

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
	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
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	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 sur les industries chimiques faite le 28 mars 1920
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, 12 [11]
Collation	1 vol. (46 p.) ; 19 cm
Nombre de vues	52
Cote	CNAM-BIB 12 Ky 48 (11)
Sujet(s)	Guerre mondiale (1914-1918) -- France Guerre mondiale (1914-1918) -- Influence Industries chimiques -- 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/125317719
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?12KY48.11

12 147 100
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 sur

LES

INDUSTRIES CHIMIQUES

Faite le 28 Mars 1920

PAR

M. E. FLEURENT

Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.



PARIS

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

3 bis, rue Thénard (V*)

—
TOUS DROITS RÉSERVÉS

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

292, rue Saint-Martin, Paris (3°).

Le Conservatoire national des Arts et Métiers comprend :

1° 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° 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° 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° 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° 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.

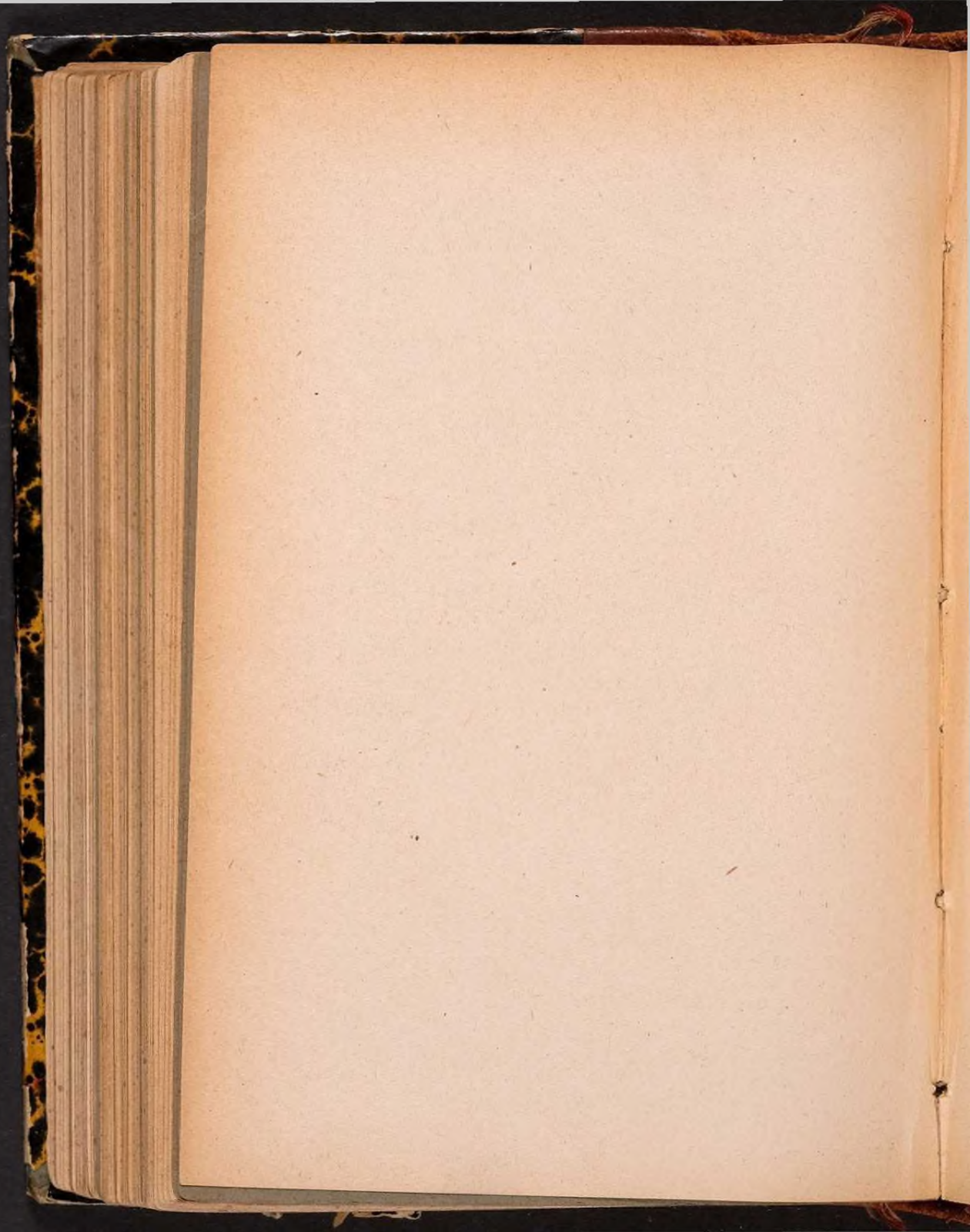
6° Un **musée de prévention des accidents du travail et d'hygiène industrielle** qui constitue une exposition permanente des appareils protecteurs et des dispositifs de sécurité et d'hygiène industrielle les plus pratiques et les plus perfectionnés.

7° 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

LES INDUSTRIES CHIMIQUES



12° Ky 48 (11)

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

Conférence sur

LES

INDUSTRIES CHIMIQUES

Faite le 28 Mars 1920

PAR

M. E. FLEURENT

Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers



LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

3 bis, Rue Thénard, PARIS, V°

1920

TOUS DROITS RÉSERVÉS

Mesdames, Messieurs,

Divers conférenciers qui m'ont précédé vous ont déjà parlé des efforts que la chimie a dû faire, au point de vue des applications industrielles, non seulement pour suivre nos adversaires dans la voie barbare où il leur a plu de placer la guerre, mais aussi pour fournir à nos vaillants défenseurs tous les moyens de combat qui devaient finalement enchaîner la victoire à nos drapeaux.

En vous parlant de la fabrication des poudres et des explosifs, des gaz de combat, mes éminents collègues vous ont surtout fait voir le rôle que la chimie peut jouer lorsqu'aujourd'hui, par tous les moyens dont elle dispose, elle se met au service de la défense nationale. C'est là le rôle brutal de la science moderne; c'est aussi un rôle paradoxal, puisqu'il bâtit l'avenir d'une nation, non sur la création, mais sur la destruction. Il sera malheureusement nécessaire de ne pas le perdre de vue tant que les rapports des peuples ne seront pas uniquement basés sur le respect mutuel de la liberté et tant qu'il restera en Europe une Allemagne qui professera « que la force crée le droit et que le succès innocent le crime ».

La description que j'ai à vous faire du rôle de la chimie au cours de la guerre correspond à une tout autre conception. Lorsqu'après la victoire de la Marne en septembre 1914, lorsqu'après ce qu'on a appelé ensuite la course à la mer, il apparut aux esprits clairvoyants que la guerre serait longue et que le génie industriel de chaque adversaire allait devenir le pivot de la lutte des armées, on dut immédiatement reconnaître que si le front de guerre était fixé à une ligne bien déterminée, il en existait à l'arrière un autre qui était à la fois partout et nulle part, constitué par une nation qui se nourrit, s'habille, se loge, vit en un mot, avec des besoins et des habitudes que la bataille ne fait pas disparaître. On dut même s'apercevoir de suite que c'est lui qui soutient l'avant, au matériel comme au moral et que, par suite, s'il y avait lieu de développer rapidement et intensivement les fabrications militaires, il y avait des raisons non moins pressantes de songer à maintenir en même temps, dans tous ses domaines, l'activité de cet arrière, c'est-à-dire celle du pays. C'était malheureusement, dans la conception d'une guerre courte, un point de vue qui avait été oublié. Et sa considération allait, en un instant, faire apparaître aux yeux du peuple français, deux vérités auxquelles il n'avait jusqu'ici accordé qu'une importance secondaire ; la première est qu'il y a des industries indispensables à la vie et à l'indépendance d'une nation et la seconde est qu'au premier rang de celles-ci sont placées les industries chimiques.

Il est facile, en effet, de montrer qu'il n'existe pas, pour ainsi dire, d'actes de la vie des hommes

et des peuples dans lesquels la chimie n'intervienne. Il suffit pour cela de considérer leurs besoins journaliers les plus immédiats.

Les aliments végétaux que l'homme utilise directement ou indirectement ont leur production basée sur des données biologiques dont la chimie établit sans cesse les meilleures conditions. En l'espèce, par exemple, la vie de la plante, la détermination des engrais favorables à son évolution, la fabrication de ces engrais, la préparation des produits anticryptogamiques relèvent essentiellement du domaine de cette science.

D'autre part, lorsqu'il s'agit d'extraire des produits du sol les matières nutritives ou d'applications industrielles qu'ils renferment et qui ne peuvent être utilisées à l'état brut, comme le sucre, les féculs et amidons, les liquides fermentescibles, les extraits tinctoriaux et tannants, le caoutchouc, les fibres papetières, etc... c'est aussi à des produits chimiques qu'il faut faire appel.

Enfin, toutes les substances végétales ou animales alimentaires ou autres que, pour des raisons diverses, il y a lieu de protéger contre les altérations et de conserver sont encore soumises à des manipulations réglées, pour la presque totalité, par les connaissances chimiques.

