la faisant sortir par un ajutage mince. Le ruban de poudre ainsi étiré a l'aspect d'un ruban de collodion; il durcit vite à l'air par suite

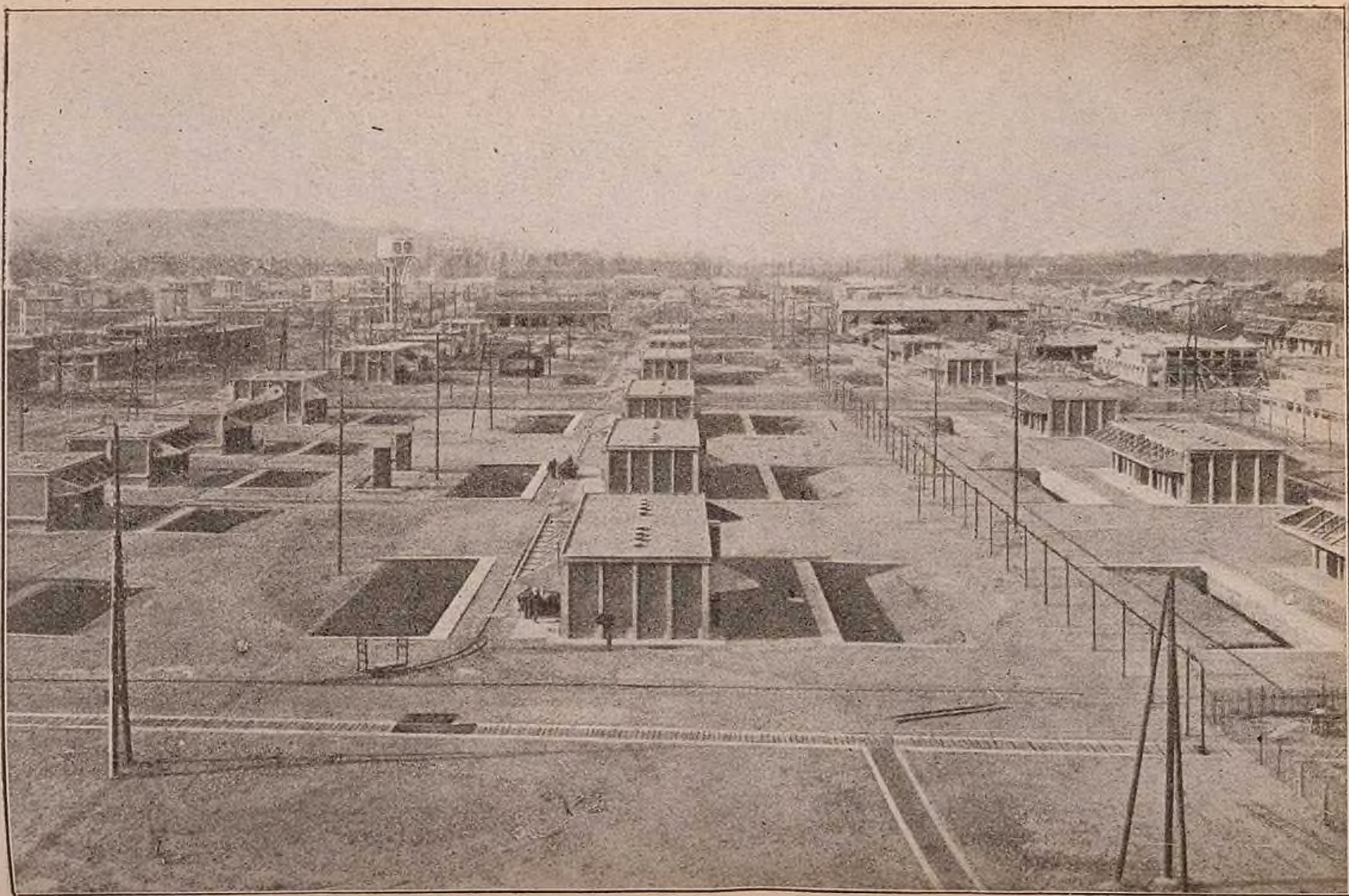


FIG. 8. — VUE GÉNÉRALE D'UNE FABRIQUE DE POUDRE B (POUDRERIE NATIONALE DE TOULOUSE).

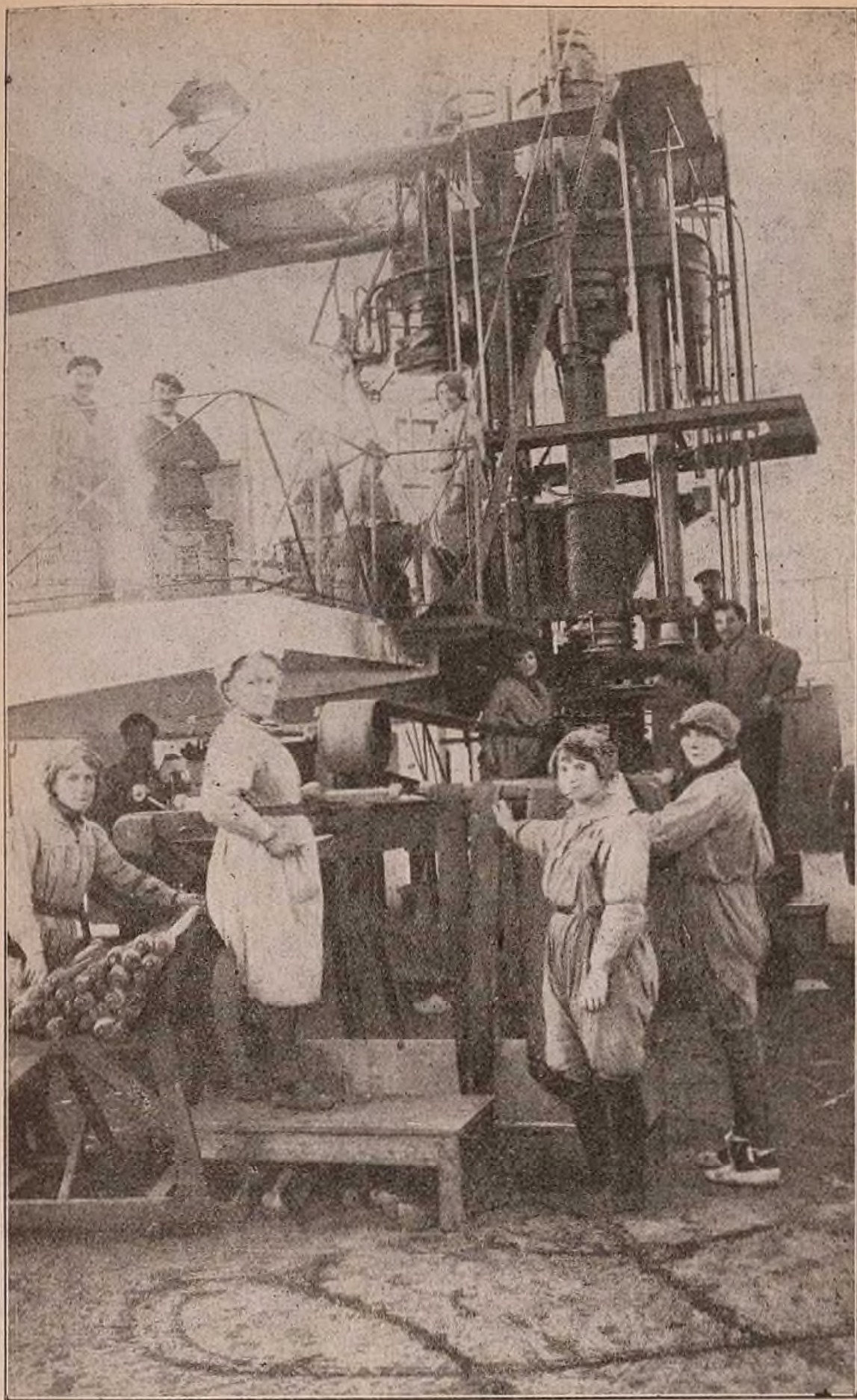


FIG. 9. — PRESSE D'ÉTIRAGE POUR POUDRE B.

de l'évaporation de l'éther. On le découpe, on le sèche et on a la poudre B qui se présente, non plus en poudre mais en plaquettes plus ou moins épaisses selon les canons auxquels elle est destinée.

Pratiquement, les opérations sont assez complexes, ce sont l'émiettage où on pulvérise les pains de coton-poudre, la déshydratation où on débarrasse le coton-poudre de son humidité en le traitant par l'alcool à 95°. Cet alcool s'unit avec l'eau et on l'élimine soit par turbinage, soit par compression; le malaxage où le coton-poudre déjà imbibé d'alcool reçoit l'éther et est pétri pour devenir la pâte de poudre, l'étirage où cette pâte se transforme en rubans de poudre, la récupération du dissolvant où les rubans sont enfermés dans des bacs avec circulation continue d'air qui se charge d'éther sur les bandes, puis abandonne cet éther par condensation sous l'action du froid produit par des machines à acide carbonique; le découpage où les rubans de poudre sont sectionnés en brins de longueur voulue par des machines à découper, les ateliers de rangement et de triage de ces brins, les étuves de séchage de la poudre, les ateliers de trempage dans l'eau chaude destiné à faciliter l'enlèvement de l'excès de dissolvant et enfin des ateliers de mélange, de mise en fagots et d'encaissage.

Vous avez certainement entendu parler de la décomposition des poudres B. En effet, coton-poudre et poudre B sont des composés chimiques en évolution constante, dont la vie est limitée et d'autant plus courte que la température est plus élevée; on prolonge cette vie en mettant dans la



FIG. 10. — VUE GÉNÉRALE D'UNE FABRIQUE DE MÉLINITE (POUDRERIE NATIONALE DE SAINT-CHAMAS).

poudre des substances dites stabilisantes et le meilleur stabilisant connu jusqu'ici est la diphenylamine au taux de 1,50 — 2 p. 100; les poudres réglementaires sont des poudres à la diphenylamine.

Mélinite. — La mélinite ou trinitrophénol se fabrique par nitration du phénol, ou plutôt de son dérivé sulfoné.

