http://cnum.cnam.fr
Conservatoire numérique des Arts & Métiers

Auteur ou collectivité : Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et télégraphes, des transports maritimes et de la marine marchande. Direction des études techniques
Auteur : Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et télégraphes, des transports maritimes et de la marine marchande. Direction des études techniques
Titre : Rapport général sur l'industrie française. Sa situation, son avenir (d'après les travaux des sections du comité consultatif des arts et manufactures et de la direction des études techniques)

Auteur : Ministère du commerce, de l'industrie, des postes et télégraphes, des transports maritimes et de la marine marchande. Direction des études techniques
Titre du volume : Première partie : Étude de la situation des principales industries avant la guerre et de leur expansion possible Tome premier : Énergie mécanique, industries métallurgiques, constructions mécaniques et métalliques, textiles, bois et papier

Adresse : Paris : Imprimerie nationale, 1919
Collation : XLIII-735 p. : tabl. et fig. ; 29 cm
Cote : CNAM-BIB 4 Xa 171 (1)
Sujet(s) : Statistiques industrielles

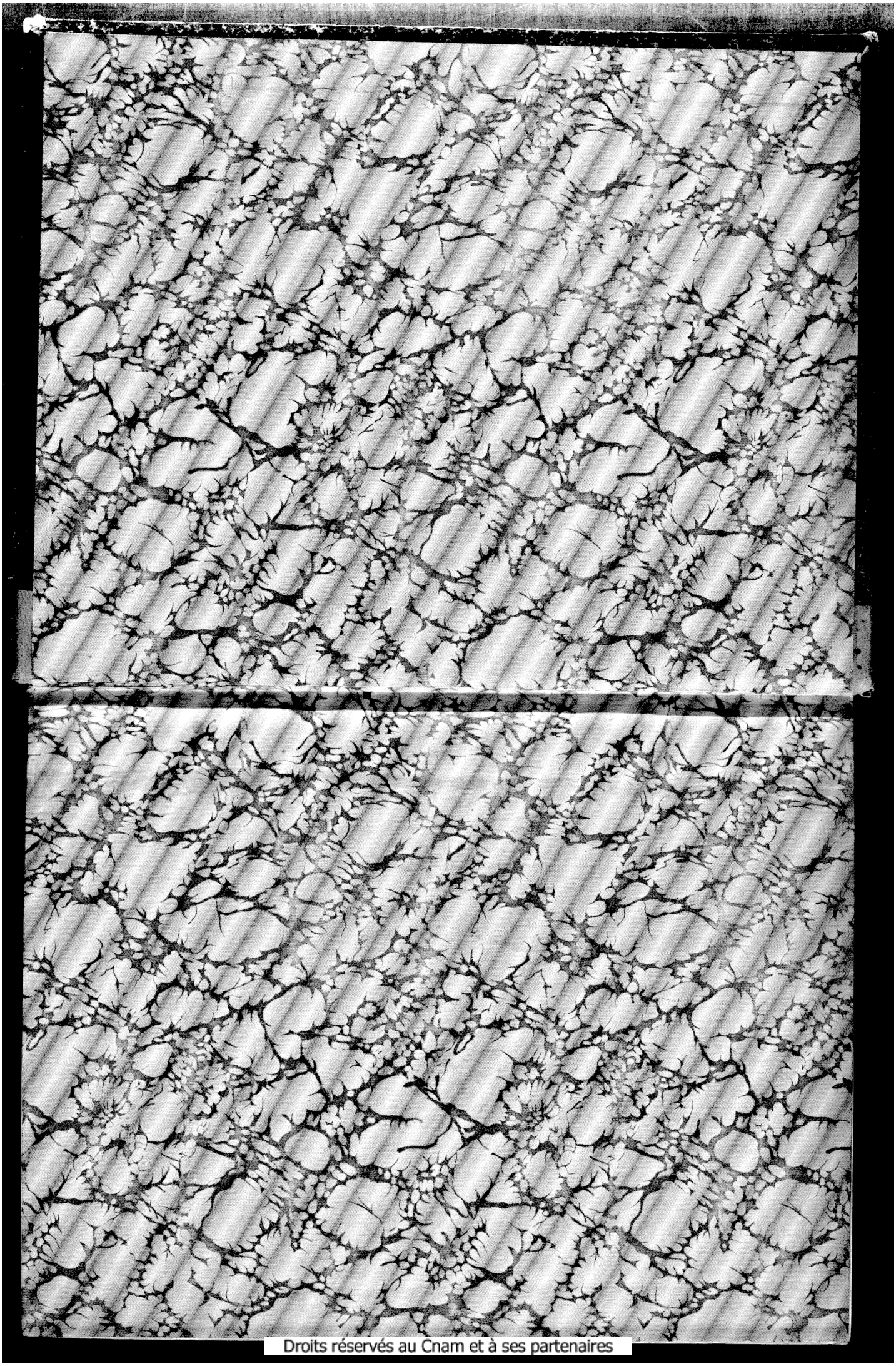
URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?4XA171.1

La reproduction de tout ou partie des documents pour un usage personnel ou d'enseignement est autorisée, à condition que la mention complète de la source (*Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*) soit indiquée clairement. Toutes les utilisations à d'autres fins, notamment commerciales, sont soumises à autorisation, et/ou au règlement d'un droit de reproduction.

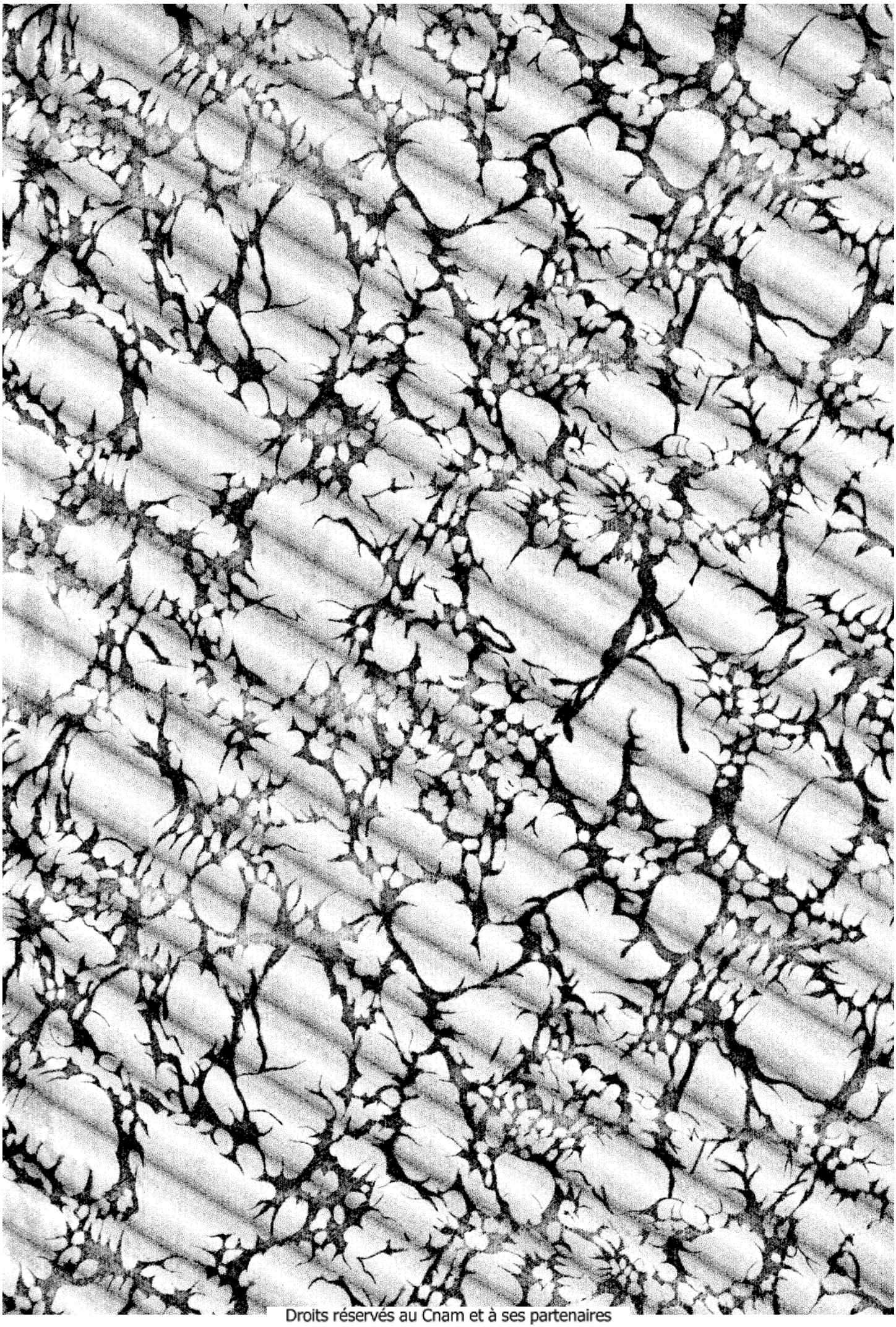
You may make digital or hard copies of this document for personal or classroom use, as long as the copies indicate *Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*. You may assemble and distribute links that point to other *CNUM* documents. Please do not republish these PDFs, or post them on other servers, or redistribute them to lists, without first getting explicit permission from *CNUM*.

PDF créé le 7/11/2016

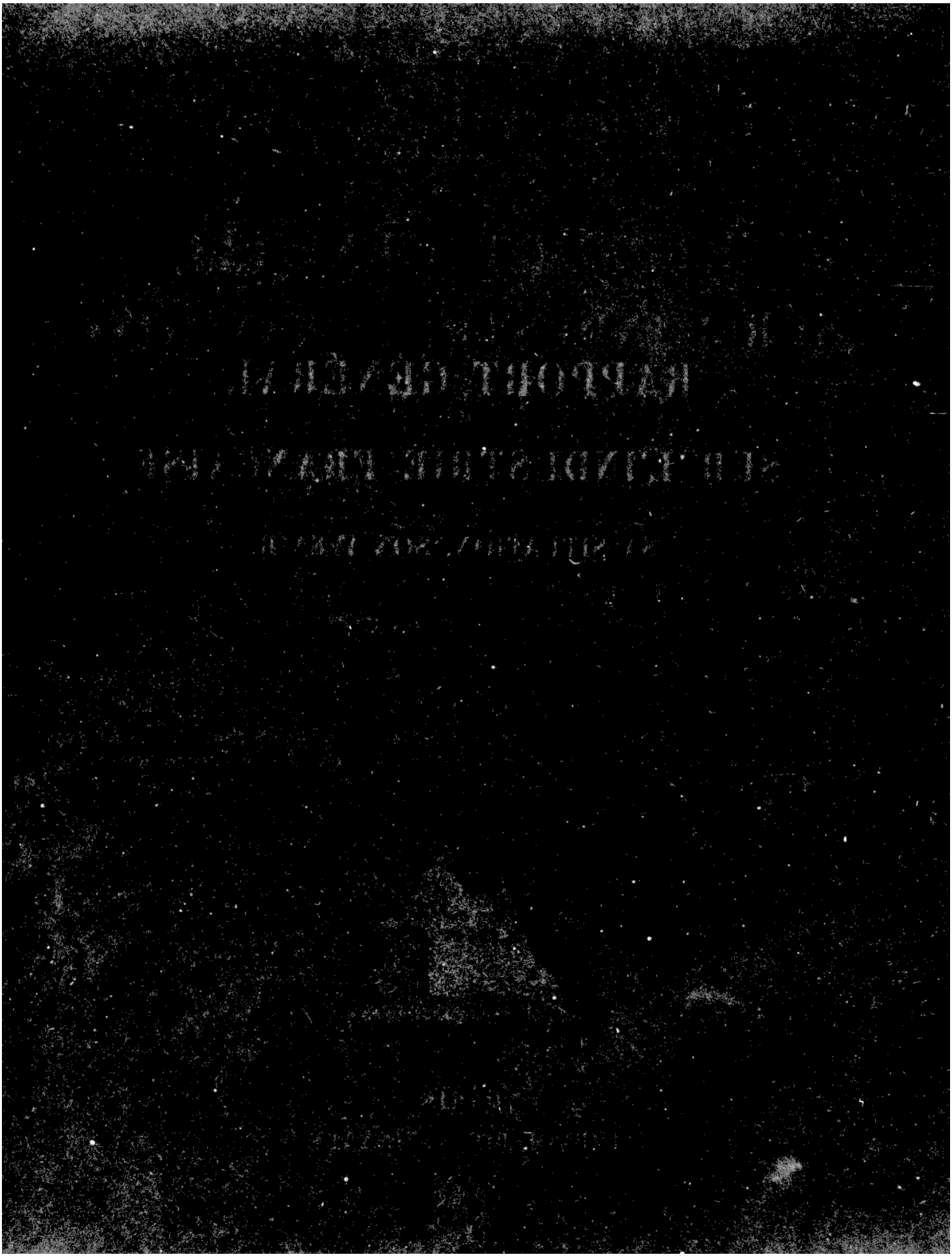
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE DU COMMERCE

DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES, DES TRANSPORTS MARITIMES

ET DE LA MARINE MARCHANDE

DIRECTION DES ÉTUDES TECHNIQUES

RAPPORT GÉNÉRAL

SUR L'INDUSTRIE FRANÇAISE

SA SITUATION, SON AVENIR

(D'APRÈS LES TRAVAUX DES SECTIONS DU COMITÉ CONSULTATIF DES ARTS ET MANUFACTURES

ET DE LA DIRECTION DES ÉTUDES TECHNIQUES)

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DE LA SITUATION DES PRINCIPALES INDUSTRIES AVANT LA GUERRE

ET DE LEUR EXPANSION POSSIBLE

TOME PREMIER

ÉNERGIE MÉCANIQUE. — INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES.

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES ET MÉTALLIQUES. — TEXTILES. — BOIS ET PAPIER

BIBLIOTH
DU CONSERV
des Arts
N° du Catalogue 4°Xa 171
Prix ou Estimation
Entrée, le 17 avril 1919

PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

1919

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de vous présenter le Rapport général sur l'Organisation de la Production nationale au lendemain de la guerre, résultat des travaux du Comité consultatif des Arts et Manufactures et des enquêtes de la Direction des Études techniques du Ministère du Commerce.

Afin de diriger les techniciens du Comité consultatif des Arts et Manufactures et mes collaborateurs dans leurs études et de coordonner leurs efforts, je leur ai demandé, en présidant la séance d'inauguration de leurs travaux, de s'inspirer des principes suivants dont l'application est la condition même du relèvement économique de notre pays éprouvé par quatre années de luttes sanglantes et de dévastations systématiques : accroître dans toute la mesure possible notre productivité; réduire nos importations en utilisant à leur plein rendement nos ressources nationales, métropolitaines et coloniales; développer au maximum nos exportations. Ces principes, posés au frontispice de l'œuvre, en 1917, je les retrouve aujourd'hui, sous forme de conclusions, confirmés par l'enquête générale sur la situation de notre industrie avant, pendant et après la guerre.

Je crois devoir tracer ici dans leurs grandes lignes les résultats des travaux que viennent de mener à bonne fin mes collaborateurs et qui forment un corps complet de doctrine économique s'appuyant sur une abondante documentation, recueillie et mise en œuvre par M. Léon Guillet, Directeur des Études techniques. Ce corps de doctrine forme en réalité un grand programme de l'œuvre à accomplir dans toutes les branches de l'activité industrielle nationale. Il restera la directive générale de l'œuvre gigantesque qui s'offre aux décisions du Gouvernement et du Parlement et à l'activité corporative du monde de la production.

Pour élever nos ressources au niveau de nos propres besoins, pour nous libérer de notre dette à l'extérieur, nous devrons accroître notre richesse nationale. Or, pour les nations comme pour les individus, il n'est qu'un moyen honorable et efficace de devenir plus riche, c'est de travailler davantage, plus vite et mieux, c'est d'intensifier la production. *Mais*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la production est fonction des débouchés et on n'étend ses débouchés qu'en abaissant ses prix de vente, donc ses prix de revient. A cette seule condition, nous augmenterons notre capacité productive.

La production exige d'abord des producteurs. Dans notre pays de faible natalité, le capital humain, de tous le plus précieux, si précieux qu'il faut renoncer à matérialiser sa valeur en chiffres, a subi une déperdition effroyable. Des sept millions d'hommes successivement mobilisés, deux millions, morts, infirmes ou mutilés, doivent malheureusement figurer au bilan des pertes ou des non-valeurs de la production nationale. Et ce sont souvent les meilleurs qui se sont sacrifiés, les meilleurs moralement et économiquement, les meilleurs par la vigueur du caractère et la force de l'âge.

En vue de combler ce vide, on a pensé recourir à la main-d'œuvre étrangère; cette solution simpliste ne serait pas sans dangers pour l'intégrité de notre race et le maintien du niveau de vie du travailleur national; elle ne saurait intervenir que dans des circonstances déterminées, avec des précautions préalables. Nous possédons chez nous des ressources latentes dans une meilleure distribution des activités économiques. Je ne fais pas allusion à la main-d'œuvre féminine; car il y a des inconvénients d'ordre social à aller trop loin dans une voie où des prodiges d'énergie ont déjà été accomplis. Mais, par le jeu même des forces économiques, toute action par voie de contrainte étant inopérante en ces matières, on peut concevoir un meilleur classement des professions, un passage des professions relativement improductives aux professions productives. Sous l'influence immédiate de la guerre, nous avons constaté des déplacements de cet ordre : petits rentiers contraints au travail par la vie chère, domestiques appelés à l'usine par les hauts salaires, etc.

Bien inutilement, nous aménagerions au mieux nos ressources actuelles si elles devaient diminuer progressivement du fait du fléchissement inquiétant de notre natalité. L'économiste ne peut rester insensible aux conséquences tragiques de cette crise de la vitalité française; il étudie passionnément les réformes proposées pour conjurer le péril; il place sa confiance dans le besoin instinctif de l'humanité de croître et de multiplier au sortir du cycle de la mort. Jusqu'au jour où, des berceaux maintenant vides, sortiront plus nombreux les travailleurs de l'avenir, nous devons veiller à ce que les tombes ne soient pas prématurément ouvertes par des maladies évitables; nous continuerons surtout à combattre les fléaux sociaux que sont la tuberculose, la syphilis et l'alcoolisme.

Fort heureusement, sans attendre la réalisation de ces lointains espoirs et le résultat de ces mesures, nous pouvons immédiatement nous procurer une main-d'œuvre plus abondante : la machine libère du travail humain, disponible pour des œuvres nouvelles, et elle augmente le rendement du travail retenu, devenu plus facile et plus efficace. Or, dans notre France, la première à faire surgir les inventions, la dernière trop souvent à les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réaliser, il existe peu d'industries dans lesquelles le perfectionnement de l'outillage ne puisse conduire à une production supérieure. Mais les nécessités de l'évolution industrielle triompheront de la routine. Le machinisme pénétrera au domicile de l'artisan et étendra son action dans l'usine la plus modeste.

Dans la grande industrie, on atteindra des résultats qui transformeront entièrement les conditions de la production. Ainsi, de plus en plus, l'intelligence de l'inventeur, incorporée dans les organes de la machine, substituera au dur labeur musculaire le simple effort d'attention dont se contente un rôle de contrôle et de direction.

Les résultats escomptés des progrès de l'outillage seraient rapidement compromis si l'amélioration physique, intellectuelle, morale et technique du travailleur ne marchait pas de front, si le capital vivant ne se montrait supérieur au capital inerte qu'il doit vivifier. Mais on ne saurait accepter cette hypothèse à l'heure où nous sommes et dans notre pays. C'est la raison d'être de la Démocratie de tendre au développement de toutes les facultés, de tous les individus, sans distinction; en se réalisant sur le terrain social, elle nous donne des corps plus vigoureux, des intelligences plus ouvertes, des consciences plus droites; en se réalisant sur le terrain économique, elle rend l'ouvrier plus apte par l'apprentissage et l'enseignement technique à l'exercice de son métier. Nous sommes donc en droit d'espérer que, dans l'usine modernisée, les agents d'exécution seront capables d'obtenir un plein rendement du machinisme le plus perfectionné, créé par nos élites scientifiques et installé par des chefs d'entreprise audacieux et novateurs.

Les qualités des producteurs acquises et confirmées, il faut les utiliser au mieux par une distribution rationnelle des fonctions individuelles dans l'œuvre collective. Ici intervient l'organisation du travail, basée sur l'étude expérimentale des mouvements dans le corps humain en pleine action professionnelle et l'exacte coordination des rôles assignés à chaque exécutant. L'idée maîtresse est de n'imposer à aucun ouvrier, par des mouvements superflus, une fatigue inutile, et de faire passer les mouvements nécessaires à l'état d'habitude; il en résulte un effort moins grand pour les muscles, moins de tension pour le cerveau. L'effort de réflexion est fait à l'origine par les ingénieurs auxquels incombent les dispositions préparatoires; dans le concert ainsi réglé à l'avance et qui n'admet point la moindre défaillance, le manœuvre d'antan vient remplir son rôle en collaborateur souple et intelligent. Abandonnée à l'empirisme, la division du travail était déjà l'agent par excellence de la production intense; le premier, Adam Smith en célébra la puissance féconde; transformée par l'expérimentation scientifique, elle développera toutes les vertus qui sont en elle et produira des merveilles insoupçonnées. Les résultats acquis sont concluants : les plus-values de production vont du triple au décuple, surtout dans le compartiment des constructions mécaniques, qui est précisément celui pour lequel nous comptons le plus pour étendre nos exportations. Bien entendu, la formule du maximum de travail

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le minimum de temps doit se compléter par celle du maximum de salaire dans le maximum d'hygiène et de bien-être.

L'organisation méthodique du travail est sous la dépendance de l'uniformité des types, c'est-à-dire de la standardisation qui, seule permet le travail en série, au premier degré et la spécialisation des usines au deuxième degré. Les rapports du Comité consultatif exposent les conditions auxquelles chacune de nos diverses industries pourra adapter ces méthodes décisives de rendement intensif. Dans cet ordre d'idées, j'ai créé la Commission permanente de Standardisation et la Commission d'Unification des Cahiers des Charges. C'est surtout dans ce domaine que nous étions dépassés par nos rivaux. Or la guerre a développé fatalement la grande industrie, celle où une fabrication toute mécanique jette sur un large marché une masse de produits semblables. Dans les luttes pacifiques, comme dans les luttes guerrières, l'action de masse est devenue prépondérante. Tout en nous pliant à la satisfaction des besoins les plus vulgaires qui, communs à tous, fournissent les débouchés les plus étendus, nous saurons conserver notre supériorité antérieure dans les industries de luxe qui, confinant à l'art et visant à l'élégance, répandent sur le monde l'influence du goût français.

L'État contribuera très efficacement à ces progrès d'ordre technique par les laboratoires et les instituts que nous nous sommes attachés à créer et à développer : le savant doit sortir de sa tour d'ivoire et l'industriel s'élever au-dessus des préoccupations immédiatement utilitaires; la théorie qui ne passe jamais à la réalisation nous est indifférente, et la réalité qui n'est pas animée par l'esprit de progrès est bientôt frappée de stérilité. Les nécessités de la guerre ont mis en contact le savant et l'industriel; désormais ils ne s'ignoreront plus.

Intelligences, énergies, compétences, tout sera frappé de paralysie si nous ne disposons pas des moyens financiers qu'exige l'exécution d'un vaste programme de réorganisation économique. Pour les industries ruinées à reconstituer, pour les industries nouvelles à créer, pour les industries archaïques à moderniser, pour l'outillage économique à développer, les capitaux seront sollicités dans des limites inconnues jusqu'à présent. Ces capitaux, ce n'est pas uniquement à un État endetté par la guerre que l'on peut songer à les demander : c'est aux organes normaux du crédit, c'est aux banques. Mais elles ne pourront remplir ce rôle que si, instruites par les résultats néfastes de l'expérience d'avant-guerre, elles consentent à devenir les collaboratrices de nos nationaux. Sur le chiffre des valeurs émises avant 1914, plus de la moitié allait fructifier à l'étranger. Nous nous comportions comme un industriel qui, ayant des capitaux disponibles, les offrirait à un concurrent et laisserait, faute de ressources, péricliter sa propre entreprise. Par une étrange contradiction, certains grands établissements s'interdisaient tout emploi de fonds qui les aurait immobilisés dans l'industrie en France, même avec un bénéfice certain et appréciable, tandis que dans les placements à l'étranger, leur confiance et leur hardiesse ne connaissaient souvent pas de bornes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La France, par les vertus patientes de son épargne, était devenue un réservoir mondial de capitaux; mais, par suite d'une déplorable éducation financière, ces capitaux, elle ne savait pas les rendre productifs chez elle. Bourgeois et paysans recherchaient surtout les placements dits « de père de famille », à revenus limités, sans se dire que les revenus dont le maximum est fixé ne sont cependant pas des revenus garantis contre tout risque et oubliant que, dans ce cas, le prêteur, qui n'a aucune chance de majoration, a contre lui toutes les chances de perte. En regard du capitalisme anglais et du capitalisme allemand, foncièrement dynamiques, le capitalisme français, timide et conservateur, paraissait devoir rester incurablement statique.

Toutefois, depuis quelques années, nous avons vu se manifester les symptômes d'un renouveau financier. On avait pu croire que toute activité bancaire régionale serait rendue impossible en province. Heureusement, les meilleures banques locales survécurent à la crise de concurrence à tendances centralisatrices qu'elles durent subir et en sortirent plus vigoureuses. Elles ont trouvé dans l'union et la fédération les moyens de résister et de vaincre. Depuis vingt ans, nos banques régionales ont réalisé le rapprochement des industriels et des banquiers; elles ont collaboré puissamment au merveilleux développement économique de la Flandre, de la Lorraine et du Dauphiné. Elles sont prêtes à jouer un rôle prépondérant dans l'œuvre de restauration et d'expansion qui suivra la guerre.

Voici donc nos capitaines d'industries entourés d'une incomparable armée du travail, à même de faire fructifier les capitaux lentement constitués par l'épargne française. Des richesses, latentes dans notre sol, s'offrent à eux. Mais un problème d'une particulière acuité se pose dans toutes les branches de leur activité. Où puiser l'énergie, la force motrice? Dans l'établissement des prix de revient, c'est toujours là que l'on rencontre l'obstacle le plus difficile à franchir. Une différence de quelques francs par tonne dans le prix du combustible met nos produits manufacturés dans une position d'infériorité à l'égard de ceux de nos concurrents qui peuvent se procurer le charbon à meilleur marché et en quantité suffisante. Notre production était inférieure de 20 à 25 millions de tonnes à nos besoins avant la guerre, elle le sera davantage après la guerre par suite des destructions de l'ennemi et des besoins de l'Alsace-Lorraine.

Pour combler ce déficit, nous devons pouvoir compter tout d'abord, et pour une très large part, sur les restitutions en nature que l'Allemagne devra nous fournir. Le charbon allemand, dont le prix de revient doit être tout au plus égal au prix de vente du charbon anglais en Angleterre, nous assurera des quantités importantes à des prix favorables.

Mais nous devons, d'autre part, faire les plus grands efforts pour parer par nous-mêmes, dans la plus grande mesure possible, à notre déficit.

Nous pouvons tout d'abord réaliser des économies considérables dans la consommation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les procédés à employer à cet effet, on envisage la distribution de la force par de grandes stations électriques où seront brûlés des charbons de seconde qualité, envoyés trop souvent aux déblais, ou les lignites insuffisamment exploités dans notre pays qui alimentaient les formidables stations allemandes.

On préconise des mesures rendant obligatoires l'utilisation du gaz des hauts fourneaux et la débenzolisation du gaz d'éclairage; on étudie également un meilleur emploi du combustible par le perfectionnement des appareils de chauffage. Une économie de houille résultera enfin de la multiplication des moteurs à explosion qui, il est vrai, actuellement, consomment surtout un carburant étranger, mais qui trouveront le moyen de remplacer le pétrole, soit par l'alcool, soit par le benzol, soit par les huiles provenant de la distillation des schistes et autres produits aujourd'hui incomplètement utilisés.

Toutes ces mesures donneront, certes, des résultats. La houille blanche nous offre une solution plus large; non seulement elle se substitue à la houille noire, mais encore elle accomplit des merveilles auxquelles ne peut prétendre sa rivale; nos industries chimiques et métallurgiques, renouvelées par elle, marcheront au premier rang dans la voie du progrès. De nos forces hydrauliques, nous tirons à l'heure actuelle, grâce à l'effort de guerre, environ 1 million de chevaux: il en reste 7 millions disponibles qui doivent entrer en activité sans tarder. Leur aménagement se prépare avec activité. Nous avons donc la certitude d'améliorer considérablement les conditions de production de l'énergie souveraine qui commande toutes les transformations industrielles.

Pour en tirer tout le profit que nous pouvons espérer, nous devons songer à diminuer le coût de la vie qui, lui aussi, pèse lourdement sur les prix de revient, en intensifiant la production des principales denrées alimentaires. Assurément, c'est ici le domaine réservé à l'agriculture, mais, sans parler de son industrialisation croissante, il faut noter que la production agricole ne suffira à nos besoins qu'en s'appuyant sur une grande industrie chimique qui lui donnera les engrais azotés, phosphatés et potassiques. En 1880, le rendement par hectare de la culture du blé était, en France comme en Allemagne, de 11 quintaux. Mais, grâce à un emploi approprié des engrais chimiques, ce rendement en 1913 passait en Allemagne à 20 quintaux tandis qu'en France il s'élevait péniblement à 13,52. Le Danemark a connu des rendements de 33 quintaux. Les nécessités de la guerre ont provoqué la création d'usines capables de nous procurer, sur notre sol, une partie importante des nitrates dont nous avons besoin; grâce à nos admirables gisements du Nord de l'Afrique, nous sommes mieux placés que quiconque pour intensifier la production des superphosphates. Un engrais essentiel nous manquait pour rajeunir la vieille terre de France, la potasse. Nous la possédons en surabondance depuis la désannexion de l'Alsace. Aux directeurs de nos exploitations agricoles maintenant d'appliquer ces moyens puissants à la régénération du sol, en vue d'obtenir les 20 ou 25 quintaux par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hectare qui nous permettront, soit de devenir exportateurs de céréales, soit de libérer de la culture du blé un million d'hectares qui pourront être consacrés à l'élevage ou aux cutures industrielles.

Tirer nos subsistances de notre propre fonds est une condition de séçurité aux heures de perturbation mondiale ; les obtenir à des prix modérés est une garantie permanente contre l'élévation du prix de la vie, qui handicaperait notre production et contribuerait à rendre pénible et précaire la condition du travailleur.

Mais subvenir à la consommation des masses laborieuses, ce n'est pas encore faire œuvre positive de production. Celle-ci commence avec le ravitaillement en matières premières de nos industries de transformation. Certes, nous possédons sur notre propre sol certaines matières premières parmi les plus importantes, mais il en est pour lesquelles nous sommes tributaires de l'étranger. Ne nous dissimulons pas que, pour ces dernières, nous aurons gravement à souffrir du déséquilibre économique créé par la guerre; les stocks actuels ne répondent pas à des besoins impatients d'être satisfaits. La concurrence mondiale déchaînée entraînera sur certains produits une hausse factice des prix qui pèsera lourdement sur la France momentanément désavantagée par les conditions particulièrement difficiles de ses moyens de transports maritimes et de ses moyens de payement internationaux. Nous devons cette situation au redoutable honneur d'avoir été, dans le temps, l'avant-garde de la Ligue des Nations, luttant pour la civilisation, et, dans l'espace, le théâtre des batailles gigantesques accumulant les ruines et les dévastations. C'est pourquoi, nous nous étions toujours préoccupés, au cours de la guerre, de faire sortir la France de son isolement par un appel à l'équité de nos associés, et de lui procurer le bénéfice du fonctionnement des organisations interalliées grâce auxquelles elle a pu vivre et vaincre. Au lendemain de l'armistice, les organismes, n'étant plus maintenus par la pression de la guerre dans leur discipline étroite, se sont peu à peu détendus, chaque pays revenant progressivement à ses propres responsabilités et le monde, peut-être trop rapidement, à une liberté économique générale.

Cependant, espérons que, devant les nécessités de la situation, l'œuvre de coopération entre les Alliés survivra à la Paix qu'ensemble ils ont si chèrement conquise. Espérons notamment que nos grands Alliés comprendront que, pour réédifier le monde sur des bases solides, ils ont le devoir d'aider les peuples qui ont le plus souffert de la guerre, et au premier rang la France et la Belgique, à régulariser et à stabiliser leur situation financière et à améliorer leur change. Le monde reprendra sa vie saine et normale d'autant plus vite que le problème financier sera résolu plus rapidement grâce à des mesures communes.

Cependant, malgré notre espoir, agissons comme si nous ne devions compter que sur nous-mêmes. Le sentiment est peut-être un facteur important des rapports politiques internationaux; les rapports économiques sont malheureusement sous la seule dépendance des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intérêts vitaux et permanents. Et, quand bien même le sentiment y jouerait un rôle, il ne faut pas oublier que, dans la reconnaissance, ce n'est pas l'élan premier mais la durée qui est le point difficile.

Préparons-nous donc à développer toutes nos ressources. Quand la période de crise consécutive à la guerre aura pris fin, nous nous féliciterons d'avoir édifié une économie nationale harmonieuse. Nous pouvons trouver sur notre territoire métropolitain et dans notre empire colonial qui s'étend sous toutes les latitudes, donc sous tous les climats, la plupart des matières premières et des denrées alimentaires que nous demandons actuellement à l'étranger.

Nos industriels du coton sont tributaires des États-Unis, de l'Inde et de l'Égypte. Il ne tient qu'à eux de conquérir leur indépendance. Dans les vallées du Sénégal et du Niger, d'immenses terrains d'alluvions n'attendent, pour être mis en valeur, que l'effort méthodique des ingénieurs et des capitalistes. Depuis plusieurs années, le Gouvernement général de l'A. O. F. fait procéder aux études préparatoires de tout un ensemble de travaux d'irrigation. Quand le groupement des industriels qui transforment le coton aura compris qu'il doit aider les organisations capables de produire cette précieuse fibre sur le territoire national, l'avenir de l'industrie cotonnière en France pourra être envisagé avec sérénité.

Si, pour cette matière première, nous sommes seulement en présence de mesures préparatoires, pour d'autres, comme les graines oléagineuses, nous sommes en présence de réalisations immédiates. En quelques années, nous pourrons porter la production au niveau de la consommation en la poussant par divers moyens : subventions aux syndicats agricoles, décortication sur place, construction de docks et entrepôts, aménagement des ports, création de laboratoires dirigés par des chimistes spécialisés. Pour ne citer qu'un exemple, au Sénégal, le long d'une voie ferrée à peine construite, on a vu le cultivateur noir semer l'arachide dans les terres fraîchement débroussaillées et alimenter le trafic des premiers wagons mis en circulation.

La marge entre la production coloniale et la consommation métropolitaine est malheureusement encore trop large pour la plupart des matières premières : minerais et métaux, peaux, laines, bois, caoutchouc, cacao, etc. Mais nous pouvons affirmer, sans présomption, que cet écart ira rapidement en diminuant et qu'il arrivera un moment, si nous savons vouloir, où nous serons exportateurs, ce qui est déjà le cas pour la vanille, le riz, le poivre, la girofle et le raphia. M. le Ministre des Colonies vient de créer un service de la mise en valeur de nos richesses d'outre-mer qui stimulera, dirigera, coordonnera les efforts des divers Gouvernements coloniaux en vue du développement de la production. Il peut compter sur le concours le plus actif du Ministre du Commerce pour la recherche des débouchés sur le marché national. L'organisation des groupements syndicaux rendra le contact facile et fécond entre colons ou indigènes et industriels de la métropole ; ceux-ci doivent, en effet, considérer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme un devoir de placer leurs capitaux dans les entreprises coloniales qui les intéressent directement.

Déjà ce programme entre en action. C'est ainsi que vient de se fonder, sous l'impulsion du Ministre du Commerce, l'« Office national des Matières premières utilisées par la Pharmacie, la Distillerie et la Parfumerie ». Cet office réalisera l'unité de direction des services dépendant à la fois des Ministères du Commerce, de l'Agriculture et des Colonies. Composé de savants, d'industriels, de professionnels des cultures spéciales de la métropole et des Colonies, il comprend une section de culture et de récolte des plantes indigènes, une section de culture et de production coloniales et une section d'importation des matières exotiques. Dès maintenant, il vient de prendre les mesures permettant d'assurer à la France l'approvisionnement, dans les délais imposés par un effort méthodique, de l'écorce de quinquina nécessaire au maintien et au développement d'une industrie née sur notre sol et dont le ravitaillement est aujourd'hui très précaire.

Nos industriels, pourvus de l'énergie mécanique, des capitaux et des matières premières, nous les saivons, en parcourant les chapitres successifs de ce Rapport général, aux diverses étapes de la production. La compétence de nos ingénieurs et l'habileté de nos ouvriers nous garantissent la qualité incomparable des marchandises lancées sur le marché mondial. A la base, c'est la métallurgie du fer, abondamment approvisionnée en minerai, capable de produire aussi bien les fontes vulgaires dans le haut fourneau colossal que les aciers les plus rares dans le four électrique. Au-dessus, viennent les industries de transformation de la fonte et de l'acier qui, en substituant l'exportation du produit fini à celle du produit brut, décupleront la valeur du même tonnage passant la frontière et feront pencher en notre faveur la balance du commerce extérieur. Ensuite, à l'étage supérieur, les industries mécaniques où excelle le génie français : machines-outils, machines agricoles, cycles, avions, automobiles, constructions électriques, etc. Enfin, au dernier stade, les industries textiles qui n'ont qu'à redevenir ce qu'elles étaient avant les dévastations de l'ennemi pour constituer le gros chiffre de nos exportations, et les industries chimiques qui, transformées et galvanisées par la guerre, n'auront plus à redouter la concurrence allemande. En lisant ces monographies, dont chacune est solidaire d'un ensemble imposant, on acquiert la conviction que l'industrie française peut aborder la lutte avec, pour elle, si elle sait vouloir, toutes les chances de la victoire.

Dans l'examen des procédés les plus propres à élever notre production, nous n'avons considéré jusqu'ici le chef d'entreprise que comme un être isolé, aménageant au mieux les valeurs humaines, les forces naturelles et financières qui concourent à la création des richesses. Il importe de s'élever à un degré supérieur d'organisation et de combiner les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

efforts de l'ensemble des producteurs d'une même branche industrielle en vue de coordonner leur action tant sur le marché intérieur que sur le marché extérieur.

Dans la première phase d'individualisme effréné par laquelle a passé l'industrie, phase qui eut son utilité et sa grandeur, le producteur d'une marchandise quelconque était un loup pour le producteur de la même marchandise ; l'écrasement d'un rival constituait un succès au même titre que l'ouverture d'un nouveau débouché ; des ruines individuelles étaient la rançon des fortunes individuelles. La richesse nationale n'y trouvait pas toujours son compte. Trop souvent, en effet, la concurrence effrénée aboutissait à l'avilissement des prix et, par suite, à une crise dont souffraient même les vainqueurs, et dont le bien-être général était souvent le prix.

Depuis un quart de siècle, les producteurs avaient éprouvé le besoin de conclure des ententes, sortes de trêves entre des combattants qui se reconnaissent d'égale force, ententes ayant pour objet de substituer, par une réglementation volontaire, une production organisée à une production anarchique. A la faveur de la concentration industrielle et commerciale qui caractérise l'évolution économique moderne, on a constaté l'influence universelle d'un phénomène général qui, s'adaptant aux exigences du milieu, s'est manifesté dans chaque pays sous différentes formes

La guerre a activé ce mouvement, mais elle lui a imprimé provisoirement son caractère propre ; elle a imposé la dictature de l'État dans l'intérêt suprême de la défense nationale ; de plus, les formes d'organisation suscitées par la guerre avaient un objectif immédiat : répartir équitablement les importations collectives effectuées directement par l'État ou avec son concours. Mais la dictature de l'État n'a pas survécu aux circonstances qui l'avaient fait naître. Toutefois, espérons-le, les ententes provoquées d'abord par l'impulsion d'en haut poursuivront leur œuvre et la développeront, par la volonté consciente des intéressés, volonté clairement manifestée par certains d'entre eux.

La politique du Gouvernement a reçu la meilleure des consécrations le jour où nos industriels ont compris qu'ils devaient unir leurs efforts pour transporter la concurrence du terrain national, où les victimes ne peuvent nous être indifférentes, sur le terrain international.

Les syndicats industriels de producteurs, pour acquérir toute leur vigueur, doivent tirer d'eux-mêmes leur principe vital. Le syndicat obligatoire dont s'accommode la docilité allemande ne s'acclimatera pas facilement en France. Les membres de nos syndicats devront accepter de leur plein gré les disciplines volontaires ; leurs facultés d'initiative n'en seront pas amoindries ; bien au contraire, l'initiative collective est une forme supérieure de l'initiative privée. Que nos producteurs veuillent bien méditer cette pensée de Bergson : « La liberté est la grande source d'énergie, à condition toutefois que les volontés individuelles se règlent méthodiquement sur une fin commune. » S'ils savent se plier aux disciplines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessaires qui, acceptées et non subies, rendent plus féconds les efforts individuels, ils ne mériteront plus le reproche que Colbert adressait aux négociants de son temps : « Ces Messieurs veulent avoir chacun leur barque, plutôt que de s'associer pour posséder, comme les Hollandais, des grands bateaux ». Ce n'est pas au lendemain de la guerre qu'ils oublieront qu'ils naviguent tous sous le pavillon de la France.