Si nous quittons ce domaine pour considérer les industries du vêtement, nous verrons que les principales opérations qui les accompagnent, libération des fibres textiles des matières premières qui les renferment, blanchiment de ces fibres, teinture, apprêtage, transformation des peaux en cuirs divers, ne sauraient avoir lieu sans que la chimie

intervienne soit directement, soit au moyen des produits qu'elle a permis de fabriquer.

Et si, en dernier lieu, nous portons notre attention sur les matériaux les plus divers dont nos habitations sont faites ou qui nous en rendent l'intérieur agréable, nous verrons immédiatement que ces matériaux, métaux variés, plâtre, ciment et chaux, peintures et vernis, verres et cristaux, bois, étoffes, etc. ont été libérés de leur gangue ou apprêtés pour leur usage par des manipulations basées principalement sur des réactions chimiques.

Et l'homme n'a pas tout fait, lorsque, en assurant sa nourriture, son vêtement et son logement, il s'est armé pour résister aux vicissitudes que la nature lui oppose; il lui faut encore faciliter sa vie domestique et se maintenir en garde et lutter contre la maladie. Et comment le ferait-il s'il n'avait pour l'y aider les multiples produits que la chimie prépare journellement et qui assurent ou embellissent le sort du plus grand nombre?

Et ainsi, on le voit, une nation, à toute son existence rattachée à des actes ou à l'édification des industries que la chimie contrôle. Sans ces dernières, toutes les manufactures qui, par les transformations qu'elles opèrent, répondent aux besoins que nous venons d'énumérer et assurent en même temps la richesse commerciale de la collectivité, manquent des produits nécessaires à leur fonctionnement.

Et ce n'est pas seulement à des besoins pacifiques que répondent les industries de produits chimiques. Toutes les substances que la guerre moderne utilise à la défense du sol national, poudres, explosifs

divers, gaz lacrymogènes ou toxiques, font eux-mêmes partie de cette catégorie de produits.

De sorte qu'une conclusion s'impose à la suite de ce rapide examen : c'est que l'industrie chimique est ce que les Anglais ont appelé les premiers une industrie clef. Tout peuple qui ne la possède pas ou ne la possède que d'une façon insuffisante est placé dans une position inférieure par rapport à ses concurrents mieux outillés : en temps de paix, il doit supporter de ce fait des prix onéreux pour ses propres fabrications et si la guerre survient, il paie de sacrifices terribles — si toutefois il ne succombe pas — son imprévoyance à cet égard. Or, c'était là notre lot au mois d'août 1914.

Nous entrerons tout à l'heure dans quelques détails à ce sujet, mais vous en connaissez déjà les résultats. Si nous avions une industrie chimique minérale assez prospère, elle était cependant sur bien des points insuffisante et présentait sur d'autres des lacunes importantes. Mais le plus grave était que notre industrie de synthèse organique, celle qui, ayant pour origine, d'une part les carbures de la série grasse, d'autre part les carbures de la série aromatique extraits du goudron de houille, aboutit par la voie de combinaisons variées à de multiples produits utiles dont les plus connus sont les matières colorantes, les produits pharmaceutiques, les révélateurs photographiques et les matières premières des parfums artificiels, était à peu près totalement inexistante en France.

L'Allemagne au contraire, pour toutes ces productions, était puissamment organisée. Elle exportait annuellement pour près de 800 millions de

francs de produits chimiques divers. Notamment, plus de 300 millions de francs de capitaux étaient engagés dans ses industries de chimie organique, ce qui lui permettait d'exporter pour près de 300 millions de matières colorantes, 30 millions de parfums artificiels et 80 millions de produits pharmaceutiques. Depuis le début de l'année 1913, elle avait, de plus, résolu industriellement le problème de la fixation de l'azote atmosphérique à l'état d'ammoniaque synthétique et la transformation de celle-ci en engrais azotés aussi bien qu'en acide nitrique nécessaire à la fabrication des explosifs.

Comme d'ailleurs toutes les autres nations en guerre, nous étions les tributaires de ses industries chimiques. La fermeture de la frontière allait donc avoir pour nous deux conséquences terribles.

La première était d'ordre militaire. Au lendemain de la première bataille de la Marne, il restait dans nos poudreries environ 1 800 tonnes de mélinite. Et nous étions outillés pour en faire quatre tonnes par jour, avec du phénol allemand. Et le commandement français allait porter peu à peu son programme de besoins à 1 200 tonnes journalières d'explosifs variés. Ne possédant pas d'industrie utilisant les dérivés du goudron de houille qui, vous le savez, sont la matière première des explosifs, nous étions donc dépourvus non seulement de moyens de défense, mais des moyens nécessaires à son organisation immédiate.

D'autre part, comme je vous l'ai indiqué tout à l'heure, presque toutes les industries nécessaires à la vie et à l'entretien de la richesse de la nation ayant un besoin indispensable de produits chi-

miques, le manque absolu de ces produits allait les condamner à l'arrêt, ce qui devait correspondre rapidement à une déchéance matérielle et morale de la nation qui pouvait avoir, sur la conduite et l'issue de la lutte, les conséquences les plus funestes.

C'est donc sur la carte de l'établissement rapide des industries qui nous manquaient que s'est joué notre sort. Fabrication de matières premières, outillage de transformation, technique, etc... il a fallu tout créer et cela en face d'un ennemi qui possédait toutes sortes d'installations qu'il pouvait utiliser et développer à son aise, aussi bien qu'un personnel technique supérieur et secondaire habitué à les manier.

Heureusement, l'instinct de la conservation a réveillé les énergies et la race française a montré ce qu'elle peut faire lorsque, avec discipline, elle tend ses efforts vers un but nettement déterminé.

Le résultat est que la guerre nous a fait assister à une régénération de notre industrie des produits chimiques. Pour les besoins militaires, cette régénération a fourni les moyens de rendre à l'ennemi coup pour coup et finalement de le dominer. En même temps, un grand nombre de besoins civils ont pu recevoir satisfaction. Beaucoup d'autres qu'il fallait, par contre, sacrifier momentanément aux exigences de la lutte, n'ont reçu que des solutions incomplètes.

De toute cette chimie de guerre, il faut faire maintenant une chimie de paix, d'une part en maintenant et développant au besoin ce qui a été fait, d'autre part en comblant les lacunes qui apparaissent encore.

Cela est indispensable pour deux raisons. La

première est qu'un nouveau conflit, toujours possible, doit nous trouver prêts à défendre, sur tous les terrains notre indépendance. Les miracles ne se recommencent pas deux fois.

La seconde est que si la guerre est close sur le terrain militaire, elle ne fait que commencer sur le terrain économique. Or je vous faisais remarquer en débutant que les industries de produits chimiques sont à la base de toutes les autres. Si donc nous voulons avoir une industrie générale prospère, créatrice de richesse, capable par ses prix de revient d'alimenter notre marché intérieur à des prix raisonnables et d'améliorer la valeur de notre monnaie par de larges exportations, il est indispensable que nous possédions une industrie chimique, non pas fragmentaire comme c'était le cas avant la guerre, mais dont tous les compartiments soient remplis et s'aident mutuellement à prospérer, ainsi que cela existe en Allemagne.

Je voudrais vous montrer que cela est possible maintenant en examinant la situation non pas dans tous ses détails — ce qui n'est d'ailleurs pas nécessaire et nous entraînerait trop loin — mais dans ses rapports avec toutes les productions qui assurent d'abord l'indépendance d'une nation et lui permettent d'autre part de tirer parti de toutes les richesses naturelles et de toutes les puissances de travail qui sont à sa disposition.

Pour cette étude nous diviserons les industries de produits chimiques en deux grandes catégories : 1° l'industrie des produits chimiques minéraux ; 2° l'industrie des produits chimiques organiques et nous les examinerons successivement.

L'industrie des produits chimiques minéraux est la pierre angulaire de toutes les autres. Elle a pour but d'abord la production des matières de gros tonnage et de valeur relativement faible qui sont les auxiliaires d'une part, de la fabrication des produits chimiques organiques, d'autre part, de toutes les grandes industries qui transforment en produits ouvrés les matières premières végétales et animales, et dont les petits métiers, comme la vie domestique journalière ne peuvent pas non plus se passer.

C'est elle, en second lieu, qui est chargée de fournir à l'agriculture les principes fertilisants dont elle a besoin et qu'on désigne sous le nom d'engrais chimiques. Elle est donc, en même temps, l'auxiliaire indispensable à notre prospérité agricole.

Les produits chimiques que cette industrie élabore peuvent être rangés en quatre grandes catégories principales :

1° Les acides sulfurique, chlorhydrique ou muriatique, nitrique ou azotique ;

2° Les bases dont les plus importantes sont :

a) La soude et ses sels, notamment le sulfate et le carbonate, tous ayant comme origine le chlorure de sodium, le sel extrait des profondeurs du sol ou des eaux de la mer, dont le traitement fournit en outre le chlore et ses dérivés : hypochlorites et chlorures décolorants qui jouent un si grand rôle dans les industries du blanchiment et comme désinfectants, les chlorates qui sont des explosifs ou des réactifs oxydants très employés.

b) L'ammoniaque (alcali volatil) et ses dérivés

salins dont le sulfate est un de nos principaux engrais azotés.

c) La potasse et ses sels, dont les emplois industriels ou agricoles sont des plus importants.