Pour nitrer le phénol, on commence par sulfoner ce dernier en traitant cent parties de phénol par cinq cents parties d'acide sulfurique ordinaire à 66° Bé et en maintenant ce mélange vers 100° pendant deux heures. Le sulfophénol est ensuite coulé sur un mélange de quatre cents parties d'acide nitrique à 28° Bé et trois cent vingt parties de nitrate de soude. L'excès d'acide sulfurique du sulfophénol libère l'acide nitrique du nitrate de soude. On opère sur des quantités de plusieurs centaines de kilogrammes.

La réaction est accompagnée d'un grand dégagement de chaleur qui fait distiller l'acide nitrique; de plus, une partie du sulfophénol est oxydée, ce qui provoque un abondant dégagement de vapeurs nitreuses. Aussi les cuves de nitration sont-elles fermées par des couvercles portant une cheminée qui communique avec des appareils de condensation et de récupération de l'acide nitrique et des vapeurs nitreuses. La nitration est terminée en trois heures; on laisse reposer pendant vingt-quatre heures, après avoir dilué avec de l'eau, puis on siphonne les eaux-mères. La mélinite est recueillie dans des baquets en bois percés de trous, lavée à l'eau, puis essorée séchée vers 40° et tamisée.

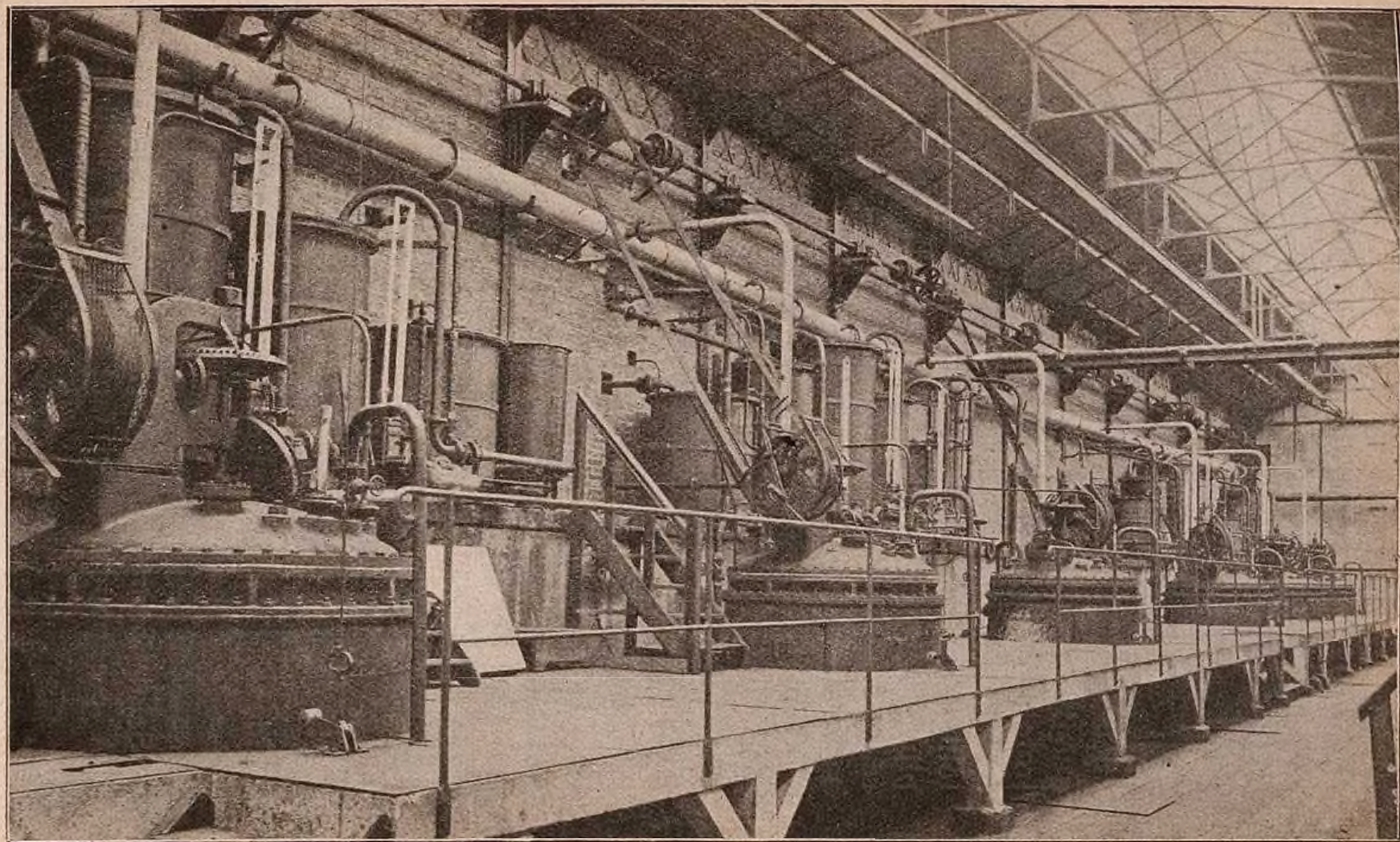


FIG. 11. — VUE D'UN ATELIER DE FABRICATION DE LA TOLITE.

Tolite. — Le trinitrotoluène, ou tolite, s'obtient en nitrant le toluène pur retiré du goudron de houille ou bien le toluène essence retiré de certains pétroles (pétroles de Bornéo). Cette nitration s'effectue généralement en trois phases : on transforme d'abord le toluène en mononitrotoluène (mélange des isomères ortho et para et d'une petite quantité de méta), puis le mononitrotoluène en dinitrotoluène et enfin le dinitrotoluène en trinitrotoluène. On peut passer directement du mononitrotoluène au trinitrotoluène, mais la nitration en plusieurs phases est préférable; elle fournit un rendement plus élevé et permet en outre l'utilisation des acides résiduaux.

La tolite est lavée à l'eau chaude, puis séchée, coulée et broyée. Pour obtenir un produit très pur on lui fait subir un traitement au sulfite de soude ou bien une cristallisation dans l'alcool ou le toluène.

J'arrive à la seconde partie des moyens d'action dont disposait le Service des Poudres à savoir ses installations matérielles.

2° *Installations matérielles.* — Le Service des Poudres disposait de 10 poudreries, 2 pour le coton-poudre : la poudrerie d'Angoulême et celle du Moulin Blanc (près Brest), 5 pour la poudre B : Le Ripault près de Tours, Saint-Médard près de Bordeaux, Toulouse, Le Pont-de-Buis dans le Finistère, Sevran près de Paris; enfin 3 poudreries à explosifs : Esquerdes près Saint-Omer, Vonges près de Dijon et Saint-Chamas sur l'étang de Berre.

A ces poudreries il faut ajouter la poudrerie

militaire du Bouchet qui appartenait à l'Artillerie, et qui, par suite d'une entente entre les services de l'Artillerie et des Poudres, a collaboré à la fabrication de la poudre B et des explosifs nitrés.

Les installations des divers établissements que je viens de vous citer étaient faites pour permettre de produire environ 17 tonnes de poudre B par jour et environ 3 tonnes d'explosifs nitrés.

Les poudreries les plus importantes étaient, pour la poudre B, Saint-Médard, qui assurait près de la moitié de la production totale et, pour le coton-poudre, Angoulême qui fournissait les trois quarts de la production totale.

Le Service des Poudres avait également des installations d'études, d'une part au Laboratoire Central des Poudres à Paris et d'autre part à la Poudrerie de Sevrans.

Enfin il y avait 3 raffineries à Lille, Bordeaux, et Marseille pour purification du salpêtre et du soufre nécessaires aux fabrications de poudre noire.

3° *Personnel.* — Le Service des Poudres avait été réorganisé peu de temps avant la guerre par la loi du 23 mars 1914 qui militarisait les ingénieurs, les agents et les sous-agents.

Au 1^{er} août 1914 les cadres effectifs comptaient : 42 ingénieurs, 81 agents techniques, 16 agents chimistes, 18 agents comptables, 224 sous-agents techniques.

Le personnel ouvrier était de 5 680 ouvriers et ouvrières pour l'ensemble des établissements.

Je vous signale qu'il n'y avait pas de cadre de réserve ni de territoriale. Par conséquent les

chiffres que je vous indique représentent le total des ressources du Service en personnel le jour même de la mobilisation.

B. — Problèmes posés.

J'arrive à la seconde partie de cette causerie, l'énumération des problèmes qui ont été posés au Service dont je viens de vous énumérer les moyens d'action.

D'abord il y a eu le programme dit de mobilisation, étudié et préparé dès le temps de paix. Ce programme prévoyait par jour 24,3 tonnes de poudre B et pas d'explosifs. On avait décidé que les explosifs nécessaires à une guerre seraient fabriqués dans le temps de paix et conservés en stock. C'était d'ailleurs parfaitement justifié avec l'hypothèse d'une guerre très courte car la mélinite, la crésylite et la tolite sont des explosifs qui ne se modifient pas en magasin, qu'on peut conserver, par suite, aussi longtemps qu'il est nécessaire et il était plus simple et à peine plus coûteux de fabriquer et de conserver les explosifs plutôt que de conserver des matières premières dont les unes s'évaporent comme le toluène et dont les autres attaquent peu à peu les récipients comme les acides.

Mais ce programme, vous le savez, a été modifié dès le lendemain de la mobilisation et successivement on a eu 7 programmes officiels de fabrication de poudres et explosifs qui ont été les suivants :

NUMÉROS	DATE DES PROGRAMMES	BESOINS PRÉVUS EN POUDRE	BESOINS PRÉVUS EN EXPLOSIFS CHLORATÉS	BESOINS PRÉVUS EN EXPLOSIFS NITRÉS OU NITRATÉS	OBSERVATIONS
1	Plan de mobilisation.	24 tonnes.	0 ⁽¹⁾	0 ⁽¹⁾	⁽¹⁾ Le stock d'explosifs fabriqués était considéré comme suffisant pour le temps de la guerre. On devait simplement achever les fabrications en cours jusqu'à épuisement des matières premières. Tous ces programmes comportaient un délai de quelques mois pour la réalisation complète à partir de la date d'approbation.
2	2 janvier 1915.	90 à 100 tonnes.	15 tonnes.	160. à 170 tonnes.	
3	24 juillet 1915.	186 —	»	408 —	
4	19 octobre 1915.	313 —	82 —	654 —	
5	1 ^{er} mars 1916.	352 —	194 —	549 —	
6	31 juillet 1916.	511 —	208 —	699 —	
7	25 décembre 1916.	555 —	189 —	936 —	
8	16 juillet 1917.	640,5 —	124 —	940 —	

Ce sont là les programmes de production, mais un dernier problème est venu s'y ajouter à l'armistice, celui de la conservation du stock de poudres et d'explosifs resté disponible après la guerre.