De ce que l'État ne peut, à lui seul, donner les instruments d'action aux syndicats constitués en vue d'organiser la production, il serait inadmissible de prétendre qu'il doit les ignorer s'ils existent. Certains ont pu considérer leur existence comme constituant, par elle-même, un danger : leurs craintes sont exagérées. Le péril serait dans l'irrémédiable faiblesse de nos producteurs condamnés à l'isolement ; la force n'est à craindre que lorsqu'on en abuse. Or les abus des groupements de producteurs sont évitables si ces organes, avec des statuts approuvés par les pouvoirs publics, fonctionnent au grand jour de la publicité, comme les sociétés anonymes elles-mêmes dont ils constituent une modalité portée à la suprême puissance. L'État ne participant pas aux risques ne devrait pas intervenir dans la direction, mais, représentant de la collectivité nationale, de l'ensemble des consommateurs, il doit avoir un droit de regard, c'est-à-dire de contrôle, sur le faisceau formidable des forces de production concentrées et organisées.

Les syndicats de producteurs sont des syndicats patronaux, mais les travailleurs sont prêts à collaborer avec eux ; ils ne leur refuseraient, nous en sommes convaincus, leur concours que si les ententes entre producteurs pouvaient contrarier leurs prétentions légitimes à participer aux résultats obtenus par une action commune. Or une forte organisation de la production est la condition essentielle à la fois de l'amélioration immédiate du sort de l'ouvrier et de son accession ultérieure à une situation économique supérieure.

En effet, les syndicats industriels de producteurs — c'est là leur raison d'être — éviteront, par l'organisation de la production, les perturbations économiques ; ils empêcheront donc les soubresauts des prix qui, à la longue, déterminent tant de troubles dans les conditions du travail lui-même ; le prix de vente n'est pas maintenu par une majoration au détriment du consommateur ; c'est le prix de revient qui est réduit ; il n'y a pas exploitation du salarié ou du consommateur, mais victoire sur la nature et sur la routine.

Encore et surtout, l'organisation du capital stimule et provoque l'organisation des travailleurs. Les promoteurs du mouvement syndicaliste, par une compréhension très juste des choses, ont toujours préféré une société capitaliste vigoureuse à une société capitaliste débile et inorganisée. Lorsque se produira dans toutes les industries la pénétration réciproque des deux forces composantes de la production, on tendra à la réalisation progressive du désir exprimé par Waldeck-Rousseau : « Il faut que le capital travaille et que le travail possède. »

Le succès durable de tout programme de suractivité économique est lié à cette collabo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ration intime du capital et du groupement professionnel, grâce à laquelle l'ouvrier sera intéressé à la production. Que servirait de donner à celui-ci, par l'enseignement technique et l'aménagement scientifique de l'usine, la capacité de produire davantage s'il n'avait pas la volonté de déployer tout son effort dans les limites de cette capacité accrue? L'intensification doit se produire aux sources mêmes de la production; il en sera ainsi si le travailleur veut, dans la mesure où il peut. L'augmentation méthodique du rendement de la main-d'œuvre a donc un corollaire nécessaire : la participation de l'entreprise et de l'ouvrier aux résultats obtenus par un effort commun.

Ainsi, le groupement syndical doit jaillir spontanément des milieux de la production où la concentration industrielle moderne en a déposé les germes; les forces de création et d'organisation qui sont en nous doivent se développer librement; rien de commun avec les rouages d'un mécanisme administratif que l'on crée de toutes pièces et auquel on donne l'impulsion d'en haut. Malheureusement, trop nombreux sont ceux qui restent indifférents aux manifestations les plus convaincantes des avantages de l'effort collectif. Le Ministre du Commerce devait s'associer à l'œuvre de ceux qui, conscients du véritable intérêt de la production nationale, ouvrent les voies de l'avenir.

Pour assurer cette collaboration des pouvoirs publics et des forces de production, j'ai dû m'appuyer sur ce qui existe et non sur ce qui sera. Nous possédons en France une institution centenaire qui réunit en assemblées représentatives les intérêts de toute une circonscription, qui, dotée d'un budget, donc de moyens d'action, a su, depuis 20 ans, se moderniser et produire des résultats. J'ai vu dans les Chambres de Commerce les points de cristallisation autour desquels s'organiseraient peu à peu les initiatives régionales. Mais la plupart des Chambres de Commerce étaient sans moyens d'action, livrées à elles-mêmes. J'ai estimé qu'il convenait tout d'abord de grouper les forces éparses sur le territoire, de les associer dans une action commune et de leur donner, dans les centres qui ont un pouvoir de rayonnement régional, une représentation qui leur permît de devenir d'utiles auxiliaires du pouvoir central dans l'œuvre qu'il poursuit.

Fidèle au principe de la liberté organisée, je n'ai pas voulu imposer aux Chambres de Commerce une réforme bureaucratique. Je leur ai exposé les avantages d'une vie régionale plus intense d'où sortirait un accroissement d'activité pour notre production et nos échanges. D'ailleurs, la réforme n'était viable qu'avec leur libre concours, puisque les Chambres de Commerce doivent simplement mettre en pratique une disposition légale restée jusqu'ici presque sans application : user du droit qu'elles tiennent de la loi elle-même de constituer des unions en vue de l'étude des questions d'intérêt commun. Les Chambres de Commerce ont magnifiquement répondu à la confiance qui leur était témoignée. Elles ont déclaré qu'elles collaboreraient pleinement à l'œuvre à laquelle elles étaient conviées. Et comme les Chambres de Commerce ont le libre choix des centres auxquels elles doivent s'affilier, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

régions économiques, loin d'être des créations artificielles du pouvoir, seront déterminées par les courants véritables de l'activité industrielle et commerciale.

Le cadre de la région économique une fois délimité par voie d'ententes entre le Ministère et les Chambres de Commerce, nous nous sommes efforcés de remplir ce cadre de manière à développer et à organiser les forces productrices de la région et nous avons donné une vie permanente, à côté du bureau régional des Chambres de Commerce, au Comité régional d'Action économique, siégeant au chef-lieu de la région, qui, créé par le Ministère de la Guerre, a rendu de grands services au cours des hostilités.

Ce Comité comprend des membres élus et des membres choisis par l'Administration. Une place y est également faite à des délégués des syndicats patronaux et ouvriers. Ces délégués représentent les intérêts d'une corporation déterminée dans le cadre de la région. En effet, les adeptes les plus convaincus du fédéralisme économique n'arrivent à la fédération nationale que par l'étape et l'intermédiaire de la fédération régionale. Ils reconnaissent que la région, où s'exerce une spécialité professionnelle, peut modifier ses besoins, donner un aspect différent à la solidarité professionnelle et même créer, d'une région à l'autre, des intérêts opposés. Les diversités naturelles sont la cause profonde des besoins économiques différents.

Sans attendre le plein épanouissement de ces institutions régionales, dont la fédération fera nettement apparaître la nation en ordre de travail, j'ai associé à l'action gouvernementale, pour la rendre plus vivante et moins administrative, pour la renouveler aux sources profondes où s'élabore le progrès, les détenteurs de toutes nos forces de production. Sur mon initiative, les délégués mandatés des chambres syndicales patronales, représentant plusieurs centaines de milliers de chefs d'entreprise industrielles et commerciales, ont constitué 20 groupements; chacun de ces groupements comprend un certain nombre de syndicats, dont les intérêts sont sinon communs, du moins similaires. Ces conseillers, formés par la pratique quotidienne des affaires, en contact permanent avec les dures réalités, collaboreront efficacement à la restauration économique du pays.

Désormais, par l'intermédiaire de leur Confédération nationale, qui va être constituée sous le régime de la loi de 1884, le Ministre sera directement en rapport avec la masse des industriels et des commerçants, masse non plus amorphe mais organisée. Jusqu'ici le pouvoir central ne connaissait souvent les besoins des industries que lorsque ceux-ci se manifestaient par des crises économiques. Dépourvu des moyens d'investigation et d'information qui lui eussent permis de suivre l'évolution de la maladie, il était incapable de la prévenir et plus encore de la guérir. Désormais, il pourra prévenir et guérir en ayant à sa disposition d'autres moyens d'action que la panacée des articles additionnels à la loi de douane.

Nous sommes maintenant, au cours de l'examen du Rapport, en présence du Ministère du Commerce lui-même, considéré en tant qu'organe de coordination, en tant qu'adminis-

c.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trateur des intérêts supérieurs du Commerce et de l'Industrie, sous le contrôle du Parlement souverain. S'il est logiquement constitué, les intérêts particuliers auront le sentiment qu'ils ne peuvent pas se développer et se fortifier au détriment de l'intérêt général, mais en prenant conscience des sacrifices qu'il exige. Le Ministère du Commerce et de l'Industrie devra donc orienter l'activité du pays dans le sens le plus favorable aux intérêts généraux ; arbitre légal des conflits inévitables entre branches diverses de la production et du commerce, il devra indiquer aux industriels, aux commerçants, ou plutôt aux groupements qui les représentent, le plan général suivant lequel ils doivent diriger leurs efforts pour que l'action des particuliers vienne aider et non entraver celle de l'État. Une nation doit avoir, comme une maison de commerce ou une industrie, un programme, un plan d'action dans l'ordre économique, programme établi avec méthode et réalisé avec persévérance. Ce plan, élaboré avec le concours des groupements qualifiés, sera, à l'intérieur, de favoriser le développement de la production sous toutes ses formes, par les moyens précédemment exposés, à l'extérieur, de provoquer toutes les mesures nécessaires de défense et d'expansion.

L'arme défensive, que nous trouvons dans l'arsenal de l'économie politique traditionnelle, c'est le droit de douane. Il serait prématuré de discuter dans ses détails un régime douanier dont les principes généraux seront conditionnés par le traité de paix. Nous devons cependant ne pas nous laisser surprendre par les événements. Aussi, le Ministère du Commerce a-t-il consacré tout son effort à nous réserver une liberté aussi grande que possible dans l'ordre économique international, de manière à pouvoir prendre toutes les mesures que comportera la situation nouvelle. En vue d'obtenir cette complète liberté, le Gouvernement a dénoncé les traités et conventions de commerce conclus avant la guerre. Après avoir, d'accord avec les commissions parlementaires, délibérément abandonné le régime de la clause générale de la nation la plus favorisée que nous avait imposé le traité de Francfort et dont l'application nous fut si souvent funeste, et pour permettre de négocier plus aisément la conclusion des accords destinés à se substituer aux accords dénoncés, j'ai soumis au Parlement un texte qui laissera au Gouvernement la faculté de négocier dans l'intervalle compris entre le tarif général et le tarif minimum. Enfin, pour lutter efficacement contre les tentatives de dumping des États peu scrupuleux, le Ministère du Commerce prépare un projet de constitution d'un Office national des Prix.

Ce sont là des perfectionnements du mécanisme douanier ; il sera plus important encore de le pénétrer d'un esprit nouveau. Le droit de douane ne doit plus être une simple prime à la routine et à la paresse, mais un instrument de développement de l'activité nationale. Désormais ne doivent être protégées et encouragées que les industries qui feront effort pour se défendre elles-mêmes, dans la mesure de leurs moyens, contre la concurrence de l'étranger.

D'accord avec le Gouvernement, aidées par lui dans toute la mesure du possible, ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

industries devront tout faire pour comprimer les prix de revient, les droits protecteurs devant être destinés à compenser l'écart qui restera incompressible entre les frais de production en France et à l'étranger. Dans l'étude de la mise au point des tarifs, qui ne peut être définitive tant que les prix n'auront pas atteint un certain état d'équilibre, les rapports recueillis à la suite de l'enquête prescrite par M. Lemery, Sous-Secrétaire d'État au Commerce, fourniront des éléments de documentation des plus utiles.

Les droits de douane, revisés et assainis, ne sont pas les seules mesures de protection à envisager. Notre commerce et notre industrie demandaient à être défendus contre l'intrusion non dissimulée et contre l'influence occulte, plus dangereuse encore, de l'activité économique étrangère sur notre territoire. A cet effet, il importait de procurer aux intéressés les moyens de se renseigner exactement et rapidement sur la nationalité des commerçants et des sociétés commerciales établis en France. Tel est l'objet de la loi récemment promulguée, sur le registre du commerce, organisant ce que l'on a appelé justement « l'état civil » des commerçants. Dans le même ordre d'idées, un projet de loi a été déposé en vue d'instituer, à l'usage des représentants et des voyageurs de commerce français et étrangers exerçant en France leur profession, une carte d'identité professionnelle, qui indiquera la nationalité du commerçant ou du voyageur, tout en renseignant exactement sur les établissements représentés. Une autre série de mesures actuellement à l'étude aura pour but de réglementer l'exercice de certaines professions ou entreprises par les étrangers et de subordonner l'emploi de la qualification de Français à certaines conditions justifiant cette dénomination. Le Ministère du Commerce attache une particulière importance à l'institution des marques collectives et à la répression des fausses indications d'origine. Des projets de loi ayant pour but de garantir la loyauté dans les transactions commerciales ont été déposés. L'un des principaux, celui qui concerne les appellations régionales, est à la veille d'être définitivement adopté par le Parlement.

Lorsque nous aurons, par cet ensemble de réformes, « mis de l'ordre dans la maison », nous serons plus forts pour porter notre action à l'extérieur et plus aptes à y trouver le succès. L'État, ici, a un rôle éminent à jouer que l'on est unanime à lui reconnaître : grands travaux publics, moyens de communication, établissement d'un programme d'expansion, crédits à l'exportation, agents commerciaux ; c'est à lui qu'incombe la direction et la concentration énergique des efforts

Tout d'abord, par les chemins de fer, les fleuves et les canaux, l'État devra ouvrir des voies d'accès vers les marchés étrangers. La France, grâce à l'heureux développement de ses côtes, est non seulement, par Marseille, le port de l'Orient, mais encore la façade de l'Europe sur l'Océan Atlantique, cette Méditerranée de la civilisation de demain. Dans cette façade, des fenêtres, plus largement ouvertes qu'aujourd'hui, devront être percées, je veux dire des ports, pourvus de tout l'outillage nécessaire, dans lesquels les navires pourront

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opérer leurs chargements et leurs déchargements sans éprouver des retards préjudiciables. A ces ports devront aboutir les grandes voies ferrées internationales qui y porteront les marchandises de l'Europe centrale et orientale. De ces ports rayonnera dans le monde entier notre marine marchande reconstituée grâce à l'effort de l'armement, aux reprises effectuées sur l'ennemi et à l'exécution du programme de reconstruction soumis au Parlement par M. Bouisson, Commissaire aux Transports et à la Marine marchande. Quand nous aurons un nombre de bateaux suffisant pour assurer notre trafic, nous bénéficierons des sommes énormes payées chaque année aux armateurs étrangers qui, avant la guerre, atteignaient le demi-milliard et, au cours de la guerre, ont représenté plusieurs milliards. Actuellement, cette lourde rançon fait peser une charge écrasante sur notre change, charge qu'il est du devoir primordial du Gouvernement et de l'armement de faire disparaître dans toute la mesure du possible.

Ces moyens de transport accrus ne fonctionneront à plein rendement que sous l'impulsion de nos organes directeurs d'expansion économique. Le Parlement est saisi d'un projet de loi sur la réorganisation de l'Office national du Commerce extérieur, qui deviendra le grand établissement de propagande française à l'étranger. Il disposera d'informations précises, rapidement transmises à nos exportateurs et à nos producteurs, informations recueillies sur tous les points du monde pas nos agents commerciaux, sous la direction des attachés commerciaux devenus les chefs de notre représentation commerciale à l'étranger. Des offices commerciaux, dont déjà cinq existent en Suisse, en Angleterre, en Espagne, en Italie et en Russie, offriront à nos industriels et à nos commerçants les avantages d'un compte collectif de vente ; plusieurs autres sont en voie de constitution pour l'Orient, avec des agences en Égypte, en Syrie, en Turquie, en Grèce, pour la Hollande et pour la Roumanie. Ils sont organisés de manière à faciliter à nos exportateurs la conclusion de nouvelles affaires, à les aider dans la recherche des débouchés, dans le choix des représentants ; ils renseignent nos commerçants sur les questions de transports, de douanes, de crédit et ils se tiennent à leur disposition pour tout ce qui peut intéresser le développement de leurs affaires ; ils préparent des présentations temporaires de modèles et d'échantillons

Enfin, c'est un lieu commun de dire que la principale cause de l'insuffisance de nos exportations a été l'infériorité de notre outillage bancaire ; la création d'une banque d'exportation, ouvrant à ses clients des crédits à long terme, est l'instrument indispensable de notre succès. Nous avons pu grouper les représentants de l'industrie, du commerce et de la banque dans ce but et, dès maintenant, on peut tenir l'établissement, dont notre commerce d'exportation a si grand besoin, comme constitué.

Telles sont, selon les conclusions du rapport que j'ai l'honneur de vous présenter, les conditions générales qui doivent présider à la réorganisation économique de la France. Elles exigeront, de la part de l'État, un effort financier plus grand que dans le passé. De

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous les départements ministériels, le Ministère du Commerce est celui dont les dépenses d'administration centrale sont les plus faibles. A la veille de la guerre, elles s'élevaient annuellement à 439,000 fr., alors que le Service des Beaux-Arts absorbait 487,000 fr. République athénienne, la France faisait autant de sacrifices pour ce qui peut contribuer à la beauté de la vie que pour ce qui était nécessaire au développement de sa vie industrielle. Un projet de loi réorganisant le Ministère du Commerce et le mettant à même de remplir le rôle que les circonstances lui imposent sera déposé dans quelques jours sur le Bureau de la Chambre.

Les événements qui se déroulent dans le monde prouvent que les plus brillantes civilisations doivent s'appuyer sur les solides réalités économiques. Ce sont ces réalités qui forment l'objet des travaux du Comité consultatif des Arts et Manufactures et de la Direction des Études techniques du Ministère du Commerce. Les trois volumes du Rapport général, en même temps qu'une encyclopédie de l'industrie contemporaine, forment la base des études qui vont se poursuivre en collaboration avec les groupements industriels patronaux et ouvriers et qui conduiront rapidement à l'adoption des solutions qui s'imposent pour la prompte restauration du pays.

Nos industriels, au cours d'une crise économique sans précédent, ont donné la mesure de leur magnifique activité; nos ouvriers ont démontré que leur labeur pouvait puissamment féconder les capitaux mis à la disposition du travail. Aux uns et aux autres, l'État doit plus que la seule liberté : elle ressemblerait trop à une abdication et à une défaillance. Il saura leur procurer les moyens d'action collectifs, l'outillage matériel et les organes d'expansion. Dans le monde entier, où jamais notre drapeau n'a brillé d'un tel éclat, où nos rivaux nous précèdent avec une hâte fébrile, on attend impatiemment des manifestations dignes de notre réputation ancienne et de notre prestige nouveau. Le temps presse, si nous voulons éviter les sévérités de l'Histoire. Mais, j'en ai la conviction, la France qui a su vaincre, sous votre énergique impulsion, saura triompher de toutes les difficultés grâce à son travail, à son ingéniosité, à son esprit d'initiative, à sa ténacité; elle étonnera le monde par la rapidité de sa restauration industrielle et par l'ampleur de son expansion économique.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'hommage de mon respectueux dévouement.

29 Mars 1919.

CLÉMENTEL.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AVANT-PROPOS.

Le Comité consultatif des Arts et Manufactures a été chargé par M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, des Transports maritimes et de la Marine marchande d'étudier l'organisation de la production de l'industrie française pour l'après-guerre.

Afin de faire participer à ce travail d'une importance toute particulière de hautes compétences dans les branches principales de l'activité industrielle, le nombre des Membres du Comité consultatif fut porté de seize à vingt-quatre par décret du 24 avril 1917. De plus, par arrêté du 25 avril de la même année, M. le Ministre du Commerce appelait à siéger au Comité, pour la durée de la guerre et les six mois qui suivront la cessation des hostilités, des personnalités dont le concours apparaissait comme particulièrement utile au but poursuivi. En outre, le même arrêté complétait la liste des rapporteurs techniques et précisait la composition du bureau. Quelques modifications ont été apportées, dans la suite, par changement de quelques Membres.

Le Comité consultatif s'est trouvé ainsi composé :

Président.

M. Haller, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, Directeur de l'École de Physique et de Chimie industrielles.

Vice-Présidents.

MM. Chandèze, Directeur honoraire du Conservatoire national des Arts et Métiers;
Le Chatelier, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris et à l'École Nationale Supérieure des Mines.

Membres de droit.

MM. Bley, Directeur général des Contributions indirectes au Ministère des Finances;
Biju-Duval, Inspecteur général militaire des Poudres et Salpêtres;
Bolley, Directeur général des Douanes au Ministère des Finances;
Charmeil, Conseiller d'État, Directeur du Personnel, des Expositions et des Transports au Ministère du Commerce;
Dabat, Conseiller d'État, Directeur général des Forêts au Ministère de l'Agriculture;
Fighiera, Directeur des Affaires commerciales et industrielles au Ministère du commerce;
Fontaine, Conseiller d'État, Directeur du Travail au Ministère du Travail;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Pila, Consul général, Chef du Bureau des Services économiques au Ministère des Affaires étrangères ;

Tenot, Directeur de l'Enseignement technique au Ministère du Commerce.

Membres titulaires.

MM. D'Arsonval, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France ;

Bérard, ancien Secrétaire du Comité ;

Cavallier, Maître de forges ;

Chareyre, Conseiller d'État, Professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées ;

Chapsal, Maître des Requêtes honoraire au Conseil d'État ;

David-Mennet, Président de la Chambre de Commerce de Paris [1] ;

Despret, Ingénieur, Maître verrier ;

Guillet, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers et à l'École Centrale des Arts et Manufactures ;

Hanriot, Membre de l'Académie de Médecine ;

Hersent (Georges), Entrepreneur de Travaux publics ;

Hillairet, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France ;

Keufer, Secrétaire général de la Fédération française des Travailleurs du Livre ;

De Launay, Membre de l'Institut, Professeur à l'École Nationale Supérieure des Mines ;

Lindet, Président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale ;

Rateau, Membre de l'Institut, Industriel ;

Rousseau, Conseiller d'État, Ingénieur général du Génie maritime ;

Roy, Industriel, filateur, Membre de la Commission supérieure du Travail ;

Schloesing, Membre de l'Institut, Directeur de l'École des Manufactures de l'État ;

Teissier, Président du Conseil d'administration de la Compagnie des Chemins de fer du Midi ;

Tisserand, Membre de l'Institut, Directeur honoraire au Ministère de l'Agriculture ;

Voelckel (Eugène), Vice-Président de la Chambre syndicale des bois de sciage et d'industrie.

Membres de droit nommés pour la durée de la guerre.

MM. Béhal, Vice-Président du Comité de Direction de l'Office des produits chimiques et pharmaceutiques ;

Blazeix, puis Gourdeau, Directeur des Services Techniques au Ministère du Commerce ;

Fleurent, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, Directeur de l'Office des Produits chimiques et pharmaceutiques ;

Ganne, Inspecteur général de l'Enseignement technique ;

Mauclère, puis Lheure, Directeur général des Fabrications des poudres et explosifs ;

Prud'homme, Directeur du Jardin colonial de Nogent-sur-Marne.

Roux, Directeur des Services sanitaires et scientifiques et de la Répression des fraudes au Ministère de l'Agriculture ;

l'Intendant général Vinel, Directeur de l'Intendance au Ministère de la Guerre.

---

[1] Aujourd'hui décédé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapporteurs techniques.

MM. Appert (Léon), Maître verrier ;
Bochet, ancien Président de la Société des Électriciens ;
Carlioz, Ingénieur des Arts et Manufactures ;
Charpy, Membre de l'Institut, Sous-Directeur technique de la Compagnie de Châtillon-Commentry--Neuves-Maisons ;
Crindal, Ingénieur, Chef de Section au Ministère du Commerce (Services techniques) ;
Dantzer, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, Chef de Section au Ministère du Commerce (Services techniques) ;
Dumas (Albin), Ingénieur des Arts et Manufactures ;
Dumont (Georges), ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France ;
Guérin, Président du Syndicat des filateurs de lin ;
Halphen, Chef du Laboratoire des expertises au Ministère du Commerce ;
Heurteau (Émile), Ingénieur des Mines ;
Hitier (Henri), Professeur à l'Institut agronomique ;
Imbart de la Tour, Maître des Requêtes au Conseil d'État ;
Jourdain (Henri), Membre de la Commission de la Chambre syndicale des Cuirs ;
Dr Langlois, Professeur agrégé de la Faculté de Médecine de Paris ;
Lœbnitz (Jules), Fabricant de faïences artistiques ;
Morel (Ennemond), Vice-Président de la Chambre de Commerce de Lyon ;
Pascalis (Georges), Membre de la Chambre de Commerce de Paris ;
Pérol (Ferdinand), Président de la Chambre syndicale de l'Ameublement ;
Périssé, Ingénieur, Chef de Section au Ministère du Commerce (Services techniques) ;
Picart, Membre du Comité national de la Fédération nationale des travailleurs de l'Industrie du Bâtiment ;
Richemond (Pierre), Ingénieur-Constructeur ;
Seydoux, Filateur ;
Templier, Président de la Chambre syndicale de la Bijouterie, Joaillerie, Orfèvrerie.

Secrétaires.

MM. Bénard (Lucien), Ingénieur civil des Mines ;
Halphen (Georges), Chef du Laboratoire des expertises au Ministère du Commerce.

L'arrêté du 25 avril 1917 précise de la façon suivante l'organisation du Comité en vue des travaux spéciaux qui lui étaient confiés.

Art. III.

« Pendant la durée de la guerre et pendant les six mois qui suivront la cessation des hostilités, le Comité consultatif des Arts et Manufactures, en plus des affaires dont il est saisi par application du décret du 18 octobre 1880, sera appelé à délibérer sur les ques-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions qui lui seront soumises par le Ministre du Commerce, et se rapportant à l'organisation de la production de l'après-guerre.

« Pour l'état de ces affaires, les Membres du Comité et les Rapporteurs techniques se réuniront en quatre sections qui auront à examiner les questions se rapportant :

« A la métallurgie et à la construction mécanique ;

« Aux textiles ;

« Aux industries chimiques et industries connexes » ;

« Aux industries diverses » ;

« Le Président du Comité consultatif des Arts et Manufactures désignera pour chaque section un Président, un Vice-Président et un Rapporteur. Il choisira également un Président pour chacune des Commissions.

« Le Directeur des études techniques au Ministère du Commerce et de l'Industrie remplira les fonctions de Rapporteur général du Comité. »

La répartition en sections a été faite de la façon suivante :

Première section. — MÉTALLURGIE ET CONSTRUCTION MÉCANIQUE.

MM. Le Chatelier, *Président;*
Rateau, *Vice-Président;*
Crindal, *Rapporteur;*
Bénard, *Secrétaire;*
Cavallier, Fontaine, Ganne, Gourdeau, Hillairet, De Launay, Pila, Rousseau, Teissier, *Membres titulaires;*
Bochet, Carlioz, Charpy, Dumont, Heurteau, Richemond, *Membres rapporteurs.*

IIe Section. — TEXTILES ET PAPIER.

MM. Chandèze, *Président;*
David-Mennet, *Vice-Président* [1] ;
Dantzer, *Rapporteur;*
Bénard, *Secrétaire;*
Bolley, Dabat, Keufer, Roy, Vinel, Vœlckel, *Membres titulaires;*
Guérin, Morel, Seydoux, *Membres rapporteurs.*

IIIe Section. — INDUSTRIES CHIMIQUES.

MM. Schloesing, *Président;*
Fleurent, *Rapporteur;*
Halphen, *Secrétaire;*
Béhal, Bérard, Biju-Duval, Charmeil, Chaŕeyre, Despret, Hanriot, Lindet, Martin, Mauclère, Roux, Tisserand, *Membres titulaires;*
Appert, Hitier, Danglois, Loebnitz, Pascalis, *Membres rapporteurs.*

[1] Aujourd'hui décédé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IVe Section. — INDUSTRIES DIVERSES.

MM. d'Arsonval, *Président;*
Périssé, *Rapporteur;*
Halphen, *Secrétaire;*
Chapsal, Fighiera, Hersent, Tenot, *Membres titulaires;*
Dumas, Imbart de la Tour, Jourdain, Pérol, Picart, Templier, *Membres rapporteurs.*

Mais, dès le début des travaux, on s'aperçut qu'il n'était pas possible de poursuivre une étude un peu complète des questions soumises aux différentes sections sans appeler à titre de rapporteurs quelques membres étrangers au Comité, et sans faire participer aux discussions les représentants les plus autorisés des différentes Chambres syndicales ou groupements intéressés.

Les rapports qui ont été présentés à l'étude des différentes sections ont été les suivants :

SECTION I.

Sidérurgie : Produits ordinaires	MM. Carlioz.
Sidérurgie : Produits spéciaux	Charpy.
Métaux autres que le fer	Guillet.
Construction mécanique	Rateau.
Constructions métalliques	Dumont.
Industrie électrique	Bochet.
Machines agricoles	Coupan.
Charbon	Gruner.

SECTION II.

Laine	MM. Seydoux.
Coton	Roy.
Soie	Ennemond Morel.
Commerce des bois	Voelckel.
Production forestière	Dabat.
Papier	Keufer.
Bonneterie	Blais-Mousseron.
Lingerie	Barjon.
Flanelle manufacturée	Vimont.
Teinture et impression	Lauth.
Lin et chanvre	Guérin.

SECTION III.

Acide sulfurique, chlore, soude	MM. Lindet.
Huiles minérales et alcool considérés comme générateurs de force motrice	Périssé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Alcool éthylique industriel	MM.	Lindet.
Acide azotique		Pascalis.
Sels de potassium et de magnésium, brome		Lindet.
Matières grasses, végétales et animales		Halphen.
Industrie des glaces, verres d'optique, vitraux, verres spéciaux, pierres précieuses artificielles		Despret.
Gobeleterie, bouteilles, verres à vitres		Appert.
Chutes d'eau et électrochimie		Marlio.
Ressources françaises en pigments blancs employés dans les travaux de peinture		Livache.
Couleurs minérales et vernis		Chimènes,
Produits résineux et gommes		Chimènes.
Culture de la betterave à sucre et industrie sucrière indigène		Hitier.
Caoutchouc, gutta-percha, balata		Halphen.
Bioxyde de baryum et eau oxygénée		Barbezat.
Stéarinerie et savonnerie		Ferrier.
Industrie céramique		Loebnitz.
Industrie du sulfate de cuivre		Boyoud.
Industrie de la bauxite		Boyoud.
Industrie des matières plastiques à base de caséine		Trillat.
Agriculture		Tisserand.
Acides lactique, butyrique, formique et oxalique		Halphen.
Acétate de cellulose		Clément et Rivière.
Chaux et ciments		Appert.
Soufre, arsenic et composés arsenicaux		Keller.
Carbonisation des bois en vase clos		Duchemin.
Celluloïd		Forestier.
Bière, cidre, vinaigre, rhum		Fernbach.
Engrais chimiques		Roux.
Gaz comprimés		Bardot.
Industrie des produits tartriques		Lindet.
Produits photographiques		Poulenc.
Industrie de la conserve		Prévet.
Acide acétique de synthèse		Hanriot.
Iode		Béhal.
Produits de la distillation de la houille et matières colorantes (deux rapports)		Béhal.
Produits pharmaceutiques		Fourneau.
Parfums synthétiques et naturels		Sommelet.
Explosifs		Biju-Duval et Despret.
Asphaltes		Lévy-Alexandre.
Corps radio-actifs	Mme	Curie.
Cyanure	MM.	Effront.
Soie artificielle		Bernheim.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Colles et Gélatines	MM. MITAL et HERTEMAN.
Cristallerie	BOUDOUARD,
Porcelaine	BOUDOUARD.
Emploi des betteraves séchées dans la fabrication du sucre	DE GROBERT, FERNBACH et MANOURY.
Alcaloïdes, glucosines et quelques autres produits organiques pharmaceutiques, d'origine animale et végétale	BÉHAL.
Séchage artificiel des grains et graines de semence.	SCHRIBAUX.
Fumiers de ferme	TISSERAND.
Extraits tinctoriaux et tannants d'origine végétale.	DUBOSC.
Laque	PRUDHOMME.

SECTION IV.

Cuirs et Peaux	MM. JOURDAIN.
Industrie du froid	GOUAULT.
Joaillerie, bijouterie, orfèvrerie	TEMPLIER.
Jouets	VARENNE-CAILLARD.
Ameublement	ÉPEAUX.
Coutellerie	LANGUEDOCQ.
Bimbeloterie	Mlle SANUA.
Industrie horlogère	MM. BLOT-GARNIER.
Bâtiment et travaux publics	Georges HERSENT.
Éclairage	BLANC.
Chauffage	LEROY.
Machines à écrire	JAPY.
Objets de ménage et produits émaillés	BOURQUENOT.
Appareils photographiques	PIONNIER.
Pierres précieuses, demi-précieuses et fausses	TEMPLIER.
Quincaillerie	André BAUDET.

Au total : Quatre-vingt-sept Rapports.

Les travaux des sections se sont poursuivis de façon continue de mai 1917 à décembre 1918 ; ils ont donné lieu à des discussions parfois fort longues et se sont terminés dans chaque section par des rapports résumant l'ensemble des travaux ; ceux-ci ont été présentés par MM. CRINDAL, DANTZER, FLEURENT et PÉRISSÉ.

Dans le discours d'inauguration des travaux du Comité M. le Ministre a nettement indiqué l'orientation des études qu'il lui confiait.

Ces études devaient, avant tout, établir un relevé de la production et de la consommation des princi aux produits industriels à l'avant-guerre, et examiner ce qu'elles peuvent devenir à l après-guerre, en s'inspirant essentiellement des principes suivants :

La France doit avoir, — dans toute la mesure compatible avec ses ressources et ses moyens industriels , — une indépendance économique absolue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le relèvement de sa situation financière ne peut être assuré que par un accroissement de production qui aura pour effet de satisfaire à ses propres besoins et, si possible, d'augmenter nos exportations, par conséquent notre crédit.

Du rapprochement des chiffres probables : production et consommation à l'avant-guerre, production et consommation probables à l'après-guerre, il sera aisé de déduire les efforts qui doivent être faits par l'Industrie française, et de préciser les approvisionnements et les fabrications pour lesquels nous devrons, au moins pour un temps, rester importateurs.

Le programme ainsi fixé, il faudra étudier les méthodes à utiliser, les mesures à demander soit aux Pouvoirs publics, soit aux groupements industriels pour atteindre le but visé.

M. le Ministre terminait ainsi :

« Ce travail de synthèse vous permettra, dans une vision élevée de l'avenir, de prévoir les *mesures à prendre* et les *initiatives à provoquer*.

« Aucun des problèmes économiques qui se posent à l'heure actuelle ne doit vous laisser indifférents, car il est permis d'affirmer que, quoi qu'il arrive, la situation intérieure et extérieure de notre pays sera après la conclusion de la paix profondément différente de ce qu'elle était avant la guerre.

« Les questions relatives à la *production* sont fondamentales; elles doivent avant tout retenir votre attention, et vous serez logiquement conduits à leur subordonner les questions d'ordre complémentaire comme les questions de transport, de régime douanier, de crédit, etc..... Quelle que soit, en effet, l'importance de ces dernières questions, elles ne sauraient être étudiées qu'en fonction de la production, seule source de la force économique et de la richesse des nations. »

Dans le rapport général que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, il nous a paru nécessaire, tout en prenant pour base les travaux des sections et les rapports qui y ont été présentés, de faire intervenir cependant, les recherches effectuées à la Direction des Études techniques du Ministère du Commerce, certaines études poursuivies dans les divers Ministères, spécialement au Ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre, au Ministère du Blocus, au Ministère des Colonies, et même dans certaines Sociétés savantes ou Associations qui se sont particulièrement préoccupées des problèmes de l'après-guerre, notamment la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, la Société des Ingénieurs civils de France, la Société de Chimie industrielle, l'Association nationale d'Expansion économique.

Ce rapport est en somme la synthèse des travaux poursuivis en vue de la réorganisation industrielle du pays.

Le Rapport général est divisé en trois parties bien distinctes :

1re Partie : Étude de la situation des principales industries avant la guerre, et de leur expansion possible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2me PARTIE : Étude des méthodes et des moyens permettant l'expansion économique de la France.

3me PARTIE : Vœux exprimés par le Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Voici les chapitres des différentes parties :

PLAN DU RAPPORT GÉNÉRAL.

PREMIÈRE PARTIE.

ÉTUDE DE LA SITUATION DES PRINCIPALES INDUSTRIES AVANT LA GUERRE ET DE LEUR EXPANSION POSSIBLE.

CHAPITRE I. *L'Énergie mécanique.*

A. Le charbon.
B. Les forces hydrauliques.
C. Les combustibles liquides.
D. Les gaz résiduels.
E. Les méthodes permettant une économie de combustible.
F. L'influence du prix du combustible sur le prix de revient des principales matières.

CHAPITRE II. *La métallurgie du fer.*

A. Les matières premières
- Minerai.
- Coke.
- Chaux, dolomie.
- Phosphate de chaux.
- Riblons et ferrailles.

B. La fonte.
C. Les fontes spéciales et les ferro-alliages.
D. Les aciers ordinaires.
E. Les aciers spéciaux.
F. Résumé de la situation de la métallurgie du fer.

CHAPITRE III. *Les industries de transformation de la fonte et de l'acier.*

A. Moulages de fonte.
B. Rails.
C. Poutrelles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D. Fers marchands et profilés.
E. Tôles.
F. Pièces de forge.
G. Moulages d'acier.
H. Fer-blanc.
I. Tubes.
J. Tréfilerie.
K. Clouterie, pointerie et visserie.
L. Boulonnerie.
M. Étirage et décolletage.
N. Matriçage et emboutissage.
O. Aiguilles.

Chapitre IV. *La métallurgie du cuivre et de ses alliages.*

Chapitre V. *La métallurgie du plomb.*

Chapitre VI. *La métallurgie du zinc.*

Chapitre VII. *La métallurgie de l'aluminium.*

Chapitre VIII. *Les métallurgies du nickel, de l'étain, de l'antimoine et du mercure.*

Chapitre IX. *Les industries mécaniques.*

A. Coup d'œil général.
B. Les appareils de force motrice.
C. Les machines-outils et le petit outillage.
D. L'industrie du cycle.
E. Les machines agricoles.
F. La construction aéronautique.
G. La construction automobile.
H. Les autres applications des moteurs à explosion et à combustion interne.
I. Le matériel de chemins de fer.
J. Le matériel des industries minières et métallurgiques.
K. Le matériel des industries alimentaires (minoterie, brasserie, sucrerie, distillerie).
L. Le matériel des industries textiles.
M. Le matériel des industries chimiques.
N. Les machines diverses (imprimerie, machines à coudre, machines à écrire, autres machines).
O. Résumé de la situation des principales constructions mécaniques en France avant la guerre.

Conclusions au point de vue de l'utilisation des usines de guerre pour l'après-guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chapitre X. *L'industrie de la construction électrique.*

A. Coup d'œil général.
B. Les appareils de production de force motrice.
C. L'appareillage.
D. Les lampes et divers.
E. Les magnétos d'allumage.
F. Résumé de la situation.

Chapitre XI. *Les constructions navales.*

Chapitre XII. *Les constructions métalliques.*

Chapitre XIII. *Les industries textiles :* La laine.

Chapitre XIV. *Les industries textiles :* La soie.

Chapitre XV. *Les industries textiles :* Le coton.

Chapitre XVI. *Les industries textiles :* Le lin, le chanvre, le jute.

Chapitre XVII. *Le papier dans l'industrie textile.*

Chapitre XVIII. *Les industries textiles* : Les industries secondaires de transformation, bonneterie, dentelles, etc.

Chapitre XIX. *Les industries du blanchiment, teinture et impression.*

Chapitre XX. *Les industries textiles :* Les industries utilisant les tissus et les industries de la mode.

Chapitre XXI. *Les industries du bois et du liège.*

Chapitre XXII. *L'industrie du papier.*

Chapitre XXIII. *La grande industrie chimique minérale.*

A. L'acide sulfurique, les pyrites et le soufre.
B. Les composés azotés.
C. L'acide chlorhydrique.
D. Les sels de soude et le chlore.
E. Les sels de potassium et de magnésium et le brome.