3° Les sels que les acides peuvent former non seulement avec les bases alcalines, soude, potasse et ammoniacque que nous venons d'énumérer, mais aussi avec les autres métaux et dont les plus usuels : sulfates de cuivre, de fer, de zinc, sulfate d'alumine et aluns, nitrates d'ammoniacque, de chaux, de soude, de potasse, rendent tant de services soit dans les usages industriels et agricoles, soit dans certains usages domestiques.

4° Les engrais chimiques artificiels dont les trois catégories suivantes correspondent aux trois sortes de restitution des principes fertilisants qu'il faut faire au sol si on veut lui faire produire régulièrement des récoltes abondantes :

a) engrais phosphatés

b) engrais azotés, nitrés et ammoniacaux

c) engrais potassiques.

Quel était le mouvement général de ces principaux produits à la veille de la guerre? Il est inscrit en tonnes, dans le tableau suivant pour l'année 1913.

	Production.	Importations.	Exportations.
Acide sulfurique à 53° .	1 160 000	9 900	4 148
Acide chlorhydrique à 20°	125 à 150 000	2 902	1 775
Acide azotique à 36° . .	21 000	826	2 132
Sel	1 282 000	33 000	174 515
Carbonate de soude . .	340 000	—	82 333
Chlore liquide.	0	260	—
Chlorures décolorants .	50 000	11	11 359
Chlorates	15 920	9	1 735
Brome.	0	80	—

	Production.	Importations.	Exportations.
Iode.	80	23	4
Sulfate de cuivre . . .	40 000	18 986	4 674
Sulfate de zinc	600	191	81
Sulfate d'alum. et aluns.	4 000	265	467
Chromates et bichro- mates.	0	2 920	11
Couleurs minérales . .	150 000	37 000	47 000
Carbure de calcium . .	32 000	3 700	7 964

De ce tableau nous pouvons tirer les enseignements suivants :

Si nous considérons les gros produits, qui sont les produits fondamentaux parce qu'ils sont de nécessité absolue, non seulement pour les industries chimiques elles-mêmes qui en ont besoin pour fabriquer toutes sortes de dérivés, mais aussi pour presque toutes les industries de transformation : acides sulfurique, chlorydrique et nitrique, chlorure de sodium et carbonate de soude, chlorures décolorants et chlorates, sulfate d'alumine et aluns, couleurs minérales, carbure de calcium, nous devons reconnaître que leur production suffisait largement à notre consommation, puisque, dans le plus grand nombre des cas, nous étions d'importants exportateurs.

Pour d'autres dont l'importance est loin d'être négligeable, nous devons, au contraire faire appel à l'étranger pour une grande partie de nos besoins. Il en était ainsi pour l'iode, le sulfate de zinc et surtout pour le sulfate de cuivre qui nous est si nécessaire pour certaines opérations industrielles, en teinture par exemple, et surtout pour le traitement des maladies de la vigne.

Enfin on remarque des lacunes absolues : a) pour

le chlore liquide qui, outre son emploi à la préparation des chlorures d'étain par désétamage, des chlorures de soufre et de phosphore, est l'auxiliaire indispensable de la préparation des produits intermédiaires des industries de synthèse organique.

b) Pour le brome destiné à la préparation des bromures pharmaceutiques et de certaines catégories de couleurs d'aniline;

c) Pour les chromates et bichromates qui jouent aujourd'hui dans les opérations de tannage dit au chrome un rôle prépondérant.

Pour ces derniers produits nous étions tributaires de l'Allemagne pour le chlore liquide et le brome, de l'Allemagne et de l'Angleterre pour les sels de chrome.

Quelle était de même, pour les engrais chimiques, l'état de notre consommation générale en 1913? Elle est inscrite, en tonnes, dans le tableau ci-dessous :

		Production.	Importations.	Exportations.
Sels de potasse.	Salin de Giraud . . .	600	139 000 tonnes de sels divers.	—
	— de betteraves . .	11 à 12 000		
	Suint de mouton . .	5 à 6 000		
	Industrie de l'iode . .	2 000		
Engrais azotés.	Nitrate de soude . .	Néant.	290 000	1 733
	Sulfate d'ammoniaque.	75 000	21 800	
	Crude ammoniac. . .	7 500	5 500	
	Cyanamide.	7 500	500	
	Engrais animaux. . .	47 000	53 000	
Engrais phosphatés.	Phosphate de chaux. { France . .	335 000	155 000	145 520
	{ Algérie. .	461 030		
	{ Tunisie .	2 284 678		
	Total	3 080 708		
	Superphosphates . .	1 920 000	100 822	
	Scories de déphosphoration	735 000	58 000	400 000

L'examen de ce tableau nous conduit à des conclusions très nettes.

Notre production en sels de potasse était absolument déficitaire et il en était de même de celle des engrais azotés. Pour ces derniers, en particulier, si cela n'avait rien de surprenant pour le nitrate de soude qui provenait en entier des mines du Chili qui n'ont pas de similaires en France, l'infériorité de notre production en sulfate d'ammoniaque d'une part, en cyanamide, d'autre part, était — pour le premier surtout — une grosse erreur technique et économique ainsi que nous le verrons plus loin.

Par contre, nous partagions avec l'Amérique, le monopole de la production des phosphates naturels par suite de la puissance des gisements de Tunisie et d'Algérie, ce qui explique la supériorité de notre industrie de superphosphates qui consommait près des neuf dixièmes de l'acide sulfurique fabriqué. Cela explique moins par exemple pourquoi, malgré cet avantage, notre agriculture occupait le dernier rang, parmi toutes les nations, pour la consommation de ces engrais, comme de tous les autres d'ailleurs.

Au total, notre grande industrie chimique minérale se présentait, à la veille de la guerre, dans une excellente situation sous de nombreux côtés; mais pour certaines fabrications importantes, il fallut constater son insuffisance, soit que ces fabrications manquassent complètement, soit que leur production accusât un déficit que la nécessité allait forcer de combler rapidement. Nous y reviendrons tout à l'heure.

Parlons maintenant de nos industries de produits chimiques organiques. Ici nous pourrions faire tout d'abord une constatation heureuse. Une première série était, en effet, favorablement influencée par l'existence, sur notre sol, d'une certaine abondance de matières premières, ou par la faculté que nous possédons de marquer de notre empreinte la qualité de certains produits. Le tableau ci-dessous, qui se rapporte encore à l'année 1913, rend compte, en tonnes, de cette constatation.

	Production.	Importa- tions.-	Exporta- tions.
Essence de térébenthine	25 000	101	9 764
Résine.	85 000	890	40 900
Vernis à l'alcool	23 400	32	108
Vernis gras	10 000	1 710	1 543
Méthylène (en hectolitres)	26 000	28 400	1 210
Acide acétique (acétate de chaux).	8 900	179	315
Charbon de bois	48 000	3 900	32 600
Acide tartrique	9 à 12 000	501	1 215
Tartre brut		1 420	8 500
Extraits tinctoriaux	11 000	22	2 400
Extraits tannants (châtaignier et quebracho ¹		6 030	102 500
Savons	360 000	3 000	36 000
Glycérine	14 à 16 000	474	7 610
Colles et gélatines	18 000	240	8 100

Ce tableau montre en effet que pour tous ces produits, sauf pour le méthylène, notre production, dans presque tous les cas, était telle que nous pou-

1. On travaille annuellement 450 000 tonnes de bois français (châtaignier surtout) et 35 à 40 000 tonnes de bois de Quebracho importé de la République Argentine.

vions couvrir de larges besoins étrangers et fournir en même temps, à l'intérieur, à l'économie domestique et aux arts et métiers divers, producteurs de travail et de richesse, des matières premières indispensables.

Mais si on considère la première classe des dérivés de la chimie organique, ceux de la série grasse dont la préparation a comme origine les hydrocarbures saturés, éthyléniques, acétyléniques, etc., dérivés dont la fabrication relève surtout des réactions de synthèse pure, comme les acides formique, oxalique, lactique, les dérivés alcalins de l'acide cyanhydrique, etc., il faut reconnaître que dans cette voie, malgré des essais intéressants, nous étions tributaires de l'étranger et surtout de l'Allemagne.

Cependant, ce tribut n'est rien à côté de celui que nous payions à cette puissance pour les produits de synthèse qui se rattachent à la série dite aromatique et qui tirent leur origine des hydrocarbures extraits du goudron de houille, benzine, toluène, xylène, naphthaline et anthracène.