Les chiffres des programmes successifs que je viens de vous indiquer donnent un aperçu de l'effort à réaliser. Il s'agissait, en définitive, alors qu'on avait prévu une fabrication de 24 tonnes par jour de poudre et de O T d'explosifs, d'arriver à produire pour commencer 100 tonnes de poudre et 200 d'explosifs puis d'arriver finalement à 640 tonnes de poudre et plus de 1 000 tonnes d'explosifs divers.

On ne pouvait pas essayer de réduire ces chiffres car c'étaient les autorités militaires compétentes qui les établissaient d'après leurs besoins présumés en poudres et en explosifs; ce sont ces autorités qui ont établi le programme de mobilisation puis les programmes successifs de fabrication. Le Service des Poudres était un simple fournisseur chargé d'exécuter les commandes et qui n'avait pas à les discuter.

C. — Résultats obtenus.

Il nous reste à examiner maintenant la façon dont les problèmes ont été résolus, autrement dit, les résultats obtenus.

Programme de mobilisation. — Tout d'abord voyons les mesures prises pour l'exécution du plan de mobilisation qui prévoyait une production journalière de 24,3 tonnes de poudre B par jour.

Cette production avait été répartie entre les six poudreries à poudre B qui pouvaient y faire face.

Pour le coton-poudre il n'y avait que deux poudreries, Angoulême et le Moulin Blanc qui ne pouvaient pas dépasser une production de 22,5 tonnes. Il y avait donc un déficit de 2 tonnes de coton-poudre par jour. Pour y parer, on avait fabriqué à l'avance un stock de réserve de guerre de 720 tonnes de coton-poudre qui devait suffire pour plus d'un an. Par conséquent, comme on supposait que la guerre durerait quelques mois, on était largement couvert.

De plus on s'était assuré les matières premières nécessaires pour la fabrication; on avait constitué les réserves de guerre ci-après :

Coton	2 600 t.	5 mois de marche.
Éther	456 t.	} 2 — —
Alcool	2 180 t.	
Acide sulfurique 66° . . .	1 270 t.	1 — —
Oléum 20 p. 100.	2 140 t.	2 — —
Nitrate de soude.	2 600 t.	2 — —

De plus, pour l'alcool, on avait passé des conventions avec sept distilleries dont on avait prévu le ravitaillement et on s'était assuré que pendant toute la guerre ces distilleries fourniraient les 550 hectolitres d'alcool dont on avait besoin par jour.

Pour le nitrate de soude on avait passé une convention avec la Maison Bordes, qui devait fournir 42 tonnes de nitrate par jour et, de plus, entretenir un stock de réserve de 5 000 tonnes.

Enfin l'approvisionnement en acide sulfurique était assuré par deux marchés de dix ans passés en

temps de paix l'un avec la compagnie de Saint-Gobain pour les fournitures à Angoulême et l'autre avec la compagnie des produits chimiques de l'Ouest pour les fournitures au Moulin-Blanc.

Vous voyez que, contrairement à ce qui est supposé généralement, on avait préparé la guerre. Mais les prévisions de l'État-Major se sont trouvées tellement dépassées par les besoins que les mesures prises à l'avance ont été dès le début insuffisantes. Il a donc fallu aviser... et improviser. — Improviser sur toute la ligne, pour l'organisation, pour les cadres, pour les installations, pour les fabrications, pour les approvisionnements. On a même improvisé au point de vue décentralisation : Vous savez à quel point le pouvoir central tient à ses attributions. Eh bien je vais vous donner un aperçu des instructions envoyées aux directeurs de poudreries en septembre 1914 par le Ministre de la Guerre d'alors, M. Millerand. C'est une dépêche ministérielle datée du 9 septembre 1914 :

« Je vous prie de prendre toutes les mesures nécessaires pour hâter les fabrications : *toute initiative vous est laissée à cet effet et vous n'avez qu'à vous préoccuper de faire pour le mieux.*

« Si vous croyez devoir me consulter sur une mesure particulièrement importante, vous devez prendre toutes les mesures préparatoires avant de me consulter de façon que l'attente de ma réponse n'amène pas de retard. *Le plus souvent d'ailleurs vous n'avez qu'à prendre les décisions que vous jugerez utiles et à me rendre compte. Vous vous trouverez couvert par les termes mêmes de la présente dépêche.* »

Vous pensez bien qu'en présence de telles marques de confiance et de telles facilités d'action, on se mit résolument à l'œuvre.

D'abord il fallait des cadres. On alla chercher des compétences dans les dépôts et même sur le front. L'autorité militaire accorda les chimistes, les ingénieurs, les professeurs, les constructeurs qu'on lui réclamait. En général ces mobilisés n'étaient pas gradés; on leur donna des galons non réglementaires mais valables dans les poudreries et conférant, pendant le travail, les mêmes droits que les galons réguliers. On obtint ainsi le renforcement des cadres sans loi, sans décret, sans même une décision ministérielle et on réalisa un amalgame intime de poudriers de profession (ingénieurs, agents, sous-agents) et de poudriers occasionnels¹ (chimistes, ingénieurs, professeurs) et c'est ce bloc solide et uni qui assura la fabrication des poudres et des explosifs.

Passons maintenant en revue les productions obtenues dans les trois grandes catégories de produits; coton-poudre, poudre B et explosifs.

Coton-poudre. — Pour le coton-poudre, comme je vous l'ai dit, il y avait déficit dès le premier jour. On n'avait que deux établissements; il fallait augmenter coûte que coûte leur production.

Tout d'abord on a accolé à la hâte des ateliers de

1. Une loi et un décret parus après l'armistice constituèrent avec ces poudriers occasionnels un corps réguliers d'officiers et de sous-officiers de réserve et de territoriale des poudres.

fortune à tous les ateliers existants et on les a mis en route sans délai. La production journalière, qui était de 22 tonnes au commencement du mois d'août, put de cette façon passer à 39 pendant le

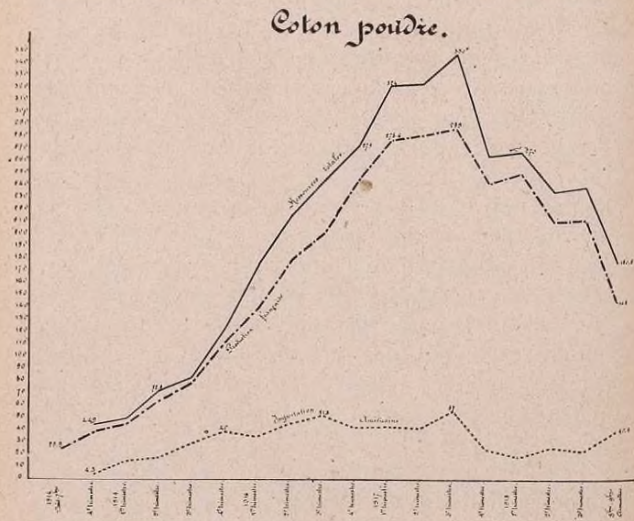


FIG. 12.

dernier trimestre de 1914, puis successivement à 45 tonnes et à 65 tonnes dans les deux trimestres suivants.

On a fait appel aux fabriques de celluloïd qui pouvaient faire la première phase de la fabrication du coton-poudre : la nitration. Ces cotons nitrés, mais non stabilisés, furent envoyés à la poudrerie d'Angoulême qui les achevait. Angoulême passa

des marchés avec les différentes fabriques de celluloid (Planchon, Lyonnaise celluloid, Oyonnaisienne, Matières Plastiques, Oyonnithé, Industrielle-Celluloid) guida ces usines dans la fabrication des cotons-poudrés de guerre et, plus tard s'entendit avec trois papeteries (Bassau, La Haye-Descartes et Essonnes) pour l'installation d'ateliers de stabilisation de manière à leur faire terminer la fabrication du coton-poudre nitré dans les usines de celluloid.

On demanda des ressources supplémentaires aux importations américaines; les premiers marchés furent livrés dès le mois de décembre 1914.

Au commencement de 1915, on constata que toutes les mesures ci-dessus ne suffiraient pas et on décida la création à Toulouse d'une troisième fabrique de coton-poudre, de 20 tonnes. Cette usine a commencé à produire en septembre 1915, six mois environ après le premier coup de pioche, ce qui est véritablement un tour de force pour une usine de cette importance construite de toutes pièces.

Puis, au fur et à mesure des besoins, on a continué le développement des trois usines et on décida en 1916 la construction d'une quatrième fabrique de coton-poudre à Bergerac.

Comme résultat, la production, fixée à 22 tonnes passe à 27 tonnes en septembre, à 39 tonnes pendant le trimestre suivant, puis de trimestre en trimestre à 45 tonnes, 64 tonnes, 79 tonnes, 113 tonnes, 141 tonnes, 181 tonnes, 203 tonnes, 244 tonnes, 278 tonnes, et atteint 299 tonnes en août 1917, et cela rien que pour la production française.

A partir d'août 1917 les besoins ont diminué ; la production française a été réduite et s'est maintenue vers 200 à 220 tonnes jusqu'à l'armistice.

La courbe de production du coton-poudre que vous voyez est tout à fait caractéristique.

Je vous signale que pour obtenir les productions dont je vous ai donné les chiffres, il a fallu porter les installations de force des fabriques de coton-poudre de 1 200 HP à 23 000 HP, la puissance des générateurs de vapeur, de 22 000 à 400 000 kilogrammes à l'heure et enfin la puissance des stations de pompage d'eau de 1 000 à 20 000 mètres cubes à l'heure.

Poudre B. — Au début les 6 poudreries à poudre B avaient la possibilité, en faisant marcher leurs ateliers de jour et de nuit, de produire plus que le chiffre du plan de mobilisation ; ce qui les limitait c'était le coton-poudre. Pour parer au déficit on employa la réserve de guerre, puis on remalaxa toutes les vieilles poudres et de cette façon, avec quelques installations supplémentaires, la production put atteindre 31 tonnes dès le mois d'août et 50 tonnes en décembre 1914 :

Mais pour satisfaire aux programmes successifs il fallut recourir, pour la poudre B comme pour le coton-poudre, à des installations nouvelles. Même méthode que pour le coton-poudre, à savoir installations nouvelles dans les poudreries existantes, dont la puissance devait être portée à 180 tonnes au total, puis création de nouvelles usines, d'abord d'une usine de 40 tonnes à Toulouse, à côté de l'usine de coton-poudre, d'une usine de 70 tonnes de l'autre

côté de la Garonne, à Toulouse-Braqueville, d'une usine de 20 tonnes au Ripault, d'une usine de 60 tonnes à Saint-Médard, et enfin, lors du grand programme de 1916, d'une usine de 60 tonnes à Bergerac.