Chapitre XXIV. *Les engrais.*

A. La situation de l'agriculture.
B. Les engrais azotés.
C. Les engrais phosphatés.
D. Les engrais potassiques.

Chapitre XXV. *Les autres produits de l'industrie chimique minérale.*

Chapitre XXVI. *Les industries des chaux et ciments, des produits céramiques et de la verrerie.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXVII. *Les produits de la distillation de la houille et les produits synthétiques en dérivant.*

A. Les matières premières.

B. Les matières colorantes.

C. Les produits pharmaceutiques.

D. Les parfums synthétiques.

CHAPITRE XXVIII. *Les autres produits de l'industrie chimique organique.*

CHAPITRE XXIX. *Les explosifs.*

CHAPITRE XXX. *Les produits résineux et les gommes.*

CHAPITRE XXXI. *Les couleurs minérales et les vernis. Les encres, les cirages et les produits à polir.*

CHAPITRE XXXII. *Les colles et gélatines.*

CHAPITRE XXXIII. *Les matières plastiques.*

CHAPITRE XXXIV. *Les matières grasses et les industries de la savonnerie et de la stéarinerie.*

CHAPITRE XXXV. *Les huiles minérales.*

CHAPITRE XXXVI. *L'alcool.*

CHAPITRE XXXVII. *Le sucre.*

CHAPITRE XXXVIII. *Les produits alimentaires divers. Les industries de la dessiccation et du froid.*

CHAPITRE XXXIX. *Le caoutchouc.*

CHAPITRE XL. *Les extraits tinctoriaux et tannants d'origine végétale.*

CHAPITRE XLI. *Les cuirs et peaux.*

CHAPITRE XLII. *Les travaux publics et la construction.*

CHAPITRE XLIII. *Le chauffage et l'éclairage.*

CHAPITRE XLIV. *L'industrie du meuble.*

CHAPITRE XLV. *L'industrie des jouets. La bimbeloterie. L'article de Paris.*

CHAPITRE XLVI. *La quincaillerie.*

CHAPITRE XLVII. *Les appareils de précision.*

CHAPITRE XLVIII. *L'industrie de la photographie et de la cinématographie.*

CHAPITRE XLIX. *L'armurerie.*

CHAPITRE L. *L'horlogerie.*

CHAPITRE LI. *L'orfèvrerie, la bijouterie, la joaillerie.*

CHAPITRE LII. *La parfumerie.*

CHAPITRE LIII. *Les industries d'art.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE LIV. *Conclusions.*

A. La Situation Économique de la France avant la guerre :

Les importations ; les exportations ;
Leurs répartitions ;
L'influence des colonies ;
Les échanges avec les principaux pays étrangers ;
Le commerce extérieur des principales nations industrielles.

B. La Situation Économique de la France pendant la guerre :

L'influence de l'invasion ;
La réaction, l'effort industriel, les nouvelles fabrications ;
Le commerce extérieur de la France ;
Comparaison avec le commerce extérieur des principales nations ;
Les pertes subies par la France ;
Le fret, le change ;
Les cours des principales matières ;

C. La Situation Économique de la France à l'après-guerre :

Le développement et l'emploi de nos richesses coloniales ;
La restitution de l'Alsace-Lorraine ;
La production de la Sarre et des pays actuellement occupés ;
Le développement industriel de la métropole ;
Résumé des études précédentes ;

Conclusion :

Industries à créer et à développer ;
Exportations et importations à prévoir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DEUXIÈME PARTIE

LES MÉTHODES D'EXPANSION ÉCONOMIQUE.

Avant-propos. Nécessité d'obtenir le minimum de prix de revient avec le maximum de qualité ;
Organisation de la vente à l'étranger ;
Quelques grands facteurs de la production. — La natalité, la tuberculose, l'alcoolisme, la syphilis.

Chapitre I. *Organisation rationnelle des usines, rapports de la science et de l'industrie :*

A. La direction ;
B. Les laboratoires ;
C. La documentation ;
D. L'organisation scientifique des ateliers.

Chapitre II. *Rapports des pouvoirs publics et de l'industrie :*

A. Les vœux du Congrès du Génie civil.
B. Les réformes du Ministère du Commerce et de l'Industrie.
C. Le Comité consultatif des Arts et Manufactures. Son rôle à l'après-guerre.

Chapitre III. *Le personnel. — L'enseignement technique et professionnel :*

A. Modifications à introduire dans l'enseignement général ;
B. L'apprentissage. — La crise, ses causes. — Les réformes à introduire ;
C. L'enseignement technique secondaire ;
D. L'enseignement technique supérieur ;
E. L'enseignement commercial ;
F. L'enseignement agricole.

Chapitre IV. *Le personnel.*

A. La discipline. — Le rendement individuel ;
B. Les différentes formules de salaires ;
C. Participation du travail aux bénéfices ;
D. Les salaires. — Relations avec le prix de la vie et la durée du travail.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE V. *Les méthodes de fabrication.* — *La standardisation :*

A. Importance de la standardisation. — Ses limites ;

B. La standardisation en France avant la guerre ;

C. La standardisation à l'étranger avant la guerre ;

D. La standardisation depuis la guerre. — Les efforts faits en vue de l'après-guerre.

CHAPITRE VI. *Les méthodes de fabrication.* — *Le développement du machinisme et la spécialisation des usines.*

A. Avantages du machinisme et de la spécialisation ;

B. Le machinisme et la spécialisation des usines avant la guerre ;

C. Progrès accomplis pendant la guerre ;

D. Dispositions à prendre après la guerre.

CHAPITRE VII. *Organisation commerciale et financière* :

A. Associations industrielles et commerciales :

a) Leur rôle avant la guerre ;

b) Leur rôle pendant la guerre ;

c) Leur rôle à l'après-guerre ;

B. L'article 419. — Modifications à y apporter ;

C. Les régions économiques.

CHAPITRE VIII. *Les transports terrestres et fluviaux :*

A. Les transports terrestres :

a) Les chemins de fer ;

b) Les transports automobiles ;

B. Les transports fluviaux.

CHAPITRE IX. *Les ports.* — *Les transports maritimes :*

A. La flotte marchande française ;

B. Les grandes voies de navigation.

CHAPITRE X. *Les régimes douaniers :*

A. Le régime douanier de 1892 et celui de 1910 ;

B. Les régimes douaniers étrangers en 1914 ;

C. Réformes à envisager.

CHAPITRE XI. *Les relations des colonies avec la métropole.*

CHAPITRE XII. *La sécurité des transactions à l'étranger :*

A. Le corps consulaire ;

B. Les Attachés commerciaux et Conseillers du commerce extérieur ;

C. Les offices de renseignements.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chapitre XIII. *L'organisation bancaire :*

A. Les banques d'émission ;
B. Les banques de dépôt ;
C. Les banques d'affaires ;
D. Les banques de prêts hypothécaires ;
E. Les banques populaires ;
F. Les banques d'exportation.

Chapitre XIV. *Les brevets et les appellations d'origine :*

A. Législation actuelle. — Réformes envisagées ;
B. Mesures à envisager vis-à-vis des nations ennemies en matière de propriété industrielle ;
C. Les appellations d'origine.

TROISIÈME PARTIE.

CONCLUSIONS : VOEUX ÉMIS PAR LE COMITÉ CONSULTATIF DES ARTS ET MANUFACTURES.

Avant-propos.

I. Vœux relatifs au traité de paix.

II. Mesures à envisager de concert avec les alliés.

III. Mesures d'ordre législatif.

IV. Mesures d'ordre gouvernemental.

V. Mesures dont l'application doit être envisagée par les industriels intéressés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PLAN DE L'ÉTUDE DE CHAQUE MATIÈRE.

Autant que nous l'ont permis les renseignements que nous avons eus en notre possession soit par les rapports, soit par les publications diverses, soit enfin par les enquêtes poursuivies dans nos services, nous avons suivi le plan ci-après :

I. SITUATION À L'AVANT-GUERRE.

A. Situation mondiale.

a^1. Production totale. — Détail par pays.

a^2. Consommation totale. — Détail par pays.

a^3. Importations et exportations des principaux pays.

B. Situation de la France.

b^1. Variation de la production. — Détail de la production pour 1913. — Situation des usines productrices. — Moyens de production des usines.

b^2. Variation des importations et des exportations.

b^3. Étude détaillée des importations et des exportations en 1913. — Pays expéditeurs et réceptionnaires.

b^4. Discussion, s'il y a lieu, des débouchés des produits et de leurs usages.

II. SITUATION PENDANT LA GUERRE.

A. Changements apportés à la production mondiale.

B. Production française.

b^1. Variation de la production. — Influence de l'invasion. — Réaction.

b^2. Importations et exportations.

III. SITUATION À L'APRÈS-GUERRE.

A. Influence du retour de l'Alsace-Lorraine.

B. Influence du développement colonial.

C. Les succédanés.

D. Le développement des exportations.

E. Les desiderata de l'industrie considérée.

IV. CONCLUSIONS.

Tableau résumant la situation avant et après la guerre.

Renvoi à la deuxième partie du rapport pour l'étude des méthodes à utiliser pour donner tout le développement possible à l'industrie considérée.

f

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

REMARQUES GÉNÉRALES.

Il est de toute évidence, — ainsi que l'a montré le plan résumé ci-dessus, — que le Comité consultatif des Arts et Manufactures, de même que nos services, n'ont pu étudier toutes les industries existant en France, et toutes celles que l'on doit envisager.

Aucune fabrication importante ne paraît lui avoir échappé ; toutefois, le programme a écarté volontairement les questions relatives à la production agricole, hormis bien entendu celles qui relèvent d'usines : alcool, sucre, notamment.

Dans les recherches poursuivies, les rapporteurs, suivant les indications qui ont été données au début des travaux, n'ont pas traité complètement les questions de main-d'œuvre qui font l'objet de travaux importants au Ministère du Travail.

Enfin l'étude du tarif douanier n'a été abordée qu'au point de vue de la nomenclature. Le Comité a jugé ne pas pouvoir soulever, en raison de l'impossibilité de fixer en ce moment les valeurs probables des produits à l'époque de la stabilisation, la question des droits eux-mêmes, et n'a pu que signaler quelques points particulièrement importants relatifs à la tarification.

Dans toutes les déductions pour l'après-guerre, on a toujours admis implicitement :

1° Le retour intégral de l'Alsace-Lorraine dans l'unité française ;

2° La reconstitution de toutes les industries des régions libérées en l'état de production où elles se trouvaient à l'ouverture des hostilités.

De plus nous avons tenu à préciser les principales richesses naturelles et industries situées sur la rive gauche du Rhin, plus spécialement celles correspondant au bassin de la Sarre.

Enfin, étant donnée l'inexactitude souvent présentée par les statistiques, nous avons pris soin d'indiquer l'origine des chiffres admis. Notons une fois pour toutes que les importations et exportations françaises ont été relevées dans les statistiques publiées par le Ministère des Finances, à moins d'indications contraires.

En terminant cet avant-propos, nous voulons signaler que si nous avons pu mener à bien cet important rapport, nous le devons à nos collaborateurs de la Direction des Études techniques, qui ont conduit de nombreuses enquêtes complémentaires et nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont tout particulièrement aidé dans l'exécution matérielle de ce travail. Nous tenons à indiquer ici leurs noms :

M. Révillon, Secrétaire général de la Direction des études techniques.

MM. Crindal et Jean Durand.

MM. d'Amecourt, Binoche, Bouygues, Chimènes, Dalbouze, Darras, Fernandez, Guiselin, Paulmier.

MM. Bernardot, Champigny, Cureau, Dorré, Dugne, Isch-Wall, Lemaire, Mille, Picot, Schneider, Tordeux, Troude, Yung.

Paris, le 15 novembre 1918.

Léon GUILLET,

Directeur des Études Techniques au Ministère du Commerce et de l'Industrie,
Rapporteur général du Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PREMIÈRE PARTIE.

ÉTUDE

DE LA SITUATION DES PRINCIPALES INDUSTRIES

AVANT LA GUERRE

ET DE LEUR EXPANSION POSSIBLE.

CHAPITRE PREMIER.

L'ÉNERGIE MÉCANIQUE.

La force motrice, se trouvant à la base de toute industrie, doit être l'objet d'une étude approfondie aux différents points de vue suivants :

A. *Le charbon, sa production, sa consommation, son utilisation.* — C'est, chacun le sait, l'un des plus graves problèmes que la France ait à envisager.

B. *Les forces hydrauliques.*

C. *Les combustibles liquides.*

D. *Les gaz résiduels : gaz de fours à coke, gaz de hauts fourneaux.*

E. *Les méthodes permettant une économie de combustible.*

F. *L'influence du prix du combustible sur le prix de revient des principaux produits.*

A cette étude devrait être jointe celle de la production des appareils de force motrice : chaudières, gazogènes, turbines hydrauliques et à vapeur, moteurs thermiques, moteurs électriques. On voudra bien se reporter à ce sujet aux chapitres IX et X traitant des industries mécaniques et électriques.

A. LE CHARBON (houille, anthracite, lignite).

Situation mondiale. — Les variations de la production mondiale et celles de la production des principaux pays sont données dans les courbes de la figure 1 pour les années comprises entre 1890 et 1913. Elles permettent de conclure à une croissance remarquable de la production qui, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

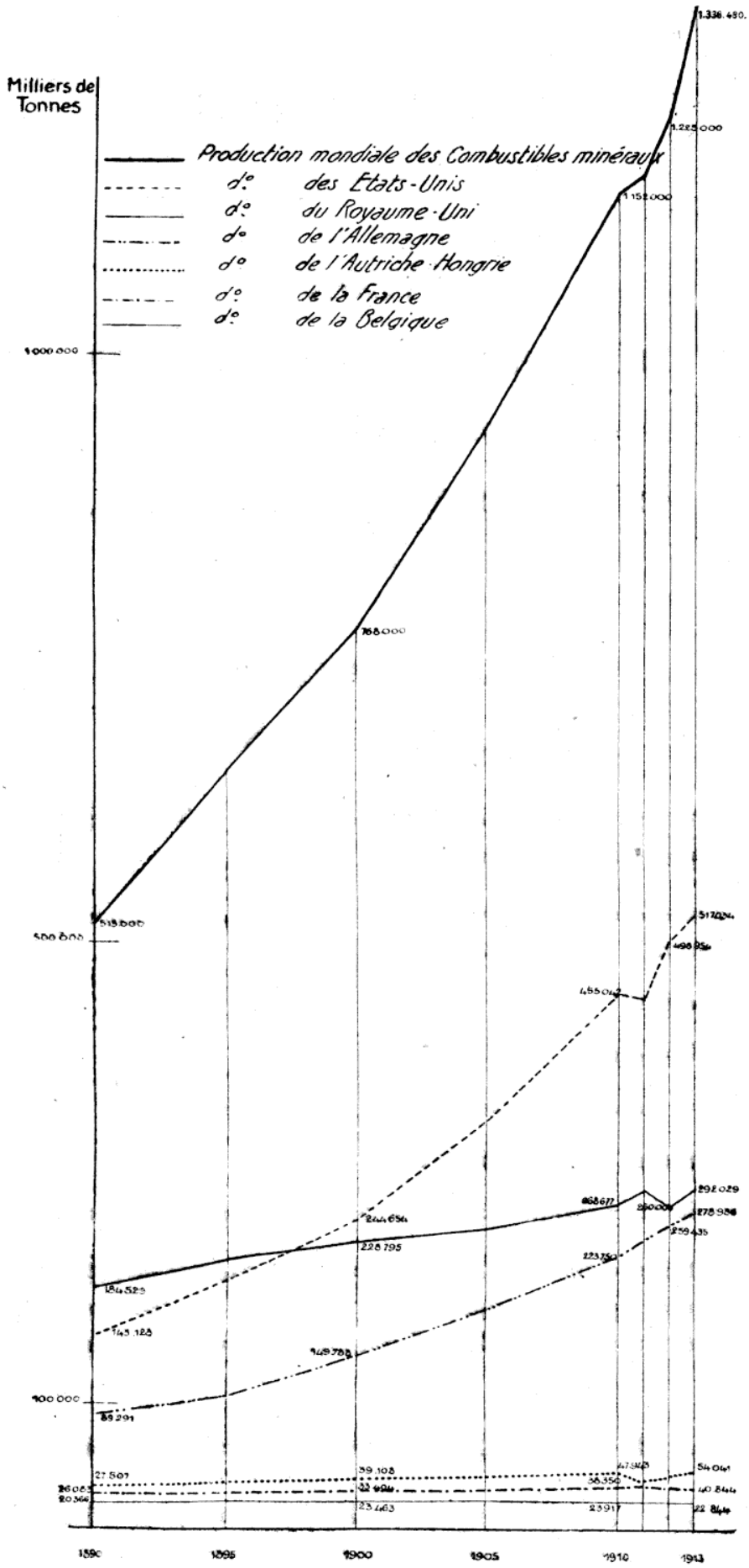


Fig. 1. — Production mondiale des combustibles minéraux solides et production des principaux pays depuis 1890.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

23 ans, a passé de 513 millions de tonnes à 1,339 millions de tonnes, soit une augmentation dans le rapport de 2,6 à 1. C'est en 1898 que la production des États-Unis a dépassé celle de la Grande-Bretagne.

Depuis 1890, la production de l'Allemagne a presque triplé, devenant sensiblement l'égale de la production anglaise.

Quant à l'augmentation de production de la France, elle est très faible : le tonnage de 1913 est égal à celui de 1890 multiplié seulement par 1,6.

En 1913, la répartition de la production mondiale était la suivante (fig. 2.) Les chiffres portés

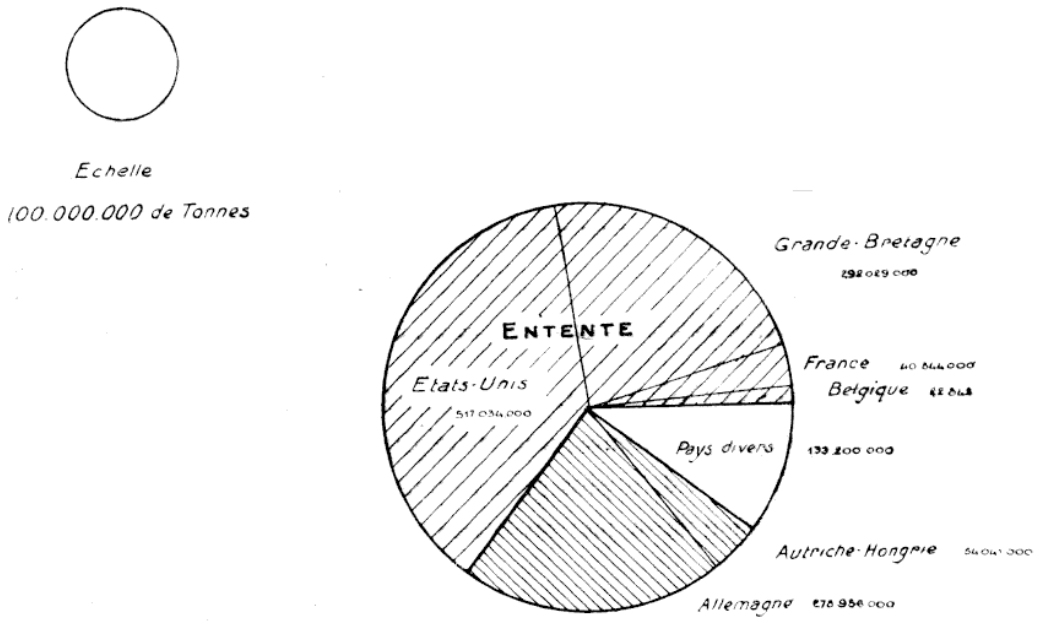


Fig. 2. — Répartition de la production mondiale des combustibles minéraux en 1913.

sur cette figure ainsi que ceux donnés au tableau suivant sont extraits de *The Mineral Industry* (année 1917); ils présentent quelques écarts avec ceux de la Statistique de l'Industrie minérale, notamment pour les États-Unis.

PAYS.	PRODUCTION EN MILLIERS DE TONNES.	POURCENTAGE.
États-Unis	517,000	38.8
Royaume-Uni	292,000	22.0
Allemagne	278,986	20.9
Autriche-Hongrie	54,000	4.0
France	40,844	3.0
Belgique	22,800	1.7
Pays divers	132,850	9.6
TOTAL	1,338,480	100.0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici d'ailleurs pour 1913 les productions, importations et exportations des principaux pays.

HOUILLE. (Y compris : Anthracite, Lignite.)

PAYS.	PRODUCTION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	CONSOMMATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
États-Unis	517,000,000	1,438,000	22,510,000	495,928,000
Grande-Bretagne	292,000,000	25,000	96,000,000 (1)	196,025,000
Allemagne	278,986,000	17,527,000	34,573,000	261,940,000
Autriche-Hongrie	54,000,000	13,725,000	7,725,000	60,000,000
France	40,844,000	19,797,000	1,304,000	59,504,000
Russie (2)	28,878,000	6,160,000	202,000	34,828,000
Belgique	22,800,000	8,650,000	5,000,000	26,450,000
Japon (2)	19,657,000	343,000	5,757,000	14,243,000
Chine	14,300,000	//	//	//

(1) Y compris charbons de soute.
(2) Chiffres de 1912.

Cette comparaison est clairement mise en évidence dans les diagrammes de la figure 3.

On note que quatre pays sont exportateurs, que la Belgique elle-même est déficitaire (cela depuis peu d'années) et qu'enfin la France est le plus gros importateur de charbon.

Il est bon enfin d'étudier la répartition par provenances de la consommation houillère des principaux pays pour 1911.

PAYS.	HOUILLE	
	DE PROVENANCE nationale.	PROVENANT de Grande-Bretagne.
	p. 100.	p. 100
Grande-Bretagne	99.98	99.98
États-Unis	99.68	//
Allemagne	90.93	7.07
France	63.47	15.95
Belgique	64.01	7.94
Bosnie	81.66	8.51
Suède	6.46	87.99
Espagne	58.61	39.35
Autriche-Hongrie	54.42	3.30
Japon	98.20	0.24

Pour achever l'exposé de la situation mondiale, il nous faut indiquer le prix moyen de la tonne de charbon en 1912, — derniers renseignements généraux que nous ayons, — ce prix étant entendu au carreau de la mine en francs.

Angleterre	11,25
Allemagne	13,15
France	15,55
Belgique	16,56

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

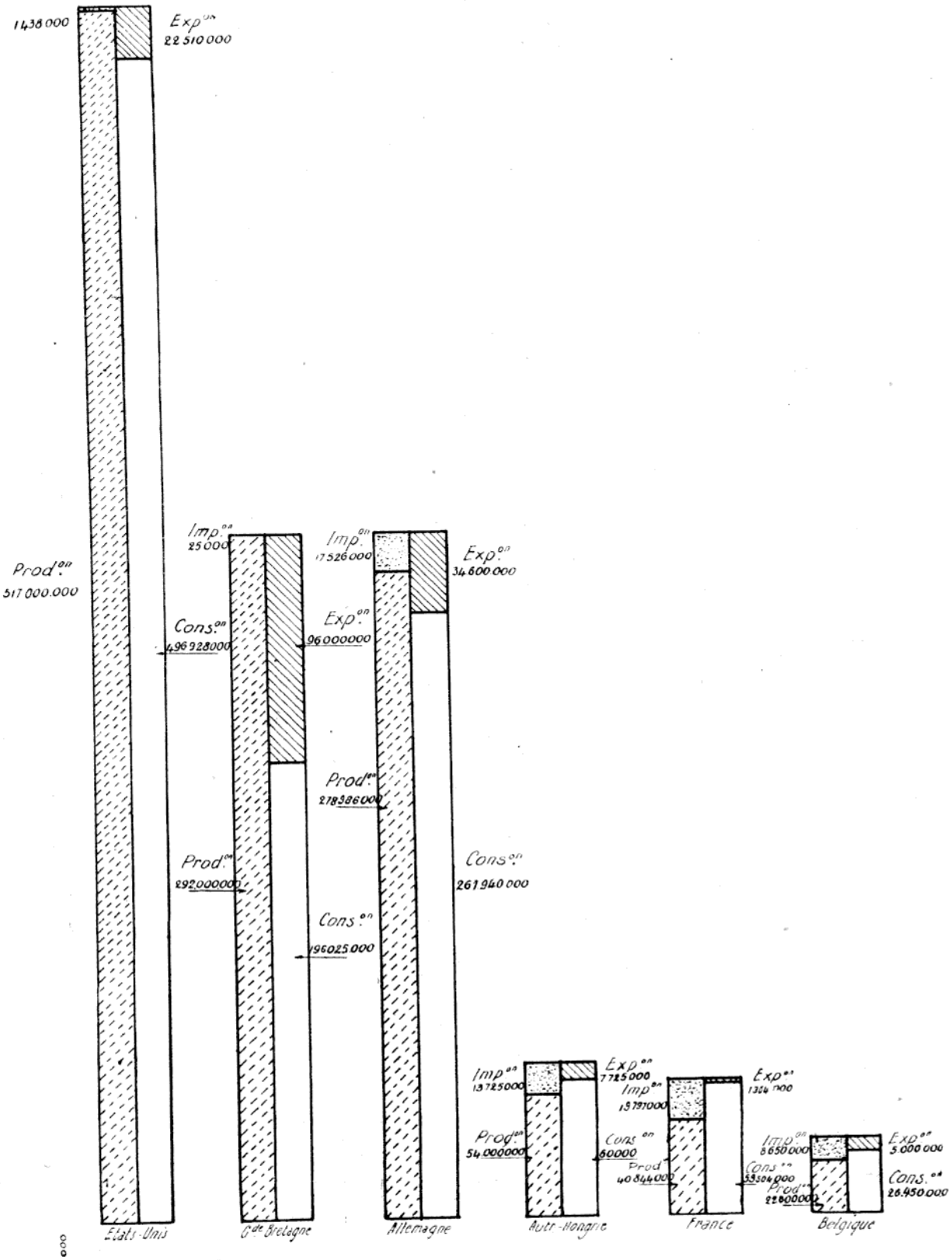


Fig. 3. — Comparaison de la production et de la consommation des combustibles minéraux solides dans les principaux pays en 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SITUATION FRANÇAISE. — Les chiffres que nous venons de donner indiquent déjà que la France ne participe à la production mondiale que dans une proportion de 3,1 p. 100, et qu'elle n'occupe ainsi que le cinquième rang parmi les producteurs mondiaux de houille; notre pays est d'ailleurs celui dont les importations présentent le plus fort excédent sur les exportations.

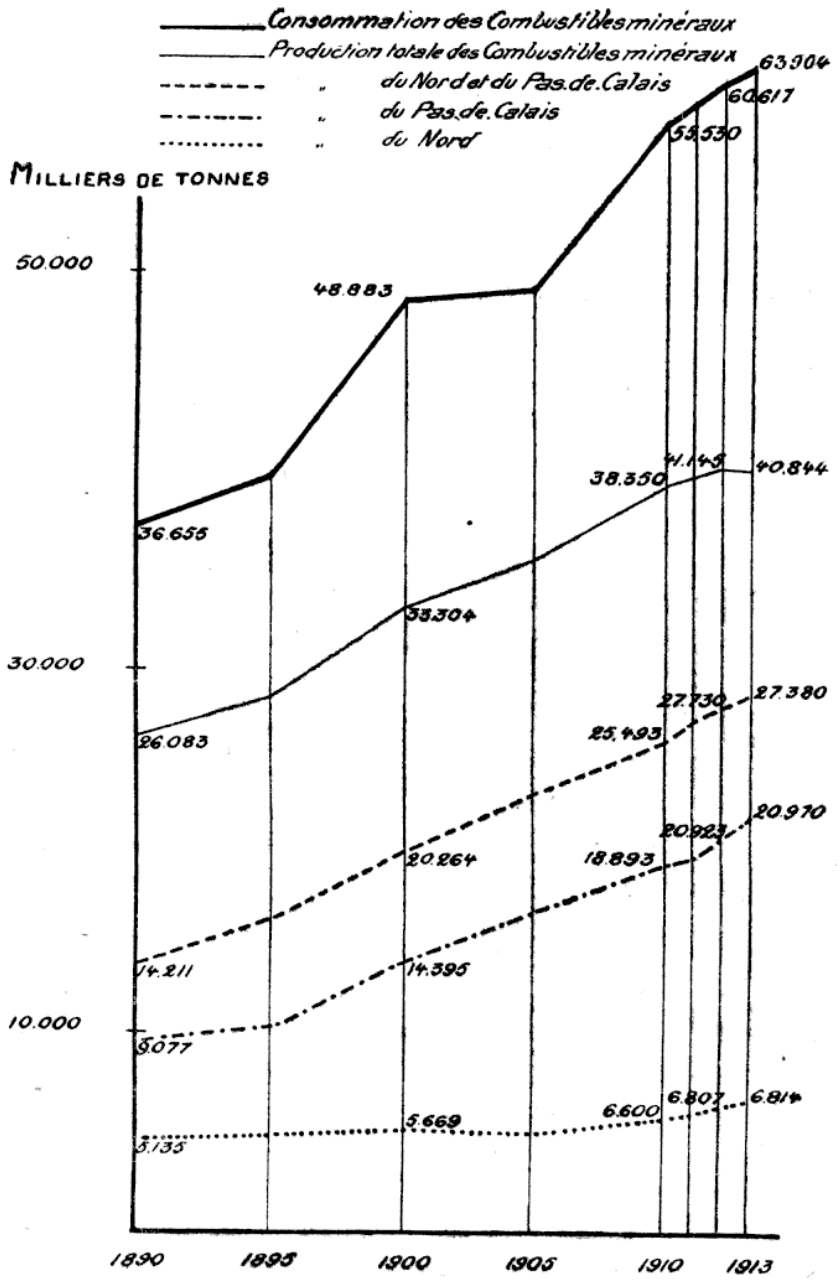


Fig. 4. — Variation de la production et de la consommation des combustibles minéraux en France de 1890 à 1913 [1].

Les courbes des fig. 4 et 6 indiquent la variation de la production et de la consommation depuis 1890, l'importance des bassins du Nord et du Pas-de-Calais et spécialement le rapide développement de ce dernier.

D'autre part, — et cela pour mieux faire ressortir notre déficit, — nous donnons dans la figure 5 les courbes des importations et des exportations totales de combustibles minéraux en France et, dans la figure 6, les courbes d'importation et d'exportation de houille (y compris

[1] Les chiffres de consommation comprennent : *a*) la consommation de houille crue (voir fig. 6); *b*) la houille qui serait nécessaire pour produire le tonnage de coke importé en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

anthracite et lignite) de 1890 à 1913, et nous y faisons ressortir l'importance des trois principaux pays qui nous expédiaient du charbon : l'Angleterre, l'Allemagne et la Belgique.

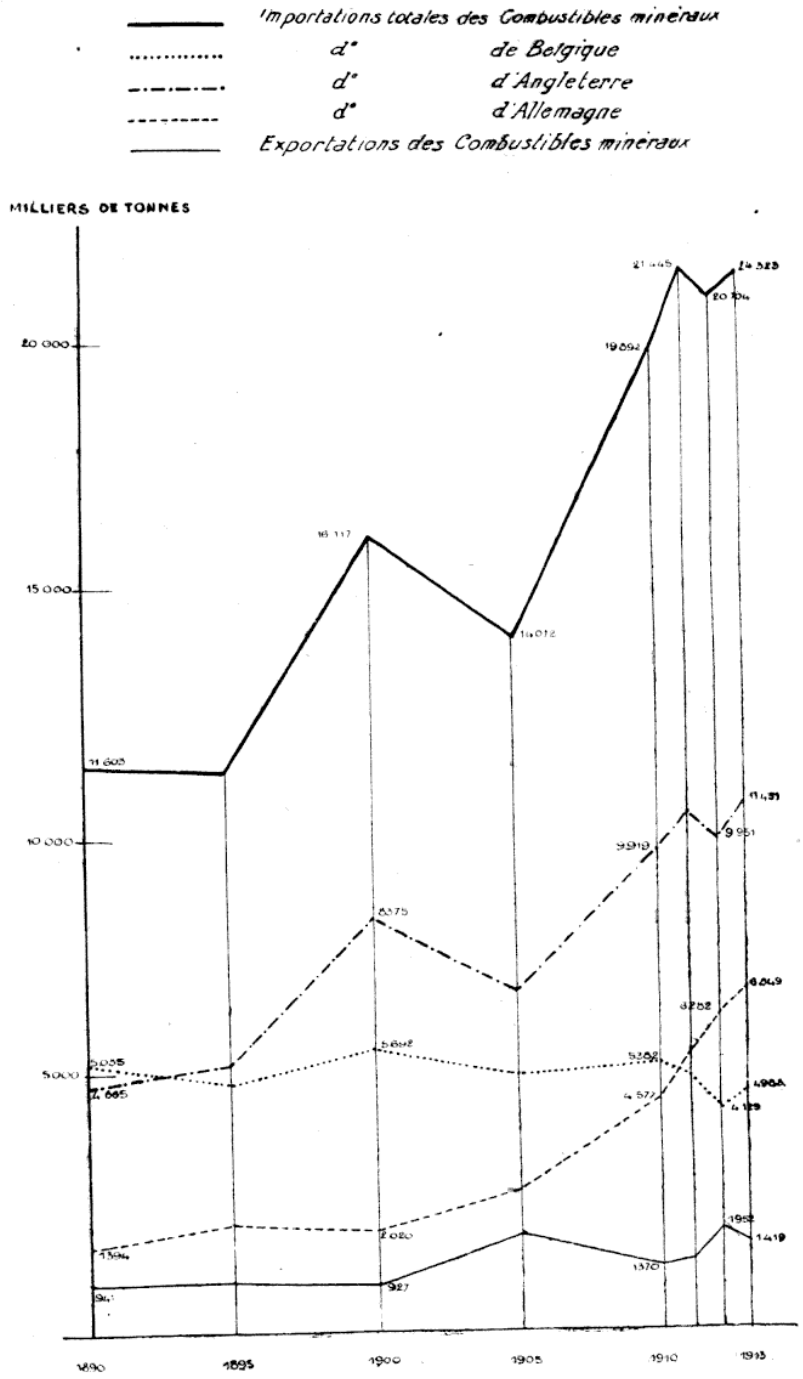


Fig. 5. — Variation des importations et des exportations de tous les combustibles minéraux en France de 1890 à 1913.

On voit ainsi que la situation du charbon, à l'exclusion du coke, se résume de la façon suivante pour 1913 :

Importations directes	19,796,729	60,807,929 tonnes.
Production	40,844,000	
Diminution de stock	167,000	
Exportation	1,304,377	
Consommation déduite	59,503,552	dont 5,427,000 tonnes transformées en coke et 3,375,000 en agglomérés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

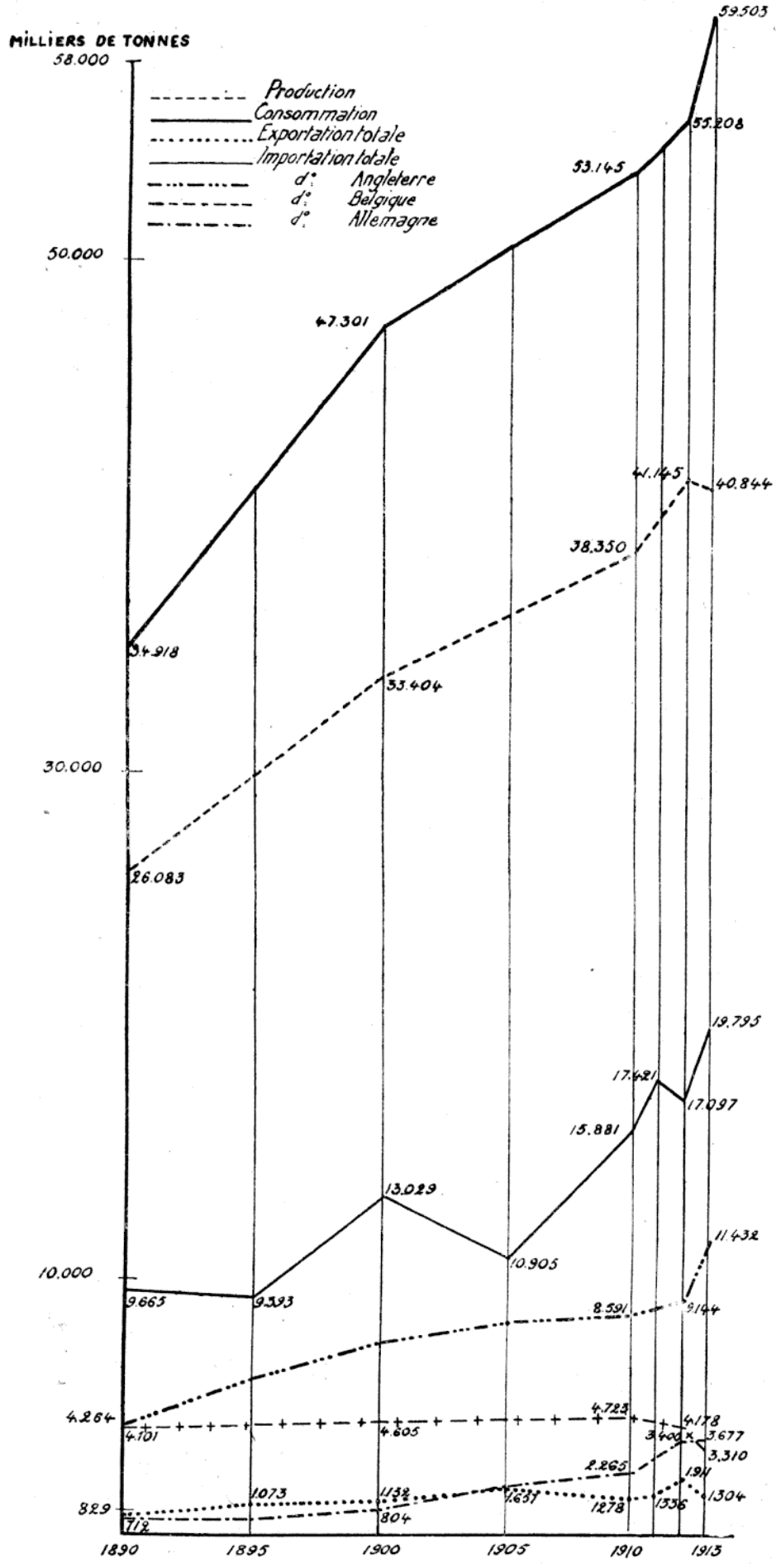


Fig. 6. — Variation de la production, de la consommation, des importations et exportations de houille en France de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les importations se répartissent ainsi :

	TONNES.	
Grande-Bretagne	11,432,289	(57,5 p. 100 des importations).
Allemagne	3,678,410	(18,4 p. 100 des importations).
Belgique	4,310,907	(21,6 p. 100 des importations).

Notre déficit était donc de : 18,492,552 tonnes.

Le détail de la production de 1913 par bassin se trouve dans les deux tableaux suivants :

I. Lignite.

	TONNES.	
Provence	756,700	
Comtat	24,800	
Vosges	8,000	
Sud-Ouest	3,000	
Haut Rhône et divers	400	
Yonne	100	
	793,000	793,000

II. Houille et Anthracite.

Nord et Pas-de-Calais	27,389,000	
Loire	3,796,000	
Bourgogne et Nivernais	2,412,000	
Gard	2,137,000	
Tarn et Aveyron	1,988,000	
Bourbonnais	737,000	
Auvergne	592,000	
Alpes	384,000	
Hérault	221,000	
Vosges	184,000	
Creuse et Corrèze	130,000	
Ouest	81,000	
	40,051,000	40,051,000
Total général		40,844,000

Situation de l'Allemagne. — En 1913, la production allemande a été de 191,511 milliers de tonnes de houille, représentant plus de 2,7 fois la production de 1890, — et de 87,475 milliers de tonnes de lignite représentant 4.5 fois la production de 1890.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La répartition des différents bassins dans ces productions a été la suivante pour 1913 :

HOUILLE.

BASSINS.		PRODUCTION.	POURCENTAGE.
		En milliers de tonnes.	
Prusse	Dortmund	110,722	57.8
	Breslau	49,077	25.6
	Bonn	20,657	10.8
	Clausthal	948	5.0
	Halle	8	//
Total de la Prusse		181,412	94.7
Saxe		5,471	2.9
Alsace-Lorraine		3,817	2.0
Bavière		811	0.4
Total de l'Allemagne		191,511	100.0

LIGNITE.

PAYS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	En milliers de tonnes.	
Prusse	70,256	80.3
Saxe Altenburg	4,910	5.6
Saxe	6,316	7.2
Brunswick	2,183	2.5
Anhalt	1,474	1.7
Hesse	429	0.5
Bavière	1,895	2.2
Autres	11	//
Total de l'Allemagne	87,474	100.0

En 1913, l'Alsace-Lorraine a produit, 3,817,000 tonnes de houille.

L'extraction, les importations, les exportations et la consommation sont données pour les dernières années dans le tableau suivant (en milliers de tonnes).

HOUILLE (EN MILLIERS DE TONNES).

ANNÉES.	EXTRACTION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	CONSOMMATION.
Année 1910	152,828	12,122	30,943	134,007
— 1911	160,747	11,769	35,054	137,462
— 1912	177,095	10,380	40,592	147,688
— 1913	191,511	10,540	34,573	167,478

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LIGNITE (EN MILLIERS DE TONNES).

ANNÉES.	EXTRACTION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	CONSOMMATION.
Année 1910	69,547	7,569	1,106	76,011
— 1911	73,774	7,261	1,199	79,836
— 1912	82,340	7,489	1,436	88,392
— 1913	87,474	6,987	60	94,401

Il est intéressant de préciser la destination des exportations et la provenance des importations de houille pour 1912 (en milliers de tonnes).

EXPORTATIONS.		IMPORTATIONS.	
PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.	PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.
	En milliers de tonnes.		En milliers de tonnes.
Autriche-Hongrie	12,153	Grande-Bretagne	8,988
Pays-Bas	7,218	Autriche-Hongrie	475
Belgique	5,728	Belgique	384
France	3,242	Divers	533
Suisse	1,639		
Russie d'Europe	2,103		
Divers	8,509		
TOTAL	40,592	TOTAL	10,380

On remarquera d'une façon spéciale que l'Allemagne importait 9 millions de tonnes d'Angleterre.