A l'aide de ces derniers, et par le passage à travers toute une série de produits intermédiaires, dont la préparation utilise à la fois les produits de la grande industrie chimique minérale, certains produits organiques d'origine naturelle et d'autres préparés artificiellement, on livre à la consommation quatre grandes classes de dérivés connus sous les noms génériques de : 1^o Matières colorantes artificielles ; 2^o Produits pharmaceutiques ; 3^o Révélateurs photographiques, et 4^o Parfums artificiels.

L'industrie de la distillation de la houille s'exerce

pour l'obtention de deux produits : 1° Le gaz d'éclairage et de chauffage qui laisse comme sous-produits le coke pour les usages domestiques et le goudron que, dans ce cas et afin de purifier le gaz, on est forcé de recueillir, de même que les eaux ammoniacales; 2° Le coke dur et compact destiné aux opérations métallurgiques dont l'obtention peut se faire sans qu'il en résulte forcément une condensation simultanée des produits volatils.

L'industrie du coke, avec récupération des goudrons est d'origine française. C'est la Société Knab qui installa en 1854, à la barrière d'Italie, le premier four à coke avec récupération. La distillation des goudrons, avec séparation des hydrocarbures qu'ils renferment est due également — de 1856 à 1866 — à des chimistes et industriels français : Pelouze, Dalsace et Coupier. A cette époque, c'était la France qui fournissait à l'Allemagne une grande partie de ses matières premières pour son industrie naissante des couleurs.

Enfin, c'est à des chimistes français que sont dus de 1859 à 1875 les principales découvertes et les applications industrielles concernant la fabrication des couleurs d'aniline. Notamment, la fuchsine était fabriquée par Verguin à Lyon dès 1859. Les bleus de Lyon, de Girard et de Laire, datent de 1861; les violet, vert et bleu de Laüth sont de 1866 et c'est en 1875 qu'à l'usine Poirier et Dalsace à Saint-Denis, Roussin introduisait la préparation des premiers colorants azoïques dont, grâce à l'absence de législation internationale des brevets, l'Allemagne allait tirer un si grand profit.

L'industrie des dérivés du goudron de houille est

donc à l'origine marquée totalement de l'empreinte du génie français. Comment se fait-il qu'elle ait généralement émigré chez nos voisins? C'est là un sujet que j'ai traité en détail au cours des Conférences de guerre du Conservatoire¹ et qu'il m'est impossible d'envisager aujourd'hui pleinement. Je me contenterai d'en énumérer les causes principales qui sont les suivantes :

1° Le grand développement pris en Allemagne au cours du XIX^e siècle par l'enseignement technique général, et particulièrement par l'enseignement de la chimie, enseignement qui, de la base au sommet, a formé pour les industriels tout un vaste ensemble de collaborateurs;

2° L'intelligence avec laquelle ces collaborateurs ont été utilisés pour donner une forme industrielle à toutes les découvertes de laboratoire et en même temps pour multiplier ces dernières par l'organisation systématique de la recherche scientifique;

3° L'esprit d'entreprise avec lequel les industriels allemands ont utilisé cette collaboration scientifique, non seulement pour perfectionner et développer les fabrications existantes, mais pour s'attaquer à tous les problèmes nouveaux pour la solution desquels ils ont mobilisé, avec une audace inconnue jusqu'ici, des capitaux énormes que leurs établissements de crédit — contrairement aux nôtres qui se contentaient d'exporter notre argent — ont mis avec confiance à leur disposition.

Je vous ai indiqué, au début de cette conférence la grandeur des capitaux engagés par les Allemands,

1. Librairie Berger-Levrault, 5 et 7, rue des Beaux-Arts, Paris.

dans les industries chimiques organiques, comme conséquence de cette vaste conception. Le résultat en fut qu'appliquant à la production totale de 39 millions de tonnes de coke les procédés les plus perfectionnés de récupération — lavage des gaz surtout — ils avaient à leur disposition comme matières premières, 300 000 tonnes de benzol brut, 100 000 tonnes de naphthaline et 10 000 tonnes d'anthracène, sans compter 550 000 tonnes de sulfate d'ammoniaque pour l'agriculture; de là, fabrication de toutes les variétés de produits synthétiques, dont par exemple plus de 300 000 tonnes de matières colorantes, qui non seulement s'écoulaient en grande partie dans le monde entier, mais entraînaient par répercussion le développement de toutes les autres branches de l'industrie chimique.

Notre situation était malheureusement toute différente. A la suite d'une première campagne menée à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900, nos industriels avaient fait un effort à la suite duquel on vit nos exportations de produits chimiques passer de 300 millions à 632 millions de francs en 1913. Mais cet effort avait porté uniquement sur l'industrie minérale et sur celles pour l'exercice desquelles je vous ai montré tout à l'heure notre position naturellement favorable. D'autre part, pendant la même période, nos importations avaient plus que doublé — 300 millions à 665 millions — et pour tous les produits organiques l'emprise allemande s'accroissait sans cesse. Seule l'industrie des parfums synthétiques, favorisée encore ici par l'aide que la production des parfums naturels de la Provence apporte au commerce

général de la parfumerie, avait pris un certain essor, mais limité lui-même par la nécessité de se procurer en Allemagne les produits intermédiaires dérivés du goudron dont elle possédait le monopole.

Quelques chiffres fixeront notre situation en 1914. Nous produisions environ au total 7 400 000 tonnes de coke et nous devions en importer près de 3 millions de tonnes. Mais sur 4 265 fours à coke métallurgique en exploitation, la récupération — presque toujours sans lavage des gaz — s'adressait seulement à 2 340, soit à environ 50 p. 100. Nous ne produisions ainsi que 17 500 tonnes de benzols, 7 500 tonnes de naphthaline et 750 tonnes d'anthracène, dont nous ne faisons d'ailleurs, au point de vue qui nous occupe, à peu près aucun emploi. Autre conséquence : production de 59 800 tonnes de sulfate d'ammoniaque, quantité bien insuffisante pour les besoins de l'agriculture.

Pour les produits organiques de synthèse, l'Allemagne en totalité, était donc maîtresse de notre marché. En particulier elle nous fournissait, soit de l'intérieur, soit au moyen des usines qu'elle avait installées en France, près de 8 000 tonnes de matières colorantes.

Cette dépendance allait créer pour nous, avec la fermeture de la frontière et la tournure que la guerre allait prendre rapidement, une alternative terrible. D'une part, en effet, nos industries les plus importantes, industries des tissus, des cuirs, des papiers, des fleurs et plumes, et industries chimiques diverses, etc... privées de matières premières allaient être obligées de fermer leurs portes; d'autre part et

du même coup un danger très grave allait menacer notre régime hygiénique par le manque des dérivés pharmaceutiques. Mais, situation immédiate plus grave, privés d'usines et de matières premières, nous étions dans l'incapacité de répondre aux besoins en explosifs des armées chargées de la défense de notre sol. Et cela en présence d'un adversaire riche en moyens de toutes sortes qu'il n'avait qu'à utiliser et à développer.

C'est donc bien — comme je l'ai dit en commençant — sur la carte de l'établissement rapide des industries qui nous manquaient que s'est joué notre sort. Et il a fallu en même temps songer à tout, aux besoins civils comme aux besoins militaires, car on devait maintenir à tout prix la résistance morale de la nation et pour cela lui continuer, pour les satisfactions indispensables, une existence aussi rapprochée que possible de la normale.

Les réalisations d'ensemble destinées à mettre nos industries chimiques au niveau de toutes ses exigences durent donc être envisagées en même temps. Et ce qui nous avait échappé jusque-là apparut alors avec évidence, c'est que l'industrie du temps de paix se confond avec l'industrie du temps de guerre, et que l'on ne peut pas sacrifier la première sans porter à la seconde un coup fatal qui se répercute immédiatement sur le sort du pays. Certes du premier coup d'œil, il résulta d'abord que l'industrie des dérivés du goudron de houille était la lacune la plus importante puisqu'elle a un rapport direct avec la fabrication des explosifs, mais on vit en même temps que celle-ci ne peut pas travailler sans le concours des autres, de la

grande industrie minérale surtout, qui lui fournit toutes sortes de réactifs indispensables. C'est ce qui conduisit à conclure que, si prospère qu'elle était, celle-ci devait elle-même recevoir, soit des développements importants, soit des additions nouvelles, sans lesquels le résultat victorieux qui s'imposait ne pourrait être obtenu.

C'est la réalisation du programme ainsi conçu qui a été entreprise. A quelle situation nous a-t-elle conduits? C'est ce que je voudrais examiner maintenant, non pas en entrant dans tous ses détails, mais en retenant seulement la position des grands facteurs qui agissent sur la puissance de l'industrie chimique considérée sous son aspect général, puissance qui, nous le savons maintenant, a une répercussion heureuse sur l'ensemble de la productivité nationale.