Pour la fabrication de la poudre B on ne pouvait pas faire appel à l'industrie, mais on demanda aux États-Unis de fournir l'appoint nécessaire. Le type de poudre sans fumée des États-Unis étant un type au coton-poudre seul, sans nitroglycérine, comme la poudre B française, l'adaptation des poudres américaines au tir dans nos fusils et nos canons fut assez facile, tout au moins pour les petits calibres.

A défaut de poudre B on demanda à l'industrie française des ballistites (poudre au coton-poudre et à la nitroglycérine) que les Sociétés de Dynamite pouvaient fabriquer, mais l'emploi de ce type de poudre resta très limité et ne dépassa pas quelques tonnes par jour.

La courbe de production des poudres B est tout à fait comparable à celle du coton-poudre. De 24,3 tonnes, chiffre du plan de mobilisation, elle passe à 30 tonnes, en décembre 1914; à 100 tonnes en octobre 1915; 183 tonnes en mars 1916 et 367 tonnes en août 1917. A ces chiffres il faut ajouter une centaine de tonnes provenant des arrivages américains.

A partir d'août 1917 il y eut augmentation progressive des arrivages américains et diminution de la production française qui tomba aux environs de 260 tonnes.

On a critiqué cette augmentation des importations américaines. Mais vous savez qu'en 1917 la

guerre sous-marine causait des pertes de tonnage telles qu'on avait de ce côté les plus graves préoccupations et que la consigne était de diminuer le tonnage à tout prix. Or, pour augmenter notre production de poudre B il nous fallait augmenter le tonnage des matières que nous ne produisions pas



FIG. 13.

en France ou que nous ne produisions pas en quantité suffisante, à savoir : le charbon qui venait d'Angleterre, la pyrite qui venait d'Espagne, le nitrate de soude importé du Chili, le coton et l'alcool qui venaient des États-Unis.

On compte que pour 1 tonne de poudre B il faut 12,5 tonnes de ces matières.

L'importation de poudre américaine réduisait donc le tonnage dans le rapport de 12 à 1. C'était extrêmement important.

Explosifs. — J'arrive maintenant aux explosifs.

Là le plan de mobilisation ne prévoyait rien. L'industrie chimique des matières colorantes, qui aurait pu être d'un grand secours, était presque inexistante en France. On ne disposait que des poudreries nationales à explosifs, c'est-à-dire d'Esquernes, Vonges, Saint-Chamas et le Bouchet. D'ailleurs Esquernes, trop près de la ligne de feu, était évacué dès le début des hostilités.

Comme d'autre part on n'avait aucune des matières premières, benzène, toluène, phénol, crésol, nécessaires à la production des explosifs nitrés réglementaires, la première phase du problème fut, non pas de livrer des explosifs réglementaires, mais de livrer des explosifs susceptibles de les remplacer. On eut recours aux explosifs au nitrate d'ammoniaque.

Schneidérite. — La Société Norvégienne de l'azote, grâce à l'intervention décisive d'un officier français envoyé en mission en Norvège, consentit à réserver aux Alliés et principalement à la France le nitrate d'ammoniaque synthétique qu'elle pouvait fabriquer. C'est grâce aux fournitures de la Norvège qu'on put faire face à la situation dans la première partie de la guerre; le nitrate d'ammoniaque permit de fabriquer de la schneidérite à défaut de mélinite.

La schneidérite étant fabriquée au moyen de meules, comme la poudre noire, les poudreries qui possédaient des meules (Sevrans-Livry, le Ripault, Angoulême et Toulouse) participèrent, avec la poudrerie de Saint-Chamas, à la fabrication de la schnei-

dérite dont la production atteignit 30 tonnes par jour dès mars 1915.

Cette fabrication fut développée progressivement et une usine nouvelle fut ultérieurement créée à Bassens près de Bordeaux. On arriva à 91 tonnes en décembre 1915 et à plus de 150 tonnes en octobre 1916.

Mélinite. — Pour l'acide picrique ou mélinite on développa d'abord Vonges, Saint-Chamas, et le Bouchet. On réquisitionna l'usine Picard de l'Aktien Gesellschaft à Saint-Fons et l'usine de Neuville-sur-Saône de la Badische Anilin.

L'appoint important fourni par ces deux petites usines allemandes de colorants a montré tout l'intérêt que présenterait pour la Défense Nationale la création en France d'importantes usines de matières colorantes.

On eut également recours à l'industrie privée. Dès 1914 on passa toute une série de marchés dont le plus important fut celui de la C^{ie} d'Alais et Camargue pour la fabrication à Salin de Giraud de quantités d'acide picrique pouvant atteindre 50 tonnes par jour. D'autres marchés furent passés avec les usines Brante, Planche, Frantz, Saint-Martin de Crau, Vandier et Desprets, Gillet et Loyer.

Devant l'énormité des besoins, le Service des Poudres construisit en outre 3 poudreries nouvelles l'une à Sorgues près d'Avignon, pour 70 tonnes d'acide picrique; la deuxième à Bassens près de Bordeaux pour 40 tonnes, et la troisième à Oissel pour 50 tonnes.

L'acide picrique n'est pas employé seul pour le

chargement des obus; on y ajoute soit de la dinitro-naphtaline soit du dinitrophénol. La fabrication de ces produits fut confiée partie aux poudreries et partie à l'industrie privée.

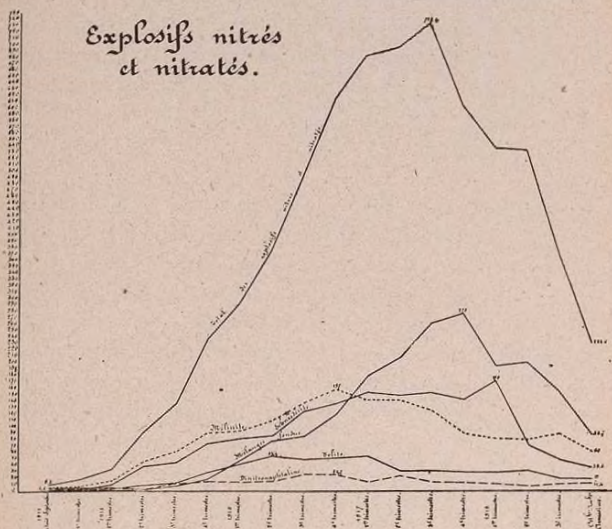


FIG. 44.

Le principal fabricant de dinitrophénol fut la Société l'Air Liquide qui s'est installée à Montereau d'abord dans une usine sous séquestre puis dans une usine neuve créée spécialement et dont la production a dépassé 8 tonnes par jour. La Société des produits chimiques de Paimbœuf a fait également des fabrications importantes de dinitrophénol.

Tolite. — Pour transformer en tolite les quantités de toluène dont on pouvait disposer, quantités qui ont toujours été restreintes, on a aménagé en poudrerie l'usine de Neuville-sur-Saône, développé les installations de Saint-Chamas et Vonges, créé une poudrerie nouvelle à Blancpignon, près Bayonne, et installé une usine de 10 tonnes à la poudrerie d'Angoulême. L'ensemble de ces installations pouvait produire 70 tonnes par jour. En fait la production a atteint 67 tonnes.

Explosifs chloratés et perchloratés. — Les besoins en explosifs étant énormes, on a réservé les explosifs nitrés et nitrates au chargement des projectiles pour lesquels on ne pouvait pas les remplacer. Mais on a utilisé, pour les grenades et mortiers de tranchée, les explosifs chloratés et perchloratés, pour lesquels on trouvait des ressources sur le territoire français. En effet, il existait en France, dès l'avant-guerre, des usines électro-chimiques pour la fabrication des chlorates.

La production d'explosifs chloratés et perchloratés fut faite tout d'abord à Vonges et à Chedde (Haute-Savoie), puis on créa pour cette fabrication une petite poudrerie à Castres.

La production se développa constamment, partant de quelques tonnes en août 1914 pour atteindre 40 tonnes en mai-juin 1915; 93 tonnes en mars 1916 et 175 tonnes en novembre 1916.

En réunissant les poudres et les explosifs divers on est arrivé à produire effectivement par jour plus de 1 200 tonnes de poudres et explosifs. Vous voyez

qu'on est loin des 24 tonnes par jour du plan de mobilisation.

Au total, pendant la guerre, le Service des Poudres a livré, en prenant l'unité du temps de paix qui était le kilogramme, 1 118 975 000 kilogrammes de

Explosifs chloratés et perchloratés.

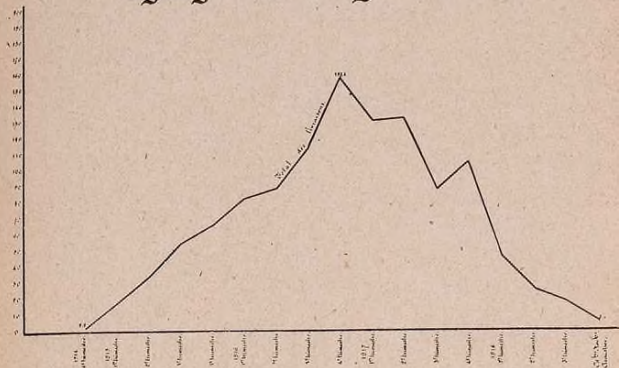


FIG. 15.

poudres et d'explosifs, ce qui correspond, en reprenant une comparaison déjà faite, au chargement de 1300 trains de mobilisation complets. Comme ces trains partaient de vingt minutes en vingt minutes, il aurait fallu dix-huit jours pour faire partir les trains de mobilisation supposés chargés de tout le stock de poudres et d'explosifs fabriqués pendant la guerre.