Voici quelques précisions sur les exportations houillères de la Lorraine annexée :

En 1911, elle a expédié par chemin de fer : 522,088 tonnes de houille et 240 tonnes de briquettes, dont 316,000 sont venues en France, 185,000 sont allées en Suisse, 4,000 en Luxembourg et 3,600 en Italie.

MODIFICATIONS APPORTÉES PAR LE RETOUR DE LA LORRAINE À LA FRANCE : *Au point de vue de la production*, nous avons indiqué que, en 1913, la Lorraine annexée avait produit 3,817,000 tonnes de houille, dont 378 000 venaient en France.

Nos disponibilités de charbon seront donc augmentées de 3,439,000 tonnes.

Au point de vue de la consommation, la quantité absorbée par la Lorraine annexée en 1913 s'est élevée à 11,131,000 tonnes [1]; nous verrons de ce fait notre déficit augmenter de 7,314,000 tonnes, et passer de 18,660,000 tonnes à 25 millions de tonnes environ, non compris le coke que nous étudierons au chapitre suivant.

[1] CARLIOZ. Rapport du Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les réserves mondiales. — Il ne nous est pas possible de résumer les différents tableaux donnés au Congrès Géologique de Toronto en 1913.

Cependant il paraît nécessaire de reproduire quelques chiffres qui feront apparaître la pauvreté de nos réserves actuellement connues et indiqueront combien nous pourrons peu compter sur l'avenir, à moins de découvrir quelque nouveau bassin.

RÉSERVES DE HOUILLE (en tonnes). [1]

France (jusqu'à 1.800 m. de profondeur)	18 milliards (au maximum).
États-Unis	3,839 —
Allemagne	423 —
Angleterre	190 —
Russie	60 —
Autriche	54 —
Belgique	11 —

Modifications apportées par la guerre. — L'invasion allemande, en occupant la plus grande partie de nos bassins du Nord et du Pas-de-Calais, nous a privés de 50 p. 100 de notre production de 1913 et a placé 24 p. 100 de notre production dans la zone des armées en n'en laissant que 26 p. 100 réellement disponibles, au lendemain de la bataille de la Marne.

Malgré les difficultés de main-d'œuvre, les mines des autres régions ont pu augmenter leur production. Depuis 1914, les productions par bassins ont été les suivantes :

BASSINS.	1914.	1915.	1916.	1917.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Nord	3,320,735	//	//	//
Pas-de-Calais	12,218,132	7,382,292	8,195,025	11,450,463
Loire	3,339,871	3,294,258	3,613,024	4,548,097
Autres bassins	7,689,520	8,856,313	9,502,016	12,893,143
Total	26,568,258	19,532,863	21,310,065	28,891,703

On peut en déduire une augmentation de production de certaines zones, mais cette activité ne saurait continuer avec la même intensité après la signature de la paix. On peut admettre toutefois une certaine augmentation de production que l'on évalue à 3 millions de tonnes.

Les importations pendant la guerre ont atteint les chiffres suivants :

1915 : 40,000,000 tonnes. — 1916 : 42,500,000 tonnes. — 1917 : 47,400,000 tonnes.

---

[1] Comité des Forges de France. Circulaire n° 583, 17 avril 1914, et Léon Guillet : «Les Industries Métallurgiques à l'Avant Guerre», 1917, p. 41 à 44.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La situation à l'après-guerre. — *Au point de vue de la production.* — Notre production en 1913 a été de 41 millions de tonnes. Peut-on espérer voir ce tonnage augmenter ?

Nous avons indiqué que l'on peut compter sur une production supplémentaire au moment de la paix de 3 millions de tonnes données par les mines qui ne se sont pas trouvées en pays envahis.

D'autre part, les études qui se sont poursuivies de différents côtés nous donnent-elles quelques espérances ?

Certes les recherches effectuées dans le prolongement du bassin du Pas-de-Calais, dans la région lyonnaise et dans quelques autres départements offrent le plus grand intérêt. Mais tous les travaux sont à entreprendre et il faut admettre un temps assez long, au moins cinq ans, entre le moment où seront données les concessions et celui où l'on pourra commencer l'exploitation. Il paraît même que cinq ans soient un minimum, surtout là où l'on devra foncer les puits par congélation. Il semble d'ailleurs bien impossible d'évaluer même approximativement ce que donneront les nouvelles installations envisagées. Il est vrai que, pendant le temps nécessaire à la mise en valeur des nouvelles concessions, la consommation sera moindre, du fait de la destruction de la quasi-totalité de notre industrie en pays envahis.

Enfin, il faut noter que la Lorraine annexée nous apportera un tonnage annuel de 3,800,000 tonnes, d'ailleurs bien inférieur à sa consommation.

Au point de vue de la consommation. — En 1913, la consommation française s'est élevée à 59,504,000 tonnes; ainsi qu'il a été établi plus haut, celle de la Lorraine annexée à 11,131,000 tonnes. De plus, on doit admettre un accroissement de la consommation industrielle due à l'extension de certaines industries. Il est donc intéressant de connaître la répartition de notre consommation en 1913; elle est indiquée dans la fig. 7 et elle est basée sur le chiffre total de 63,904,000 tonnes qui comprend le tonnage de houille correspondant au tonnage de coke importé.

DÉSIGNATION.	CONSOMMATION.	POURCENTAGE.
	En milliers de tonnes.	
Métallurgie	12,545	19.6
Consommation domestique	12,155	19.0
Chemins de fer	9,069	14.2
Industrie des mines	5,054	7.9
Usines à gaz[1]	4,656	7.3
Marine marchande	1,720	2.7
Industries diverses	18,705	29.3
Total	63,904	100.0

[1] Dont 50 p. 100 retournent aux usines et à la consommation domestique sous forme de coke.

On peut assurément admettre une augmentation de consommation de 50 p. 10 des industries diverses, soit environ au bas mot 12,000,000 à 13,000,000 de tonnes, cela sans l'augmentation de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nos hauts fourneaux qui se traduira (voir chapitre II) par une consommation nouvelle de 680,000 tonnes de coke, soit 900,000 tonnes de houille, et de nos nouvelles aciéries réclamant 475,000 tonnes de houille.

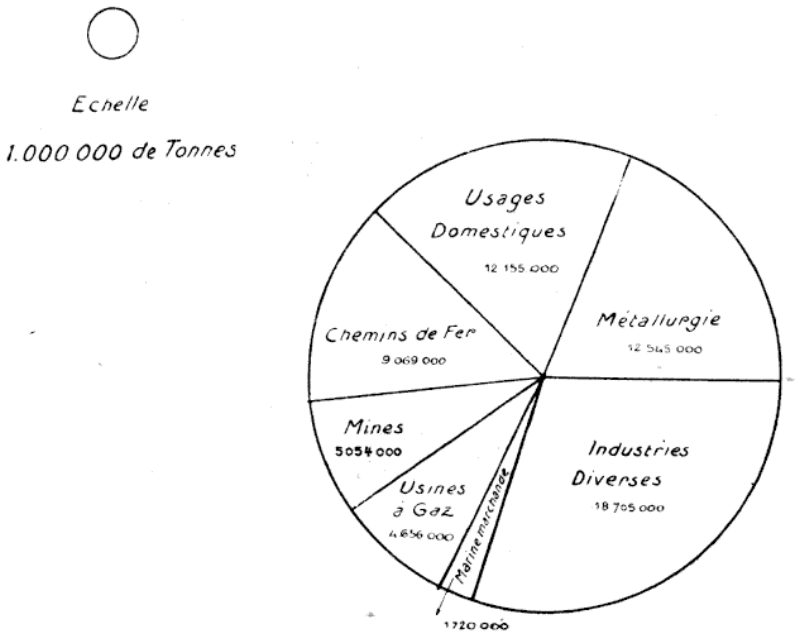


Fig. 7. — Répartition de la consommation des combustibles en France en 1913.

Notre consommation serait donc de 88,000,000 de tonnes.

En résumé, on arriverait à la situation suivante :

PRODUCTION.

Production d'avant-guerre			41,000,000 tonnes.
Augmentation possible de production.	Par surproduction des mines existantes.	30 o/o de la production réalisée pendant la guerre.	3,000,000 —
	Par mise en exploitation de nouvelles mines.		) (1)
Production de la Lorraine annexée			3,800,000 —
PRODUCTION TOTALE, ENVIRON			47,800,000 tonnes.

CONSOMMATION.

Consommation d'avant-guerre	64,000,000	tonnes
Consommation de la Lorraine annexée	11,131,000	—
Augmentation de consommation	13,000,000	—
CONSOMMATION TOTALE, ENVIRON	88,000,000	tonnes

(1) Cette augmentation de production ne se fera sentir au plus tôt que cinq ans après la délivrance des concessions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉFICIT.

Le déficit de la France en charbon s'éleverait donc à 40,000,000 de tonnes, en augmentation de 21,000,000 sur l'année 1913.

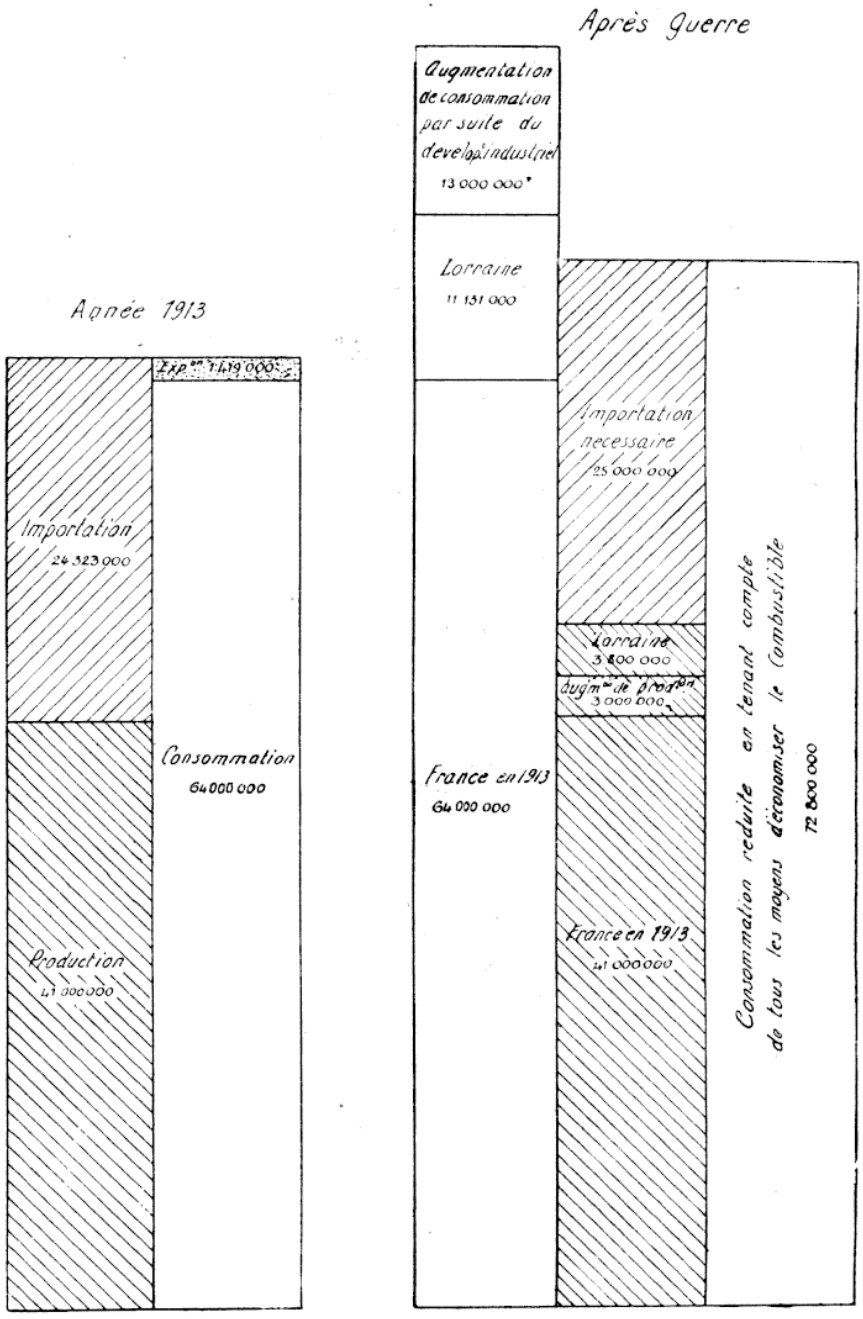


Fig. 8. — Situation comparée de tous les combustibles minéraux en France avant et après la guerre.

Ceci en supposant l'industrie entièrement reprise dans le Nord et dans l'Est de la France et la production de nos nouvelles mines encore nulle.

La situation peut encore s'envisager de la façon suivante. Dans un délai de 10 à 12 ans, soit vers 1930, quand les houillères détruites ou endommagées auront pu être remises en pleine production

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et que partout ailleurs, en France, les travaux en retard auront été effectués et la population ouvrière pleinement reconstituée, on peut concevoir une situation peu différente de la suivante :

PRODUCTION.

Production d'avant-guerre	41,000,000 tonnes
Augmentation de production réalisée dans l'ensemble des houillères françaises	5,000,000 —
Mise en exploitation des houillères nouvelles	1 000,000 —
Production de la Lorraine annexée développée	4,500,000 —
TOTAL	51,500,000 tonnes

CONSOMMATION.

Consommation d'avant-guerre	64,000,000 tonnes
Consommation de la Lorraine annexée	11,131,000 —
Augmentation de la consommation	13,000,000 —
TOTAL (environ)	88,000,000 tonnes

DÉFICIT.

Le déficit total de la production en France serait de 37,000,000 de tonnes, en augmentation d'une vingtaine de millions de tonnes par rapport à 1913.

Il nous faut étudier les remèdes qui peuvent être apportés à cette situation si défavorable.

LES REMÈDES À APPORTER À NOTRE DÉFICIT EN CHARBON. — Ces remèdes sont les suivants :

Développement de notre force hydraulique.

Développement de l'emploi des combustibles liquides.

Récupération aussi intégrale que possible des sous-produits utilisables pour la production de la force motrice : gaz de hauts fourneaux, gaz de fours à coke.

Classement méthodique des combustibles par grosseur.

Enrichissement des combustibles par lavage.

Utilisation des combustibles pauvres.

Meilleure utilisation du charbon ordinaire : par une surveillance mieux établie; l'emploi de foyers industriels plus rationnels avec chauffage de l'air; la création de grandes centrales de force; l'économie de vapeur et la suppression des moteurs de faible puissance ; le meilleur emploi du poussier; la distillation préalable des combustibles riches et pauvres.

Quels que soient les efforts faits dans les voies que nous allons étudier dans les paragraphes suivants, notre déficit sera encore très important. Quoiqu'il soit encore très délicat d'aborder un tel sujet, et que l'on soit tenu à garder une certaine réserve sur ce point, il nous paraît indispensable d'insister sur les richesses houillères du bassin de la Sarre.

En 1913, le bassin de la Sarre a produit : 13,217,000 tonnes et la consommation n'a été que de 6,519,000, laissant un excédent de 6,698,000 tonnes [1].

[1] CARLIOZ. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De plus, les réserves du bassin de la Sarre sont évaluées à : 12,5 milliards de tonnes jusqu'à la profondeur de *1500* mètres seulement.

Il est bien entendu que la houille de la Sarre n'est pas une houille à coke, du moins tant que ne sera pas mise au point par l'industrie la découverte si remarquable et si pleine de promesses de M. Charpy, que nous analysons plus loin.

Le coke. — Si le problème de la houille est l'un des plus graves — si ce n'est le plus important — que le pays ait à résoudre, celui du coke est non moins angoissant. Matière première capitale pour notre métallurgie du fer, le coke fera l'objet d'une étude détaillée dans le chapitre II consacré à cette métallurgie.

B. LES FORCES HYDRAULIQUES.

Situation mondiale. — Bien que les estimations des chutes d'eau possédées par les divers pays ne puissent être que très approximatives, il semble possible de donner les indications suivantes sur les forces possédées par les principaux pays européens.

France	8,000,000	chevaux en eaux moyennes.
Norvège	7,500,000	—
Suède	6,750,000	—
Autriche-Hongrie	6,450,000	—
Italie	5,506,000	—
Espagne	5,000,000	—
Suisse	3,000,000	—
Allemagne	1,450,000	—
Grande-Bretagne	396,000	—

Situation française. — La France est donc le pays le plus riche en chutes d'eau.

Ses 8 millions de chevaux sont approximativement répartis de la façon suivante :

Alpes	4,000,000	chevaux
Massif Central, Vosges et Jura	1,500,000	—
Pyrénées	1,700,000	—
Autres parties du pays	800,000	—
	8,000,000	chevaux

Sur ces 8 millions de chevaux, 750,000 seulement étaient équipés en 1913 [1].

Sur 750,000 H. P. [2] :

350,000 H. P. étaient utilisés dans les transports de force.

400,000 — — — l'électrochimie et l'électrométallurgie.

La France utilisait donc moins que le dixième de la force disponible.

---

[1] Cahen. Conférence au Musée Social.

[2] Commandant Cahen. Société des Ingénieurs civils de France. Conférence du 22 mars 1918. Bulletin d'avril-juin 1918.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, les capitaux engagés dans les industries de la houille blanche s'élevaient à [1] :

500 millions de francs. Distribution d'énergie.
300 — — Électrochimie et électrométallurgie.

On a indiqué que l'Allemagne et la Suisse utilisaient beaucoup mieux leur force hydraulique que notre pays (31,5 p. 100 et 25 p. 100). Ces chiffres ont été contestés par M. le commandant Cahen, qui a fait justement noter les difficultés d'obtenir des statistiques exactes.

C'est ainsi que l'on doit admettre une force disponible en Suisse de 3 millions H.P.; 480,000 H.P. sont installés, soit seulement 16 p. 100.

La situation française en 1913 peut donc se résumer comme suit :

Force disponible : 8 millions de chevaux.
Force utilisée : 750,000 chevaux, soit un peu moins de 10 p. 100.

Modifications apportées par la guerre. — Depuis les hostilités, des progrès remarquables ont été faits dans l'utilisation de nos chutes d'eau. M. le commandant Cahen a mis en vue ces progrès de façon précise [2] :

Puissance en chevaux :	
Installée en 1916 à 1918	450,000
En installation pour 1919	175,000
— 1920-1921	225,000
	850,000

La force hydraulique en 1921 sera donc de 1,600,000 H P., soit environ 20 p. 100 de la puissance disponible, telle qu'elle est actuellement estimée.

Il est intéressant de connaître la répartition de ces nouvelles forces, tant au point de vue des régions qu'au point de vue des industries :

Répartition par régions.

Alpes	428,000 HP.
Pyrénées	185,000 —
Plateau Central	200,000 —
Jura et Vosges	35,000 —
Ouest	2,000 —
	850.000 HP.

Répartition par industries.

Transport de force	308,000 HP.
Électrochimie	216,000 —
Électrométallurgie	326,000 —
	850,000 HP. [1]

Les nouveaux capitaux investis dans la houille blanche s'élèvent à 660 millions de francs.

---

[1] Commandant Cahen. Société des Ingénieurs civils de France. Conférence du 22 mars 1918, Bulletin d'avril-juin 1918.

[2] A noter spécialement que l'État a aménagé directement trois chutes : l'une sur la Corrèze (1,200 à 8,000 H. P.) pour alimenter la Manufacture d'armes de Tulle; la seconde sur la Neste du Louron (Pyrénées) [15,000 à 20,000 H. P.] pour alimenter une usine de cyanamide; la troisième sur la Garonne pour la ville de Toulouse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1921, après les installations en cours, il y aura donc en capitaux investis 1,460 millions de francs,

dont : 865 millions de francs dans les transports de force.
500 — — dans l'électrochimie et l'électrométallurgie.
95 — — dans la traction électrique.

Ces résultats extrêmement remarquables ont été obtenus par les efforts concordants des industriels et de l'Administration.

On ne peut que souhaiter leur continuité.

En tous cas, cette augmentation de force motrice correspond à une économie de charbon de 9 millions de tonnes au maximum.

Encore ne parlons-nous pas ici de l'utilisation de nos cours d'eau, de la « houille verte », qui doit prendre une importance considérable, ne serait-ce qu'avec le cours du Rhône d'une part, le cours du Rhin entre Bâle et Neuf-Brisach, d'autre part.

En général, on pense que le Rhône peut fournir 700,000 chevaux et le Rhin 500,000 chevaux[1].

Il y aurait aussi à envisager l'utilisation de la force des marées. Quelque intérêt que présente la question, elle a toujours conservé un tel caractère hypothétique dans la réalisation, qu'on n'ose donner quelques indications. Cependant, on envisage quelques essais que d'aucuns disent osés et qui pourraient conduire à modifier la réglementation sur l'utilisation des estuaires [2].

Nous avons rapproché dans le tableau suivant les quantités qu'un kilowatt-an est capable de donner de chacun des produits suivants avec les méthodes industrielles actuellement en usage [3] :

Az (acide nitrique)	130 kilogr.
Az (cyanamide)	500 —
Chlorate de potassium	1,320 —
Chlorate de sodium	1,160 —
Chlore	2,000 —
Soude	2,200 —
Potasse	3,000 —
Perchlorate de sodium	2,600 —
Carbure de calcium	2,200 —
Carbure de silicium	1,100 —
Ferro-silicium à 50 p. 100	1,450 —
Fonte	3,300 —
Acier	8,760 —
Fer électrolytique	2,000 —
Ferro-chrome	960 —
Cuivre (raffinage seulement)	20,000 —
Aluminium	290 —
Calcium	145 —
Magnésium	360 —

Il serait puéril d'insister sur la nécessité de mettre rapidement en valeur nos forces hydrauliques. La loi actuellement déposée permettra de mieux atteindre le but visé, en sauvegardant les intérêts

---

[1] Ces 500,000 HP comprennent les disponibilités du barrage de Krebs (270,000 HP) et celles du canal latéral projeté jusqu'à Strasbourg.

[2] Joubin. Rapport au Congrès du Génie civil.

[3] Marlio. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en jeu. Mais il apparaît bien qu'un programme d'ensemble doive être étudié et, à cet effet, les études du Comité consultatif ont fait ressortir quelques points du plus haut intérêt.

Le Comité a demandé :

Que l'on pousse l'extension des réseaux hydro-électriques aux plus grandes distances possibles de façon à substituer, partout où cela peut se faire, sans immobilisation exagérée, le courant de centrale hydraulique à celui de centrale à vapeur et que l'Administration fixe pour l'avenir les caractéristiques essentielles de distribution d'électricité pour faciliter ainsi la soudure entre réseaux.

C. LES COMBUSTIBLES LIQUIDES.

Il n'apparaît pas que les combustibles liquides puissent diminuer d'une façon appréciable notre déficit en charbon. Nous étudions plus loin, en détail, la situation des industries du pétrole et des huiles lourdes de goudron, ainsi que de l'alcool.

Il est certain que leur emploi dans la production de la force motrice (moteur Diesel et autres) se développera, que leur utilisation dans le chauffage de certains fours : les fours de fusion d'alliages (genre des fours Charlier sans creuset, des fours Rousseau à creuset), les fours de forge et de matriçage dans lesquels une température élevée doit être obtenue rapidement, les fours de traitement thermique, prendra de l'importance malgré un prix de revient relativement élevé.

L'emploi du pétrole dans la marine de guerre, spécialement dans les unités à grande vitesse et à tonnage peu élevé, a pris un réel développement, surtout aux États-Unis. Nous ne pouvons espérer voir la généralisation de ces applications en France, du moins dans un temps rapproché.

Quant aux huiles provenant de la distillation de nos schistes ou de nos fours à coke et à l'alcool, ils seront utilisés surtout dans l'automobilisme, et n'arriveront pas à combler les besoins qui seront considérables à l'après-guerre, ainsi que nous l'indiquerons plus loin (Voir Chapitre XXXV).

D. LES GAZ RÉSIDUELS.

Gaz de hauts fourneaux. — Dans l'état actuel de la métallurgie du fer, on peut dire que la fabrication d'une tonne de fonte, exigeant 1,000 à 1,100 kilogs. de coke, produit 4,500 à 5,000 mètres cubes d'un gaz renfermant 20 à 26 p. 100 d'oxyde de carbone et 1,5 à 3 p. 100 d'hydrogène, et possédant un pouvoir calorifique de 950 calories au mètre cube.

On doit ajouter de plus que, dans une usine moderne, ce gaz est utilisé de la façon suivante :

40 à 45 p. 100 pour chauffer dans les Cowpers l'air destiné aux hauts fourneaux ;

40 à 45 p. 100 pour produire la force motrice nécessaire à leur soufflage, si l'on brûle les gaz sous les chaudières ;

15 p. 100 pour produire le même travail, en utilisant directement les gaz dans les moteurs.

On doit donc conclure qu'il reste une certaine quantité d'énergie disponible, le service du haut fourneau étant assuré. Elle correspond à :

10 p. 100 du gaz produit, lorsque la force motrice du haut fourneau est obtenue par la vapeur ;

40 p. 100 du gaz produit, lorsque la force motrice du haut fourneau est obtenue par les moteurs à gaz.

Dans ce dernier cas, on dispose d'une puissance constante de 20 Kw par tonne de fonte produite par jour, soit pour un haut fourneau produisant 300 tonnes en 24 heures, une station de force motrice d'une puissance de 6,000 kilowatts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit donc l'importance de la question. Or l'utilisation des gaz de hauts fourneaux n'est pas toujours aussi complète que le demandent les circonstances.

La première section du Comité consultatif a envisagé de demander aux Pouvoirs publics que dans toutes les constructions de nouvelles usines l'utilisation des gaz de haut fourneau fût rendue obligatoire. Elle n'a pas cru devoir insister dans cette voie malgré l'avis de certains membres, les représentants des industries intéressées ayant fait remarquer que l'influence de la récupération des gaz sur les prix de revient était telle que cette utilisation devenait nécessaire à la vie même de l'usine.

Gaz de fours à coke. — Dans un travail récent, on a indiqué [1] la force motrice dont on pouvait disposer, suivant le mode d'utilisation, en distillant une tonne de houille fournissant 300 mètres cubes de gaz.

DÉSIGNATION.		FOURS		FOURS À RÉCUPÉRATEUR	
		ORDINAIRES avec chaudières.	À RÉCUPÉRATION des sous-produits avec chaudières.	avec CHAUDIÈRES.	avec MOTEURS À GAZ.
Vaporisation moyenne.	Par les fumées	1,000 kilogr.	850 kilogr.	//	//
	Par l'excédent de gaz	//	250 —	675 kilogr.	//
Vaporisation totale par tonne de houille		1,000	1,100	675	//
Énergie correspondante.	Machine à vapeur	125 HP.	157,5 HP.	84,5 HP.	//
	Moteurs à gaz	//	//	//	270 HP.

On peut donc, par les moteurs à gaz, produire 270 chevaux-heures par tonne de houille.

On sait aussi que le gaz de fours à coke, riche en hydrogène (45 à 50 p. 100 en volume) et en hydrocarbures (CH^4=35-40 p. 100), pauvre en oxyde de carbone (10 p. 100), d'un pouvoir calorifique élevé (4,000 calories au mètre cube), est utilisé pour chauffer les fours Martin (un bel exemple se trouve aux usines Cockerill) et est même distribué comme gaz d'éclairage, donnant de bons résultats avec les manchons à incandescence (distribution importante à grande distance, jusqu'à 100 kilomètres, aux environs de Dusseldorf).

On voit donc que cette question de l'utilisation des gaz de fours à coke peut avoir la plus forte répercussion sur notre consommation de charbon.

Le Comité consultatif des Arts et Manufactures, en envisageant tant ce point de vue que celui de la récupération de sous-produits, a émis le vœu que le Gouvernement prenne les mesures nécessaires afin que toute construction nouvelle de fours à coke comporte obligatoirement la récupération de tous les sous-produits, sauf dérgations accordées sur l'avis d'une Commission compétente.

E. LES MÉTHODES PERMETTANT UNE ÉCONOMIE DE COMBUSTIBLE

Classement méthodique des combustibles par grosseur.

Pour les divers combustibles, plus particulièrement pour les combustibles maigres, une condition essentielle de bonne utilisation est le classement par grosseur avant chargement sur grille [2].

[1] Gouvy. Congrès du Génie civil.

[2] Gruner. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Ces classements ont été depuis de nombreuses années poussés très loin aux États-Unis, et c'est grâce à l'adoption de grilles spécialement adoptées à la combustion méthodique d'anthracite très menu — mais bien classé — que les immenses terris antérieurement constitués sur les mines de Pensylvanie ont pu, en quelques années, être repris, lavés, classés et vendus avec grand profit. »

On arrive ainsi à une utilisation possible des charbons quart-gros et anthraciteux, des lignites menus, appelés « terres fines »; ces derniers ont été, pendant longtemps, rejetés au remblai.

Enrichissement par lavage des combustibles sales.

Cette question [1] est intéressante à trois points de vue différents :

a. Économie des frais de transport ;

b. Diminution des escarbilles ;

c. Réduction du travail des chauffeurs.

Cependant, elle est généralement incomprise, et les industriels n'y attachent pas une importance suffisante.

Avec l'augmentation considérable des tarifs de chemins de fer, l'avantage de ne transporter que des combustibles débarrassés de 8 à 12 p. 100 de pierres deviendra plus grande qu'elle ne l'a jamais été; les industriels peuvent réaliser de ce fait une économie de 10 p. 100 sur le prix des transports.

Ces combustibles plus purs brûlent plus régulièrement avec moins de travail pour les chauffeurs dont le nombre peut être diminué; l'intervention moins fréquente des ouvriers, travaillant pour briser et enlever les mâchefers, fera diminuer la perte de charbon, sous forme d'escarbilles, et de chaleur par ouvertures trop répétées et trop prolongées des portes des foyers.

Au total, il peut facilement être réalisé sur la consommation de charbon et sur la main-d'œuvre de nouvelles et importantes économies, et il semble vraisemblable d'admettre que, tout en payant sensiblement plus cher des combustibles classés et lavés, les industriels qui ne sont pas directement sur les houillères ont grand avantage (15 à 20 p. 100 d'économie) à recourir à l'emploi des combustibles lavés.

Utilisation des combustibles pauvres.

Ces combustibles sont :

Les charbons schisteux ;

Les lignites ;

Les tourbes.

Emploi des charbons schisteux et des déchets des houillères. — L'utilisation sur place, par création de grandes centrales, des déchets des houilles et des charbons schisteux est une des plus intéressantes questions actuellement à l'étude.

Avant la guerre, la société des Mines de Lens, opérant à basse température le traitement de ses déchets, obtint un rendement en sulfate d'ammoniaque qui payait les frais du traitement.

---

[1] Gruner. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Société d'Aniche distillait les déchets de lavage dont la teneur en cendres allait jusqu'à 25 p. 100. L'opération avait lieu au gazogène Mond.

A Blanzy, on traite les déchets à 45-50 p. 100 de cendres au gazogène Fichet-Heurtey à sole tournante. On passe 1,500 à 2,000 kilogrammes de schistes à l'heure, avec une pression d'air de 60 à 80 cm d'eau. On obtient à l'heure 4,000 à 5,000 m³ de gaz à 1,000 calories, contenant 10 p. 100 CO et 7 à 10 p. 100 H.

Aux mines de Montrambert, on a mis au point le traitement de résidus à 50 p. 100 de cendres, en opérant en deux temps :

1er temps : Carbonisation partielle avec récupération, donnant 6 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque et 30 kilogrammes de goudron à la tonne de combustible ;

2e temps : Gazéification, dans un gazogène spécial, de la matière combustible résiduelle avec nouvelle récupération d'ammoniaque.

Les résultats obtenus se résument de la façon suivante :

90 p. 100 des calories disponibles récupérées ;
15 à 20 kilogr. de sulfate d'ammoniaque et de goudron.

Toutefois, il faut bien remarquer que méthode et résultats sont variables d'un combustible à l'autre.

A Montceau-les-Mines, on opère la carbonisation incomplète à basse température : on obtient ainsi un produit solide à 10 p. 100 de matières volatiles, et 10 à 12 kilog. de goudron.

A Épinac, on brûle des charbons à 50 p. 100 de cendres sur des grilles fixes de chaudières, dont la vapeur alimente les groupes turbo-alternateurs d'une distribution d'énergie à 30,000 volts. On consomme 4,5 à 6 kilog. par kilowatt-heure. On envisage actuellement le développement de cette centrale en utilisant des gazogènes.

Aux mines de la Loire, on cherche à résoudre le problème de la combustion de ces résidus par l'emploi de grilles mécaniques et la récupération des sous-produits. Il est bon de rappeler aussi les essais faits avec les gazogènes à fusion de cendres, du type Sépulchre-Fichet-Heurtey, dont quelques-uns ont été effectués en France, mais dont une mine de Westphalie avait fait une importante installation pour 8,000 HP.

Une autre station fut construite, en 1914, en Allemagne, pour utiliser les escarbilles d'une gare importante.

En tous cas, la question a paru si importante et si grosse de conséquences à la Direction des Inventions qu'une Commission spéciale a été créée pour l'étudier et qu'une mission a été confiée à son président, M. Schlœsing.

Il ne faut pas oublier, en effet, que les déchets des houillères atteignent 10 à 15 p. 100 de leur production. La teneur en combustible des déchets varie de 20 à 50 p. 100.

On voit donc que, en négligeant les déchets, on perd annuellement en France 2 millions à 2 millions et demi de tonnes de combustible. Ils devraient être utilisés sur le carreau de la mine : on ne transporterait que le charbon de bonne qualité.

Utilisation des lignites. — Nous avons vu que la production française de lignites avait atteint en 1913 : 793,000 tonnes, dont 756,000 produites par la Provence.

Les lignites peuvent être utilisés en foyers ordinaires, mais les lignites autres que les lignites gros

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessitent des dispositifs spéciaux de grilles. La combustion des mélanges de lignite et de houille donne d'excellents résultats sur grilles soufflées. Certaines compagnies de chemins de fer brûlent des lignites des Landes, du Gard, dans leurs foyers de locomotives, mais l'emploi est encore plus fréquent à l'étranger.

En Italie, à la station centrale de Valdarno, le lignite fibreux de Castelnuovo est utilisé au chauffage de dix chaudières Babcock de 500 mètres carrés de surface de chauffe chacune. Le foyer est formé par une grille à gradins suivie d'une grille mécanique. La consommation est de 7 kilogrammes de lignite par kilowatt-heure. La puissance totale de la station est de 19,500 kilowatts. Actuellement, on transforme la méthode : on construit des gazogènes qui serviront à chauffer les chaudières.

A l'Arsenal de Toulon, on utilise les lignites des mines de Valdonne sur grilles mécaniques à chargement automatique ; la consommation est de 70 à 80 tonnes par vingt-quatre heures, et de 1,3 kg. à 1,5 kg. par kilowatt-heure.

Il est bon de noter qu'en 1912 le chauffage français a consommé 200,000 tonnes de briquettes de lignite étrangères. Pendant la guerre, on a beaucoup utilisé, dans le chauffage industriel, les lignites, spécialement ceux de la région du Midi. De bons résultats ont été obtenus par des mélanges de charbon mi-gras et de lignite.

L'emploi de gazogènes a fait des progrès : les aciéries de Terni utilisent le gaz de lignite et de charbon pour le chauffage de fours Martin. On emploie surtout les gazogènes Morgan, chargés avec 60 p. 100 de lignite et 40 p. 100 de splint coal d'Écosse (le gaz renferme 20 p. 100 CO et 8 p. 100 H) et les gazogènes Fichet-Heurtey marchant avec 20 p. 100 seulement de splint coal (gaz à 30 p. 100 CO et 8 p. 100 H).

D'ailleurs les verreries du Midi ont utilisé les lignites en gazogènes Siemens pendant la guerre.

La distillation des lignites mérite de retenir l'attention : aux usines de Weissenfels, on distille annuellement 1 million de tonnes produisant 60,000 tonnes d'huile brute ; on utilise des fours à cuve de 1 m. 60 de diamètre et 7 mètres de hauteur, traitant 1,000 tonnes par an. Le résidu pulvérulent est employé dans la région pour chauffage domestique ; il était vendu 10 marks la tonne.

A Puertollano, la Société Peñarroya distille des lignites secs à longue flamme ne donnant pas de coke, mais un résidu conservant la forme des morceaux initiaux. Les premiers essais furent faits en petit four à cornues verticales. La Société vient de construire une usine capable de distiller 200 tonnes par jour, avec trois batteries de cornues de 9 mètres de hauteur. Les résidus sont traités au gazogène, à l'exception des poussiers qui sont transformés en agglomérés.

Des essais intéressants se poursuivent à Marseille en four horizontal. La Compagnie d'Alais et de la Camargue, qui projette d'extraire à l'après-guerre 100,000 tonnes de lignites par an à Manosque, se préoccupe aussi de la question.

Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, l'intérêt présenté par les agglomérés de lignite.

En résumé, les réserves françaises de lignite s'élèvent — en ne considérant que les gisements concédés — à 2 milliards de tonnes. Les réserves allemandes sont évaluées à 7 ou 8 milliards de tonnes ; l'Allemagne extrait annuellement 88 millions de tonnes. Si notre exploitation était faite au taux de l'Allemagne, nous devrions extraire 20 millions de tonnes environ. D'ailleurs, nos gisements sont géographiquement plus concentrés que chez nos voisins dont les mines sont réparties en cinq ou six provinces.

On peut donc justement conclure qu'un effort considérable doit être fait en France pour vulgariser l'emploi du lignite, au moins dans les régions d'extraction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Utilisation des tourbes. — En 1912, la France comptait 329 tourbières produisant 40,000 à 60,000 tonnes de tourbes utilisées presque entièrement au chauffage domestique. On sait que l'emploi de la tourbe est rendu extrêmement difficile par suite de la quantité d'eau contenue, dont une partie se trouve à l'état d'hydrocellulose. La dessiccation ne peut guère se faire économiquement qu'à l'air.

Dans certains centres, cependant, on la brûle en gazogènes, et on obtient ainsi des résultats fort intéressants, spécialement à Orentano et à Codigoro (Italie).

Voici quelques chiffres relatifs à l'exploitation d'Orentano.

La tourbe utilisée renferme 25 p. 100 de cendres; elle est traitée dans quatre gazogènes Mond pouvant absorber 15 tonnes par jour. On obtient un gaz à 10 p. 100 CO, 24 à 25 p. 100 H, 5 p. 100 CH^4; son pouvoir calorifique est de 1300 calories. Les services consomment 40 p. 100 de gaz; le reste alimente la station de production d'énergie électrique.

Par mois, on a consommé 1511 tonnes de tourbe dont 555 brûlées sous chaudières, et 956 traitées en gazogènes. On a consommé 720 grammes de vapeur à la tonne de tourbe.

On a obtenu : 56 kilog. de sulfate d'ammoniaque par tonne de tourbe; on a produit 528,560 kilowatts-heures par mois, soit par tonne de tourbe 297 kilowatts-heures vendus et 42 utilisés pour les services de l'usine. Le prix de revient du kilowatt-heure a été de 0 fr. 0593 en 1915 (le prix du goudron et du sulfate n'étant pas déduit) et le prix de la tonne de tourbe sèche à 30 p. 100 a varié de 7 fr. 18 à 10 fr. 95.

La distillation de la tourbe n'a point progressé : des essais faits en 1917 par la Société technique de l'Industrie du Gaz, essais à haute température, ont montré que le gaz de tourbe renferme 20 à 30 p. 100 de CO^2; la tourbe ne peut donc guère être utilisée facilement dans les cornues des usines à gaz. On n'est pas fixé sur les résultats d'une distillation à basse température, ni sur ceux des nouveaux procédés de carbonisation humide.

A Codigoro, on s'est préoccupé de l'agglomération de la tourbe; on part d'un combustible à 25 p. 100 d'eau; cette teneur est abaissée à 10 p. 100 par passage dans des séchoirs alimentés par la vapeur d'échappement de la machine motrice de l'installation. Les comprimés sont obtenus à la la presse sans aucun agglomérant.

L'emploi de la tourbe en poudre s'est vulgarisé en Suède, notamment sur les chemins de fer. Les résultats obtenus indiqueraient que 1 kilogr. 5 de la tourbe utilisée donne le même rendement qu'un kilogramme de charbon. En Suède un service officiel a été créé en vue d'étudier les procédés nouveaux; une station expérimentale a été construite à Koskivara, ainsi qu'une école devant former des ingénieurs et contremaîtres spécialistes. Un crédit de plusieurs millions a été voté à cet effet.

Autres combustibles [1]. — On a proposé de distiller les grignons d'olives dont la production est de 1,700,000 tonnes en France et en Afrique du Nord. Débarrassé des 8 à 10 p. 100 d'huile qu'il renferme, le grignon, séché, porté à 200-250° dans un four rotatif, donne :

8 à 9 p. 100 de goudron; 2 p. 100 de méthylène; 30 p. 100 de carbone fin, 5 p. 100 d'acide acétique.

---

[1] Guiselin. Conférence à la Société des Ingénieurs civils. — Octobre 1918.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin il faut encore attirer l'attention sur plusieurs points :

Les escarbilles renferment toujours des résidus de coke intéressants, que l'on peut aisément récupérer sur une simple table de lavage. La Compagnie de Fives-Lille a installé un appareil qui traite 5 tonnes d'escarbilles à l'heure avec 10 personnes. — La récupération de coke a été de 12 p. 100 avec les escarbilles provenant de grilles mécaniques, 45 p. 100 avec des escarbilles de fours.