Tout d'abord, l'industrie des acides minéraux a reçu un développement sérieux. La capacité de production de l'acide sulfurique à 53° a passé à 2 250 000 tonnes — le double du chiffre de 1913 — et les installations permettent d'en concentrer 1 200 000 tonnes au lieu de 58 000 avant la guerre. Cette production ne se heurtera d'ailleurs à aucune difficulté, car indépendamment des pyrites que la France produit, les mines d'Espagne, sur lesquelles nous exerçons un certain contrôle, pourront facilement nous alimenter. C'est plutôt du côté de l'utilisation que le problème se pose et j'en dirai un mot dans un instant. Quant à l'acide fumant, à l'oléum comme on l'appelle, dont les procédés de nitration ne peuvent pas se passer, la production actuelle peut atteindre 350 000 tonnes au lieu de

6 000 en 1914, quantité bien supérieure à celle dont nous aurons jamais besoin en temps de paix.

Dès 1917, notre production en acide nitrique par le nitrate s'élevait à 325 000 tonnes à 48° au lieu de 21 000 tonnes. C'est une quantité bien supérieure à la consommation qui deviendra nécessaire, surtout si on tient compte des installations de fabrication synthétique dont je parlerai tout à l'heure.

Vous avez pu constater précédemment quel était l'état d'avancement, en 1913, de notre industrie soudière qui a comme base la production du sel. Nous étions en effet à la fois exportateurs de sel et de carbonate de soude. La rentrée de la Lorraine au sein de la nation, avec les mines de chlorure de sodium et les usines qui s'y rattachent dans le bassin de Dieuze et de Sarralbe, favorise encore cette situation. Notre production de sel s'augmente encore de ce fait — et sans tenir compte du chlorure de sodium qui accompagne la potasse d'Alsace — de 300 000 tonnes environ dont 200 000 tonnes servaient à la fabrication du sel de soude.

Il n'y a donc pas à craindre de voir, dans l'avenir, soit nos industries secondaires de produits chimiques, soit nos grandes industries de transformation, pas plus que les petits métiers et les usages domestiques manquer des produits indispensables que leur prépare la grande industrie chimique minérale. Celle-ci plus que jamais peut répondre à tous leurs besoins.

En particulier l'industrie des sels, sulfates, chlorures et nitrates, se trouve du même coup favorisée par une alimentation plus importante en

acides et je n'y insisterais pas si je ne voulais signaler l'effort fait pour la production du sulfate de cuivre qui, à côté de ses usages industriels et hygiéniques, est consommé pour 40 000 tonnes par la viticulture française et 6 000 tonnes environ par la viticulture algérienne. Notre production d'avant guerre était d'environ 40 000 tonnes pour une consommation totale voisine de 50 000 tonnes. Il fallait demander la différence à l'importation anglaise et celle-ci s'était encore augmentée à la suite de l'abaissement, par la loi douanière de 1910 et malgré mes efforts comme rapporteur de cette loi à la Chambre des députés, du droit qui protégeait la fabrication nationale. Cet abaissement — qui correspondait en fait à la suppression du droit protecteur — avait amené la fermeture de la plupart des ateliers de préparation de sorte que, au cours de la guerre, de même que l'agriculture fut privée d'engrais, elle se trouva manquer en même temps de sulfate de cuivre pour ses traitements anticryptogamiques. Il fallut donc remonter nos fabrications et en attendant, demander une aide encore plus grande à l'Angleterre. Aujourd'hui la capacité de production nationale, grâce aux initiatives prises, est remontée à 75 000 tonnes plus que suffisante par conséquent pour nos besoins, et comme la loi douanière du 7 novembre 1919 a rétabli la protection abandonnée en 1910, il y a lieu d'espérer que la situation pourra se maintenir en faisant cesser le tribut que nous payons à l'étranger.

Voyons maintenant ce qui a été fait pour combler les lacunes qui existaient en 1914 relativement à l'absence de fabrication du chlore liquide, du

brome et des sels de chrome que je vous ai signalée précédemment.

Ce sont les besoins militaires qui, surtout dans les deux premiers cas, ont entraîné d'urgence les réparations nécessaires. Le chlore fut en effet le premier gaz asphyxiant lancé tout à coup par les Allemands le 22 avril 1915, contre l'armée canadienne établie sur la ligne de l'Yser, bientôt suivi par l'emploi de dérivés aromatiques du brome. Or, malgré notre richesse en houille blanche et en chlorure de sodium, qui nous facilitait la préparation, par électrolyse, du chlore liquide, celui-ci nous venait entièrement d'Allemagne. Aujourd'hui cette erreur est réparée et la capacité de nos électrolyseurs correspond à la production de 48 000 tonnes de chlore liquide, qui sont plus que suffisantes pour tous nos besoins, même avec la perspective du développement que pourront atteindre les fabrications de produits synthétiques. En tenant compte de la situation déjà favorable qu'occupait en 1913 la fabrication des dérivés chlorés obtenus au moyen de l'acide chlorhydrique du four à sulfate de soude, on voit que, dans cet ordre d'idées, l'ensemble est maintenant réalisé et prêt à rendre les services qu'on en peut attendre dès que l'équilibre nécessaire se sera établi.

Je ne saurais vous parler du chlore liquide sans vous dire en même temps que c'est sa production aussi bien que celle de l'acide nitrique synthétique ou des produits azotés qui peuvent soit servir à cette synthèse, soit être utilisés comme engrais, qui a entraîné le gros effort fait en vue d'employer les chutes d'eau dont nous disposons, à la

production de l'énergie électrique qui doit être utilisée, soit pour l'électrochimie, soit pour l'électrométallurgie.

Si nous sommes pauvres en charbon, nous possédons dans les chutes des Alpes, des Pyrénées et de nos cours d'eau, 8 à 10 millions de chevaux — de HP comme on dit couramment — dont cinq millions peuvent être utilisés sans dépense excessive. En 1913, 750 000 HP étaient utilisés. De 1916 à 1918 de nouvelles chutes ont été équipées correspondant à 450 000 HP. En 1919 sont venus s'adjoindre 175 000 HP et 225 000 HP nouveaux seront aménagés à la fin de 1921. Soit au total 850 000 HP ce qui portera l'ensemble à 1 600 000 HP.

Et puisque je suis sur ce chapitre, je dois ajouter à ces efforts de guerre, l'effort qu'il faut continuer pour aménager maintenant les 700 000 HP et les 500 000 autres qui sont disponibles sur le Rhône et sur le Rhin pour porter le total à près de 3 millions de chevaux de force, qui nous vaudront l'économie de 15 à 16 millions de tonnes de charbon, économie dont la nécessité n'a pas besoin d'être discutée.

Pour le brome, l'industrie de nos côtes de Normandie, de Bretagne et de Vendée qui le tirait jadis, en même temps que l'iode et quelques milliers de tonnes de sels de potasse, des goémons de l'Atlantique, n'avait pu lutter contre le produit extrait en abondance des eaux-mères des sels de potasse allemands de Stassfurt. Il a donc fallu la remonter de toutes pièces en faisant d'abord appel aux méthodes que Balard avait jadis appliquées au traitement des eaux-mères des salins du midi après l'extraction des sels de potasse qu'elles contiennent.

Mais ce sont surtout les poches d'eaux-mères du lac salé ou chott de Sebkra-el-Melah près de Zarzis en Tunisie, dont une tonne contient 15 kilogrammes de chlorure et 5 kilogrammes de bromure de potassium, qui ont été exploitées aussi bien pour le sel de potasse que pour le brome. Les usines montées pour cette extraction peuvent fournir annuellement 500 tonnes de brome. Ce produit, outre ses emplois pour la fabrication des bromures pharmaceutiques, intervient également pour la fabrication de diverses catégories de colorants d'aniline. Pour cet ensemble, on ne peut guère prévoir une consommation supérieure à 200 tonnes, bien inférieure par conséquent à la capacité de production. C'est là un fait qui n'est pas unique dans l'état actuel de nos possibilités de fabrication et sur lequel l'État doit veiller, au besoin par des mesures de protection spéciales, afin de ne pas être obligé de renouveler, le cas échéant, les sacrifices qu'il a dû consentir.

J'ai insisté précédemment sur l'absence des ateliers concernant la fabrication des sels de chrome, des bichromates et des chromates principalement. Nous avons d'autant moins d'excuse à ce sujet que le minerai de ces sels, le fer chromé, comme d'ailleurs le minerai des sels de nickel est produit en abondance par notre colonie de la Nouvelle-Calédonie. Avant 1914, ce minerai allait se faire traiter en Angleterre pour la plus grande partie. Les bichromate et chromate de potasse et de soude nous ont donc fait défaut au cours de la guerre, en particulier pour la fabrication des cuirs tannés au chrome dont la qualité de résistance est toute spéciale, de même que pour les industries de tein-

ture et de couleurs minérales. Pour les obtenir — et encore en quantités inférieures à nos besoins — il a fallu passer des marchés onéreux avec l'Angleterre et les États-Unis. Leur préparation a été étudiée et mise au point dans une usine d'essais installée à Ponthierry (S.-et-M.) et en ce moment on termine dans le département du Nord, à Watrelos, le montage d'une usine prévue pour une production annuelle de 3 000 tonnes; une autre usine s'installe également au Tréport. Là encore nous verrons donc diminuer très largement le tribut que nous payions jusqu'ici à l'étranger.