A partir d'août 1917 les besoins en poudres et explosifs ont été moins considérables et c'est dans

un autre domaine, vers les gaz toxiques, que s'est porté l'effort chimique. Mais les poudreries ne sont pas désintéressées de ce nouveau problème et on a fait appel à leur concours en juin 1918 pour la production de l'ypérite (gaz moutarde). La poudrerie d'Angoulême a réalisé, en deux mois seulement, l'installation complète d'un atelier d'ypérite calqué sur celui de la Société Chimique des usines du Rhône qui avait d'ailleurs fourni les renseignements nécessaires. La mise en route a eu lieu le 4 septembre 1918 avec une production journalière initiale de 4 tonnes qui devait être portée rapidement à 16 tonnes par jour.

Quand l'armistice est arrivé, Angoulême avait tout un stock d'ypérite dont on n'a pu se débarrasser qu'en allant le noyer en mer, au large de Lorient, avec les plus grandes précautions.

Je viens de vous indiquer les résultats obtenus. Pour vous permettre d'évaluer le rendement, il me faut insister un peu sur les difficultés surmontées.

Quand il s'agit de poudreries entièrement nouvelles comme Braqueville, Bergerac, Bassens, Sorgues, Blancpignon, vous vous rendez compte des efforts à faire, des qualités d'organisation à déployer pour faire sortir du sol et animer d'une vie propre ces véritables cités industrielles. Mais les difficultés n'étaient pas moindres quand il s'agissait de développer les anciennes poudreries, d'abord en respectant leurs limites propres, puis en leur accolant des faubourgs nouveaux et cela sans consentir le moindre fléchissement dans la production. Il fallait refondre en temps voulu les anciennes orga-

nisations, assurer la coordination des efforts et éviter tout grippement entre services. Il fallait, au point de vue technique, tailler constamment dans le vieux et savoir interrompre à temps la confection de l'habit nouveau pour procéder aux raccommodages indispensables. Et je vous assure que ces raccommodages étaient fréquents et les déchirures variées ! Je ne puis résister à la tentation de vous en citer quelques exemples :

Tout à l'heure je vous ai dit que le coton-poudre encore acide était lavé à grande eau. Cette eau acidulée est évacuée à la rivière par des caniveaux.

En temps de paix cela allait très bien. Mais avec l'augmentation de production il y a eu augmentation du débit des eaux acides, d'autant plus qu'il a fallu également évacuer par noyage dans l'eau le bisulfate de soude, résidu de la fabrication d'acide nitrique : et alors les caniveaux ont été rongés en un clin d'œil ; il en a été de même du sous-sol calcaire de la poudrerie d'Angoulême et, du jour au lendemain, une série d'atetiers et de cheminées menaçaient ruine. A la hâte on a consolidé et, en quelques semaines, on a construit un réseau d'égouts solidement maçonnés en pierre granitique avec revêtement en asphalte... et on a respiré. Pas longtemps, car la Charente qui, pendant la saison des hautes eaux, ne s'était jamais plainte des eaux résiduaires s'en trouva incommodée à l'époque de la sécheresse. Elle se fâcha et, bien que foncièrement calcaire de son naturel, elle devint acide, légèrement acide à la vérité, mais assez toutefois pour le montrer aux barrages, aux piles de ponts et aux turbines hydrauliques des papetiers du voisinage.

A la hâte on a édifié des murettes en moellons calcaires, murettes en pierres sèches à travers lesquelles on forçait les eaux de passer. Ces eaux jaillissaient par les joints, faisaient fondre les pierres comme du sucre, mais l'eau était neutralisée. On en était quitte pour refaire les murs tous les jours.

Notez que tous ces problèmes devaient être résolus instantanément et qu'on n'avait pas le temps de procéder à de longues études!

Une autre sorte de difficultés fut l'obligation d'assurer le logement de milliers d'ouvriers. On en eut jusqu'à 120 000 au lieu des 6 000 du début. On construisit d'immenses baraquements et on eut côte à côte des camps de mobilisés, d'annamites, de chinois, de malgaches et d'ouvrières. Vous pensez s'il y eut des conflits à aplanir!

Bien entendu on utilisait également les logements des villes voisines, mais pour cela il fallait assurer le transport des ouvriers par tramways.

Je ne sais si vous avez une idée des formalités nécessaires pour installer 4 à 5 kilomètres de tramways dans une ville et ses faubourgs. C'est, paraît-il, très compliqué en temps de paix.

En temps de guerre c'est très simple : Une visite au maire, qui accepte d'enthousiasme, aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui ne sont pas d'accord, au préfet qui promet de fermer les yeux.

On passe outre aux objections et aux prophéties de catastrophes; on construit la ligne de tramways de 5 kilomètres en moins de deux mois; la Compagnie des tramways l'exploite aussitôt, les ouvriers sont enchantés, tout va très bien, et on est doté

d'un tramway, irrégulier au point de vue des règlements administratifs, mais extrêmement régulier au point de vue du transport des voyageurs ce qui est le principal, tout au moins en temps de guerre!

Je pourrais multiplier ces exemples, mais ces difficultés n'étaient rien à côté de deux difficultés, en quelque sorte organiques, dont il me reste à vous parler à savoir la difficulté d'éviter les explosions et celle d'assurer les approvisionnements en matières premières pour les productions formidables de poudres et d'explosifs dont je vous ai donné les chiffres.

Risques d'explosions. — Pour parer aux risques d'explosions on développa au dernier point tous les moyens de lutte contre l'incendie. On eut des autopompes puissantes, des canalisations d'eau spéciales sous forte pression et on procéda à des alertes d'incendie continuelles.

Il y eut néanmoins des explosions terribles, non pas dans les poudreries proprement dites, mais dans des usines qui collaboraient à la production des explosifs, à l'usine Vandier à la Pallice, le 1^{er} mai 1916; à la poudrerie de Blancpignon en septembre 1916; à l'usine de Neuville-sur-Saône en février 1917; à l'usine Loyer à Massy-Palaiseau, en janvier 1917; chaque fois il y eut destruction complète de l'établissement. Mais on réussit à éviter de telles catastrophes dans les grosses poudreries et la production ne fut pas compromise.

Approvisionnement de matières premières. — En ce qui concerne les approvisionnements de matières, je ne vous parlerai que des plus importantes, acide

sulfurique et oléum, alcool, nitrate de soude, benzine, toluène, phénol, chlorates et perchlorates.

Acide sulfurique. — En acide sulfurique, il fallait déjà, en janvier 1915, 6 000 tonnes par mois au lieu de 2 000 tonnes en août 1914 et les fabrications de 1917 en ont employé effectivement plus de 80 000 tonnes par mois.

Les installations d'avant-guerre produisaient principalement de l'acide étendu pour superphosphates.

La première étape fut de concentrer cet acide étendu.

La deuxième étape consista à réaliser de nouvelles installations de chambres, à la fois par l'industrie et par les poudreries. Les installations de l'État furent faites à Toulouse et dans la vallée du Rhône, ces dernières avec le concours des Sociétés de Saint-Gobain, de Kuhlmann et de l'Union des fabricants d'acide sulfurique. La C^{ie} de Saint-Gobain a fourni, à elle seule, la moitié de tout l'acide sulfurique dont on eut besoin.

Oléum. — La consommation d'oléum atteignait 2 000 tonnes par mois dès janvier 1915 et 4 200 tonnes en août; elle devait atteindre 28 000 tonnes quand serait réalisé le programme de décembre 1916.

Les installations d'avant-guerre, poussées au maximum, ne permettaient pas d'obtenir plus de 4 000 tonnes par mois. Il fallut donc faire construire de nouvelles usines, tant par l'industrie privée, principalement par Saint-Gobain, que par les Poudreries de l'État (Saint-Chamas, 2 500 tonnes et Angoulême, 2 500 tonnes par mois). On a pu produire ainsi, en 1917, 22 000 tonnes par jour dont les deux tiers ont été fournis par Saint-Gobain.

Et voyez les répercussions de toutes ces fabrications :

Pour les installations de concentration d'acide sulfurique, il faut des tonnages considérables de lave de Volvic. Le Service des Poudres a dû organiser à Volvic un service spécial de surveillance et de contrôle de cette exploitation.

Enfin, pour toutes les fabrications d'acides, il a fallu des grès et, non seulement les industriels, mais encore la manufacture de Sèvres, ont dû nous prêter leur concours.

A Sèvres, on a fait pendant la guerre, non plus des vases artistiques, mais des grès industriels.

Nitrate de soude. — Le plan de mobilisation prévoyait 1 300 tonnes par mois. En janvier 1915, il en fallait 3 600 tonnes par mois, puis 9 600 tonnes en août 1915, 25 500 tonnes en mars 1916 et 42 000 tonnes en juillet 1917.

En 1917, la guerre sous-marine a inspiré des craintes tellement sérieuses sur le ravitaillement en nitrate de soude qu'on a dû, d'extrême urgence, envisager les mesures à prendre.

Depuis quelques années on savait fabriquer l'acide nitrique ou les nitrates par synthèse en fixant l'oxygène de l'air sur l'azote. C'est le procédé par l'arc électrique appliqué industriellement en Norvège.

Au début de la guerre, il existait en France, à la Roche de Rame (Hautes-Alpes) une petite installation de 2 tonnes d'acide nitrique par jour.

Dès la fin de 1915, l'État français passa un contrat avec la Société Norvégienne de l'Azote pour l'installation à Soulom (Hautes-Pyrénées) d'une usine de 10 tonnes d'acide nitrique, par jour.

Mais ce procédé conduit à une consommation de force très importante, environ 14 KWH par kilogramme d'acide nitrique absolu.

Aussi le Service des Poudres fit-il installer, à la poudrerie d'Angoulême, une usine de production d'acide nitrique synthétique par un autre procédé, le procédé Ostwald, qui consiste à oxyder l'ammoniac. Dans l'installation d'Angoulême, le gaz ammoniac était obtenu par décomposition de la cyanamide de calcium dans des autoclaves sous l'action de la vapeur d'eau. Cet ammoniac, mélangé à l'air en proportions dosées, passait sur des catalyseurs en platine et était transformé en vapeurs nitreuses qu'on faisait passer à l'état d'acide nitrique en le mettant au contact de l'eau dans de grandes tours en grès avec remplissage en grès ou en coke. L'eau et les vapeurs nitreuses circulaient en sens inverse dans une série de tours. On obtenait ainsi l'acide nitrique à 33° B, qu'on concentrait au moyen d'acide sulfurique pour l'amener à 48°.