Si de telles installations se généralisaient, on arriverait à une économie très appréciable, atteignant souvent 10 p. 100 du charbon consommé.

Meilleure utilisation du charbon ordinaire.

Dans son livre : *Introduction à l'Étude de la Métallurgie*, M. Henry Le Chatelier note que le rendement du combustible employé à chauffer une chaudière est d'environ 10 p. 100, et que la transformation du charbon en électricité donne finalement 5 p. 100 de la théorie. Ces rendements ne peuvent-ils être modifiés? Ne peut-on faire une meilleure utilisation du combustible?

1° Surveillance mieux établie dans les usines. — Dans une conférence extrêmement précise[1], faite avant la guerre, l'ingénieur spécialiste bien connu, M. Damour, montra qu'il était possible d'obtenir dans les grandes industries de la métallurgie, de la verrerie et de la céramique, des économies variant de 10 à 30 p. 100.

En prenant la question à un point de vue plus général, force motrice, industrie municipale, etc., M. Damour évaluait à 15 p. 100 au moins l'épargne possible de combustible et concluait à une surveillance étroite des fours et à la nécessité d'attirer toute l'attention des jeunes ingénieurs sur cette question capitale.

Tout récemment[2], M. Th. Laurent, Directeur général de la Compagnie des Aciéries de la Marine et d'Homécourt, a montré les résultats obtenus, dans ses usines, par la création d'un service de surveillance. Ce service, qui fonctionne justement sous l'autorité de M. Damour, est essentiellement scientifique et basé sur l'emploi du pyromètre, du calorimètre et de la burette. Les résultats déjà obtenus sont extrêmement encourageants : économie de 35 kilogrammes de coke à la tonne de fonte produite, 100 kilogrammes de charbon à la tonne d'acier.

Donc, toute usine importante doit posséder un service scientifique spécial chargé du contrôle du combustible.

2° Formation rationnelle du personnel des chauffeurs. — Cette question, qui avait fort préoccupé l'industrie, à une certaine époque, est actuellement trop délaissée.

En 1870, la Société Industrielle de Mulhouse [3] avait créé un concours entre chauffeurs des usines de la région, et noté un écart de 33 p. 100 de consommation, entre les opérateurs admis au concours.

Il serait nécessaire de rétablir ces concours, de créer des écoles de chauffe; les associations de propriétaires d'appareils à vapeur, dont le rôle doit croître à la paix, doivent en être chargées

---

[1] Damour. Conférence à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 22 mai 1914.

[2] Laurent. Revue de Métallurgie, mars-avril 1918.

[3] Gruner. Rapport au Comité Consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Emploi de foyers plus rationnels et utilisation d'air chaud. — L'emploi de foyers perfectionnés peut avoir une répercussion très importante sur le combustible consommé, soit en qualité, soit en quantité :

Soit en qualité, en permettant d'obtenir un résultat déterminé, par l'emploi de combustibles de moindre valeur;

Soit en quantité, en utilisant plus complètement les calories dégagées. Nous n'avons pas à insister ici sur le fait capital de la récupération des chaleurs perdues. Cependant, nous ne pouvons pas ne pas constater que certaines de nos fabrications, dans lesquelles s'impose cette récupération, la négligent totalement. Nombreux sont encore les fours à zinc et les fours de verrerie, dans lesquels les récupérateurs Siemens n'existent pas. De façon générale et approximative, on peut dire que :

Toute opération métallurgique réclamant une température supérieure à 1300° demande pour être économique les chambres de récupération avec inversion;

Toute opération métallurgique réclamant une température comprise entre 900 et 1300° demande les récupérateurs échangeurs — sans inversion. — Pour des températures plus basses que 900°, le chauffage de l'air est toujours avantageux.

Notons que, dans la plupart des foyers industriels communs, ce chauffage est négligé, alors que l'air porté à une température de 150 à 200° donne déjà une économie très sensible.

Les grilles fixes à alimentation par projection, les grilles mobiles à alimentation continue procurent en de nombreux cas une économie notable. Mais il faut bien faire ressortir que chaque cas doit être étudié spécialement : de la nature du combustible, de la méthode de chauffage, dépendent la grille à utiliser, le tirage à effectuer, etc.

A ce sujet, le Comité consultatif des Arts et Manufactures a manifesté le très vif désir de voir élargir le rôle des associations de propriétaires d'appareils à vapeur, de façon que, ne se contentant pas d'une surveillance des chaudières, elles se chargent de l'étude de la disposition des appareils et de l'emploi des différents charbons [1].

Au point de vue de la production de force motrice, les perfectionnements apportés dans ces dernières années au foyer ont porté sur deux points :

a) Diminution du refroidissement du foyer au chargement par la création de grilles mécaniques à chargement automatique, continu ou discontinu.

b) Limitation du rôle de la cheminée à l'évacuation des gaz, en déterminant le tirage par des ventilateurs qui, ou aspirent dans la cheminée, ou soufflent sous la grille; ce système permet de proportionner l'air au combustible et de forcer aisément l'allure pour les pointes. Mais l'aspiration provoque des rentrées d'air froid par les fissures; le soufflage, la sortie de fumée par ces fissures et la formation de cheminées dans le combustible.

De la combinaison des deux systèmes est né le *tirage équilibré*, avec deux ventilateurs maintenant sensiblement la chambre de combustion à la pression atmosphérique.

On peut dire que ces progrès conduisent à une économie de 10 à 15 p. 100 de combustible.

4° Création de grandes centrales de force, suppression des moteurs de faible puissance, économie de vapeur. — D'autre part, il paraît incontestable qu'une très grande économie doit pro-

---

[1] Rateau. Discussion du rapport de M. Gruner.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

venir de la création de grandes centrales. Cela, non pas seulement lorsqu'elles seront créées sur les mines mêmes pour utiliser schistes ou résidus, ou qu'elles fonctionneront au gaz de fours à coke ; mais bien aussi dans les villes éloignées de tout centre minier.

La disparition des machines à vapeur de faible puissance correspondra, nul n'en doute, à une moindre consommation de charbon.

Nous croyons savoir que le problème préoccupe les cités industrielles en reconstitution, et que l'une des villes qui ont le plus souffert de la destruction systématique envisage la solution préconisée ici : la force nécessaire à tous les ateliers d'une grande cité champenoise et même à ses environs serait fournie par une belle centrale urbaine.

5° Le charbon pulvérisé. — L'idée d'employer le charbon pulvérisé n'est pas nouvelle ; elle remonte à 1818. Il n'est utilisé aux États-Unis que depuis une dizaine d'années. Les premières applications furent faites dans le four à ciment. Les résultats, — non seulement dans cette fabrication, mais dans maints usages, — furent tels qu'on a multiplié les installations, et qu'actuellement on estime à 10 millions de tonnes le charbon brûlé sous forme pulvérisée.

De nombreux échecs eurent lieu : ils semblent bien être dus à l'emploi de matières à trop gros grains et non séchées.

Les avantages du charbon pulvérisé peuvent se résumer comme suit :

1° Manutentions extrêmement faciles ;

2° Suppression des pertes par grille ;

3° Utilisation complète des menus, du poussier et du mauvais combustible ;

4° Arrêt immédiat de la dépense du combustible quand le travail cesse ;

5° Facilité et rapidité de mise en marche et de réglage qui, dans une juste limite, sont comparables à celles obtenues avec l'huile lourde ;

6° Fumivorité presque absolue ;

7° Propreté dans les ateliers.

Il paraît nécessaire de préciser quelques points :

L'encombrement d'une centrale traitant 5 tonnes à l'heure est d'environ 25×10 mètres.

L'utilisation du charbon se fait suivant deux procédés :

La distribution du charbon en nuage par éjecteur, la distribution par vis avec entraînement par un courant d'air qui assure la combustion.

La puissance nécessaire à la pulvérisation du charbon d'une telle centrale correspond à 20 HP par tonne de charbon, soit 100 HP au total. Le charbon pulvérisé est transporté au lieu de combustion, avec une facilité remarquable, à peu près comme un liquide ; la puissance nécessaire est infime, en moyenne 2 HP à 3 HP.

D'après les renseignements obtenus aux États-Unis, l'économie varie de 20 à 50 p. 100 suivant les cas. Dans les chaudières, elle atteint le plus souvent 15 p. 100.

6° Distillation préalable des combustibles riches ou pauvres. — Certains pays ont envisagé la distillation de tout combustible avant son emploi. Sans doute ne faut-il voir qu'une mesure de guerre dans la taxe de 20 p. %, dont est frappée en Allemagne toute houille crue (22 février 1917).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Gouvernement anglais s'est préoccupé de la question et le Sous-Comité des Économies de Charbon du *Board of Trade* a créé à cet effet une station de recherches.

Sans aller jusqu'à une solution aussi générale, qui ne serait pas sans bouleverser nos habitudes et sans gêner profondément certaines industries, n'y aurait-il pas lieu de fixer les usages pour lesquels obligatoirement serait interdit l'emploi de la houille crue ?

Il y aurait lieu, d'ailleurs, d'envisager, non plus uniquement la distillation à température élevée donnant le coke, mais bien aussi, pour une certaine fraction du charbon, une distillation à température relativement basse — 400 à 450 ° — qui donne un gaz plus riche en hydrocarbures, un goudron plus abondant et à teneur plus élevée en huiles légères.

Il n'y a pas lieu d'insister ici sur le développement industriel du chauffage au gaz. Donnant la possibilité de multiplier les foyers, d'atteindre la température désirée en des points précis, de la régler aisément, de la rendre homogène dans une enceinte importante, de créer les atmosphères désirables, de supprimer des pertes aux heures de repos, de centraliser les appareils producteurs de gaz, il s'est vulgarisé bien en dehors des usines métallurgiques.

Avant de terminer ce qui a trait aux économies possibles dans l'emploi des combustibles, il paraît intéressant d'attirer l'attention sur ce qui s'est fait en Angleterre.

Nous croyons bon de résumer ici les points principaux du rapport du Sous-Comité des usines de distribution d'énergie électrique, rapport qui a été approuvé par le Sous-Comité des Économies de Charbon du Board of Trade :

« 1° La consommation de charbon pour la force motrice dans le Royaume-Uni atteint actuellement 80 millions de tonnes, et représente une valeur de 1,050 millions.

« 2° Le développement de la force motrice sera une question de grande importance dans la période de réorganisation industrielle qui suivra la guerre. La quantité de force motrice actuellement utilisée en Grande-Bretagne par tête d'ouvrier est seulement la moitié de celle des États-Unis.

« 3° C'est seulement en augmentant la puissance utilisée dans l'industrie (en la doublant et plus) que la production moyenne par tête et par suite les salaires pourront être augmentés. La puissance disponible par tête et les salaires d'avant-guerre étaient beaucoup trop bas.

« 4° L'électricité est le moyen le plus efficace pour donner à l'industrie la force motrice qui lui est indispensable.

« 5° Il s'agit de produire le plus économiquement possible l'énergie électrique.

« 6° Techniquement et économiquement, il y a avantage à produire l'énergie électrique dans des systèmes d'ensemble.

« La production d'énergie dans de grandes supercentrales, avec des unités génératrices de 50 000 HP et plus, sera plus économique qu'avec un grand nombre de petites centrales : elle entraînera une diminution du capital immobilisé et une meilleure utilisation du combustible; elle permettra l'organisation perfectionnée de la récupération des sous-produits.

« 7° Les supercentrales seront raccordées au système principal de distribution qui doit être établi sur tout le pays. — Le territoire britannique doit être divisé en 16 régions comportant chacune une seule fréquence et une seule tension de distribution principale.

« 8° Le réseau de distribution principale rassemblera toutes les puissances perdues disponibles, quelles que soient leurs provenances, et transportera l'énergie partout où elle sera nécessaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Il permettra d'économiser le transport d'un tonnage important de charbon et d'utiliser des charbons jusqu'à présent sans emploi.

« 9° L'économie de charbon résultant de ces dispositions atteindra environ *55 millions de tonnes* par an sur la totalité de la consommation actuelle des manufactures.

« Si le charbon ainsi économisé était utilisé pour produire une puissance supplémentaire, il permettrait de produire de façon continue 15 millions HP compensant en partie l'absence de grandes chutes d'eau et rendant possible la fabrication de produits provenant actuellement d'Amérique ou du continent.

« Le développement d'un tel programme peut être rapproché de celui des *chemins de fer*. Il est aussi impossible d'obtenir l'énergie électrique à bon marché au moyen d'usines locales indépendantes (cas actuel) que d'exploiter avec un bon rendement des chemins de fer appartenant à chaque ville. L'histoire montre que, dans les premières époques de leur développement, les chemins de fer ont subi les mêmes fusions progressives qui s'imposent aujourd'hui pour les réseaux de distribution d'énergie.

« Actuellement, en Angleterre, on compte 600 stations généralement indépendantes : c'est une erreur technique et économique. La puissance moyenne de ces stations est seulement 5,000 HP, soit 1/4 de ce qui devrait être maintenant la plus petite des unités d'une station génératrice.

« Un système national de distribution d'énergie faciliterait considérablement l'électrification des chemins de fer avec tous les avantages consécutifs. Il permettrait d'économiser les sommes considérables dépensées pour le transport et la répartition du charbon, de mettre à la disposition de la communauté une plus grande quantité d'électricité pour les applications domestiques.

« En particulier, le Comité anglais prévoit la création d'un Comité d'électricité ayant pleins pouvoirs :

« *a*) Pour arrêter l'extension et la multiplication de centrales peu économiques;

« *b*) Pour confier, dans chacune des régions, la production, le transport et la distribution à un nouvel organisme créé dans ce but ;

« *c*) Pour uniformiser dans chaque région les fréquences et les tensions ;

« *d*) Pour décider du régime des nouvelles concessions. »

CONCLUSIONS.

Nous avons montré qu'il fallait compter sur un déficit brut de 40,000,000 de tonnes.

Nous venons d'étudier les économies qui peuvent être faites ; l'aménagement de nouvelles chutes d'eau correspondra à une économie de 9 millions de tonnes au maximum, les emplois rationnels de foyers meilleurs, la distillation d'une plus grande partie de combustible, l'utilisation de combustibles pauvres et du poussier, une surveillance beaucoup plus étroite et plus scientifique de la consommation du combustible, etc., tout cela peut améliorer considérablement notre situation.

Mais de nombreux efforts sont à faire dans cette voie, et leur résultat ne peut encore se chiffrer. On peut espérer cependant qu'ils diminueront de 10 p. 100, peut-être même un jour de 20 p. 100, notre consommation et feront ainsi tomber notre déficit entre 20 et 25 millions de tonnes.

Pour obtenir ce résultat, répétons-le, il faut faire de grands efforts : industriels et Gouvernement doivent se prêter un mutuel appui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le programme d'action doit être le suivant :

A. Amener par voie de conférences, dans les centres industriels, et en répandant des petits livres clairs et simples, la petite comme la grande industrie à la saine compréhension de son devoir national au point de vue de la consommation de combustible;

Lui indiquer tous moyens utiles pour en abaisser la dépense.

Le Comité consultatif des Arts et Manufactures pourrait être chargé d'étudier un programme de campagne plus détaillé.

Ce programme serait mis à exécution de concert par les Ministères de la Reconstitution industrielle et du Commerce.

B. Demander à l'Union Métallurgique et Minière de poursuivre, avec toute la célérité désirable, la création d'une grande station centrale d'essais de tout combustible.

Prier le Gouvernement d'aider de tous ses moyens la création de cet Institut appelé à rendre les plus grands services au pays.

Quoi qu'il en soit, la France se trouvera en présence d'un déficit de charbon d'au moins 25 millions de tonnes qui peut être réduit progressivement à 15 millions.

Il apparaît de toute évidence que le charbon, matière première base de toute industrie, doit constituer l'une des indemnités de guerre de nos ennemis.

La 1re section du Comité consultatif, préoccupée de la situation particulièrement difficile dans laquelle se trouvera l'industrie française après-guerre, du fait de l'insuffisance de la production houillère du pays, aggravée dans des proportions considérables :

Par la destruction des charbonnages du Nord, du Pas-de-Calais et de la Belgique ;

Par la réduction en France, en Belgique et en Angleterre, du personnel ouvrier, tué ou blessé au cours des hostilités ;

Et par la non-exécution dans ces trois pays des travaux préparatoires normaux durant toute la période de guerre;

A donc émis le vœu :

Que l'Allemagne, responsable de la destruction des houillères françaises du Nord et du Pas-de-Calais, soit tenue par le traité de paix :

1° « De livrer gratuitement en nature, par prélèvement effectué sur les installations existantes les plus perfectionnées, les machines et tous les éléments d'aménagement et d'outillage nécessaires à la rapide remise en état normal d'exploitation de toutes les houillères sinistrées;

2° De fournir franco-gare frontière, à valoir sur la contribution de guerre au Gouvernement français, jusqu'à la complète remise en exploitation des houillères sinistrées, un tonnage de houille équivalent en qualité et en quantité à ce qu'eût été chaque année leur production, déduction faite du tonnage que l'avancement de la remise en état aura permis de réaliser;

En outre, émet le vœu que l'Allemagne soit tenue de fournir, au prix de revient, franco-frontière, sur les bases d'avant-guerre et à valoir sur la contribution de guerre, un tonnage de houille suffisant pour compenser chaque année l'insuffisance de la production de la France par rapport à ses besoins et suppléer aux quantités que la Belgique et l'Angleterre ne pourront fournir, comme avant la guerre, en raison des réductions de production causées par les destructions subies par la diminution du personnel ouvrier et par les retards apportés aux travaux préparatoires, toutes causes consécutives de la guerre déclarée par l'Allemagne. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De plus, la première section du Comité a estimé aux chiffres suivants les quantités de houille à demander à l'Allemagne :

1° Pour remplacer celles qui eussent été produites par les houillères sinistrées : 20 millions de tonnes en 1919, quantité qui sera réduite d'année en année au fur et à mesure de la remise en état des houillères françaises ;

2° Pour compenser l'insuffisance de production de la France par rapport à ses besoins et suppléer aux quantités que la Belgique et l'Angleterre ne pourront fournir comme avant la guerre : 15 millions de tonnes pendant 25 ans, ce tonnage venant s'ajouter à celui dont bénéficiera la France du fait de l'incorporation complète et définitive des bassins houillers de Saarbruck et du Palatinat.

Cette quantité de houille ne comprend pas celle à fournir par l'Allemagne à la Belgique, s'il y a lieu, en attendant la remise en état des houillères belges.

Cette fourniture pourra être faite pour partie à la demande du Gouvernement français sur la base de remplacement de 1,400 kilogr. de coke pour 1,000 kilogr. de houille.

En terminant cet exposé, il semble intéressant de noter ce que deviendrait la situation :

a) *Par l'annexion totale du bassin de la Sarre ;*

b) *Par la prise de possession des mines fiscales de la Sarre.*

Rappelons que la production totale en charbon de la Sarre en 1913 s'élevait à 14,000,000 tonnes, tandis que sa consommation n'était que de 5,440,000 tonnes ; en ajoutant l'Alsace-Lorraine, on aurait, par la réunion des deux provinces, un excédent disponible de 1,300,000 tonnes de houille, mais il serait nécessaire d'importer 5,852,000 tonnes de coke que l'on ne peut produire sur place à cause des qualités de charbon exigées.

Donc, dans le cas de retour aux frontières de 1814, le déficit de la France en charbon, une fois les usines des bassins du Nord et du Pas-de-Calais remises en état, sera de 33,000,000 tonnes au lieu de 40,000,000 tonnes.

D'ailleurs, ce chiffre pourra descendre à 18,000,000 avec les économies nettement indiquées plus haut.

Ces données se passent de tout commentaire. Cependant nous avons bien noté que, avec les méthodes industrielles actuelles, le charbon de la Sarre ne peut pas donner de coke.

Indiquons encore les autres ressources en combustible de la rive gauche du Rhin.

Le bassin d'Aix-la-Chapelle avait produit en 1913	4,000,000 tonnes.
Le bassin rhénan, encore peu développé, a fourni en 1913 : 2,720,000, tonnes mais il s'est fortement accru et l'on compte sur une production en 1919 de.....	6,625,000 —
Le bassin d'Erkelenz ne figure encore que pour	mémoire.
ENSEMBLE.....	10,625,000 tonnes.

non compris les lignites du bassin de Cologne qui peuvent donner 21,000,000 tonnes par an.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

F. LE PRIX DU CHARBON ET SON INFLUENCE SUR LE PRIX DE REVIENT DES PRINCIPAUX PRODUITS.

Il ne suffit pas que l'industrie française ait le charbon qui lui est nécessaire. Il est encore indispensable qu'elle l'ait à un prix tel qu'elle ne se trouve pas de ce fait en mauvaise posture sur les marchés étrangers. Quelle est donc l'influence de la variation du prix de la tonne de houille sur les principaux produits manufacturés? Nous allons traiter en détail cette question pour quelques produits.

1° Les prix du charbon en France et à l'étranger.

En France le prix moyen de vente de la houille, prise sur le carreau de la mine, a été en croissant pendant les années qui précédèrent la guerre : ce prix, qui était de 15 fr. 24 en 1911, a progressé à 15 fr. 63 en 1912 et à 16 fr. 55 en 1913.

Pour 1912, la comparaison de la valeur moyenne de la tonne de charbon en France et dans les pays voisins donne les résultats suivants [1] :

PAYS.	VALEUR MOYENNE de la tonne en 1912 sur le lieu de production.
Angleterre	11 fr. 25
Allemagne	13 fr. 25
France	15 fr. 63
Belgique	16 fr. 55

Ces écarts de prix ne sont pas exagérés; bien que les rapports des sociétés allemandes donnent peu d'indications précises, on peut déduire des comptes rendus de la Gelsenkirchen et de la Harpener pour 1911 que le prix de revient du charbon à coke, en Allemagne, était de 11 francs environ, le prix de vente moyen à la mine indiqué étant de 11 fr. 75.

On peut se baser, pour les études qui suivront, sur les chiffres comparatifs ci-dessus qui, à première vue, montrent que *le charbon en France coûte en moyenne 40 p. 100 de plus qu'en Angleterre et 20 p. 100 de plus qu'en Allemagne.*

Telle serait, en effet, la situation si chaque pays trouvait dans son sous-sol les quantités de houille suffisantes pour sa consommation. Mais la France étant obligée d'acheter le tiers de sa consommation à l'étranger, le prix auquel elle paye le charbon à l'importation modifie sensiblement le coût moyen de la houille.

En 1912, ce prix à l'importation, gare-frontière, était de 24 fr. 50. Les droits de douane grevant la tonne de 1 fr. 20, le prix total était de 25 fr. 70. De sorte que *le prix moyen véritable de la houille en France pour 1912 s'est trouvé relevé à 19 francs.*

En résumé, la tonne de charbon, en France, coûtait, avant la guerre [2] :

2 francs de plus qu'en Belgique, soit 12 p. 100 en plus;

5 francs de plus qu'en Allemagne, soit 36 p. 100 en plus;

7 francs de plus qu'en Angleterre, soit 60 p. 100 en plus.

---

[1] TRIBOT-LASPIÈRE. Industrie de l'acier en France, p. 217. L. Vuibert, édit.

[2] TRIBOT-LASPIÈRE, ouvrage cité, page 218.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Les prix du coke en France et à l'étranger.

L'Allemagne fournissait avant la guerre 78 p. 100 de nos importations, c'est-à-dire 35 p. 100 de notre consommation totale en coke métallurgique.

Dans ces conditions, et grâce à son Syndicat des Charbons, l'Allemagne a pu, dans une large mesure, faire varier suivant les circonstances le prix du coke à l'exportation, de façon à favoriser au maximum son industrie sidérurgique et rendre par suite très difficile pour la France l'exportation de ses produits.

Prix du coke en France. — Les prix moyens du coke, pris au four, ont été en France, pour les années précédant la guerre, les suivants : 1911, 22 francs; 1912, 22 fr. 60; 1913, 27 francs.

Il convient d'ajouter à ces prix les frais de transport au lieu de consommation. Pour la Meurthe-et-Moselle, notre plus gros producteur, ces frais s'élèvent à 7 et 8 francs la tonne.

La tonne de coke français ressortait donc, rendue à l'usine en Meurthe-et-Moselle, à 28 francs en 1911; 30 francs en 1912; 34 francs en 1913.

Prix du coke à l'étranger[1]. — *En Angleterre,* le cours moyen du coke pris au four a été sensiblement, pour les années 1911-1912-1913, de 13 shillings la tonne anglaise, soit 16 fr. 50 la tonne métrique. Les prix moyens f. o. b. pour 1911 et 1912 étaient de 20 francs la tonne métrique.

En Belgique, le prix moyen, calculé d'après les adjudications, semble s'établir pour 1912 à environ 24 francs,

En Allemagne, les prix moyens *de base* (Richtpreise) fixés par le Syndicat westphalien ont été :

1910—1911	17 fr. 80 (15 marks 50)
1911—1912	17 fr. 80
1912—1913	19 francs (16 marks 50)

En réalité, ces prix de base ne sont pas les prix de vente : ils servent de point de départ pour le calcul des prix de vente et des prix comptables; ainsi le prix de revient de la tonne de charbon étant de 10 marks (Gelsenkirchen), la tonne de coke revient à 14 marks; suivant que l'on y ajoutera les frais de fabrication (3 marks environ), qu'on tiendra compte ou non des bénéfices dus aux sous-produits (3 marks environ), le prix de revient variera de 11 marks à 17 marks; or les fours à coke appartenant en général aux usines métallurgiques ou ayant avec elles de grandes affinités, les prix comptés comme prix de vente aux usines varieront suivant que l'industriel voudra faire ressortir un bénéfice plus ou moins grand pour telle ou telle branche.

La statistique des douanes françaises pour 1913 indique pour le coke une valeur de 31 francs gare-frontière; on doit y ajouter le droit fixe de 1 fr. 20; la valeur totale de la tonne de coke était donc de 32 fr. 50. Si l'on y ajoute les frais de transport à l'usine (Meurthe-et-Moselle), on approche du prix de 34 francs cité plus haut.

---

[1] La plupart de ces renseignements proviennent du Comité central des Houillères de France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En somme, le métallurgiste français paye son coke en moyenne :

13 francs de plus que le métallurgiste allemand;
12 — — — anglais;
6 — — — belge.

Pour 1912, les prix comparés du coke peuvent donc s'établir comme suit :

PAYS.	PRIX DE LA TONNE de coke rendue à l'usine.
Angleterre	17 francs.
Allemagne	18 —
Belgique	24 —
France	30 —

3° Le charbon dans les transports.

On estime, pour les transports par rail, que la dépense moyenne du charbon est de 5 kil. 332 par 100 tonnes kilométriques en petite vitesse.

Si l'on applique les différences de prix du charbon trouvées plus haut : 2 francs; 5 francs; 7 francs, on trouve qu'en France le transport de 100 tonnes sur 100 kilomètres coûte :

1 fr. 10 de plus qu'en Belgique;
2 fr. 70 — — Allemagne;
3 fr. 70 — — Angleterre.

Ces différences peuvent sembler faibles de prime abord, mais elles arrivent à grever certains produits de façon sensible surtout si les transports sont nombreux et longs.

Au point de vue de l'industrie des transports elle-même, si l'on envisage que la consommation des transports dépassait annuellement 7,000,000 de tonnes et si l'on prend 5 francs comme différence moyenne des prix du charbon en France et à l'étranger, les transports français étaient grevés de :

$$7{,}000{,}000 \times 5 = 35{,}000{,}000 \text{ de francs,}$$

et ceci paraît bien être un minimum.

4° Le coke et le charbon en sidérurgie.

Dans l'étude qui suit, on a considéré les conditions dans lesquelles la plupart des aciéries travaillaient avant la guerre, en partant des prix comparés du charbon et du coke en 1912.

A. Fonte.

Une tonne de fonte exige environ 1,200 kilogr. de coke. La dépense moyenne de coke par tonne de fonte ressortait donc, en 1912, à :

France	$1{,}200 \times 30$ fr. = 36 francs.
Belgique	$1{,}200 \times 24$ fr. = 29 —
Allemagne	$1{,}200 \times 18$ fr. = 22 —
Angleterre [1]	$1{,}200 \times 17$ fr. = 20 —

[1] M. de Nanteuil, ingénieur au Corps des Mines, qui a étudié la surcharge imposée à la sidérurgie française par la cherté du combustible, arrive à des conclusions analogues; les écarts de prix qu'il trouve sont cependant plus élevés : il estime que le prix de revient de la fonte est majoré en France de 7 francs par rapport à la Belgique, de 14 francs par rapport à l'Allemagne, de 21 francs par rapport à l'Angleterre et de 25 francs par rapport aux États-Unis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En envisageant la fonte Thomas, fabriquée en grande quantité en France et en Allemagne, on arrive à un prix de revient voisin de 68 francs en France [1]. Le prix du minerai de Meurthe-et-

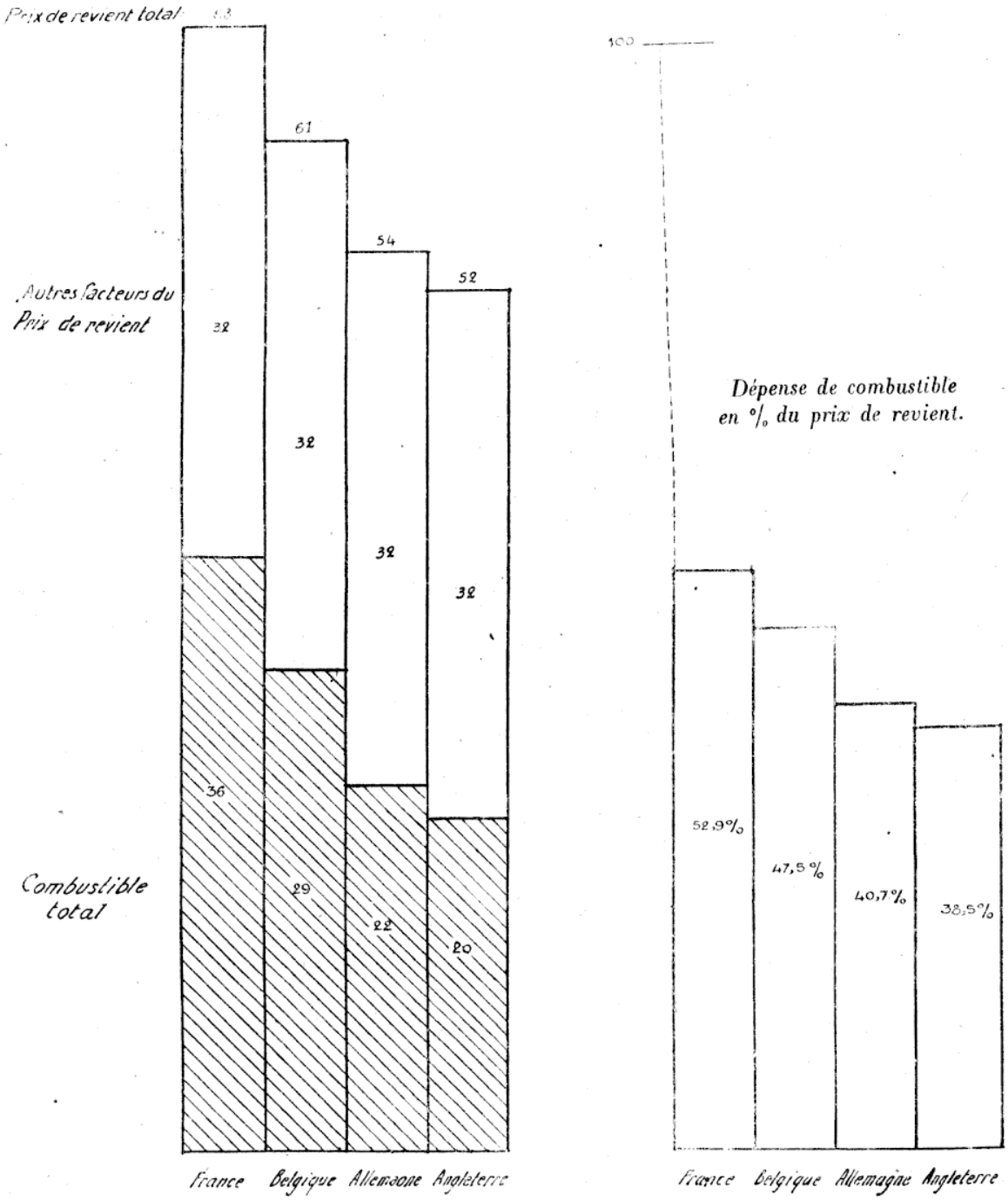


Fig. 9. — Influence du prix du combustible sur les prix de revient de la tonne de fonte en France et à l'étranger.

Moselle étant évalué à 6 fr. 60, on a : dépense de minerai, 20 francs; castine, minerai de manganèse, 3 francs; main-d'œuvre, 5 francs ; frais généraux, entretien, 4 francs. En admettant que ces

[1] TRIBOT-LASPIÈRE, ouvrage cité, page 46, arrive à 60 francs avec le minerai à 4 fr. 50 et le coke à 25 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dépenses en minerai et divers, 32 francs environ, soient les mêmes dans les divers pays, on arrive aux résultats comparatifs suivants :

DÉSIGNATION.	FRANCE.	BELGIQUE.	ALLEMAGNE.	ANGLETERRE.
	francs.	francs.	francs.	francs.
Valeur de la fonte	68	61	54	52
Part du coke en France	36	29	22	20
— en pourcentage du prix	52.9	47.5	40.7	38.5

Le graphique de la figure 9 fait ressortir les différences ci-dessus.

B. Lingots d'acier.

On n'examinera ici que l'aciérie Thomas qui donne les produits marchands ordinaires.

Une tonne de fonte donne 900 kilogr. de lingots; en d'autres termes, 1 tonne de lingots nécessite 1,150 kilogr. de fonte.

Le chauffage du convertisseur demande 30 kilogr. de houille, le soufflage 250 kilogr., soit en tout 280 kilogr.

Si l'on admet que les dépenses de matières, frais de main-d'œuvre, etc., sont les mêmes dans les divers pays et s'élèvent à 13 francs, on arrive aux prix de revient approximatifs ci-dessous:

DÉSIGNATION.	FRANCE.		BELGIQUE.		ALLEMAGNE.		ANGLETERRE.	
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1,150 kilogr. de fonte à	68 00 =	78 20	61 00 =	70 15	54 00 =	62 10	48 00 =	55 20
280 kilogr. de charbon à	19 00 =	5 30	17 00 =	4 70	14 00 =	3 90	12 00 =	3 40
Frais divers		13 00		13 00		13 00		13 00
Valeur totale		96 50		87 85		79 00		71 60
Consommation totale de coke : 1,380 kilogr. à	30 00 =	41 50	24 00 =	33 10	18 00 =	25 00	17 00 =	23 00
— de charbon : 280 kilogr.		5 30		4 35		3 90		3 40
Part totale du combustible		46 80		37 45		28 90		26 40
Pourcentage du prix de revient		48.50		42.60		36.50		35.80

Le graphique 10 ci-après reproduit ces chiffres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

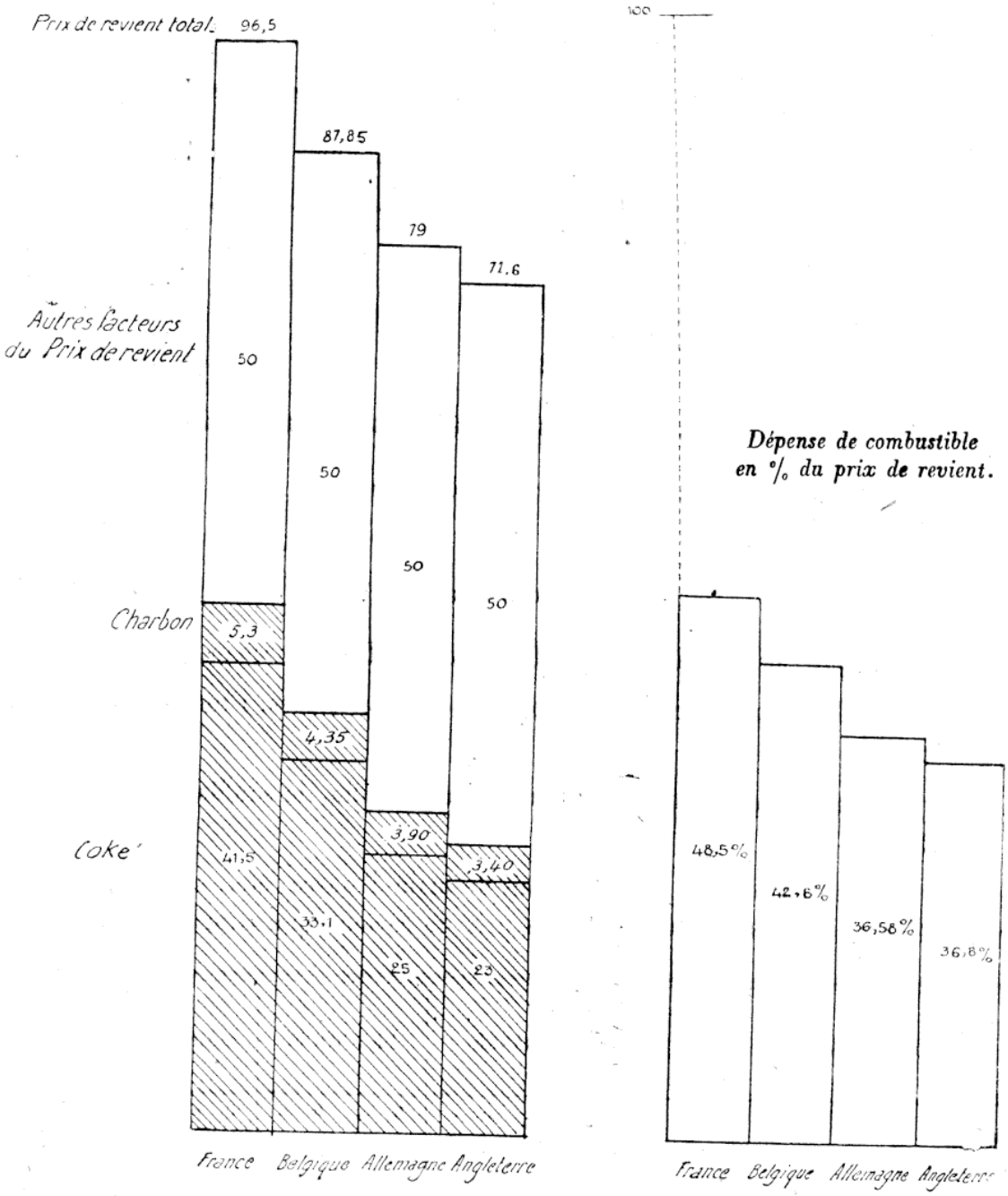


Fig. 10. — Influence du prix du combustible sur le prix de revient d'une tonne d'acier Thomas en France et à l'étranger.

C. Produits sidérurgiques finis.

Il est impossible de donner une indication absolument précise sur les prix de revient des produits finis [1]. D'après la *Revue de Métallurgie* de 1905, on aurait les différences suivantes dans le coût de transformation dans divers pays.

DÉSIGNATION.	MEURTHE-ET-MOSELLE.	ALLEMAGNE.	ÉTATS-UNIS.
	francs.	francs.	francs.
Transformation d'un lingot en rails	30	30	20
— — en tubes	55	50	40

[1] Tribot-Laspière, ouvrage cité, page 172.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut cependant estimer, pour des produits courants, les dépenses diverses, main-d'œuvre, frais généraux, etc., d'une façon suffisamment approchée pour que, en supposant ces frais de transformation (indépendamment de la houille) constants, on puisse étudier pour chaque pays l'influence du prix du charbon sur le prix de revient total.