L'examen auquel nous venons de nous livrer montre donc que l'effort de guerre nous a dotés d'une grande industrie minérale complète, puisqu'il a assuré un essor plus grand aux fabrications déjà prospères en 1913, entraîné le développement de celles qui étaient insuffisantes et la création de celles que le danger couru nous a fait apparaître comme indispensables.

Mais cet effort eut été lui-même impossible si notre attention ne s'était portée en même temps sur la fabrication du matériel nécessaire aux installations qu'exige la variété des produits chimiques. Leur préparation demande non seulement des appareils dont la disposition doit répondre aux données de réactions simples ou compliquées et dans tous les cas très diverses, mais ces appareils exigent des matériaux qui doivent résister aux hautes températures, aux acides, aux alcalis, etc... De là naît une consommation importante de métaux et d'alliages divers, de matériaux réfractaires, de grès et de produits siliceux, sous la

forme de marmites, de cornues, de cylindres, de réservoirs, de briques, de tuyaux, de robinets, de cuvettes, de serpentins, de bonbonnes, etc...

Or, si notre industrie de construction métallique très développée pouvait s'adapter rapidement aux nouveaux besoins, il n'en était pas de même pour ce qui concernait les travaux relevant des opérations céramiques. Bien que ces fabrications fussent elles-mêmes prospères relativement à la satisfaction des besoins usuels, elles n'étaient pas en possession de la technique applicable au matériel des industries chimiques. Une seule maison était spécialisée dans cette voie, mais pour des causes qu'il serait trop long — et trop douloureux — d'exposer ici, et dans tous les cas indépendantes de sa volonté — ses moyens de production ne dépassaient pas une valeur de 300 000 francs par an. — Inutile de dire que cette absence de moyens a causé, au début, notamment pour nos fabrications d'acide nitrique et d'explosifs, un péril redoutable. Mais grâce au concours de nos industries spéciales, à celui de notre manufacture nationale de Sèvres et de tous nos techniciens, une fabrication intensive et de haute qualité a été organisée dans tous les domaines et vous aurez une idée de ses résultats lorsque je vous aurai dit qu'au lieu des 300 000 francs annuels dont je viens de vous parler, l'industrie seule des grès chimiques a livré, jusqu'à la date de l'armistice pour 18 millions de francs de matériel à la défense nationale.

Qu'il s'agisse donc aujourd'hui de matériaux réfractaires, de briques de silice, d'appareillage en grès ou en quartz fondu, l'industrie française est

armée pour répondre à tous les besoins pour lesquels, avant 1915, nous nous adressions à l'Allemagne, à l'Autriche et à l'Angleterre.

Portons maintenant et pendant quelques instants, notre attention sur les engrais chimiques.

Il me suffit de quelques mots pour régler la question des engrais phosphatés. Si, en effet, la production de la métropole s'épuise et ne dépasse pas actuellement 300 000 tonnes, notre production coloniale, algérienne et tunisienne surtout, nous rend, avec les États-Unis dont l'extraction dépasse 3 200 000 tonnes, les dispensateurs du marché européen. C'est donc là une grande sûreté pour notre agriculture qui peut se lancer hardiment dans la voie de la consommation — ou elle a tant à faire — sans crainte de manquer de produits. C'en est une autre pour notre industrie de l'acide sulfurique qui peut ainsi augmenter de plus en plus la fabrication des superphosphates et trouver là, peu à peu, l'exutoire de l'acide dont, nous l'avons vu précédemment, la capacité de production a plus que doublé. A un dernier point de vue enfin, l'abondance des phosphates constitue un élément important de la richesse nationale, puisqu'elle nous permet de larges exportations vers les autres pays d'Europe, vers l'Allemagne en particulier, avec dans des cas déterminés, l'exigence de compensations en matières premières comme le charbon par exemple, dont nous ne sommes pas très riches. Ces observations reçoivent d'ailleurs une nouvelle force si on considère les scories de déphosphoration, dont la production, déjà en belle situation avant la guerre, ne peut que s'augmenter par

l'extension que va pouvoir prendre la métallurgie française par la possession totale du minerai de fer lorrain qui nous élève encore, à ce point de vue, à peu près au niveau des États-Unis.

La victoire a heureusement, au point de vue des engrais potassiques, renversé notre situation d'avant-guerre. Comme don de joyeux retour à la mère-Patrie, l'Alsace nous apporte, en effet, les gisements de chlorure de potassium qui, dans la région de Cernay-Mulhouse, couvrent 200 kilomètres carrés et possèdent une richesse évaluée à 300 millions de tonnes de potasse pure. L'extraction peut s'en faire au moyen de dix-huit puits dont la production actuelle déjà poussée à 4 ou 5 000 tonnes journalières, pourra atteindre 8 000 tonnes de sels bruts en 1922. Dès maintenant nous partageons donc, avec les riches gisements allemands de Strassfurt, la fourniture du marché mondial de la potasse.

Arrêtons-nous un instant en face des engrais azotés. Il est certain que le nitrate de soude, en raison du prix auquel, poussé par des sacrifices nécessaires, pourra le vendre le Chili, et en raison des qualités spéciales qu'il possède, restera le régulateur du prix de ces engrais et qu'une large importation doit continuer à être envisagée. Mais nos besoins de guerre ont apporté une situation nouvelle, relativement à la production de ces engrais.

Nous avons, en effet, besoin d'acide nitrique pour la fabrication des explosifs et avons dû songer pour cette fabrication, à l'insuffisance d'importation du nitrate de soude. Nous avons donc dû faire appel aux procédés de synthèse.

Le procédé direct, dans lequel l'air atmosphérique, azote et oxygène est soumis à la combinaison réalisée par la chaleur de l'arc électrique répond à la fabrication possible de 100 000 tonnes d'acide à 48°.

Le procédé indirect consiste à oxyder l'ammoniaque par la réaction catalytique au platine due à Oswald. Pour obtenir cette ammoniaque en grande quantité, on peut s'adresser à la cyanamide calcique, obtenue par la fixation de l'azote de l'air sur le carbure de calcium au four électrique. Il suffit, pour cela, de traiter cette cyanamide par un alcali, la soude par exemple ou simplement par l'eau sous pression.

Pour l'application de ce procédé, nous avons poussé notre capacité de production du carbure de calcium à 200 000 tonnes, qui nous permettent de préparer une quantité de cyanamide calcique pouvant aller jusqu'à 250 000 tonnes.

Or, la cyanamide calcique peut être utilisée directement comme engrais. D'autre part, le procédé direct, au lieu d'être dirigé vers la fabrication de l'acide nitrique peut fournir 250 000 tonnes de nitrate de chaux qui remplace parfaitement le nitrate de soude.

Si on ajoute à tout cela la possibilité de porter peu à peu par une distillation intelligente de la houille, notre production de sulfate d'ammoniaque de cette origine à 150 000 tonnes, vous voyez que notre ravitaillement en engrais azotés, se présente au point de vue sécurité sous un jour très favorable. A la condition toutefois que l'État veuille bien porter son attention sur la façon dont s'établira



le marché des engrais au moment de la stabilisation. La question du prix de revient joue en effet un grand rôle et il est possible qu'il y ait lieu d'utiliser un procédé plutôt qu'un autre et de ne pas faire travailler toutes nos usines, si le Chili n'abuse pas de sa situation. Mais si c'était l'inverse, la France possède dans ses moyens de fabrication et dans le jeu de sa loi douanière, le moyen de se défendre.

Cette situation serait encore plus favorable si, comme on en parle actuellement, le procédé de fabrication de l'ammoniaque par l'union directe de l'azote atmosphérique et de l'hydrogène, soit par le procédé allemand de Haber, soit par le même procédé modifié par Claude, s'établissait dans notre pays. Ce procédé est celui qui peut, en effet, donner le sulfate d'ammoniaque au plus bas prix et son application serait un sérieux appui pour la défense des besoins de notre agriculture.

Dans tous les cas celle-ci — on le voit par ce rapide examen — jouit désormais de la pleine sécurité de son approvisionnement en engrais divers et elle peut par conséquent se mettre à l'œuvre, sur l'ensemble du territoire, pour rendre la vie aux terres épuisées et porter partout ses rendements au maximum.

Et maintenant pour terminer, jetons un coup d'œil sur l'état de nos industries de produits chimiques organiques.

Je vous ai signalé tout à l'heure la prospérité de quelques-unes avant 1914, favorisées qu'elles étaient par des circonstances naturelles. D'autres,

comme celle des acides oxalique, formique et lactique, poussées par les nécessités de guerre se sont créées et sont en bonne voie d'agrandissement. Il est probable aussi que la fabrication des cyanures à partir des vinasses de distillerie de betterave, dont l'invasion a arrêté l'essor dans la région du nord, se rétablira, avec toute l'importance qu'elle peut prendre, au fur et à mesure que l'industrie sucrière, si éprouvée, remontera ses ateliers.