L'usine d'Angoulême pouvait produire et a produit effectivement jusqu'à 80 tonnes d'acide nitrique par jour.

Au moment de la guerre sous-marine à outrance, on décida de réaliser d'autres installations d'acide nitrique synthétique analogues à celles d'Angoulême pour arriver à une production de 600 tonnes d'acide nitrique par jour.

Pour résoudre le problème complètement, il s'agissait non pas seulement, comme à Angoulême, de transformer la cyanamide en ammoniacque, puis l'ammoniacque en acide nitrique, mais encore de fabriquer la cyanamide et par suite le carbure de

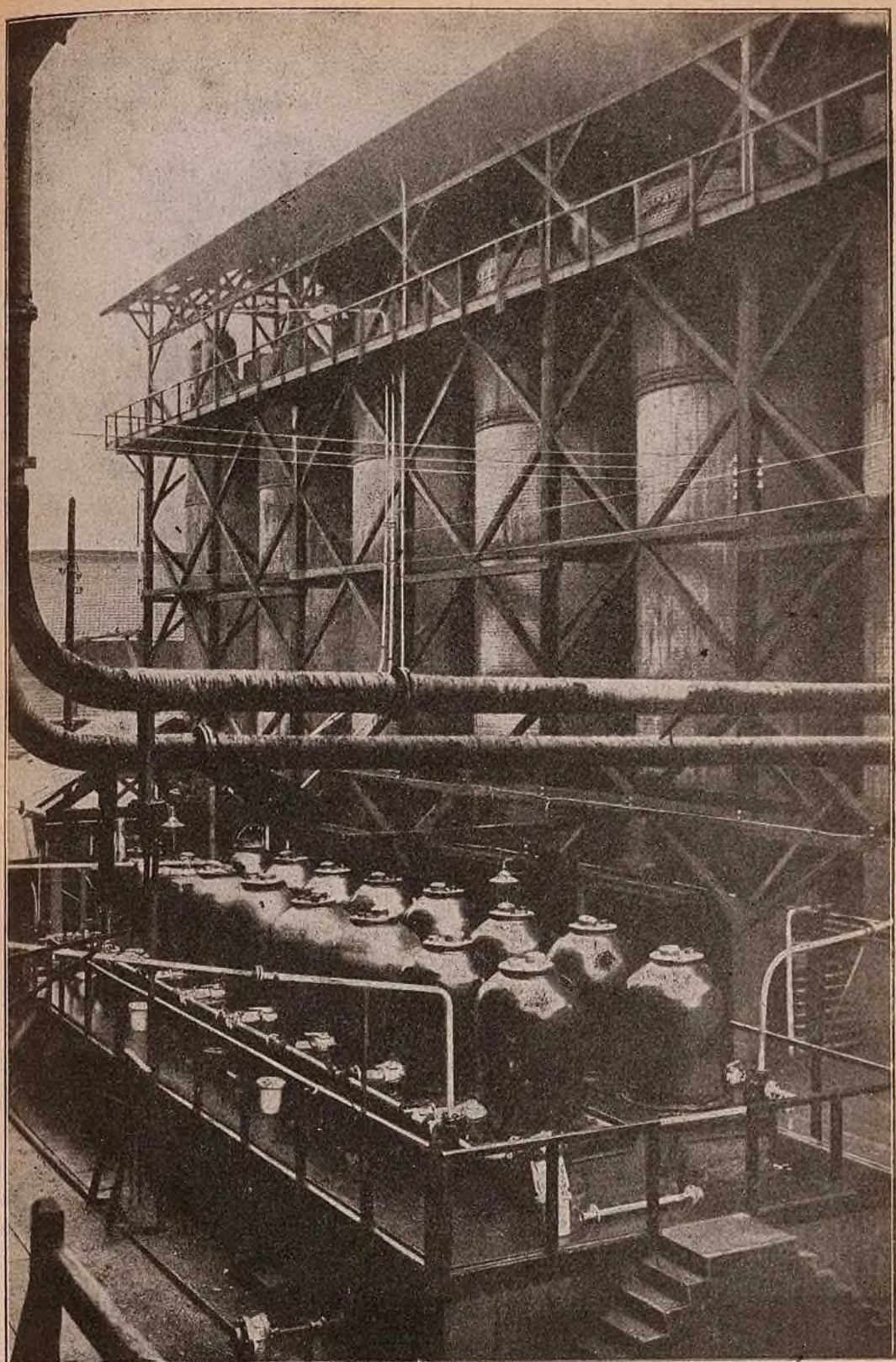


FIG. 16. — ACIDE NITRIQUE SYNTHÉTIQUE. TOURS DE CONDENSATION (POUDRERIE NATIONALE D'ANGOULÊME).

calcium et par voie de conséquence équiper plus de 170 000 chevaux de force.

C'était là un programme considérable dont le développement fut poussé avec une activité inlassable et qui commença à nous donner de l'acide de synthèse dès le mois d'août 1918.

Alcool. — La fabrication de la poudre B exige à la fois de l'alcool et de l'éther sulfurique dont l'alcool constitue la matière première.

Le programme de mobilisation envisageait : 500 hectolitres par jour d'alcool à 95°.

Il a fallu 2 000 au milieu de 1915, 4 000 en mars 1916 et près de 8 000 en mars 1917 (soit 240 000 hectolitres par mois).

Or, en temps normal, la production d'alcool industriel est d'environ 6 000 hectolitres par jour et les départements betteraviers du Nord nous manquaient. Il y avait donc un déficit important.

Pour y faire face, on a réquisitionné tout d'abord les stocks industriels et une loi du 30 juin 1916 réserva à l'État la production totale des alcools industriels.

Le Service des Poudres facilita par tous les moyens (approvisionnements en matières et main-d'œuvre) la marche des distilleries françaises et il poussa les distilleries de betteraves à s'outiller pour le traitement des grains.

Il réussit par des achats à l'étranger à compléter les quantités nécessaires et à maintenir les stocks aux chiffres voulus.

Benzine, phénol, toluène, etc. — Mais c'est en ce qui concerne les matières premières destinées aux explosifs : benzine, phénol, toluène, etc., que le

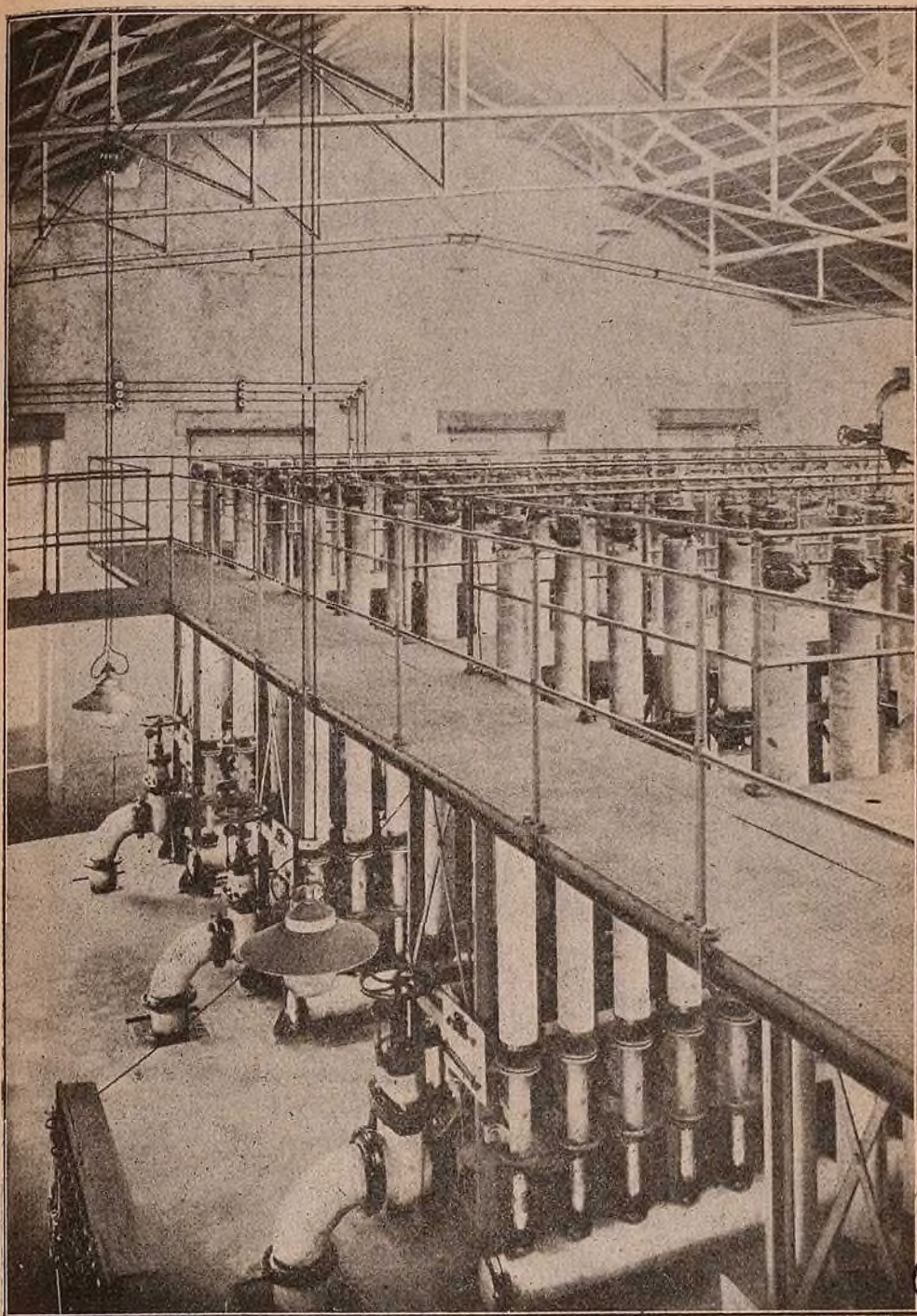


FIG
CNAM

FIG. 17. — ACIDE NITRIQUE SYNTHÉTIQUE. CATALYSEURS
(POUDRERIE NATIONALE D'ANGOULÊME).

problème des approvisionnements a été le plus ardu et nous a placé dans la situation la plus précaire.

Nos matières premières normales du temps de paix, c'étaient le phénol et le crésol. On a traité les goudrons mais on n'obtenait de cette façon que 1 tonne à 2 tonnes par jour. C'était insignifiant.