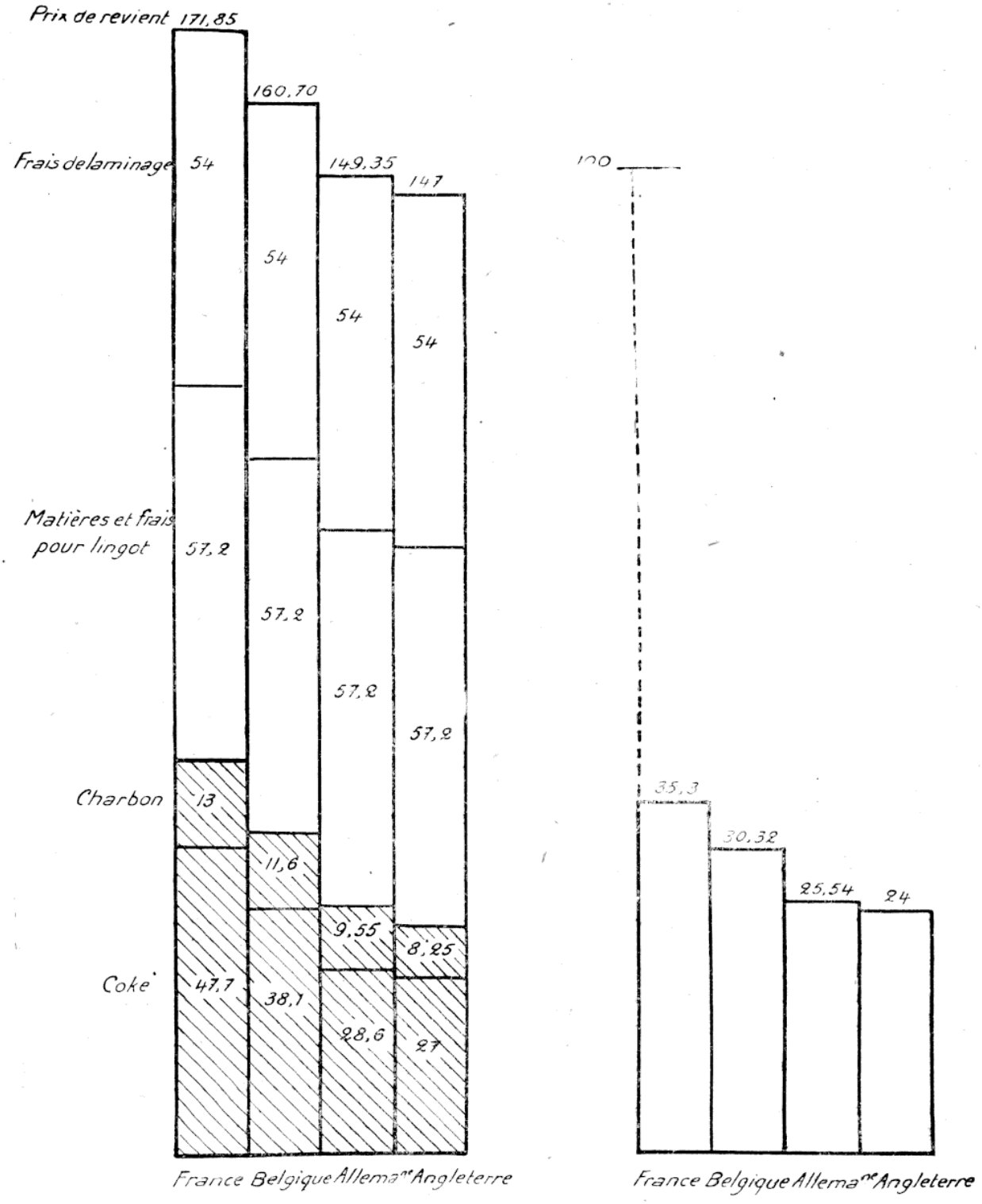


Fig. 11. — Influence du prix du combustible sur le prix de revient d'une tonne de fers marchands en France et à l'étranger.

1° Fers marchands. — 1,150 tonnes de lingots donnent en moyenne une tonne de fers marchands, qui nécessite 160 kilogr. de houille pour le chauffage et 200 kilogr. pour l'énergie, etc., soit en tout 360 kilogr. Les frais divers de laminage peuvent être évalués à 54 francs environ (salaires,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

22 francs; entretien, 18 francs; surveillance, 2 francs; eau, éclairage, frais divers, vapeur, etc., 5 francs; frais généraux, 7 francs).

En partant des prix des lingots, on arrive ainsi aux éléments comparatifs suivants pour les prix de revient.

DÉSIGNATION.	FRANCE.		BELGIQUE.		ALLEMAGNE.		ANGLETERRE.	
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Lingots : 1,150 kilogr. à	96 50 =	111 00	87 50 =	100 60	78 50 =	90 30	77 00 =	88 60
Charbon : 360 kilogr. à	19 00 =	6 85	17 00 =	6 10	14 00 =	5 04	12 00 =	4 32
Frais divers de laminage (main-d'œuvre, entretien, frais généraux)		54 00		54 00		54 00		54 00
PRIX DE REVIENT		171 85		160 70		149 34		146 92
Dépense en coke pour 1,150 kilogr. de lingots : 1,590 kilogr. à	30 00 =	47 70	24 00 =	38 10	18 00 =	28 60	17 00 =	27 00
Charbon pour 1,150 kilogr. de lingots : 320 kilogr. à	19 00 =	6 10	17 00 =	5 50	14 00 =	4 50	12 00 =	3 90
— pour laminage		6 85		6 10		5 04		4 35
Prix total de la houille par tonne de fer		60 65		49 70		38 14		35 25
Pourcentage du prix de revient		35.30		30.92		25.53		23.0

Les chiffres du tableau ci-dessus sont résumés dans les graphiques de la figure 11.

2° TÔLES MOYENNES. — Pour une tonne de tôle moyenne, il faut environ 1,280 kilogr. de lingots. La consommation de charbon pour les fours est d'environ 160 kilogr. par tonne, pour la force 170 kilogr. par tonne, soit 330 kilogr. auxquels il faut ajouter 70 kilogr. environ pour divers; la consommation totale est de 400 kilos de houille. On aura donc les éléments comparatifs suivants :

DÉSIGNATION.	FRANCE.		BELGIQUE.		ALLEMAGNE.		ANGLETERRE.	
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Lingots : 1,280 kilogr. à	96 50 =	123 50	87 50 =	112 00	78 50 =	100 50	77 00 =	98 50
Charbon : 400 kilogr. à	19 00 =	7 60	17 00 =	6 80	14 00 =	5 60	12 00 =	4 80
Frais de laminage		39 00		39 00		39 00		39 00
PRIX DE REVIENT		170 10		157 80		145 10		142 30
Dépense en coke pour 1,280 kilogr. de lingots : 1,760 kilogr. à	30 00 =	52 60	24 00 =	42 20	18 00 =	31 70	17 00 =	30 00
Charbon pour 1,280 kilogr. de lingots : 360 kilogr. à	19 00 =	6 85	17 00 =	6 10	14 00 —	5 00	12 00 =	4 35
— pour laminage		7 60		6 80		5 60		4 80
Coût total de la houille par tonne de tôles		67 05		55 10		42 30		39 15
Pourcentage du prix de revient		39.40		34.9		29.15		27.60

Les chiffres du tableau ci-dessus sont résumés dans les graphiques de la figure 12.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

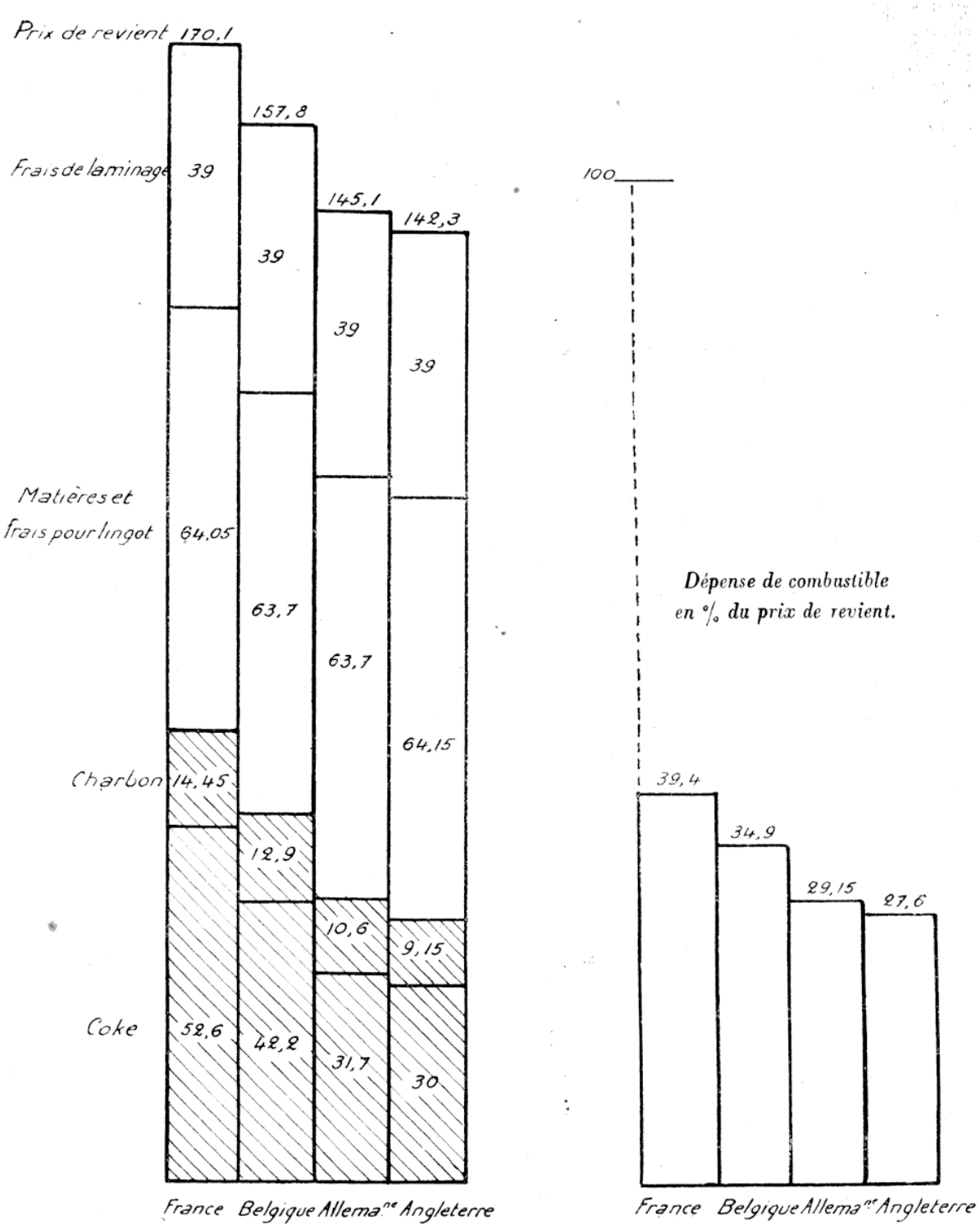


Fig. 12. — Influence du prix du combustible sur le prix de revient d'une tonne de tôles en France et à l'étranger.

5° Le charbon dans la métallurgie des métaux autres que le fer.

Dans la métallurgie des métaux autres que le fer, le prix élevé du métal et, comme conséquence, le prix du minerai exerce presque toujours un rôle primordial, de telle sorte qu'en général le prix du combustible a une influence sur le prix de revient moindre qu'en sidérurgie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. Zinc.

La quantité de charbon nécessaire pour le traitement du minerai est considérable, L'emploi des fours modernes (chauffés au gaz avec inversion) permet de réaliser une économie sensible de com-

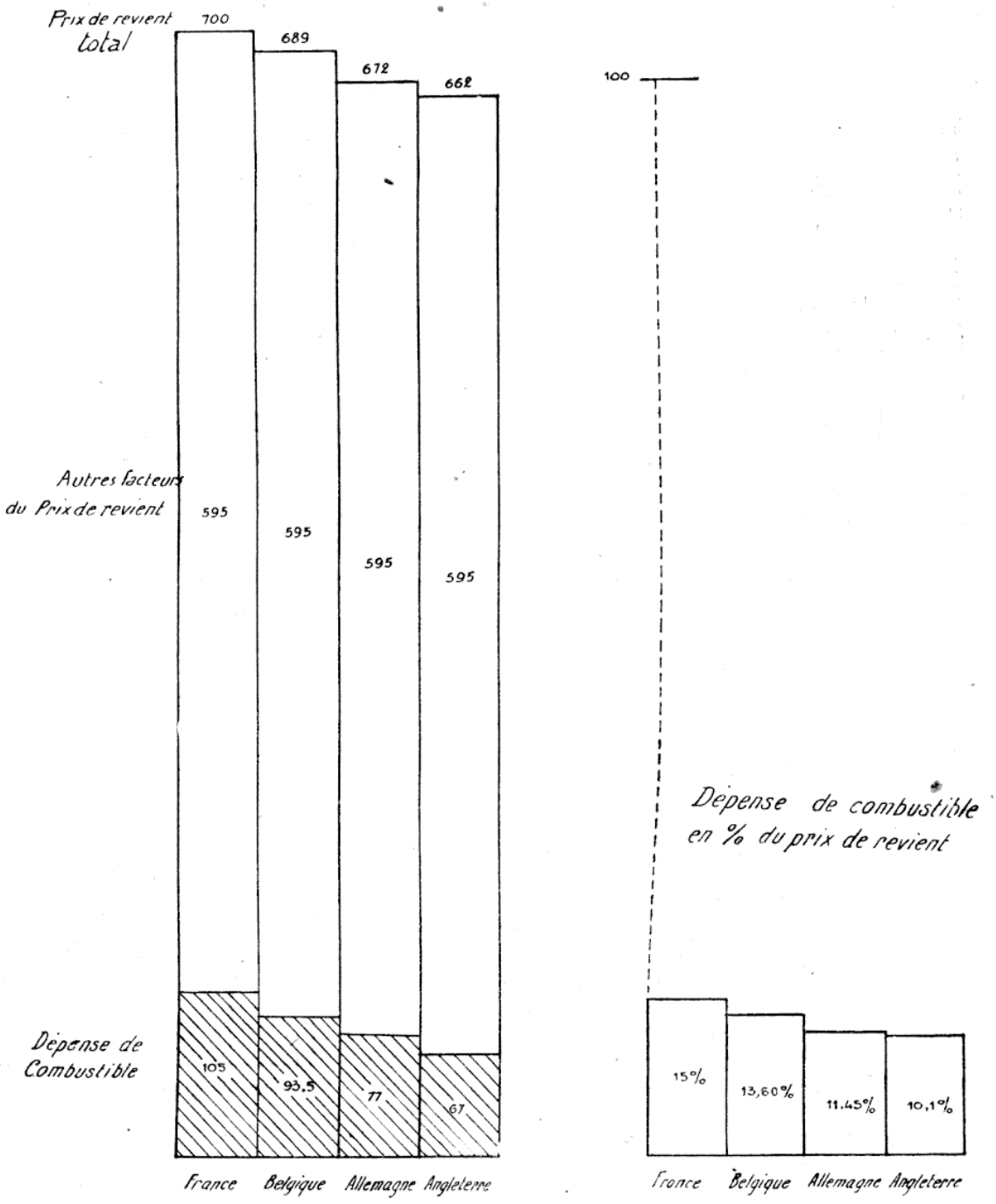


Fig. 13. — Influence du prix du combustible sur le prix de revient d'une tonne de zinc brut en France et à l'étranger.

bustible mais l'emploi de ces fours ne s'est pas encore généralisé en France, où l'on a souvent conservé les fours à chauffage direct. Avec ces fours, les résultats suivants ont été obtenus :

Une tonne de zinc brut, nécessitant 1,470 kilogrammes de minerais mélangés, coûtant 490 francs, revenait à environ 700 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La consommation de combustible par tonne de zinc ressort à :

Pour le chauffage	4,200 kilogrammes
Pour la réduction	1,300 —
Au total	5,500 —

qui, au prix de 19 francs [1] en France, représentaient une dépense de 105 francs. (La dépense en force motrice, 3 francs environ, n'a pas été comptée.)

Les éléments du prix de revient de la tonne de zinc, dans le cas envisagé, s'établissent ainsi : minerai, 490 francs, soit 70 p. 100: charbon, 105 francs, soit 15 p. 100; divers, 105 francs, soit 15 p. 100 (8 à 9 p. 100 pour la main-d'œuvre).

En admettant que les prix du minerai, les dépenses diverses sont les mêmes dans les autres pays, on arrive aux conclusions suivantes, relatives à la dépense de combustible.

PAYS.	PRIX DE REVIENT.	DÉPENSE EN COMBUSTIBLE.	POURCENTAGE du COMBUSTIBLE.
	francs.	fr. c.	
France	700	105 00	15.00
Belgique	689	93 50	13.60
Allemagne	672	77 00	11.45
Angleterre	662	67 00	10.10

Ces chiffres sont résumés dans la figure 13.

B. Plomb.

En partant d'un prix de minerai de 290 francs net à la tonne, à la teneur de 50 p. 100 (1912), 2,000 kilogrammes de minerai produisent 1 tonne de plomb, dont le prix de revient est de 360 francs environ. La dépense en coke est de 500 kilogrammes, soit 15 francs. La dépense en charbon pour l'affinage est de 500 kilogrammes, soit 9 francs.

Au total la part de combustible, en France, est de 24 francs ou 8 p. 100 du prix de revient de la tonne de plomb d'œuvre.

On peut établir, en partant du même prix de minerai, avec la même consommation de houille, les autres frais de fabrication étant supposés constants, le tableau comparatif suivant pour les différents pays qui nous intéressent. Les résultats trouvés sont reproduits sur la figure 14.

[1] Ce prix est peut-être élevé, les usines à zinc s'établissant à proximité des charbonnages à cause de la consommation élevée de combustible, mais il en est de même dans les autres pays et la comparaison avec eux n'en souffre pas sensiblement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PAYS.	PRIX DE REVIENT.	DÉPENSE EN COMBUSTIBLE.	POURCENTAGE du COMBUSTIBLE.
	francs.	fr. c.	
France	360	24 00	6.70
Belgique	355	20 00	5.63
Allemagne	352	16 00	4.55
Angleterre	350	14 50	4.15

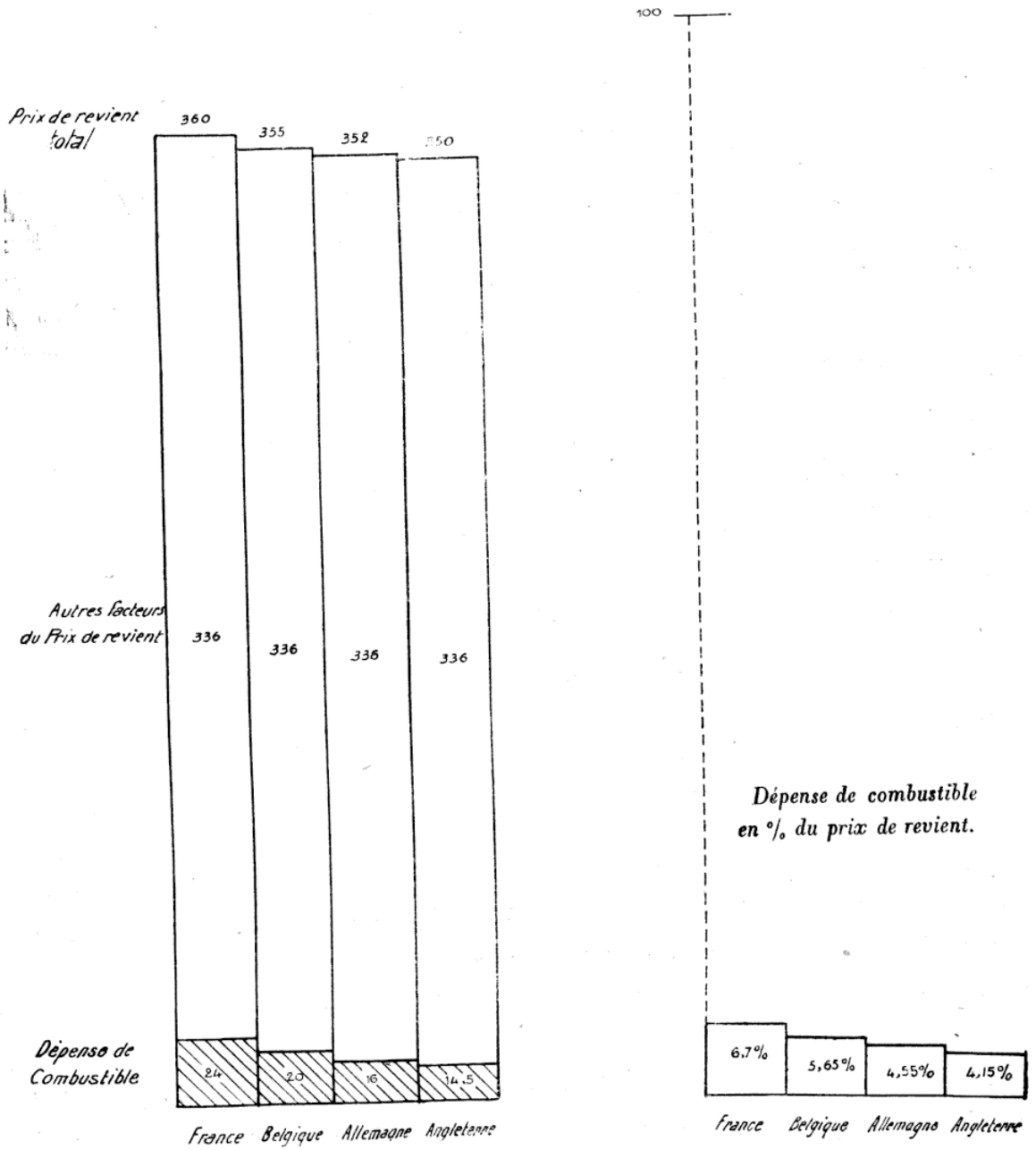


Fig. 14. — Influence du prix du combustible sur le prix de revient d'une tonne de plomb d'œuvre en France et à l'étranger.

C. Cuivre.

Étant donné le prix élevé du métal, le combustible n'influe que d'une façon secondaire sur le prix de revient; en partant d'un minerai à 40 p. 100, 2,500 kilogrammes de minerai environ fournissent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 tonne de cuivre, la dépense de combustible, en France, s'élève de 38 à 40 francs, or le prix moyen de la tonne de cuivre était en 1913 de 1,580 francs; la quote-part du charbon sur le prix de revient est donc très faible.

6° Le charbon dans les produits céramiques.

Les usines de produits céramiques sont établies à proximité des matières premières, le combustible (charbon à gaz) est grevé de frais de transport souvent importants.

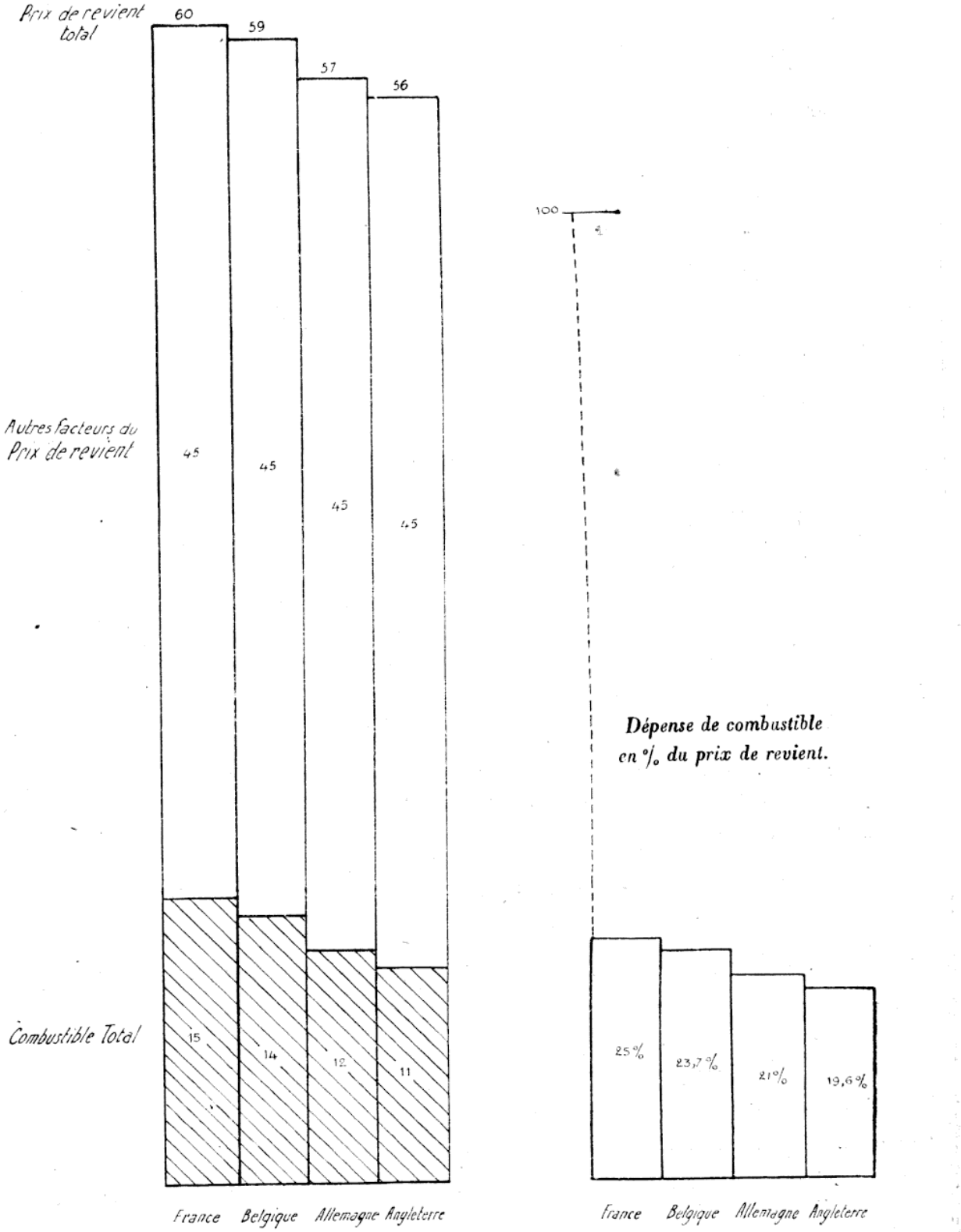


Fig. 15. — Influence du prix du combustible sur le prix de revient de la tonne de produits céramiques, en France et à l'étranger.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En moyenne le prix de la houille rendue au lieu de fabrication était de 30 francs avant la guerre le prix de transport étant compté pour 8 francs.

La consommation de charbon, pour la force motrice, le séchage et la cuisson, est en moyenne de 500 kilogrammes à la tonne de produits finis.

Le prix de vente moyen ressort à 80 francs la tonne, en défalquant le bénéfice brut, qu'on peut évaluer à 15 p. 100, le prix de revient moyen en France s'établirait à environ 60 francs dans lesquels le charbon entre pour 15 francs, soit 25 p. 100.

En supposant que les coûts des transports soient les mêmes dans les pays étrangers voisins et que, par suite, les différences entre le prix des charbons n'en soient pas affectées en admettant que les frais divers et de main-d'œuvre soient les mêmes également qu'en France, on peut dresser le tableau comparatif ci-dessous, qui montre l'influence du prix du combustible.

PAYS.	PRIX DE REVIENT.	DÉPENSE EN COMBUSTIBLE.	POURCENTAGE du COMBUSTIBLE.
	francs.	francs.	
France	60	15	25.00
Belgique	59	14	23.70
Allemagne	57	12	21.00
Angleterre	56	11	19.60

Le graphique fig. 15 reproduit ces chiffres.

Tuiles.

Le prix de vente avant guerre était d'environ 70 francs la tonne. En en défalquant un bénéfice brut de 12 p. 100, le prix de revient s'établit à environ 62 francs.

La consommation de charbon est de 200 kilogrammes à la tonne, soit, pour la France, 6 francs ou 10 p. 100 du prix de revient. On peut donc établir la comparaison ci-dessous, en suivant les mêmes modes d'évaluation.

PAYS.	PRIX DE REVIENT.	DÉPENSE EN COMBUSTIBLE.	POURCENTAGE du COMBUSTIBLE.
	fr. c.	fr. c.	
France	62 00	6 00	9.70
Belgique	61 50	5 50	8.90
Allemagne	60 50	4 50	7.40
Angleterre	61 00	5 00	8.20

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

7° Le charbon dans la fabrication du ciment.

Le prix de revient du ciment dépend en grande partie du prix du charbon : la matière première intervient pour une part relativement faible (environ 0 fr. 50 la tonne).

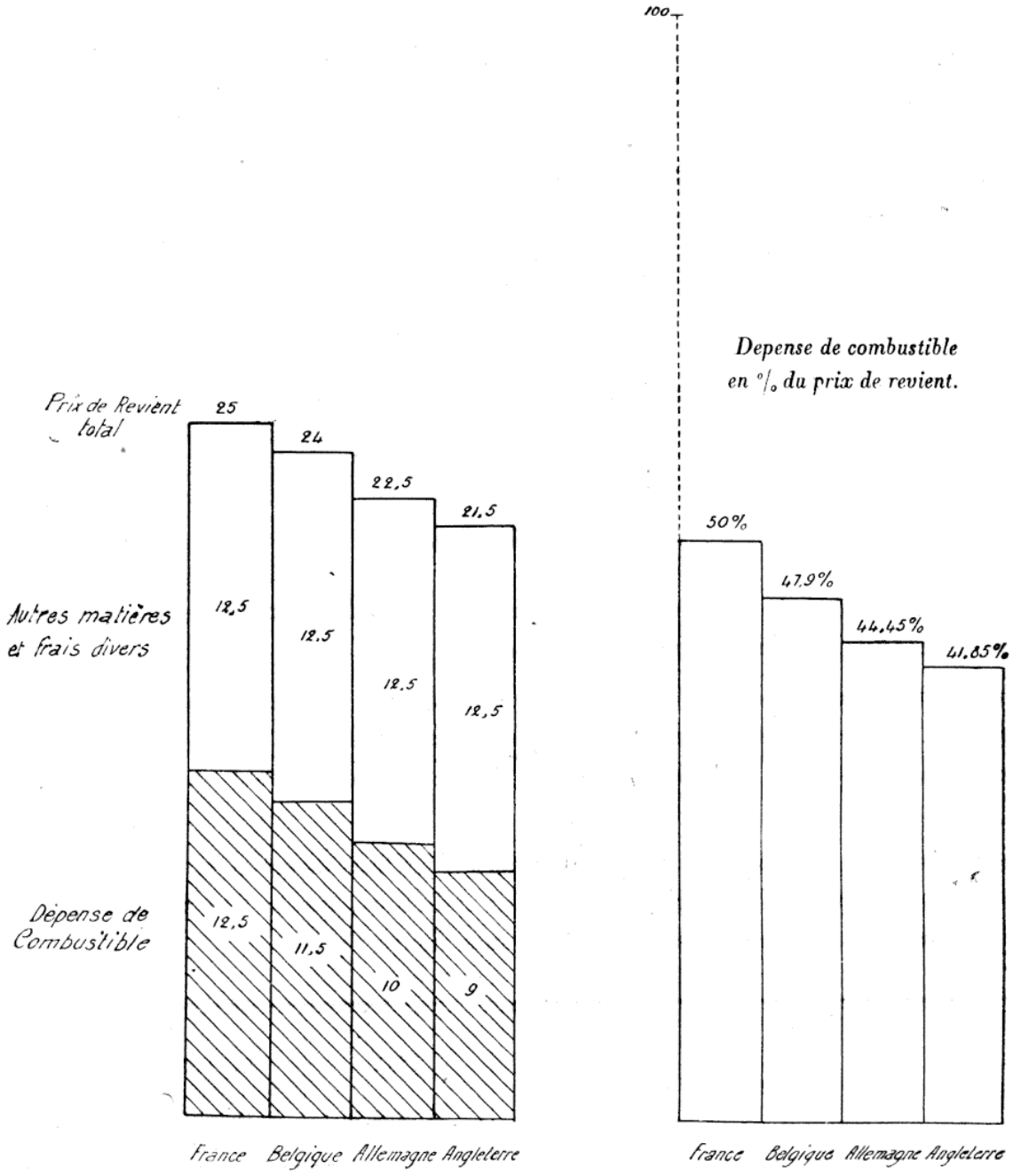


Fig. 16. — Influence du prix du combustible sur le prix de revient d'une tonne de ciment en France et à l'étranger.

La consommation du charbon par tonne de ciment est de 500 kilogrammes en moyenne; si la houille vaut 25 francs la tonne, le prix de revient du ciment est de 25 francs environ.

On peut dresser le tableau comparatif suivant en supposant que tous les éléments du prix de revient, sauf le combustible, soient constants pour les différents pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PAYS.	PRIX DE REVIENT.	DÉPENSE EN COMBUSTIBLE.	POURCENTAGE du COMBUSTIBLE.
	fr. c.	fr. c.	
France	25 00	12 50	50.00
Belgique	24 00	11 50	47.9
Allemagne	22 50	10 00	44.45
Angleterre	21 50	9 00	41·85

Voir la figure 16, où ces chiffres sont reproduits.

8° Le charbon dans la verrerie.

A. Verre à bouteilles.

Le cent de bouteilles, du poids de 80 kilogrammes, revenait en France à 11 francs environ avant la guerre et nécessitait 92 kilogrammes de charbon.

De ces données, on déduit que le prix de revient de la tonne (1,250 bouteilles) était de 137 fr. 50, nécessitant 1,150 kilogrammes de charbon à gaz qui revenait, en 1913, à 30 francs rendus à l'usine; la dépense en combustible s'établissait donc à 35 francs, représentant 25,45 p. 100 du prix de revient.

En admettant que le prix de la matière première et les frais divers aient été les mêmes dans les pays voisins, on peut établir le tableau comparatif ci-dessous, qui ne fera ressortir que l'influence du prix du charbon sur le prix de revient. (Voir aussi figure 17.)

PAYS.	PRIX DE REVIENT.	DÉPENSE EN COMBUSTIBLE.	POURCENTAGE du COMBUSTIBLE.
	fr. c.	francs.	
France	137 50	35	25.45
Belgique	134 50	32	23.80
Allemagne	130 00	28	21.50
Angleterre	128 00	26	20.00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. Verres à vitres.

La caisse ordinaire de verres à vitres contient 27 mètres carrés et revenait avant la guerre à 40 francs; on dépense 20 kilogrammes de charbon au mètre carré dans le traitement mécanique (15 kilogrammes dans le traitement à la main), le mètre carré pèse en moyenne 5 kilogrammes.

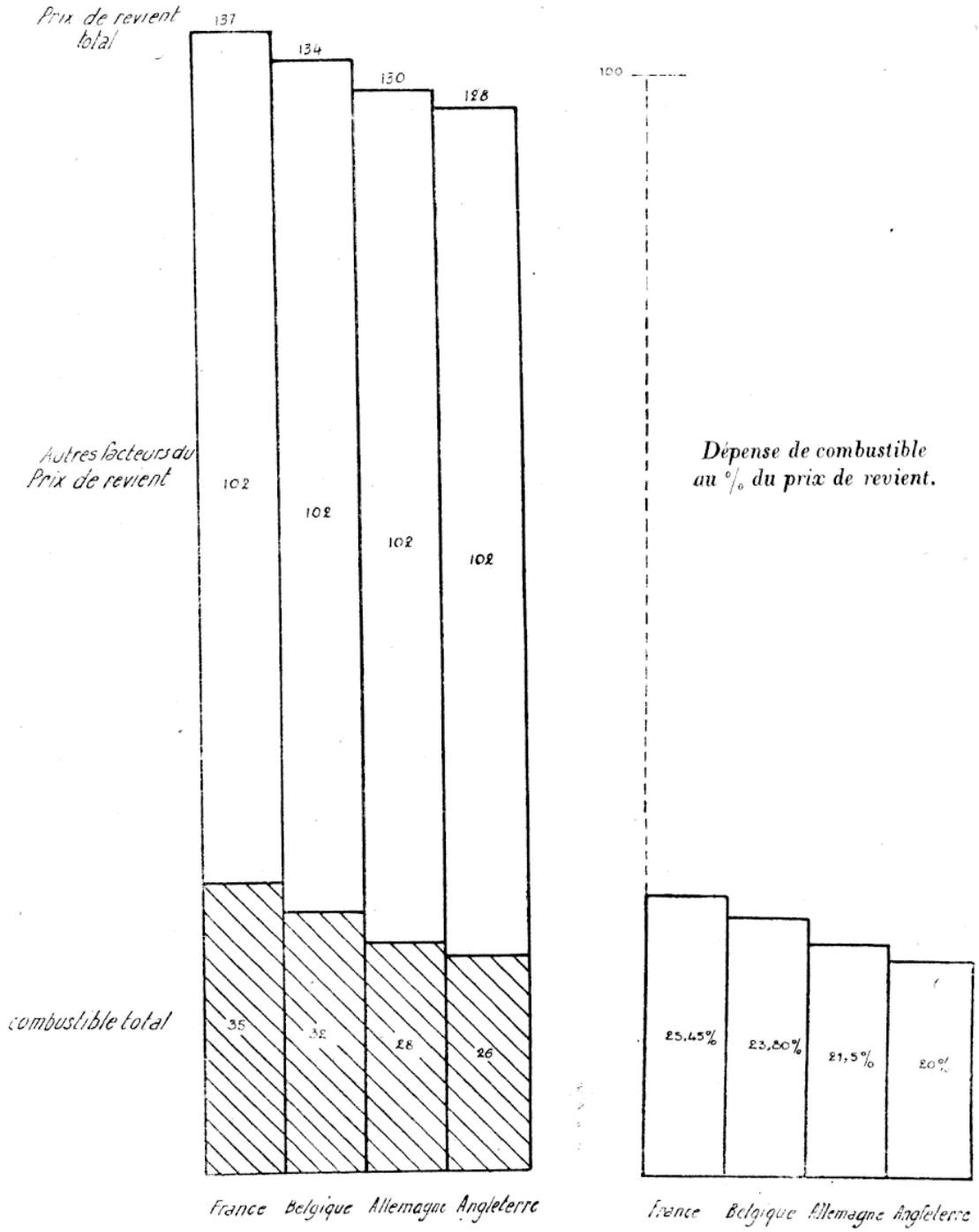


Fig. 17. — Influence des prix du combustible sur le prix de revient d'une tonne de bouteilles en verre, en France et à l'étranger.

Par suite la tonne de verres à vitres coûte 296 francs environ. Elle exige 4,000 kilogrammes de charbon, soit une dépense de 120 francs, ou 40,54 p. 100 du prix de revient.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On obtient les comparaisons suivantes, en supposant que les frais autres que les dépenses en combustible soient les mêmes dans les pays envisagés.

PAYS.	PRIX DE REVIENT.	DÉPENSE EN COMBUSTIBLE.	POURCENTAGE du COMBUSTIBLE.
	francs.	francs.	
France	296	120	40.54
Allemagne	276	110	39.85
Belgique	288	112	38.85
Angleterre	268	92	34.30

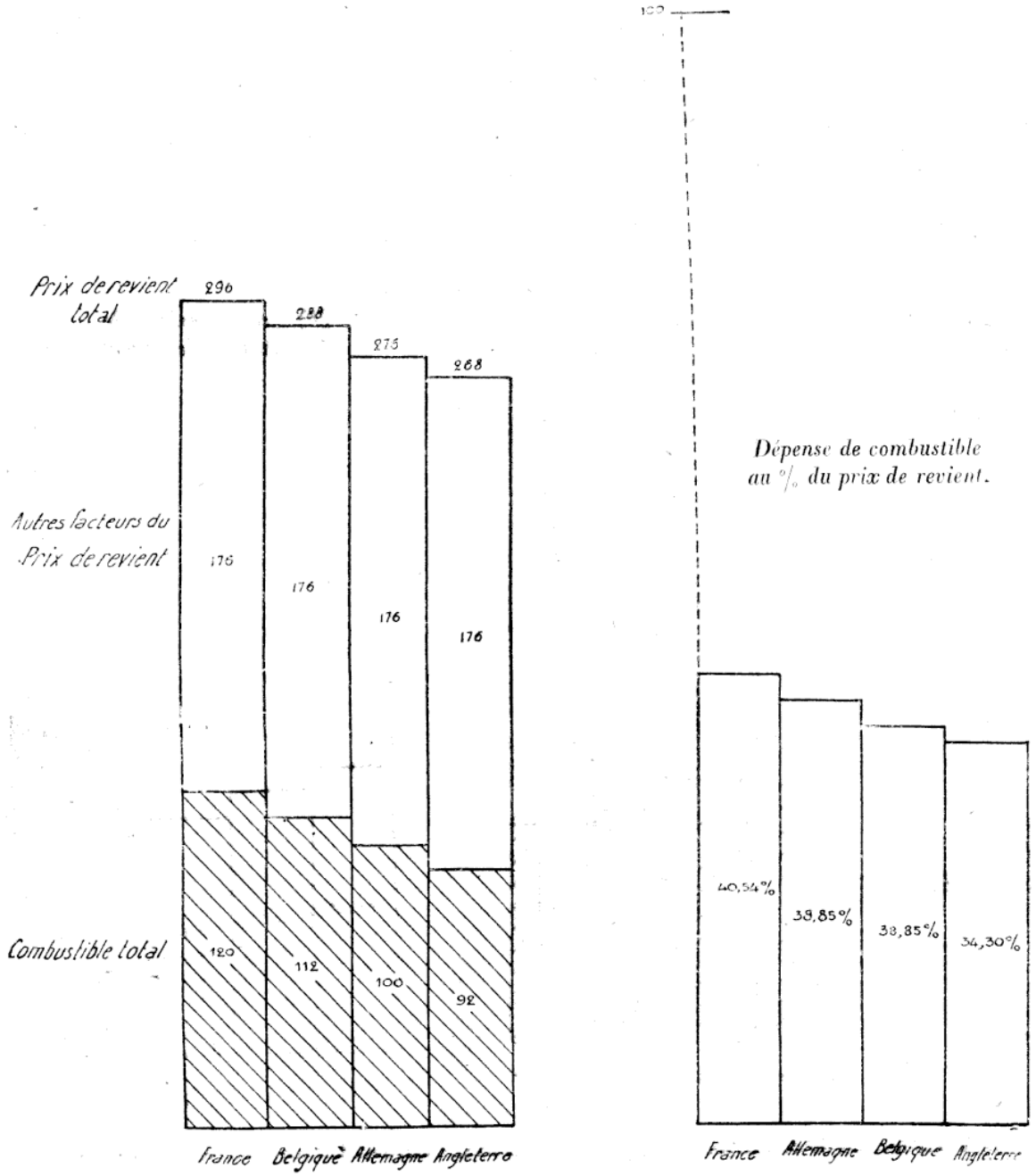


Fig. 18. — Influence des prix du combustible sur le prix de revient d'une tonne de verres à vitres, en France et à l'étranger.