Enfin, l'aviation de guerre n'aurait pas pu prendre la supériorité qu'elle a atteinte si elle n'avait trouvé, pour collaborer à la construction de ses engins, les techniciens — dont les brevets étaient jusque-là exploités en Allemagne — capables de préparer cette belle matière plastique qui constitue l'acétate de cellulose, qui peut remplacer le celluloïd dans tous ses emplois et qui jouit, sur celui-ci de l'avantage de l'inflammabilité. La capacité de production de cette matière a été portée à six cents tonnes par an. Et ainsi, avec la caséine dont nous produisions avant la guerre 40 à 50 000 tonnes avec une exportation de près de 7 000 tonnes, se trouve complétée la puissance du domaine de nos fabrications en matières plastiques.

Mais c'est surtout en ce qui concerne les dérivés synthétiques du goudron de houille qu'il nous faut considérer le présent et assurer l'avenir. Le tableau que je vous ai fait tout à l'heure de notre situation à cet égard montre que tout, à peu près, était à créer. Et l'effort à faire est important puisque, si on considère les matières colorantes seulement, notre consommation va dépasser

10000 tonnes annuellement avec le retour de l'Alsace et de la Lorraine.

C'est l'Office des Produits chimiques et pharmaceutiques institué en octobre 1914 qui a été chargé de coordonner tous les efforts dans cette voie, principalement en se faisant, auprès de tous les services de guerre qui avaient le contrôle des matières premières, le défenseur de cette catégorie de production. Groupant autour de lui les producteurs anciens et nouveaux et les représentants autorisés des consommateurs, il a pu ainsi, arbitrant les intérêts opposés, faire le bilan des besoins des uns et des autres, distribuer les produits fabriqués à des prix fixés d'un commun accord et développer ainsi les initiatives destinées à nous affranchir progressivement de l'étranger. C'est grâce à cette entente que, malgré les restrictions nécessaires, d'abord par l'utilisation raisonnée des stocks, puis par une répartition équitable des quantités fabriquées, les usines de production et de consommation ont pu se rouvrir et travailler, en même temps que s'est trouvé assurée, dans la limite nécessaire, la sécurité hygiénique de la nation.

Pour les produits pharmaceutiques, dont la consommation est moindre et la variété plus limitée, dont certaines données techniques nous étaient également connues, les résultats ont été assez rapides et aujourd'hui la fabrication des dérivés salicylés, de l'antipyrine, de l'aspirine, du pyramidon, du benzoate de soude, de la résorcine, du salvarsan, etc., répond à la plus grande partie de nos besoins avec même pour certains produits, des facilités d'exportation.

Mais pour les matières colorantes, dont les besoins sont beaucoup plus importants et pour lesquels les Allemands ont sciemment créé des habitudes multiples, la résolution du problème n'a pu être aussi avancée. Au cours de la guerre, il a fallu faire appel au concours des industriels suisses et nos initiatives nationales ont été paralysées en raison des exigences de la fabrication des explosifs d'abord, par l'insuffisance des matières premières, du matériel de construction et du personnel technique ensuite et surtout, au cours de l'année 1918, par la restriction progressive des moyens de transport.

C'est ce qui fait qu'au moment de l'armistice on peut estimer seulement à un peu plus de 100 tonnes par mois la fabrication exclusivement française.

Ce sont déjà là vous le voyez, des résultats intéressants dans un cas comme dans l'autre, mais que l'Office des produits chimiques ne pouvait pas considérer comme suffisants pour plusieurs raisons.

En ce qui concerne les produits pharmaceutiques, nous possédons un commerce actif dont les spécialités sont déjà une source de revenus importants à l'exportation. Il importe donc de l'armer dans tous les compartiments et de lui permettre de conquérir les débouchés que l'état de guerre a fait perdre à nos adversaires. Pour cela, il est nécessaire de renforcer nos fabrications existantes et de créer celles qui nous manquent encore.

En ce qui concerne les matières colorantes, le problème est encore plus grave, car il se lie à l'intérêt de toutes les industries de consommation, teintures et vente des tissus, des cuirs, des papiers,

des plumes, des fourrures, etc., qui font vivre des milliers d'ouvriers et dont les exportations sont pour la France une source de richesse. Or, les documents les plus sérieux prouvent que, si nous ne nous affranchissons pas de la tutelle allemande, celle-ci est décidée à créer, par ses prétentions, les plus graves difficultés à cette catégorie spéciale de notre production.

Enfin il ne faut pas oublier que là où il n'y a pas d'industrie des dérivés du goudron de houille, il n'y a pas de fabrication possible des multiples produits destructeurs qui constituent l'arsenal moderne de la défense nationale. C'est, je vous l'ai déjà dit, cette possession qui a été le grand facteur de la résistance allemande à notre détriment.

Pour toutes ces raisons, c'est donc un intérêt vital qui nous pousse à continuer les efforts commencés jusqu'à leur conclusion finale.

Jusqu'ici le gouvernement l'a compris, et cela sous l'instigation des Commissions de l'Office et du Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Le traité de paix a en effet imposé à l'Allemagne la livraison aux alliés de 50 p. 100 de ses stocks de matières colorantes et de produits pharmaceutiques synthétiques et de 25 p. 100 de sa production journalière jusqu'en 1925.

De leur côté, l'Union syndicale des producteurs de matières colorantes et les syndicats divers de consommateurs ont constitué un groupement dans lequel des sacrifices mutuels sont consentis de façon à n'utiliser ces prestations que pour les produits qui ne sont pas fabriqués en France, à

aider en même temps les industriels français à organiser progressivement la fabrication des produits qui nous manquent et à faciliter toutes les recherches techniques.

Le résultat d'une pareille union — fondée le 1^{er} juin 1919 — ne s'est pas fait attendre puisque, au mois de décembre dernier, la fabrication atteignait 612 tonnes, soit six fois plus qu'un an auparavant.

La même union vient de se former pour l'organisation de la fabrication des produits pharmaceutiques, et il est certain qu'elle donnera les mêmes résultats.

Bien que la fabrication de l'indigo soit déjà réalisée pour la consommation totale et qu'on puisse escompter, d'ici deux mois, une nouvelle augmentation de 200 tonnes dont l'alizarine fera partie, bien que dans cette fabrication de nombreux types de colorants soient déjà représentés, il reste encore beaucoup à faire.

Dans tous les cas, ce n'est pas, comme d'aucuns ont pu le croire, du côté des matières premières que les obstacles pourront se rencontrer. L'importance de la récupération du goudron et des eaux ammoniacales, partout où l'on distille de la houille, n'a plus besoin d'être défendue. Et les observations montrent que nous pourrons progressivement l'appliquer à la production de plus de 17 millions de tonnes de coke pouvant nous donner 112 000 tonnes de benzols, 44 000 tonnes de naphtaline, 4 500 tonnes d'anthracène, c'est-à-dire de quoi alimenter largement nos nouvelles industries, sans compter 150 000 tonnes de sulfate d'ammoniaque dont l'agriculture a grand besoin.

Le mal ne pourrait venir que si, contrairement à ce qui a été fait par le gouvernement de M. Clemenceau — et en particulier par MM. Clémentel et Loucheur — le gouvernement actuel ou ceux qui pourront lui succéder, se désintéressait de cette partie spéciale du traité de Versailles ou portait atteinte à la discipline que les Unions de producteurs et de consommateurs — qui sont nouvelles en France mais qui, vous le voyez, ne sont pas impossibles à réaliser — ont consenti à s'imposer pour faire servir les prestations exigées de l'Allemagne à l'édification d'industries dont la guerre nous a fait toucher du doigt l'indispensable nécessité.

Aider à l'édification complète des industries de synthèse organique, c'est compléter notre édifice chimique industriel, c'est aider en temps de paix à augmenter la richesse nationale et c'est assurer pour le cas d'une nouvelle guerre l'indépendance de la nation. Je ne crains donc pas de dire — car il faut que chacun prenne ses responsabilités — que ce serait un véritable crime contre la patrie que de ne pas continuer, par tous les moyens, à pousser jusqu'à leur complète réalisation les efforts dont les résultats donnent déjà, je le sais, beaucoup d'inquiétude aux fabricants allemands.

Messieurs, j'ai dû, au cours de cet exposé, m'en tenir aux données générales, à celles qui se rapportent aux assises fondamentales dont dépendent non seulement les multiples compartiments qui, par la variété et l'importance plus ou moins grande des produits qu'ils préparent, constituent l'ensemble de l'industrie chimique, mais dont dépen-

dent aussi toutes les industries de transformation des matières premières minérales, végétales ou animales qui entretiennent la richesse et la vie même de la nation.

Cet examen nous a permis de constater que, dans tous les domaines, la fabrication des produits chimiques est organisée de façon à nous affranchir désormais du lourd tribut que nous payions à l'Allemagne avant 1914.