On eut alors recours au phénol synthétique obtenu en partant de la benzine qu'on retire des benzols.

Pour avoir le benzol ou la benzine on prit toute une série de mesures :

D'abord, dès septembre 1914 réquisition de tous les benzols destinés aux taxis-autos; puis remise en marche des fours à coke et montage d'installations pour la récupération des benzols.

On eut recours au débenzolage du gaz dans les grandes villes; le débenzolage a donné jusqu'à 45 tonnes de benzol par jour (loi de novembre 1913).

En même temps on a demandé du benzol à l'Angleterre qui, malgré ses besoins propres, consentit à nous accorder d'abord 2 300 tonnes puis 2 800 tonnes de benzol par mois. D'ailleurs, on trouva constamment dans le Service Anglais des Explosifs l'aide la plus cordiale et la plus empressée.

Enfin, dès la fin de 1915, on compléta les approvisionnements par des achats de benzine aux États-Unis.

Pour extraire des benzols, la benzine pure et le toluène pur, il faut les distiller. On s'adressa pour cela à l'industrie privée.

On a obtenu du toluène en quantité importante dans le pétrole dit essence de Bornéo, qui n'avait pas encore été traité en France et qu'on traita à Port-Saint-Louis du Rhône dans une distillerie

louée par le Service des Poudres et développée au fur et à mesure des besoins.

La benzine pure était transformée en phénol synthétique pur. Pour cette transformation on s'adressa à l'industrie et le principal fabricant fut la Société chimique des Usines du Rhône qui faisait une tonne par jour avant la guerre à Saint-Fons, et qui s'engagea à porter cette quantité par augmentations successives jusqu'à 125 tonnes. D'autres marchés furent passés avec la C^{ie} d'Alais et Camargue, avec Poulenc, avec les Matières Colorantes de Saint-Denis et avec Chautard. Enfin, une poudrerie fut créée à Oissel pour 30 tonnes par jour.

Chlorates et perchlorates. — On s'adressa pour les chlorates et perchlorates à la Société des Forces motrices et usines de l'Arve qui fut secondée par la Société d'Électro-Chimie et la C^{ie} d'Alais et Camargue et arriva à une puissance de production totale de 50 tonnes par jour de perchlorate d'ammoniaque ou une production double en chlorate de soude.

Comme il devint nécessaire de dépasser ces chiffres, la Société de l'Arve ne trouvant plus de chutes d'eau disponibles en France, installa des usines en Espagne et en Italie et arriva à faire face à tous les besoins.

Je n'insiste pas davantage; je crois vous avoir montré que la production de 1 400 000 tonnes de matières explosives était moins facile à réaliser que l'extraction du même tonnage de sable ou moellons.

J'ajoute que les poudres, ainsi fabriquées en quantités considérables, n'ont donné lieu à aucune

inflammation spontanée, ni sur nos navires, ni dans les dépôts du front.

Vous vous rappelez peut-être qu'avant la guerre on a beaucoup discuté sur les qualités comparées des poudres au coton-poudre et des poudres à la nitroglycérine.

Eh bien, il y a une chose que ni partisans ni adversaires de la nitroglycérine n'avaient prévue, c'est que, pendant la guerre, les matières grasses ont fait défaut, créant l'impossibilité absolue de produire sous la forme de poudres à la nitroglycérine les tonnages nécessaires. Si bien que l'Angleterre, qui avait adopté des poudres à la nitroglycérine, des cordites, a dû commander aux États-Unis des poudres au coton-poudre pour parfaire ses stocks.

Il a donc été très heureux qu'en France on s'en soit tenu aux poudres B. On connaissait jusqu'ici le flair de l'artilleur; vous voyez qu'il y a aussi le flair du poudrier!...

Enfin, l'attention ne s'est pas détournée des études et des perfectionnements. Les laboratoires de recherches ont fonctionné; on a perfectionné les procédés de fabrication des explosifs nitrés; le rendement de la transformation du phénol en mélinite est passé de 175 à 195 et a même dépassé ce chiffre; la fabrication directe du mélange d'acide picrique et de dinitrophénol fut mise au point; on a préparé un dinitrophénol assez pur par nitration directe du phénol, ce qui permettait d'économiser du chlore; on mit au point des procédés réellement industriels pour la fabrication et la purification de la tolite, pour la préparation du métaxylène et sa transformation en xylite, etc.

On a réalisé la préparation synthétique de l'alcool en partant de l'acétylène et on a monté dans une poudrerie une petite installation qui pouvait faire un hectolitre par jour; on a également perfectionné les procédés de captation des vapeurs nitreuses et de concentration de l'acide nitrique.

On est arrivé à condenser les fumées d'acide sulfurique, gênantes et nocives, par la mise au point d'un procédé électrique de précipitation imité du procédé Cotrell, procédé américain sur lequel on n'avait que des données vagues au début de la guerre. On a diminué les pertes d'acide nitrique dans la fabrication du coton-poudre en chassant, par clairçage à l'acide sulfurique 53°, le mélange sulfonitrique, dont le coton-poudre reste imprégné, ce qui permet de ne plus perdre que de l'acide sulfurique faible, au lieu d'acide sulfonitrique.

Enfin, dans les usines à poudre B, on a amélioré constamment la récupération du dissolvant éther-alcool, d'abord en perfectionnant les procédés de récupération par le froid, puis en installant des récupérations supplémentaires, système Brégeat. On est arrivé ainsi à réduire la consommation d'alcool dans le rapport de 2 à 1.

Maintenant un mot de la question dépenses.

Il a fallu naturellement, pour réaliser toutes les installations, engager d'importantes dépenses; le total s'élève à 627 737 000 francs.

L'amortissement *complet* de ces dépenses, effectué sur l'ensemble de ces fabrications faites pendant la guerre, a augmenté respectivement de 1 fr. 19 et 0 fr. 70 au kilogramme les prix de revient de la poudre B et de la mélinite. Pendant le troisième

trimestre 1918 ces prix ont été (y compris l'amortissement ci-dessus et tous les frais généraux) de 10 fr. 26 le kilogramme pour la poudre B, et 4 fr. 66 le kilogramme pour la mélinite.

En 1913 les mêmes prix de revient, sans aucun amortissement, étaient respectivement de 5 fr. 91 et 1 fr. 69. Or vous savez que vers la fin de la guerre, les prix avaient généralement triplé; vous voyez par les chiffres ci-dessus que les prix des poudres et des explosifs n'avaient guère que doublé, compte tenu de tous les amortissements.

Quant à la valeur totale des produits fabriqués, c'est-à-dire au chiffre d'affaires du Service des Poudres, puisque ce Service vend ces produits au prix de revient, sans bénéfice, elle était de :

68 millions de francs en 1913 et elle a atteint pendant la guerre les chiffres ci-après.

En 1915	600 millions de francs.	
En 1916	1 900	—
En 1917	2 500	—
En 1918	2 200	—

Ces chiffres donnent, eux aussi, une idée de l'effort fourni et des résultats obtenus.

Conservation des stocks. — Enfin, après les problèmes de fabrication que nous venons de voir, restait à résoudre, après l'armistice, le problème de la conservation des poudres et des explosifs non employés. Le stock était considérable, d'autant plus que vers la fin de la guerre les Américains avaient fait les plus grands efforts pour porter au maximum les expéditions et que leurs bateaux déversèrent des milliers de tonnes dans les régions de Bordeaux et de Paimbœuf.

Pour loger tous les stocks (plus de 60 000 tonnes) on installa des parcs de stockage dans des régions peu habitées à Beausseny dans la Crau et à Sainte-Hélène, dans la région des Landes. En attendant l'achèvement de ces parcs on créa à la hâte des parcs provisoires.

Pour diminuer les risques on décida de conserver une grande partie des poudres B par immersion dans l'eau. On utilisa à cet effet des ballastières remplies d'eau qui existaient dans beaucoup de poudreries. On avait constaté que la poudre B suspecte, laissée plusieurs années dans l'eau, s'était parfaitement conservée et avait pu être utilisée au début de la campagne.

M. André Lefèvre, aujourd'hui Ministre a, de son côté, suggéré l'idée d'utiliser pour la conservation de la poudre B le froid produit pour rien par les glaciers de nos montagnes. En immergeant les poudres B dans les lacs des Pyrénées dont l'eau reste voisine de 4 à 5° on résoudrait de façon complète le problème de la conservation prolongée de la poudre B et l'existence d'un stock de 60 000 tonnes de poudre, qu'il suffirait de sécher au moment de l'emploi, serait évidemment de nature à faire hésiter des agresseurs éventuels.

Quant aux explosifs ils ne se détériorent pas par le magasinage prolongé et les stocks pourront être conservés dans les parcs de Beausseny et de Sainte-Hélène.

Pour faire cette conservation on a procédé à des expériences pour déterminer les distances limites auxquelles l'explosion pouvait se communiquer, soit avec des explosifs en caisses soit avec des obus

explosifs non amorcés. On a maintenant des données pratiques sur ces points et on a pu établir les plans de parcs à poudres ou à explosifs, agencés de façon à éviter la propagation d'une explosion d'un bâtiment aux autres.

D. — Résumé et Conclusions.

Je me résume :

L'industrie des Poudres, comme les autres industries de guerre, a eu à effectuer un véritable rétablissement, suivant l'expression consacrée. Au lieu de 24 tonnes par jour, il lui a fallu produire plus de 1 200 tonnes, poudres et explosifs réunis.

Les conditions de ce rétablissement étaient particulièrement difficiles. L'industrie des explosifs, c'est en effet une industrie chimique, proche parente de l'industrie des matières colorantes. Or celle-ci était presque inexistante en France où, seule, la grande industrie chimique s'était réellement développée.

Pourtant le problème a été résolu et nos armées n'ont manqué ni de poudres, ni d'explosifs.

Mais il a fallu pour cela un bel élan.

Je ne puis me reporter sans émotion au mois de septembre 1914, au moment où la bataille de la Marne avait presque épuisé nos munitions et où nous recevions des appels téléphoniques pressants pour produire, produire à tout prix.

Ce fut alors dans tout le personnel une tension inouïe de la volonté pour ne pas faillir à la tâche. Et de jour en jour, sans dimanches ni fêtes, la production augmentait et, pour tous, la grande satisfaction et la suprême récompense c'était de voir, sur

les états décadaires, grossir constamment le chiffre des livraisons.