Le graphique de la figure 18 résume les chiffres ci-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9° Le charbon dans la sucrerie.

L'étude des rendements de betteraves et des prix de revient a été faite pour une période de 10 ans (1903-1912) et amène aux conclusions suivantes :

8,340 kilogrammes de betteraves produisent 1,000 kilogrammes de sucre (compté en raffiné) et nécessitent 1,000 kilogrammes de charbon. Le sucre (n° 3) est revenu en moyenne à 326 fr. 70 la

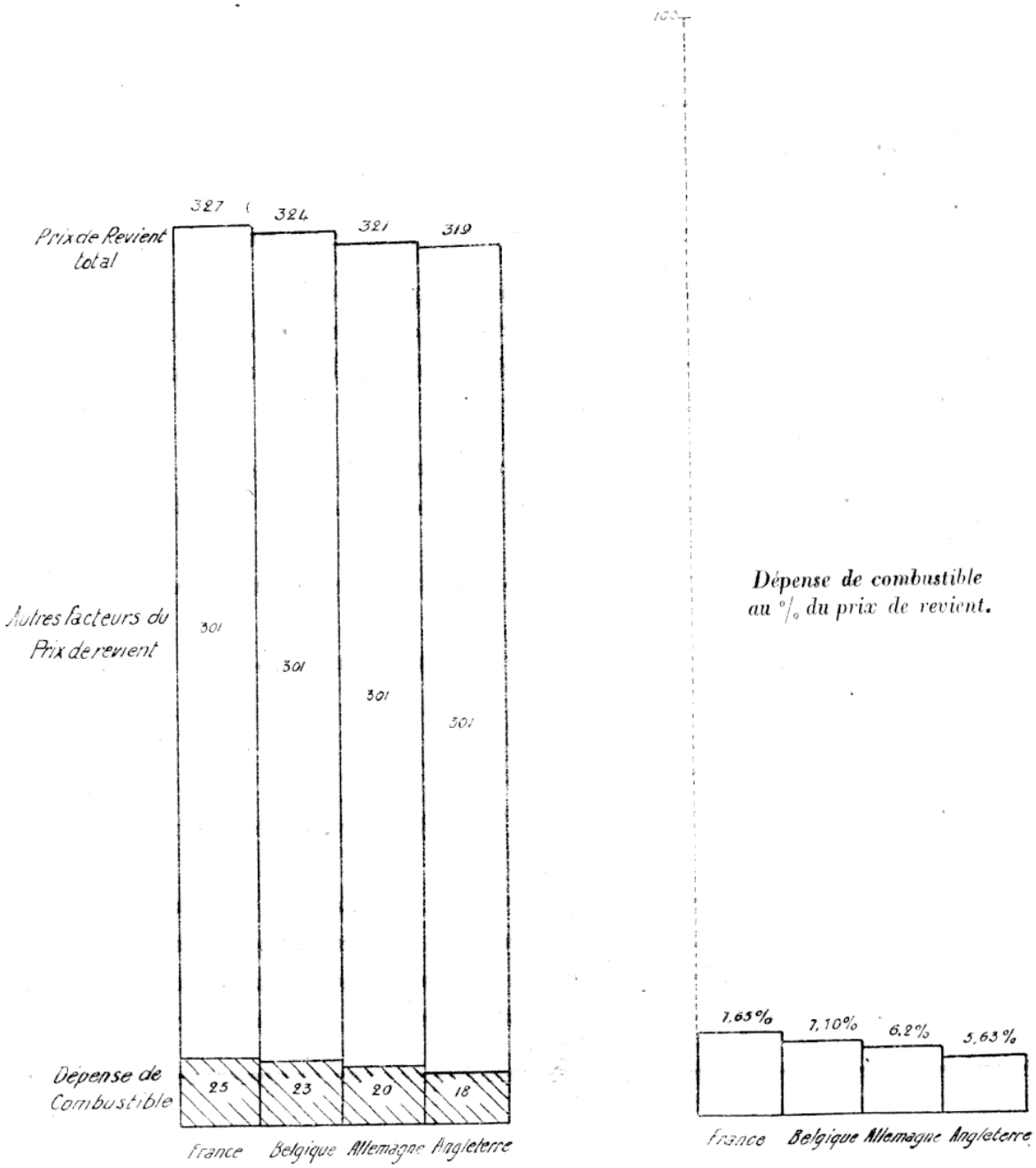


Fig. 19. — Influence des prix du combustible sur le prix de revient d'une tonne de sucre raffiné, en France et à l'étranger.

tonne pour un prix moyen des 1,000 kilogrammes de betteraves de 26 fr. 40 (y compris 1 fr. 45, valeur des 400 kilogrammes de pulpes obtenus et revendus la plupart du temps aux cultivateurs).

La matière première a donc coûté 220 francs, représentant 67,4 p. 100 du prix du sucre.

Le charbon, compté à 25 francs la tonne, ne représente que 7,65 p. 100 de ce prix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En supposant que le prix des betteraves, leur rendement, les frais de main-d'œuvre et frais divers aient été les mêmes dans les autres pays voisins, la comparaison des prix de revient s'établirait ainsi :

PAYS.	PRIX DE REVIENT.	DÉPENSE EN COMBUSTIBLE.	POURCENTAGE du COMBUSTIBLE.
	francs.	francs.	
France	327	25	7.65
Belgique	324	23	7.10
Allemagne	321	20	6.23
Angleterre	319	18	5.63

Le graphique de la figure 19 résume les chiffres ci-dessus.

10° Le charbon dans la fabrication du papier.

Pâtes mécaniques. — Les pâtes mécaniques sont fabriquées presque exclusivement à l'aide de la force hydraulique. Si, en Allemagne, quelques usines se servent de la houille c'est que, dans des cas particuliers (proximité de la matière première), l'économie résultant du prix d'achat du bois et du transport compense le coût de la houille.

Pâtes chimiques. — Le prix du charbon exerce une grande influence sur le prix de revient de la pâte chimique ; mais le prix du bois rendu au lieu de fabrication, très variable suivant les pays, est l'élément dominant du prix de revient.

Un stère de bois fournit en moyenne 150 kilogrammes de pâte ; une tonne de pâte exige donc 6,66 stères.

Le stère coûtait, avant la guerre, rendu à l'usine, en moyenne : [1]

En Suède et en Norvège	12 francs.
En Allemagne	16 —
En France	22 —

On peut admettre qu'au point de vue du bois, l'Angleterre se trouve dans une situation analogue à celle de l'Allemagne.

On consomme, par tonne de pâte, 600 kilogrammes de charbon pour la force et l'éclairage ; le lessivage et le séchage nécessitent 2,000 kilogrammes de charbon par tonne de pâte.

En se basant sur le prix de 25 francs la tonne de charbon rendue à l'usine en France, on peut comparer les prix de la pâte en supposant les frais de main-d'œuvre et autres constants pour les divers pays.

DÉSIGNATION.	FRANCE.	ALLEMAGNE.	ANGLETERRE.	SCANDINAVIE.
	fr. c. fr. c.	fr. c. fr. c.	fr. c. fr. c.	fr. c. fr. c.
Matières premières (bois)	107 00	107 00	107 00	80 00
Charbon : 2,600 kilogr. à	25 00 = 65 00	20 00 = 52 50	18 00 = 37 00	25 00 = 65 00
Divers et transports	35 00	35 00	35 00	35 00
TOTAUX	207 00	194 50	189 00	180 00

[1] Rapport du Syndicat des Fabricants de Pâtes à papiers. — Imprimerie de Vaugirard, 12, impasse Ronsin, Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit qu'indépendamment du prix de la matière première, qui est le facteur principal du prix de revient, le coût de la houille influe considérablement sur ce prix. On s'en rendra mieux compte si l'on suppose que le bois coûte dans les divers pays le même prix qu'en Allemagne.

Dans ces conditions, le tableau comparatif est le suivant :

DÉSIGNATION.	FRANCE.	ALLEMAGNE.	ANGLETERRE.	SCANDINAVIE.
	fr. c. fr. c.	fr. c. fr. c.	fr. c. fr. c.	fr. c. fr. c.
Matières premières (bois).....	107 00	107 00	107 00	107 00
Charbon : 2,600 kilogr. à.....	25 00 = 65 00	20 00 = 52 50	18 00 = 47 00	25 00 = 65 00
Divers et transports.....	35 00	35 00	35 00	35 00
TOTAUX.....	207 00	194 50	189 00	207 00
Pourcentage du prix de revient (charbon).....	31.25	27.0	24.85	31.25

Ces chiffres sont représentés sur le graphique de la figure 20.

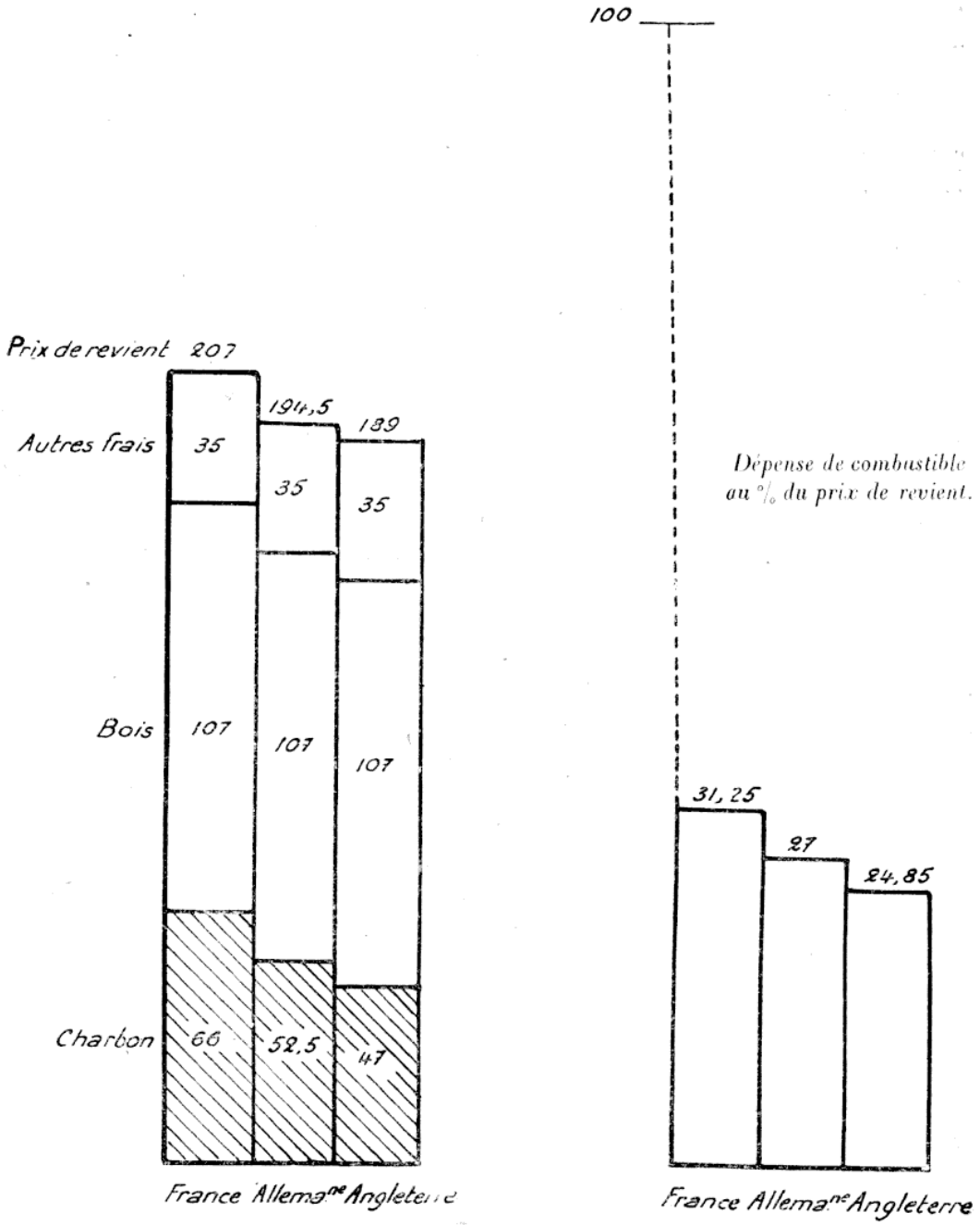


Fig. 20. — Influence du prix du combustible sur le prix de revient d'une tonne de pâte à papier (pâte chimique) en France et à l'étranger.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut environ une tonne de charbon pour obtenir une tonne de papier en partant de la pâte. Par suite de la cherté du prix du combustible en France, le coût du papier sera encore majoré dans notre pays d'au moins 5 francs par rapport à l'Allemagne et de 7 francs par rapport à l'Angleterre.

11° Conclusions.

En résumé, on voit qu'en admettant les prix des charbons et du coke de 1913, à savoir :

PAYS.	CHARBON.	COKE.
	fr. c.	fr. c.
France	19 00	30
Angleterre	11 25	17
Allemagne	13 25	18
Belgique	15 63	24

on arrive, pour les produits étudiés, aux prix moyens suivants (à la tonne) en supposant tous les facteurs, hormis le charbon, constants et ayant leur valeur moyenne française à :

DÉSIGNATION.	FRANCE.	ANGLETERRE.	ALLEMAGNE.	BELGIQUE.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Fonte	66 00	52 00	54 00	61 00
Acier en lingots	96 50	76 40	79 00	87 50
Fers marchands	171 85	146 95	149 35	160 70
Tôles moyennes	170 10	142 30	145 10	157 80
Zinc	700 00	662 00	672 00	689 00
Produits céramiques	60 00	57 00	56 00	59 00
Tuiles	62 00	60 50	61 00	61 50
Ciment	25 00	21 50	22 50	14 00
Verre à bouteilles	157 50	128 00	130 00	134 50
Verres à vitres	296 00	268 00	376 00	288 00
Sucre	327 00	319 09	321 00	324 00
Papier	207 00	189 00	194 50	//

Ces chiffres montrent assez l'importance du charbon, matière première essentielle de l'industrie pour que l'on puisse dire qu'en vue de l'expansion économique du pays tous efforts doivent être faits pour obtenir le combustible au prix de revient le plus voisin possible de l'Angleterre et de l'Allemagne, nos grands concurrents sur les marchés étrangers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II.

LA MÉTALLURGIE DU FER.

APERÇU GÉNÉRAL.

La métallurgie du fer est essentiellement basée sur la réduction des oxydes (ou du carbonate après calcination) par le carbone au haut fourneau, rarement au four électrique.

Les anciennes méthodes de production directe du fer, au bas foyer, dans les forges catalanes, etc., n'interviennent plus dans la production mondiale. Malgré des recherches soutenues, il n'a pas encore été possible de résoudre le problème de la production directe de l'acier en partant du minerai, de telle sorte que la métallurgie du fer ne parvient au produit le plus couramment employé, l'acier, qu'en deux phases :

1° Réduction du minerai, toujours un oxyde, par le carbone, en présence de fondants, très généralement au haut fourneau, parfois au four électrique là où le prix du courant est extrêmement bas.

On obtient ainsi une fonte, c'est-à-dire un alliage de fer et de carbone, à teneur relativement élevée en cet élément (3 à 5 p. 100) et à forts pourcentages en impuretés, spécialement silicium, manganèse, soufre et, le plus souvent, phosphore, impuretés apportées par le minerai, les fondants ou le coke. Cette fonte est utilisée directement pour le moulage ; mais elle possède des propriétés telles, notamment au point de vue de la fragilité, que la plus grande partie est transformée ultérieurement en acier :

2° Affinage de la fonte, de façon à la transformer en acier, c'est-à-dire en un alliage renfermant peu de carbone (traces à 1,3 p. 100) et des quantités faibles d'impuretés.

Cet affinage donne généralement lieu à un produit liquide : l'acier. Cependant on pratique encore, sur une faible échelle d'ailleurs, le *puddlage*, qui, par affinage de la fonte en présence d'un oxyde, produit le fer à l'état pâteux.

La fabrication de l'acier, toujours obtenu par affinage de la fonte, se fait par l'un des procédés suivants, dont il sera bien permis de rappeler en quelques mots l'origine :

1° Le *procédé au creuset*, découvert par Hunstmann de Sheffield en 1740. Le fer préalablement carburé par cémentation est fondu au creuset, avec addition des éléments convenables.

Méthode essentiellement coûteuse ; fortement combattu par le four Martin et surtout par le four électrique, le procédé au creuset n'est plus utilisé que pour les produits de très haute qualité, particulièrement les aciers à outils et surtout les aciers à coupe rapide.

2° Les *procédés au convertisseur* : procédés acides ou procédés basiques.

Le *procédé acide*, découvert par Bessemer en Angleterre en 1856, prend la fonte liquide et la soumet, au convertisseur, à l'action oxydante d'un courant d'air qui élimine les impuretés et maintient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'état liquide la fonte transformée en acier. Agissant en milieu silicieux, le procédé BESSEMER n'élimine pas le phosphore, que seule une base peut fixer sous forme de phosphate stable.

Le *procédé basique*, dont la théorie fut établie par GRUNER et MULLER, devint industriel après les recherches de THOMAS et GILCHRIST (1878), aboutissant au revêtement en dolomie ; la conversion de la fonte, se faisant en milieu basique, permet la fixation du phosphore grâce à l'intervention de la chaux. On sait que ce procédé a permis l'utilisation des minerais très phosphoreux, notamment ceux de notre bassin de Briey.

3° Les *procédés sur sole* qui, utilisant la découverte de la récupération faite par les frères SIEMENS, plus spécialement par Sir WILLIAM SIEMENS, permettent soit de diluer les impuretés en mettant la fonte liquide en présence de déchets (scrap process), soit de les oxyder par l'action de minerais ou d'oxydes sur le bain de fonte (ore process), soit en utilisant simultanément les deux principes.

Très étudié par LOUIS LE CHATELIER, le four à sole de fusion de l'acier fut mis au point par MARTIN, à Sireuil (Charente-Inférieure) en 1864.

4° Les *procédés électriques*, de date beaucoup plus récente (1898-1902), qui utilisent le four électrique comme moyen de chauffage, permettent, grâce à l'intervention des laitiers extra-calcaires, de produire un affinage particulièrement poussé. Les appareils les plus utilisés portent les noms français d'HÉROULT, KELLER, CHAPLET. Les méthodes consistent soit dans une simple fusion de riblons, rappelant la marche au creuset, soit dans une fusion avec affinage par intervention de différentes scories, soit enfin dans un superaffinage : le métal provenant d'un convertisseur ou d'un four à sole, après une semi-épuration, vient se transformer au four électrique en un acier demi-fini ou fini.

On peut résumer l'emploi des différents procédés très brièvement :

Le convertisseur est utilisé pour le métal courant : rails, poutrelles; appareil de production rapide, il n'offre pas la sécurité des autres méthodes ;

Le four Martin, acide ou basique, permet à peu près toutes les fabrications en acierdemi-fin, fin et spécial ;

Le four à creuset n'intervient que pour les produits coûteux : aciers à outils, surtout aciers à outils spéciaux ;

Le four électrique combat le creuset qu'il tuera et vient apporter son important concours au four Martin et surtout aux convertisseurs, pour améliorer la qualité de leurs produits.

Nous indiquerons plus loin par des chiffres et diagrammes précis quelle est la situation actuelle des différents procédés.

Le produit de l'affinage de la fonte, l'acier, trouve de multiples applications que l'on ne peut songer à énumérer ici, et constitue la base des industries de la construction et de la mécanique dans tous les pays.

Les propriétés des produits ainsi obtenus ne sont pas cependant suffisantes pour donner satisfaction à toutes les exigences de certaines constructions, notamment en armement, plaques de blindage, automobilisme, aéronautique et même matériel de chemins de fer.

On a donc cherché des propriétés nouvelles par addition volontaire d'éléments particuliers; on a créé les aciers spéciaux pour lesquels la fabrication française a acquis une juste réputation mondiale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'acier au tungstène, découvert par MUSHET en 1859 en Angleterre; les aciers au chrome mis au point par BRUSTLEIN aux usines d'Unieux (Loire); les aciers au nickel découverts par MARBEAU et RÉMOND vers 1885; l'acier au manganèse, dû aux recherches de SIR ROBERT HADFIELD, l'éminent métallurgiste de Sheffield, engendrèrent bientôt des types plus complexes, sous l'influence d'heureuses recherches scientifiques, conduites spécialement par OSMOND, M. LE CHATELIER et M. CHARPY, et aboutirent aux aciers nickel-chrome dont le tonnage utilisé pendant cette guerre a été formidable. Enfin, l'une des découvertes les plus sensationnelles, fruit de longues études systématiques, fut celle des aciers à coupe rapide à laquelle resteront attachés les noms de WHITE et TAYLOR, de ces aciers qui permettent, après trempe faite dans le voisinage du point de fusion, de travailler les métaux jusqu'à la température de 500° sans diminuer les qualités de l'outil.

Tel est, trop brièvement condensé, l'exposé des méthodes et des produits de la métallurgie moderne du fer. On y voit bien nettement le rôle joué dans leurs découvertes par notre pays.

Nous devons considérer successivement :

A. Les matières premières;

B. Les fontes ordinaires;

C. Les fontes spéciales, y compris les alliages ferro-métalliques;

D. Les aciers ordinaires et les fers;

E. Les aciers spéciaux.

A. LES MATIÈRES PREMIÈRES DE LA MÉTALLURGIE DU FER.

Ces matières sont :

Le minerai;

Le charbon, spécialement le coke;

La castine, la chaux, la dolomie;

Les phosphates de chaux;

Les ferrailles, scories et battitures;

Les alliages ferro-métalliques et les fontes spéciales.

Enfin quelques produits utilisés comme addition et ne rentrant pas dans les catégories déjà énoncées; ce sont surtout des métaux qui seront étudiés ultérieurement, notamment le nickel, l'aluminium.

Le minerai.

SITUATION MONDIALE. — Les courbes de la figure 21 donnent la variation de la production du minerai de fer dans les différents pays de 1890 à 1913

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

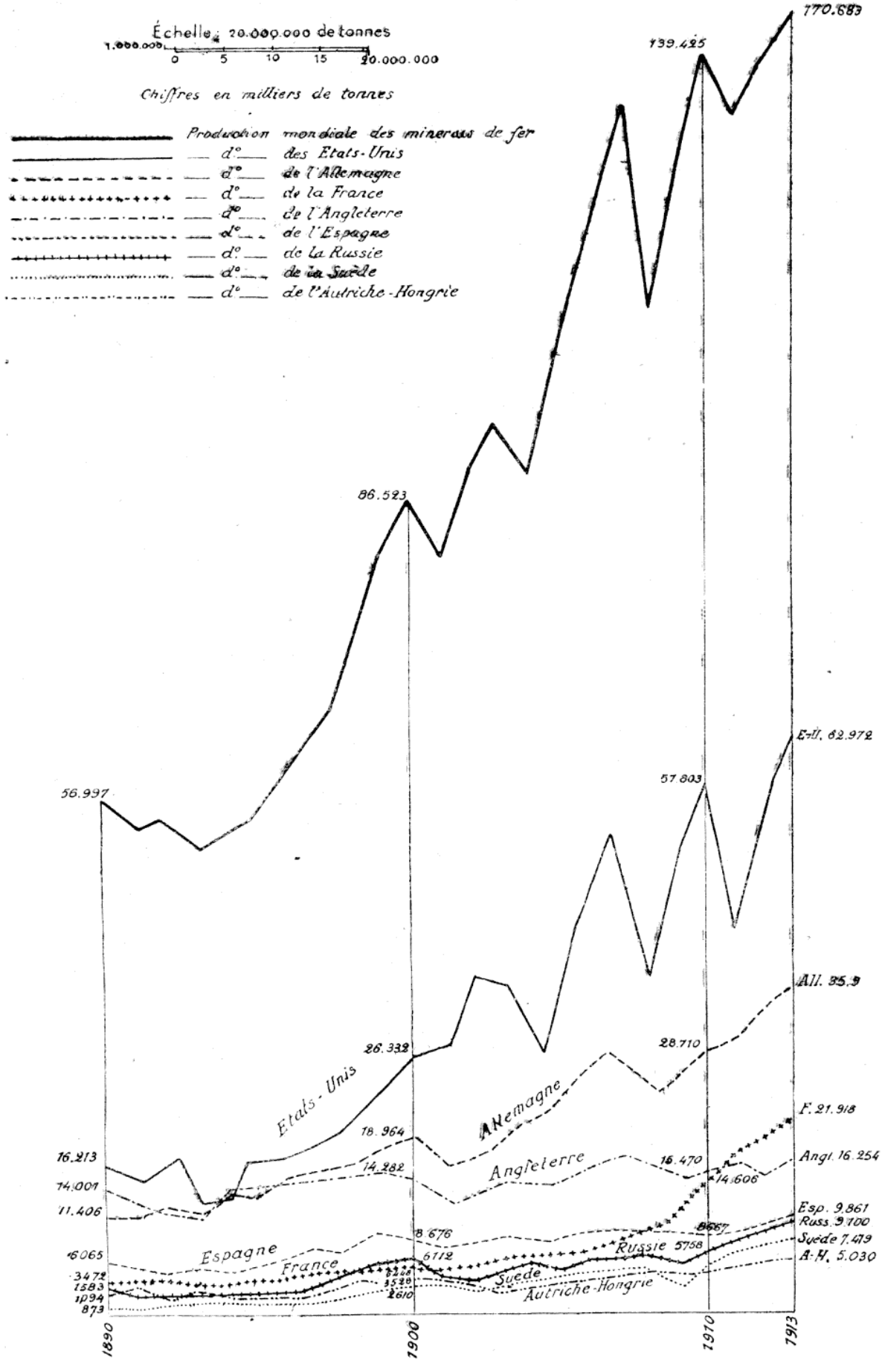


Fig. 21. — Variation de la production mondiale du minerai de fer de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

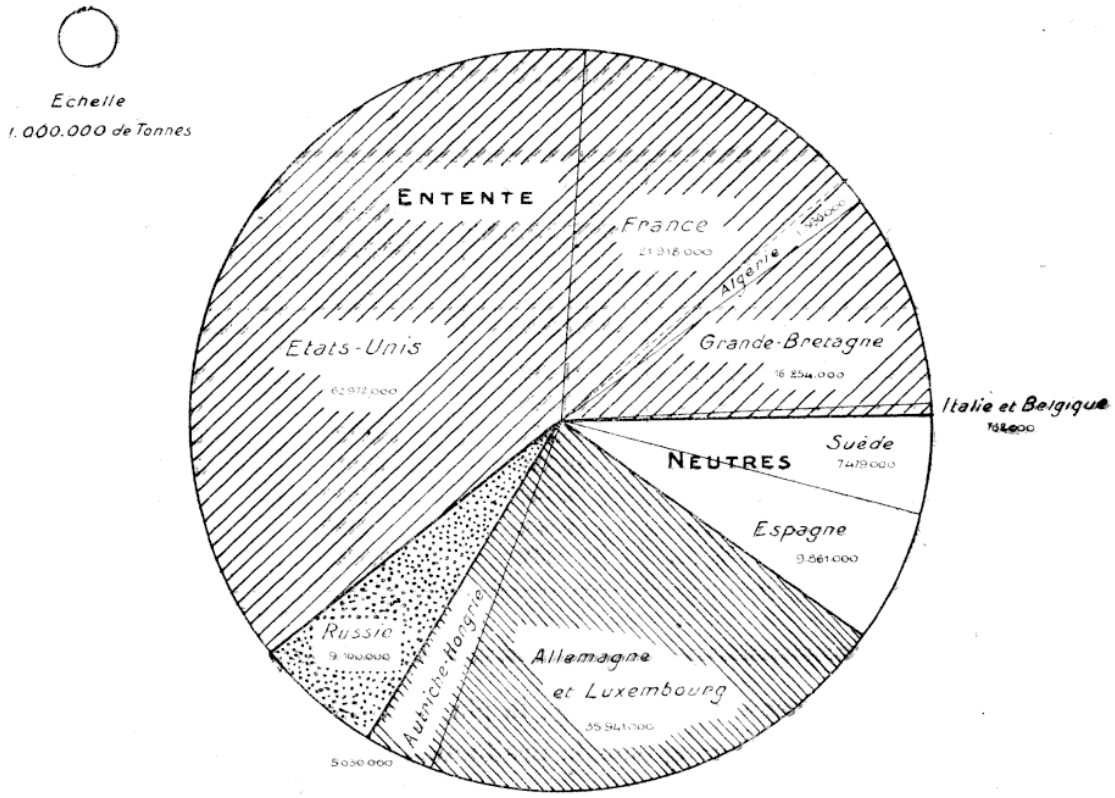


Fig. 22. — Répartition de la production mondiale du minerai de fer en 1913.
(Production totale : 170,683,000 tonnes.)

Pour cette dernière année, la situation se résume dans le schéma de la figure 22 qui indique la répartition suivante :

PAYS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	milliers de tonnes.	
États-Unis	62,972	36.94
France	21,918	12.83
Algérie	1,366	0.79
Grande-Bretagne	16,254	9.52
Italie	590	0.35
Belgique	172	0.10
TOTAL	103,272	60.53
Russie	9,100	5.33
Allemagne et Luxembourg	35,941	21.05
Autriche	5,030	2.94
TOTAL	40,971	23.99
Espagne	9,861	5.77
Suède	7,479	4.38
TOTAL	17,340	10.15
TOTAL GÉNÉRAL	170,683	100.00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'autre part, il paraît nécessaire de comparer la production et la consommation des minerais dans les principaux pays. Les schémas de la figure 23 indiquent bien la situation déduite du tableau suivant :

ÉTATS.	PRODUCTION. *a*	IMPORTATIONS. *b*	EXPORTATIONS. *c*	CONSOMMATION. *(a + b − c)*
	milliers de tonnes.	milliers de tonnes.	milliers de tonnes.	milliers de tonnes.
France continentale	21,918	1,410	10,066	13,262
États-Unis	62,972	2,636	1,059	64,549
Allemagne et Luxembourg	35,941	14,019	2,613	47,347
Grande-Bretagne	16,254	7,561	5,235	18,580
Russie	9,100	106 (1)	869 (1)	8,337
Autriche-Hongrie	5,030	942 (1)	106 (1)	5,766
Belgique	172	7,084	256	Env. 7,000

(1) Chiffres de 1911.

On note de suite que la France était, en 1913, le plus gros exportateur de minerai du monde, bien que n'occupant que le troisième rang dans la production mondiale (12,8 p. 100).

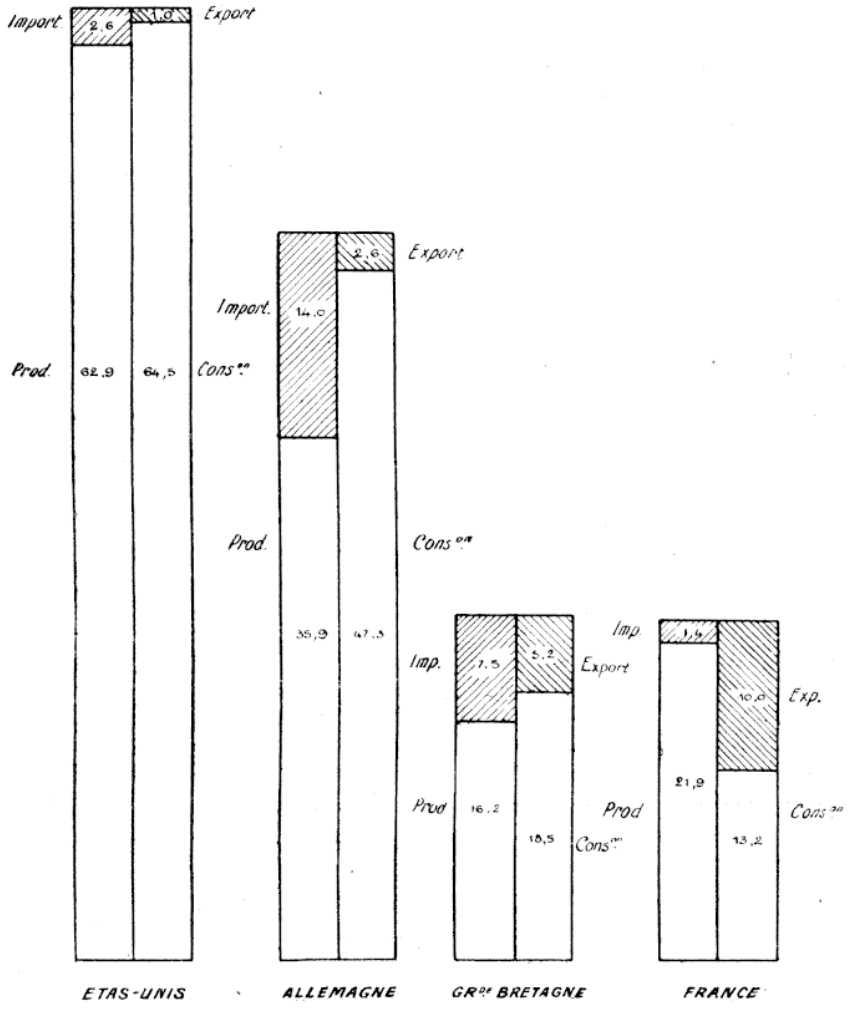


Fig. 23. — Comparaison de la production et de la consommation du minerai de fer dans les principaux pays en 1913.

Au contraire, l'Allemagne, deuxième producteur de minerai du monde (21,1 p. 100), est le plus gros importateur (14 millions de tonnes, à peu près le double des importations anglaises).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les réserves mondiales. — Il n'est certes point suffisant de connaître les productions et consommations; il faut préciser, autant qu'il est possible de le faire, la situation de chaque pays au point de vue de ses réserves mondiales.

Nous rappellerons ici les principaux chiffres donnés par le Congrès de Stockholm.

ÉTATS.	RÉSERVES de MINERAIS DE FER actuellement utilisables.	FER CONTENU dans CES MINERAIS actuellement utilisables.	RÉSERVES PROBABLES de minerais de fer.	FER CONTENU dans CES RÉSERVES probables.
	millions de tonnes.	millions de tonnes.	millions de tonnes.	millions de tonnes.
Allemagne (1)	3,607,7	1,270	Importantes.	Importantes.
Luxembourg	270	90	//	//
France	3,300	1,140	//	//
Grande-Bretagne	1,300	455	37,700	10,830
Suède	1,158	740	178	105
Russie	864,6	387,2	1,056,3	424,7
Espagne	711	349	Importantes.	//
Norvège	367	124	1,545	525
Autriche	250,9	90,4	323,2	97
Hongrie	33,1	13,1	78,9	34,1
Grèce	100	45	//	//
Belgique	62	25	//	//
Italie	6	3,3	0,2	1
Suisse	1,6	0,8	0,2	0,8
Portugal	//	//	75	39
Bosnie et Herzégovine	//	//	21,9	11,3
Bulgarie	//	//	1,4	0,7
Finlande	//	//	45	16
Totaux pour l'Europe	12,031,9	4,732,8	41,028,7	22,084,6

(1) Dans ces estimations, la Bavière figure pour une quantité extrêmement faible, alors que depuis le Congrès de Stockholm on lui reconnaît une grande importance qui sera chiffrée plus loin.

Situation française en 1913 :

La métropole. — De 1900 à 1913, la production française a pris un développement considérable, grâce à l'exploitation de nos richesses de l'Est; les chiffres suivants (en milliers de tonnes) sont remarquablement précis; ils sont figurés dans les schémas de la figure 24.

DÉSIGNATION.	1900.		1905.		1910.		1913.	
	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	mill. de tonnes.		mill. de tonnes.		mill. de tonnes.		mill. de tonnes.	
Production totale de la France.	5,448	//	7,395	//	14,606	//	21,918	//
Meurthe-et-Moselle	4,446	81.5	6,400	86.5	13,210	90.4	19,979	91.8
Bassin de l'Ouest	//	//	258	3.5	507	3.5	813	3.7

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos Colonies. — De toutes nos colonies et des pays de protectorat, seules l'Algérie et la Tunisie produisaient des quantités importantes de minerais :

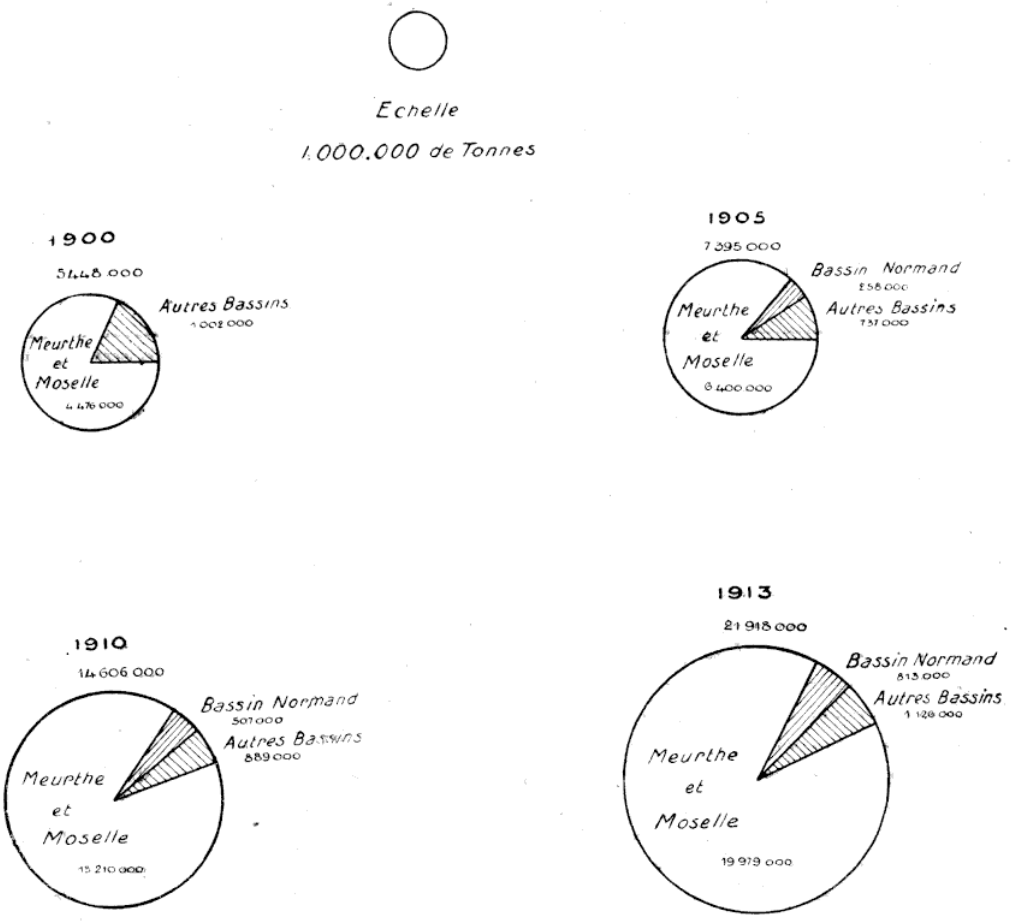


Fig. 24. — Variation de la production des minerais de fer en France.

La production algérienne a atteint :

En 1900	602,000	tonnes
— 1905	569,000	—
— 1910	1,065,000	—
— 1913	1,356,000	—

La production tunisienne a été en 1913 de 478,000 tonnes.

Le tableau suivant indique les exportations algériennes pour 1913.

PAYS DE DESTINATION.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	milliers de tonnes.	
Grande-Bretagne	791,000	57.9
Pays-Bas	354,000	25.9
Allemagne	85,000	6.2
Autriche-Hongrie	66,000	4.8
France	53,000	3.9
Autres pays	17,000	1.3
TOTAL	1,366,000	100.0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voudra bien noter qu'ainsi la Grande-Bretagne recevait 58 p. 100 de nos minerais algériens; les empires centraux (Allemagne et Autriche) soit directement, soit indirectement par les Pays-Bas, 37 p. 100, tandis que la France utilisait moins de 4 p. 100 des minerais de notre colonie.

Nos importations et nos exportations. — Nous avons déjà indiqué qu'en 1913 la France se trouvait dans la situation suivante :

Production :	Métropole	21,918,000 tonnes	23,284,000 tonnes
	Algérie	1,366,000 —	
Importations			1,410,000 —
Exportations			10,066,000 —
Consommation			13,262,000 —

Les statistiques douanières nous renseignent sur les détails des importations et des exportations.

IMPORTATIONS.			EXPORTATIONS.		
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	milliers de tonnes.			milliers de tonnes.	
Algérie	53	3.8	Belgique	5,036	50.00
Allemagne et Luxembourg	807	57.2	Allemagne	4,065	40.40
Espagne	458	32.5	Pays-Bas	529	5.26
Belgique	21	1.4	Grande-Bretagne	424	4.22
Italie	16	1.1	Suisse	7	0.07
Autres pays	55	4.0	Autres pays	5	0.05
TOTAL	1,410	100.0	TOTAL	10,066	100.00

Retenons de ces tableaux les points suivants :

a. Plus de 57 p. 100 de nos importations provenaient d'Allemagne. Elles ne s'élevaient cependant qu'à 807,000 tonnes.

b. L'Espagne nous a fourni 32 p. 100 environ de nos importations, cela sous forme de minerais riches et purs, dont nos usines ne peuvent se passer.

c. Plus de 40 p. 100 de nos exportations (4,065,000 tonnes) allaient en Allemagne, 50 p. 100 en Belgique, tandis que 4 p. 100 seulement se dirigeaient en Angleterre.