Et ainsi, en organisant notre industrie chimique de guerre, nous avons travaillé pour la paix, à la condition que la leçon que nous avons reçue ait bien pénétré nos esprits que celle que nous avons traitée jusqu'ici comme une parente pauvre exige au contraire, en raison de la fonction essentielle qu'elle accomplit, en raison des modifications auxquelles la soumettent sans cesse les progrès scientifiques, une attention constamment en éveil.

Le tarif douanier des produits chimiques promulgué par la loi du 7 novembre 1919, en réformant les erreurs de celui de 1910 qui avaient été si funestes, permettra, dès que la stabilisation nécessaire sera accomplie, de travailler en toute sûreté. A la condition bien entendu que, réformant eux-mêmes leurs erreurs de jadis, les industriels sachent faire aux techniciens et à l'esprit d'entreprise les sacrifices nécessités par les applications d'une science sans cesse en évolution. Après le déploiement des forces coordonnées auquel nous ont fait assister les dures années que nous venons de traverser, on ne peut pas douter qu'il en soit ainsi et que l'avenir de l'industrie chimique ne soit à la hauteur du présent qu'elle vient de créer.

Si d'ailleurs on jette un coup d'œil sur les conditions générales de la production dont elle est, ainsi que je l'ai montré en débutant, le pivot initial, on ne peut, malgré les inquiétudes du moment, s'empêcher de reconnaître que les matériaux qui sont nécessaires à la reconstitution de notre richesse en péril ne nous font pas défaut.

Le vieux sol français offre toujours à nos paysans tenaces et travailleurs, sous un ciel clément, une terre qui ne demande qu'à être fécondée et qui, travaillée par des méthodes modernes, nourrie des engrais dont nous venons de constater l'abondance, peut facilement, en doublant son revenu, fournir un surcroît d'aliments et de matières premières industrielles dont immédiatement le coût de la vie et par suite le prix de la main-d'œuvre se ressentiront.

Si l'État sait, mieux qu'il ne l'a fait jusqu'ici, aider toutes les initiatives pour que soient mises en valeur toutes les ressources dont disposent le sol et le sous-sol du pays et d'un empire colonial de 44 millions de kilomètres carrés et de 56 millions d'habitants, s'il sait en outre organiser un régime de transports maritimes et terrestres qui restaurent chez nous des marchés que nous voyions passer peu à peu en Allemagne ou en Angleterre, il est certain que nous connaissons pour les matières premières une situation des plus favorables à nos grandes entreprises.

La France est riche, d'autre part, en matériaux de construction de toutes sortes; nos colonies d'Algérie, de Tunisie, d'Indo-Chine et du Maroc peuvent, par leur production minière, améliorer de

beaucoup nos besoins en métaux autres que le fer et, quant à ce dernier métal, j'ai à peine besoin de vous rappeler qu'avec le retour de la Lorraine, nous allons disposer de près de 60 millions de tonnes de minerai, soit être placés à l'égal des États-Unis.

Une seule ombre à ce tableau : notre pauvreté en charbon. Mais là encore, nous pouvons nous aider nous-mêmes : d'abord en usant de tous les succédanés, tourbes et lignites, dont nous n'utilisons pas totalement les ressources et en faisant appel aux combustibles liquides, pétroles, huiles de schistes et surtout à l'alcool que notre domaine agricole peut nous donner en abondance. Nous devons enfin continuer l'aménagement possible de nos forces hydrauliques qui peuvent encore nous fournir plusieurs millions de chevaux. Et pour compléter, nous avons dans nos phosphates, notre minerai de fer particulièrement, des instruments d'échange qu'il faudra savoir utiliser et qui, combinés avec les moyens que je viens d'énumérer, peuvent aider à améliorer sérieusement notre production de force et de chaleur.

Et ainsi, vous le voyez, les possibilités ne nous manquent pas d'agir sur tous les facteurs des prix de revient et de les rendre favorables au rétablissement progressif des richesses disparues aussi bien qu'à l'épanouissement de richesses nouvelles.

Que nous faut-il pour cela ? D'abord une bonne méthode d'organisation, qui, tenant compte des conditions naturelles dans lesquelles la France est placée, saura, contrairement à ce qui s'est passé en Allemagne, maintenir un heureux équilibre

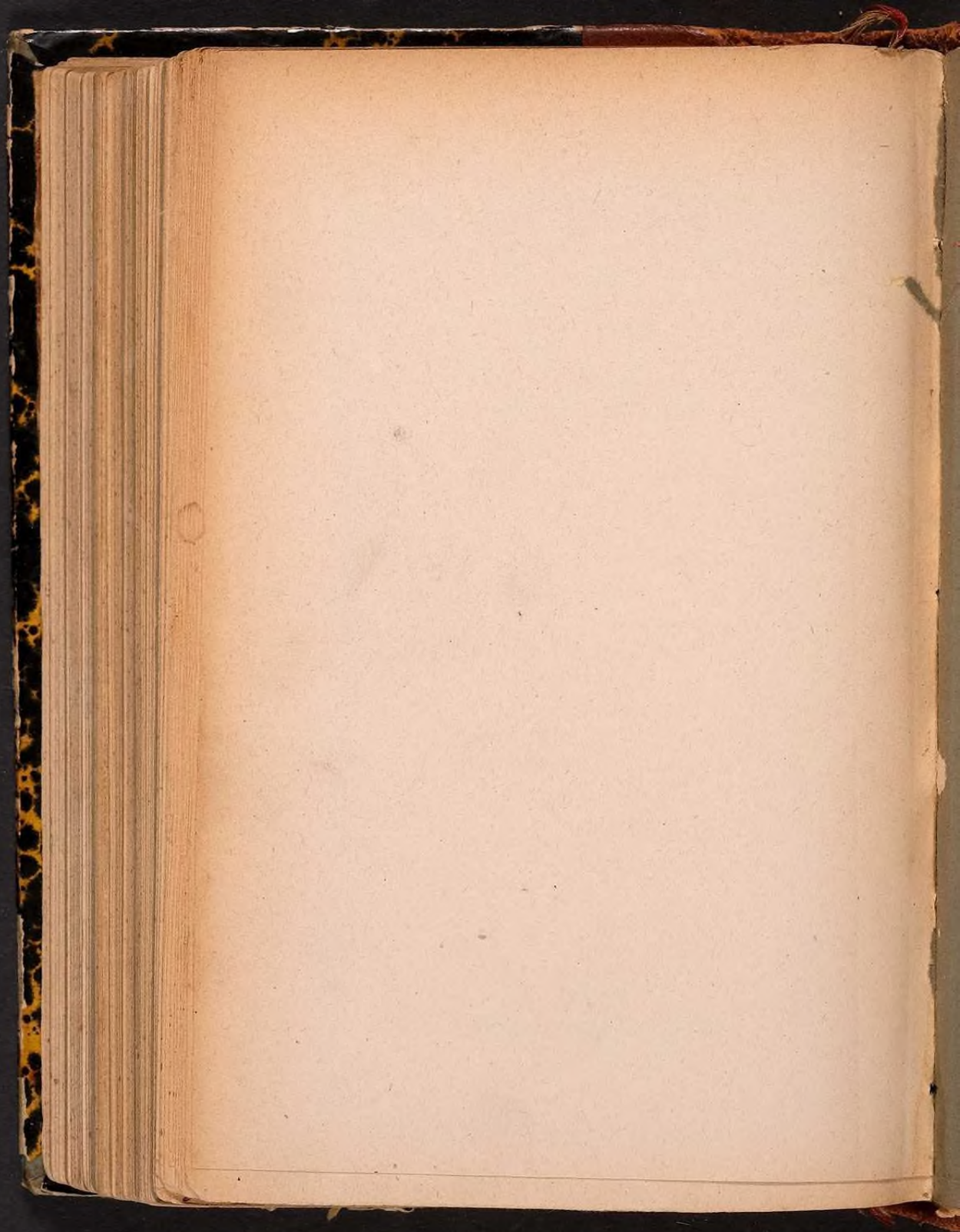
entre la production agricole et la production industrielle.

Et ensuite la force morale qui impose la vision claire du but à atteindre et le repliement sur elle-même d'une volonté généralisée qui sait que la seule voie du salut est dans le travail.

Je suis certain que ni l'une ni l'autre ne peuvent faire défaut au pays qui, dans la plus grande des luttes de l'histoire, par l'énergie de tous ses enfants, a assuré le triomphe du droit et de la liberté.







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. 2 fr. 50
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. LHEURE, 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. *, * I.

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

En vente à la Librairie de l'Enseignement technique, 3 bis, rue Thénard, Paris (5^e).

ORGANISATION ADMINISTRATIVE ET INDUSTRIELLE

- Cours de Commerce industriel, par HOURS. 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 FOU-LAIN. 15 fr.
Cours de finance et Comptabilité dans l'Industrie, par JULBIET. 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 POUDON. 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 Bâti-ments 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^l 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 LÉVY 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 LÉVY 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 BERTHOUD. 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 1915, du Ministère des Travaux publics, pour le Calcul et les épreuves des ponts métalliques, par MATHIEU. 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. LINDET. 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.