Je n'éprouve aucune gêne à rendre hommage à l'effort déployé, car cet éloge ne s'adresse pas seulement à un service, mais à une collectivité qui comprenait à peu près toutes les catégories de Français; les ingénieurs, les chimistes, les professeurs qui complétaient les cadres des poudreries, les industriels qui collaboraient aux fabrications d'explosifs, les ouvriers qui travaillaient alors avec une véritable abnégation.

Les ateliers, construits à la hâte, étaient mis en route avant même que les ventilations fussent installées et je vois encore de vieux territoriaux, arrachés à la garde des voies, transplantés dans des ateliers à acides et fabriquant du coton-poudre. La bouche et les narines protégées par un simple mouchoir humide noué derrière la tête, ils « tenaient » sous les vagues de vapeurs nitreuses avec le même courage tranquille et la même impassibilité que leurs frères plus jeunes « tenaient » au front sous les balles et les obus.

Ces Français de toutes classes, unis par la même bonne volonté, et collaborant de toutes leurs forces réalisèrent une tâche improvisée qui peut soutenir la comparaison avec beaucoup d'œuvres longuement mûries. Les efforts n'ont pas été dépensés en pure perte, il y a eu du « rendement ».

Les chefs de cette troupe anonyme, qui surent communiquer à tous l'enthousiasme, donner les directives et coordonner les efforts, furent le contrôleur général de l'armée, Maucière et l'inspecteur général des poudres, Barral.

Et maintenant quels enseignements tirer de là pour l'avenir?

Puisque l'improvisation nous a si bien réussi, on pourrait être tenté de dire qu'il est inutile de prévoir et que le mieux est de se laisser vivre et d'attendre les événements. Ce serait très commode,... mais ce n'est pas à conseiller!

Les anciens poudriers professaient volontiers qu'une catastrophe explosive n'arrive jamais subitement, qu'elle est toujours précédée d'incidents sans gravité, légers commencements d'incendie, déflagrations sans importance. Les initiés reconnaissent ces signes précurseurs, les étudient, prennent des mesures et évitent les catastrophes.

Eh bien, la guerre de 1914, c'est un avertissement sérieux et si nous n'en tenions pas compte, ce serait, en cas d'une nouvelle guerre, la catastrophe. Car la chimie jouera, n'en doutez pas, un rôle encore plus important que cette fois... et on ne pourra plus improviser.

La conclusion, c'est qu'il faut travailler la chimie, toutes les branches de la chimie, et mener de front les études avec le développement des industries chimiques sans laisser de côté dorénavant l'industrie des colorants.

Évidemment, l'Allemagne a sur nous une avance considérable et, pour l'égaliser dans ce domaine, il faudra de longues années de travail courageux, persévérant et soutenu par les pouvoirs publics. Mais l'expérience de la guerre vient de nous montrer qu'en France rien n'est impossible quand il y a l'enthousiasme, quand il y a l'union et quand il y a surtout la volonté!



EN VENTE
A LA LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
3 bis, rue Thénard, Paris.

LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE FRANÇAISES PENDANT LA GUERRE

*Leur rôle dans l'œuvre de renaissance économique
de notre pays*

CONFÉRENCES PUBLIQUES DU DIMANCHE
faites au Conservatoire National des Arts et Métiers
(ANNÉE 1920)

1. — **Les Métallurgies.** — M. LÉON GUILLET, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers et à l'École centrale des Arts et Manufactures. 1 fr. 50
2. — **L'Aviation.** — M. R. SOREAU, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, Vice-Président de l'Aéro-Club de France. 1 fr. »
3. — **Les recherches scientifiques et industrielles et les Inventions.** — M. MAURAIN, Professeur suppléant au Conservatoire national des Arts et Métiers. 2 fr. »
4. — **L'évolution du matériel d'artillerie.** — M. le Lt-Colonel RIMAILHO. 2 fr. 50
5. — **La fabrication du matériel d'artillerie.** — M. CHARPY, Membre de l'Institut. (en impression)
6. — **Les Chars d'assaut. — Historique technique. Historique tactique. Vues d'avenir.** — M. le Général ESTIENNE.
7. — **Le Service géographique de l'armée pendant la guerre.** — M. le Général BOURGEOIS, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Service géographique de l'armée. 2 fr. 50
8. — **De la fabrication des poudres et explosifs.** — M. LHEURZ, Ancien Directeur du Service des poudres. 2 fr. »
9. — **Les radio-éléments et leurs applications.** — M^{me} CURIE, Professeur à la Sorbonne. 1 fr. 50
10. — **La chimie de guerre. Les gaz de combat.** — M. MOUREU, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France. 1 fr. 50
11. — **Le rôle du laboratoire d'usine.** — M. LÉON GUILLET, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers et à l'École Centrale des Arts et Manufactures. 1 fr. 50
12. — **Les industries chimiques.** — M. FLEURENT, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers. 1 fr. 50

Chaque conférence est éditée séparément en brochure format in-8 couronne (11,5 x 18).

S'adresser à la Librairie de l'Enseignement technique, 3 bis, rue Thénard, Paris, 5^e, qui en fera l'envoi sur demande accompagnée du montant.

ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

Fondateur : M. LÉON EYROLLES, O. S. P. I.

Ingénieur, Directeur de l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie

En vente à la Librairie de l'Enseignement technique, 8 bis, rue Thénard, Paris (5^e).

ORGANISATION ADMINISTRATIVE ET INDUSTRIELLE

- Cours de Commerce industriel, par HOUDEST. 2 vol. 20 fr.
Cours de Comptabilité commerciale appliquée aux entreprises, par JAYOT. 15 fr.
L'Industrie des Travaux publics, par DUFOUR. 3 fr. 50
Cours d'Organisation générale d'une entreprise de Travaux publics, par POULAIN. 15 fr.
Cours de finance et Comptabilité dans l'Industrie, par JULHET. 30 fr.
Les Entreprises Industrielles, fondation et direction, par André LIESSE. 3 fr. 50
Cours de Droit commercial et Introduction à la pratique des affaires, par MASSÉ. 12 fr. 50
Le chèque postal, par Félix POUPOU. 10 fr.
Clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs, par GEORGIN. 12 fr. 50

BÉTON ARMÉ

- par le Lieutenant-Colonel ESPITALIER.
Précis pour le calcul des ouvrages en béton armé. 8 fr.
Cours de Béton armé. *Livre I* : Procédés généraux de construction. 18 fr.
Livre II : Applications. 22 fr.

BÂTIMENTS.

ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS

- Construction et Installation des Bâtiments agricoles, par le Lieutenant-Colonel ESPITALIER et PRÉVOT. 20 fr.
Construction des Usines et Établissements industriels, par le Lieutenant-Colonel ESPITALIER. 25 fr.

MÉCANIQUE ET MACHINES AUTOMOBILE. AVIATION

- Cours de Résistance des matériaux appliquée aux machines, par Georges BAYLE. 30 fr.
Cours de Moteurs à gaz, par LACON. 3 vol. 30 fr.
Cours d'Aviation. *Appareils d'aviation et propulseurs*, par le Lieutenant-Colonel ESPITALIER. 10 fr.
Les Moteurs d'aéronautique, par MARCOTTE (en impression).
Cours d'Automobiles, par RIDET. *Livre I* : Moteurs. 20 fr. *Livre II* : Voitures. 20 fr.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

- Installations à haute tension, par PARRAF. 25 fr.
Construction de Machines électriques, par CASTANIER. 2 vol. et 1 atlas. 40 fr.
Cours de traction électrique : *Livre I* : Systèmes de traction. Matériel roulant. Moteurs. Equipements, par René MARTIN, avec atlas. 65 fr.
Livre II : Voie électrique et *Livre III* : Mouvements des trains sur les voies ferrées, par JANIN (en réimpression).

- Cours de Mesures électriques, par Eug. VIGNERON. *Livre I* : Essais de laboratoires. 25 fr.
Livre II : Essais de Machines (en impression).

- Cours d'éclairage élect., par RUAT. 8 fr.

MÉTALLURGIE.

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

- Cours de métallurgie, par le Général GAGES. *Livre I* : La Fonte. *Livre II* : Elaboration des fers et des aciers. *Livre III* : Travail du fer et de l'acier. *Livre IV* : Essais mécaniques des fers et des aciers. *Livre V* : Métallurgie des alliages métalliques et des métaux autres que le fer. Les 5 vol. 100 fr.
Standardisation, par le G^{ral} GAGES. 25 fr.

HYDRAULIQUE ET FORCES HYDRAULIQUES

- Barrages, par BONNET. 30 fr. — Epuration des eaux et assainissement, par DIENERT. 20 fr. — Moteurs hydrauliques, par MILANDRE. 20 fr. — Aménagement des Cours d'eau en vue de la production de l'énergie électrique, par LEVY SALVADOR. 22 fr. 50
Formation, entretien et aménagement des cours d'eau, par le même. 15 fr.

TRAVAUX MARITIMES

- Cours de Travaux maritimes, par BÉNÉZET. 3 vol. 60 fr.

CHEMINS DE FER

- Chemins de fer à crémaillère, funiculaires et transports aériens, par LEVY LAMBERT. 8 fr.
Notice sur les enclenchements, par M. R. ALLEGRET. 5 fr.

DROIT. LÉGISLATION

- Législation du travail et prévoyance sociale, par MASSÉ et BOVIER-LAPIERRE. 20 fr.
Législation du travail et notion de législation ouvrière et industrielle, par BERTHIOT. 35 fr.
Notions élémentaires de Droit civil, par Ch. GEORGIN. 25 fr.

DIVERS

- Cours de Meunerie, par MILANDRE. 12 fr.
Cours de Travaux publics aux Colonies, par HARDEL. 6 fr.
Les Murs de soutènement, par Ch. Aubry. 10 fr.
Règlement du 8 janvier 1945, du Ministère des Travaux publics, pour le calcul et les épreuves des ponts métalliques, par MATRIEU. 3 fr.
Vocabulaire technique français-allemand, par DEMOLLIENS. 4 fr. 50
Pour devenir Ingénieur, par le Lieutenant-Colonel ESPITALIER. 3 fr.
Évolution des Industries qui transforment les produits agricoles, par L. LEBDET. 3 fr. 50
Formulaire mathématique et technique. 3 fr. 50

Majoration temporaire de 20% sur les prix marqués. — Pour plus de détails, consulter le catalogue général envoyé franco sur demande.