Indiquons de suite que cette situation est due à l'utilisation par nos alliés anglais de méthodes autres que le procédé Thomas ne permettant pas l'emploi de nos minerais phosphoreux. Il apparaît donc comme spécialement intéressant de préciser ici les catégories de minerais que nous produisons et l'importance des méthodes sidérurgiques utilisées dans les principaux pays producteurs.

MINERAIS PRODUITS EN FRANCE EN 1913.

DÉSIGNATION.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	milliers de tonnes.	
Minerais purs (à moins de 0,075 p. 100 de phosphore par rapport au fer)	504	2,3
Minerais moyennement phosphoreux (de 0.075 à 1.70 de phosphore par rapport au fer)	1,355	6,2
Minerais phosphoreux (à plus de 1.70 p. 100 de phosphore par rapport au fer)	20,059	91,5
TOTAL	21,918	100,0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SITUATION DES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS DANS LES PAYS PRODUCTEURS EN 1913.

DÉSIGNATION.	FRANCE.	ÉTATS-UNIS.	ALLEMAGNE.	GRANDE-BRETAGNE.
	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.
Procédé Thomas	59.9	//	56.0	7.2
Procédé Martin. . . acide	//	4.0	2.1	//
Procédé Martin. . . basique	33.7	65.1	40.1	79.1
Procédé Bessemer	5.4	30.5	0.8	13.7
Four électrique et à creusets	1.0	0.4	1.0	//

(1) Bulletin du Comité des Forges, n° 3,414.

Les schémas de la figure 25 résument cette importante question.

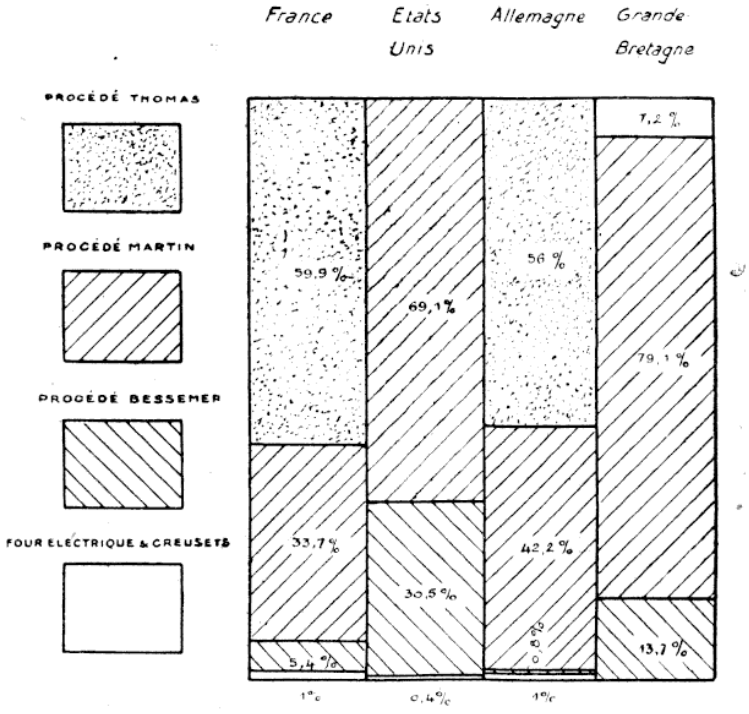


Fig. 25. — Situation des différents procédés de fabrication de l'acier en 1913.

Situation de l'Allemagne en 1913. — En 1913, l'Allemagne et le Luxembourg, avons-nous dit, ont produit 35,941,000 tonnes; le Zollverein a importé 14,019,000 tonnes; il a exporté 2,613,000 tonnes.

La production n'a donc atteint que 75,8 p. 100 de sa consommation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'ailleurs, le tableau suivant précise la situation pour l'année 1913 [1] :

DÉSIGNATION.		QUANTITÉS.	TOTAL.
		tonnes.	tonnes.
Production.....	Minette de Lorraine.....	21,136,000	35,941,000
	Minette de Luxembourg.....	7,333,000	
	Autres minerais.....	7,472,000	
Importations...	Suède.....	4,558,000	14,919,000
	France.....	4,065,000	
	Espagne.....	3,632,000	
	Algérie et Tunisie.....	617,000	
	Autres.....	2,047,000	
	ENSEMBLE.....	.....	49,960,000
Exportations...	Belgique.....	1,735,000	2,613,000
	France.....	807,000	
	Autres pays.....	71,000	
Consommation.....		.....	47,347,000

Donc, le minerai extrait de Lorraine en 1913 correspondait à 60,0 p. 100 de la production allemande et à 44,4 p. 100 de sa consommation.

De plus, la France envoyait à l'Allemagne 4,065,000 tonnes représentant 27,4 p. 100 de ses importations et 8,80 p. 100 de sa consommation ; mais elle en recevait 807,000 tonnes.

En résumé, la différence entre les importations françaises de provenance allemande et les exportations de France en Allemagne se soldaient par un excédent des secondes de 3,258,000 tonnes.

Les réserves allemandes ont été approximativement indiquées précédemment; il convient de les indiquer plus en détails, toujours d'après le Congrès de Stockholm [2].

DISTRICTS.	NATURE DU MINERAI.	RESSOURCES CONNUES.	RESSOURCES PROBABLES.
		millions de tonnes.	
Lorraine annexée.....	Minerai oolithique.....	2,330	Très considérables.
Lann et Dill.....	Hématite rouge et brune.....	258,3	Considérables.
Ilsede et Salzgitter.....	Hématite brune.....	278	Très considérables.
Bavière.....	Limonite, minerai oolithique.....	181	Considérables.
Siegen.....	Minerai spathique manganésifère.....	115,7	Modérés.
Forêt de Thuringe.....	Chamoisite.....	104,2	Considérables.
Wurtemberg.....	Limonite, bone ore.....	110	Très considérables.
Autres districts.....	.....	230,5	Considérables.
TOTAL.....		3,607,5	Énormes.

[1] CARLIOZ. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

[2] Nous avons déjà noté que la Bavière était comprise dans ces chiffres pour un tonnage insignifiant alors que ce gisement est fort important. Il en sera parlé plus loin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Retour de la Lorraine a la France. — Il est bien facile de préciser maintenant le changement considérable qu'apporte à notre métallurgie du fer le retour de la Lorraine à la France, tant au point de vue de la production immédiate que des réserves.

En 1913, la Lorraine française et la Lorraine annexée ont produit l'une 19,979,000 tonnes, l'autre 21,136,000 tonnes qui ont été consommées comme suit [1] :

PAYS DE CONSOMMATION.	PRODUCTION en LORRAINE FRANÇAISE.	PRODUCTION en LORRAINE ANNEXÉE.
	tonnes.	tonnes.
France	11,383,964	500,000
Belgique	4,697,164	237,000
Lorraine annexée	814,419	11,177,000
Sarre	221,000	2,812,000
Westphalie	1,002,230	2,910,000
Luxembourg	1,201.351	3,500,000
Grande-Bretagne	69,224	//
Divers	6,848	//
Total	19,396,200	21,136,000

La France exportait donc 41,3 p. 100 de la production de la Lorraine française dont 814,419 tonnes — soit 4,2 p. 100 — vers la Lorraine annexée tandis que la production de celle-ci était entièrement consommée en Allemagne et au Luxembourg, à l'exception de quelques centaines de mille tonnes qui venaient en France comme fondants, et encore faut-il noter que les métallurgistes luxembourgeois recevant ce minerai faisaient partie du Zollverein.

Cette différence de situation trouve son explication dans les plus ou moins grandes facilités d'approvisionnements de combustible et dans la plus ou moins grande consommation nationale.

Au point de vue des réserves, le retour de l'Alsace-Lorraine nous donnera: 96,5 p. 100 du bassin minier de l'Est, avec sa réserve de 5,630 millions de tonnes reconnues et se partageant comme suit [2] :

DÉSIGNATION.	MINETTES calcaires [1].	MINETTES siliceuses [1].	ENSEMBLE [1].	ENSEMBLE [2].
Lorraine française	2,000	1,100	3,100	3,300
Lorraine annexée	1,428	413	1,841	2,330
Totaux	3,428	1,513	4,941	5,630
Luxembourg	125	125	250	270
Ensemble	3,553	1,638	5,191	5,900

(1) Extrait du *Stahl und Eisen*, de mars et avril 1911, Dr. Kohlmann.
(2) D'après les rapporteurs du XI[e] Congrès géologique de Stockholm, en 1910.

(1) Carlioz. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.
(2) Comité des Forges de France. Circulaire n° 933. 18 juillet 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le nouveau bassin lorrain comprendra alors 109,000 hectares sur les 112,900 reconnus, 66,000 constituant le bassin français actuel, 43,000 le bassin de la Lorraine annexée.

Influence de la guerre sur notre production en minerais de fer. — L'invasion nous a privés de la plus grande partie de nos mines de fer. On peut, en effet, indiquer, en se rapportant aux chiffres de 1913, que 83 p. 100 de notre production en minerai de fer se trouvent dans la zone envahie, 9 p. 100 dans la zone des armées, et présentent de ce fait des conditions mauvaises d'ex-

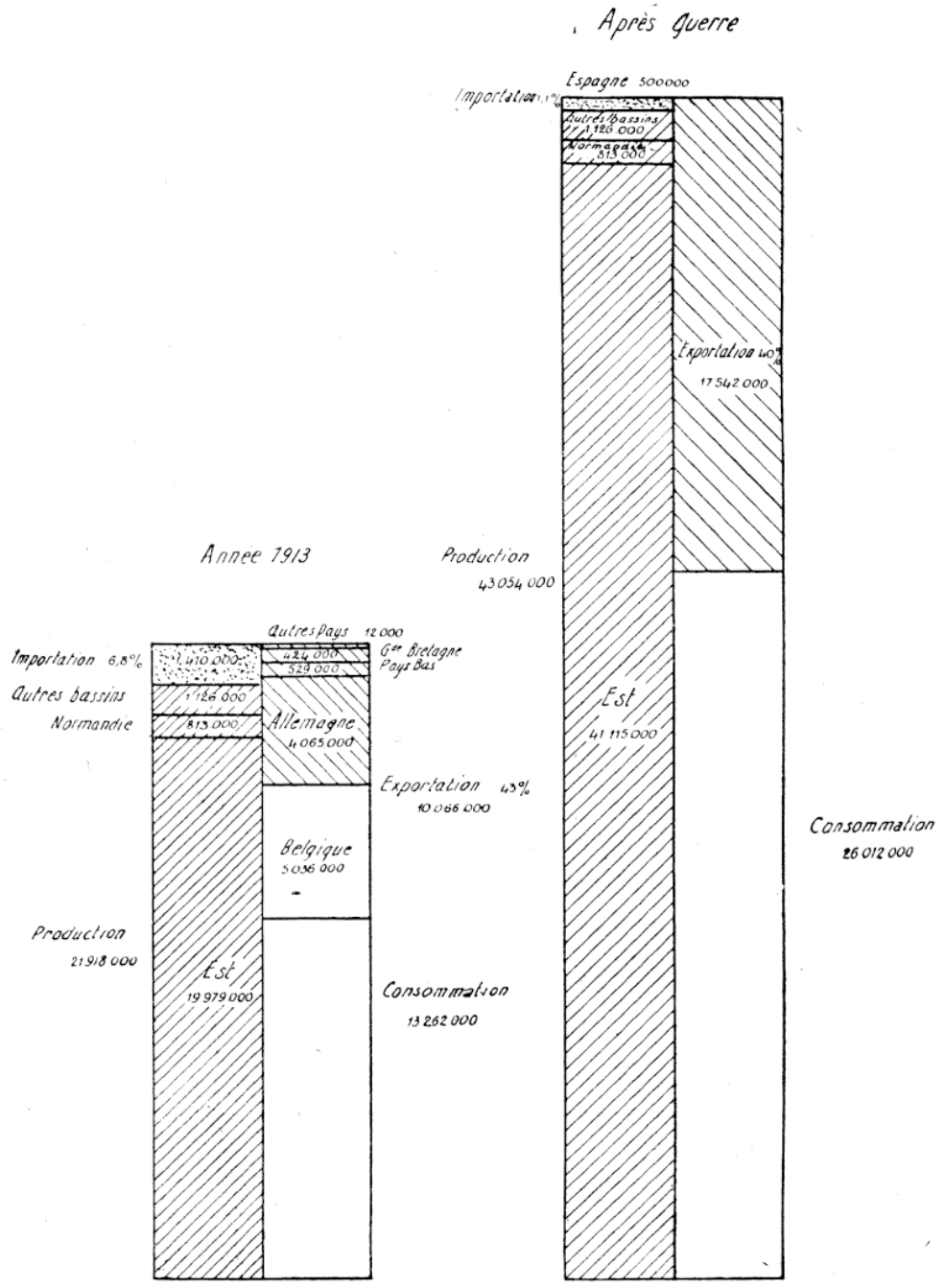


Fig. 26. — Comparaison de la situation des minerais de fer en France avant et après la guerre.

ploitation. La production est immédiatement tombée, au début de la guerre, à 2,4 p. 100 de ce qu'elle était pour se relever ensuite à 7,5 p. 100 en 1916, et à 9,5 p. 100 en 1917; fin 1918, nous disposons de 8 p. 100 de notre production de 1913, en dehors de l'accroissement de notre production dans les centres non atteints par la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résumé de la situation française au point de vue des minerais de fer. — La situation française d'avant-guerre se résumait comme suit :

Production	21,918,000 tonnes.
Importations	1,410,000 —
Exportations	10,066,000 —
Consommation	13,262,000 —

A l'après-guerre, du fait du retour de la Lorraine et sans tenir compte de l'extension des autres bassins, notamment des mines de Normandie et d'Anjou dont on ne peut chiffrer le développement futur, la production atteindra :

Production française de 1913	21,918,000 tonnes.
Production de la Lorraine annexée de 1913	21,136,000 —

Que deviendra la consommation du pays, en supposant bien entendu les usines détruites entièrement reconstituées ?

Consommation française en 1913	13,262,000 tonnes.
Consommation de la Lorraine en 1913	11,200,000 —

Consommation des hauts fourneaux créés ou en voie de création [1] : 1,550,000 tonnes (minerai à 40 p. 100 fer).

Il faut, en plus, tenir compte de l'importation des minerais espagnols qui ne sera pas supprimée et que l'on doit compter pour 500,000 tonnes environ.

On doit donc conclure qu'à moins d'extension de ses usines sidérurgiques la France sera exportatrice de 17,542,000 tonnes, soit environ la moitié de la production de ses minerais de fer, ceux-ci constituant assurément une excellente monnaie d'échange. Ces chiffres sont résumés dans la figure 26.

Nous préciserons la situation, à la fin de ce chapitre, lorsque nous aurons étudié l'extension que les hauts fourneaux et les aciéries doivent prendre.

Le coke.

Dans le chapitre I, nous avons montré combien est mauvaise la situation française au point de vue du charbon. Nous n'insistons pas. Mais il nous faut étudier le coke, qui joue, nul ne l'ignore, un rôle primordial dans la métallurgie du fer, puisque le haut fourneau consomme 1,000 à 1,250 kilogrammes de coke par tonne de fonte produite.

Situation mondiale. — Le tableau suivant donne la variation de la production du coke de 1900 à 1913 en millions de tonnes (fig. 27).

ÉTATS.	1900.	1905.	1910.	1911.	1912.	1913.
	millions tonnes.	millions tonnes.	millions tonnes.	millions tonnes.	millions tonnes.	millions tonnes.
États-Unis	18,6	29,2	37,8	32,3	39,9	42,0
Allemagne	//	16,5	23,6	25,4	29,1	32,1
Grande-Bretagne	//	17,7	19,3	19,3	18,6	20,9
France	2,3	2,3	2,7	3,5	3,7	4,0
Belgique	2,5	2,2	3,1	3,2	3,2	3,5
Autriche	1,2	1,4	2,0	2,2	2,3	2,7
Russie	2,2	2,3	2,8	2,8	2,9	3,0

[1] Voir à ce sujet un des paragraphes suivants : *La Fonte*, p. 76.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Donc, de 1900 à 1913, les États-Unis ont plus que doublé leur production, l'Allemagne l'a plus que triplée, tandis que la production française a été multipliée par 1, 6 environ.

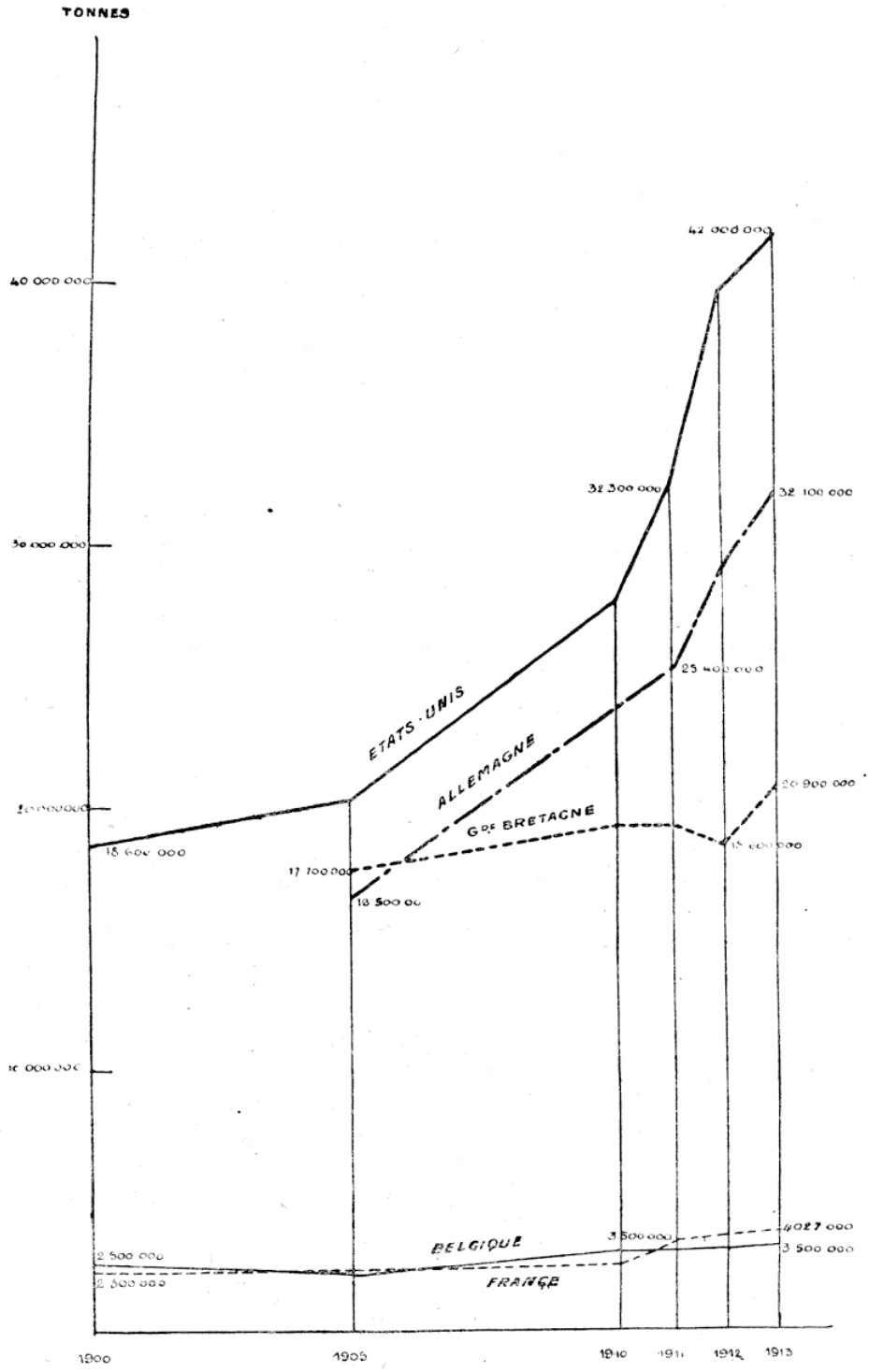


Fig. 27. — Variation de la production du coke dans les principaux pays de 1890 à 1913.

Depuis la guerre, la production aux États-Unis s'est encore accrue et a atteint 55,600,000 tonnes en 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation française. — En 1913, la production a été exactement de 4,027,424 tonnes se répartissant comme suit :

DÉPARTEMENTS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Pas-de-Calais	1,821,611	45.24
Nord	1,256,717	31.23
Loire	179,989	4.46
Loire-Inférieure	137,357	3.41
Tarn	125,984	3.12
Saône-et-Loire	115,732	2.87
Aveyron	98,463	2.44
Landes	91,039	2.26
Gard	87,787	2.17
Isère	60,010	1.49
Rhône	22,500	0.56
Haute-Saône	17,664	0.44
Cantal	11,230	0.28
Haute-Loire	1,341	0.03
Total	4,027,424	100.0

La France comptait en tout 38 sièges de fabrication, dont 9 dans le Pas-de-Calais, 7 dans le Nord et 6 dans la Loire. Le nombre des fours à coke était de 4,265, dont 2,340 à récupération des sous-produits de la distillation et 1,545 sans récupération, tous en feu, et 380 hors feu [1]. Sur ces nombres 1,329 fours à récupération et 291 sans récupération existaient dans le Pas-de-Calais.

Les importations de coke en 1913 se sont élevées à 3,070,000 tonnes, tandis que les exportations atteignaient à peine 205,000 tonnes. Ceci conduit à une consommation de 6,892,000 tonnes.

Les importations de 1913 se répartissent de la façon suivante :

Allemagne	2,393,000 soit 78,0 p. 100
Belgique	547,000 — 17,8 p. 100
Divers	130,000 — 4,2 p. 100

Le schéma de la figure 28 résume cette situation.

Nous importions donc 45 p. 100 du coke dont nous avions besoin, et 78 p. 100 de nos importations provenaient d'Allemagne. Tel est le fait indéniable.

La guerre a-t-elle modifié la question? Assurément oui; mais dans une proportion relativement très faible.

Les installations nouvelles faites depuis 1914 ont permis d'obtenir en 1918 un rendement de 45,750 tonnes par mois, soit 561,000 dans l'année; mais la production normale de ces fours est de 700,000 tonnes par an. La production des cokeries lorraines est de 100,000 tonnes environ.

En outre, les installations en cours ou en projet permettront de produire 124,600 tonnes par mois, soit près de 1,500,000 tonnes de coke par an.

---

[1] Nous reviendrons avec détails sur la question de la récupération dans le chapitre XXVII, consacré aux sous-produits de la distillation de la houille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, du fait des installations prévues, la production de la France après la remise en état des régions envahies et le retour de la Lorraine, atteindrait 6,200,000 tonnes

La consommation de coke sera fortement accrue du fait des 11 millions de tonnes de minerai que la Lorraine traite sur place et du développement des hauts fourneaux français.

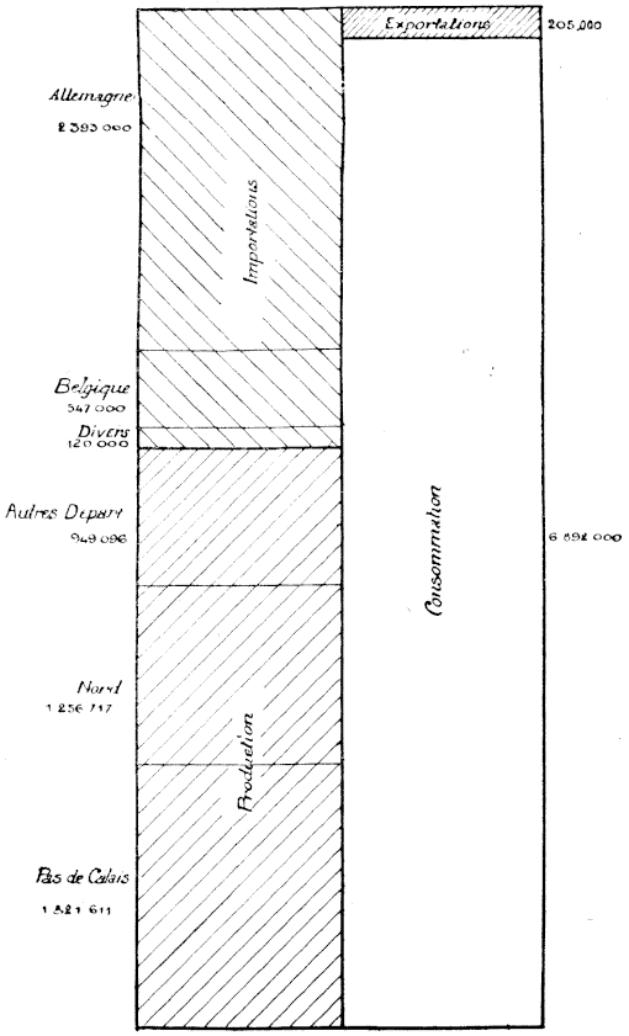


Fig. 28. — Situation de la production et de la consommation du coke en France en 1913.

On peut chiffrer les besoins nouveaux de la façon suivante :

Pour l'augmentation de production des usines françaises.....	750,000 tonnes.
Pour la consommation de la Lorraine y compris les fonderies de 2e fusion.	4,900,000 tonnes.

On arrivera ainsi à une consommation de 12,500,000 tonnes environ de sorte que notre déficit passera de 2,850,000 tonnes à 6,300,000 tonnes malgré l'effort déjà réalisé. Cet accroissement correspond à une transformation supplémentaire de 4,800,000 tonnes environ de houille à coke, dont il conviendrait de traiter en France la plus grande partie pour recueillir les sous-produits. Ces chiffres sont résumés dans la figure 29.

D'autre part, si la France après la guerre voulait traiter les 43 millions de tonnes de minerais qu'elle peut produire, elle devrait pour ce faire consommer environ 18 millions de tonnes de coke.

Ce chiffre indique nettement que notre pays, quels que soient les efforts faits pour développer son industrie sidérurgique, ne peut pas renoncer à l'exportation d'une partie de ses minerais, excel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lente monnaie d'échange d'ailleurs, et qu'à la base de l'extension de notre métallurgie du fer se trouvent, ainsi que chacun le sait, les fournitures en charbon.

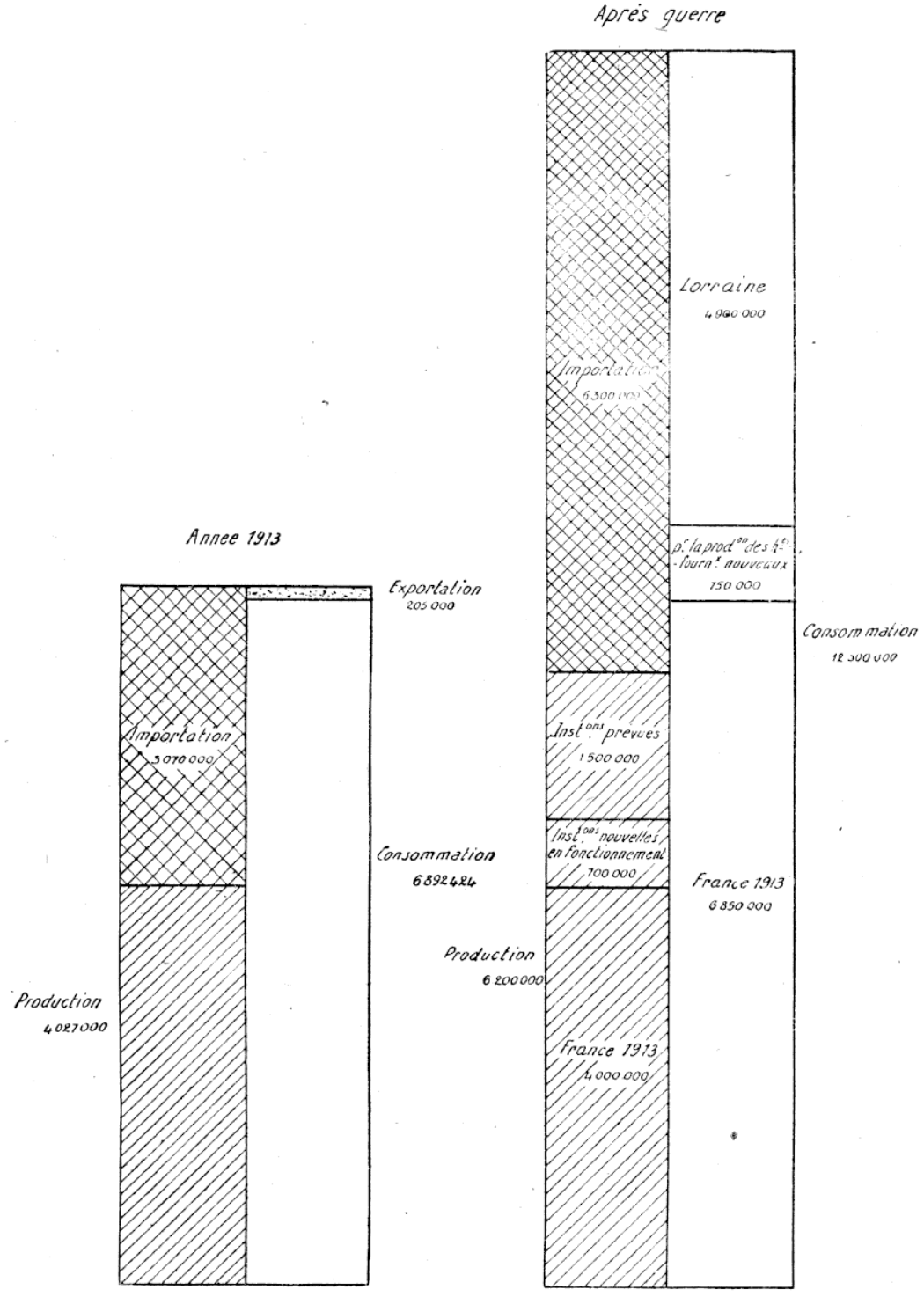


Fig. 29. — Comparaison de la situation du coke en France avant et après la guerre.

Sans doute un remède partiel paraît-il devoir être apporté à notre pénurie de coke, sans doute un jour l'industrie pourra-t-elle utiliser les très intéressantes expériences de M. CHARPY [1] et transformer en coke des houilles dont la cuisson ne donnait jusqu'ici, aucun résultat intéressant. Cela pourra diminuer les fortes angoisses de nos métallurgistes, mais cela ne restreindra pas nos besoins de houille et ne fera pas que le déficit global en charbon soit amoindri.

[1] Comptes rendus de l'Académie des Sciences, tome CLXIV, p. 106.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Castine, Chaux, Dolomie, Phosphate de Chaux.

Les métallurgistes ne doivent avoir aucune appréhension en ce qui concerne l'alimentation de leurs usines en castine et en chaux.

En 1913, on a extrait en France [1] 1,021,000 tonnes; on en a exporté 42,595 tonnes et importé 526. Les statistiques ne permettent pas de préciser la situation pour la chaux; mais chacun sait que ce produit ne peut manquer.

Quant à la dolomie, qui constitue, après frittage, le revêtement des fours métallurgiques basiques, des convertisseurs Thomas et des fours Martin, elle constitue une matière importante qui mérite de retenir l'attention. Dans son rapport, M. Carlioz a noté qu'en 1913 la sidérurgie française a dû consommer 215,000 tonnes de dolomie cuite, correspondant à 430,000 tonnes de dolomie crue; or, d'après les Statistiques de l'Industrie minérale, cette même année, on a extrait seulement 111,000 tonnes de cette matière. On a donc importé 319,000 tonnes de dolomie crue ou plutôt 160,000 tonnes de dolomie cuite, soit 74 p. 100 de la consommation.

Cette situation est due, non pas au manque de gisements de dolomie, mais bien au prix élevé du combustible nécessaire à la cuisson; le coût du charbon nous conduit en France à un prix de revient bien supérieur à celui de nos fournisseurs, spécialement de la Belgique, notre plus gros importateur.

Il semble bien y avoir là une industrie à favoriser. En effet, du fait du retour de la Lorraine et de l'extension déjà prise par nos usines, l'augmentation de consommation de dolomie atteindra approximativement 50,000 tonnes.

Les phosphates de chaux, utilisés pour améliorer un lit de fusion insuffisamment phosphoreux, ne peuvent nous préoccuper; la métallurgie n'emploie guère que les produits inutilisés par les fabricants de superphosphates, parce que trop impurs ou trop pauvres.

En un mot, parmi les matières premières à base de chaux que réclame la sidérurgie, seule la situation de la dolomie mérite de retenir l'attention des Pouvoirs publics.

Limailles, ferrailles, battitures et scories.

Tous ces produits — compris sous le même numéro du tarif douanier — forment un appoint trop important dans les fabrications pour être passés sous silence. Produits d'addition, atteignant

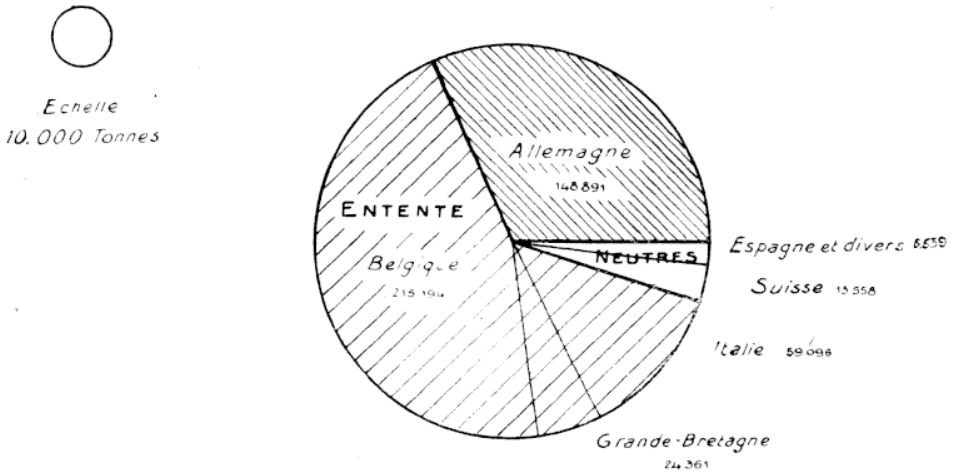


Fig. 30. — Répartition des exportations de ferrailles, battitures et scories en 1913.

souvent des proportions capitales (75 p. 100) au four Martin, base même des opérations du four

[1] Statistiques de l'Industrie minérale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

électrique qui, fort souvent, utilise 100 p. 100 de tournures comme matières ferrugineuses dans son lit de fusion, ils intéressent actuellement des fabrications qui ont pris, sous l'influence de la guerre, un développement qui ne cessera point à la paix, spécialement l'obtention de la fonte aciérée. Tous ces résidus, ferrailles, tournures, scories, oxydes, étaient exportés en quantités importantes, Le schéma de la figure 30 résume la situation détaillée dans le tableau suivant :

EXPORTATIONS EN 1913.

PAYS DE DESTINATION.	LIMAILLES et BATTITURES de fer.	FERRAILLES DE FONTE.	FERRAILLES. FER ou acier.	MÂCHEFER et SCORIES DE FORGE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Allemagne	15,569	116	16,254	116,952
Belgique	16,151	6,931	75,656	118,456
Grande-Bretagne	809	//	18,481	5,071
Italie	//	35	58,826	235
Suisse	400	746	11,660	752
Espagne	//	//	3,915	//
Suède	//	//	600	//
Autres pays étrangers	4	9	126	208
Zones franches	818	9	859	//
TOTAL	33,751	7,837	184,377	241,674
Exportations totales	467,639 tonnes.			
Importations	6,668	937	20,173	40,990
Importations totales	64,768 tonnes.			

A retenir particulièrement nos exportations de scories de forge en Allemagne et en Belgique, ces scories constituant un véritable minerai.

Fontes spéciales et alliages ferro-métalliques.

(Voir plus loin, page 81.)

Résumé de la situation des matières premières employées en sidérurgie.

DÉSIGNATION.	AVANT-GUERRE.				APRÈS-GUERRE.			
	PRODUCTION.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.	CONSOMMATION.	PRODUCTION.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.	CONSOMMATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Minerai	21,918,000	1,410,000	10,066,000	13,262,000	43,054,000	500,000	17,542,000	26,012,000
Coke	4,027,000	3,070,000	205,000	6,892,000	6,200,000	6,300,000	//	12,500,000
Dolomie	111,000	319,000	//	430,000	150,000	600,000	//	750,000
Castine, chaux, phosphate, Tournures, scories	Situation très satisfaisante.				Situation très satisfaisante.			

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

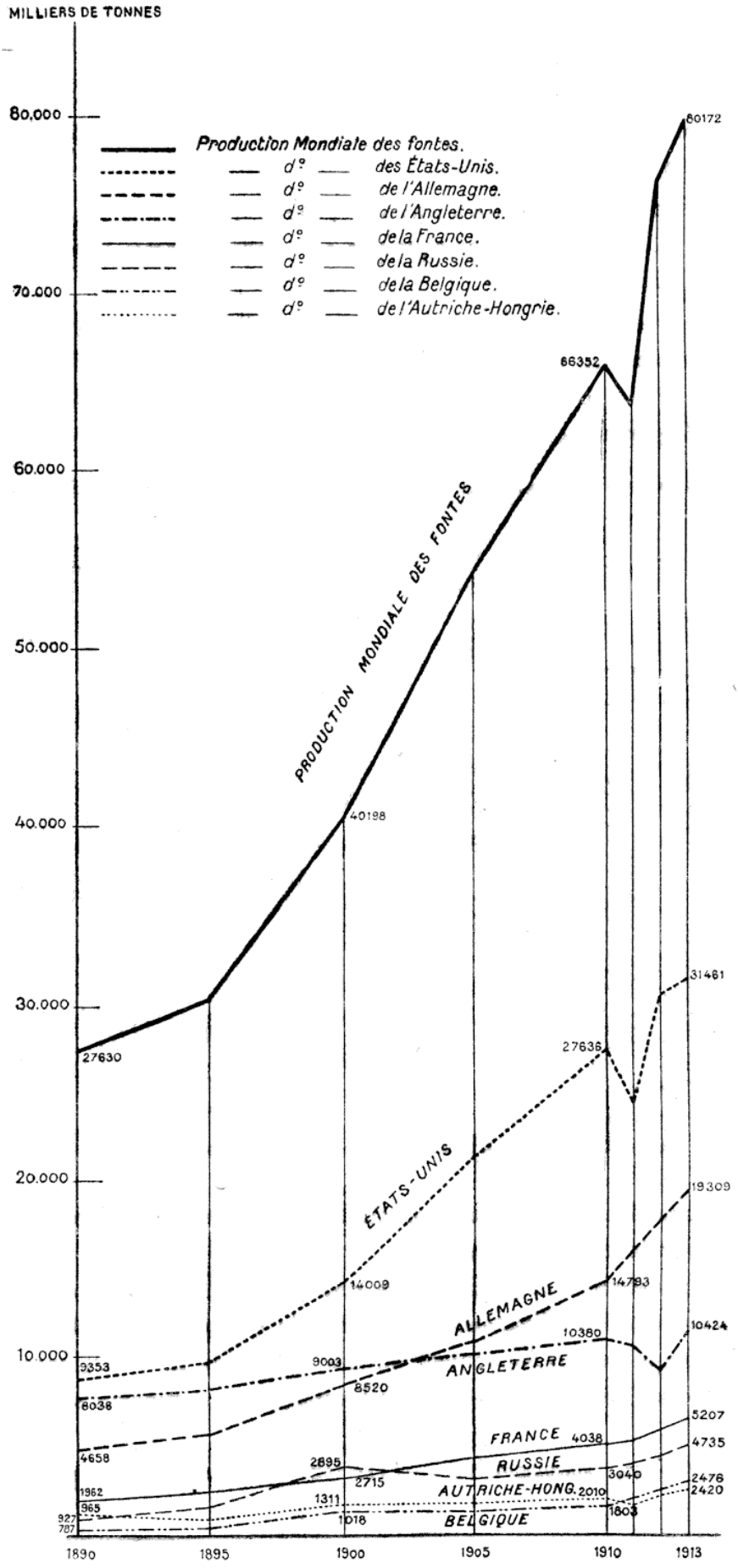


Fig. 31. — Variation de la production mondiale des fontes de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. LA FONTE.

La situation mondiale à l'avant-guerre. — Les courbes de la figure 31 donnent la variation de la production mondiale de la fonte de 1890 à 1913. Elles font ressortir l'importance relative des principaux pays producteurs.

On notera spécialement que de 1890 à 1913 la production mondiale a été multipliée par 2,9; celle de la France par 2,6; celle de l'Allemagne par 4,1; celle des États-Unis par 3,4; et celle de la Grande-Bretagne par 1,3 seulement.

Il est vrai que si l'on compare la situation de 1913 à celle de 1900, époque à laquelle notre bassin de l'Est a commencé son développement, on trouve que la production mondiale a doublé, que celle de l'Allemagne et des États-Unis a été multipliée par 2,2, celle de la France par 1,7, tandis que celle de l'Angleterre est restée sensiblement constante.

La situation mondiale en 1913 est résumée dans le schéma de la figure 32.

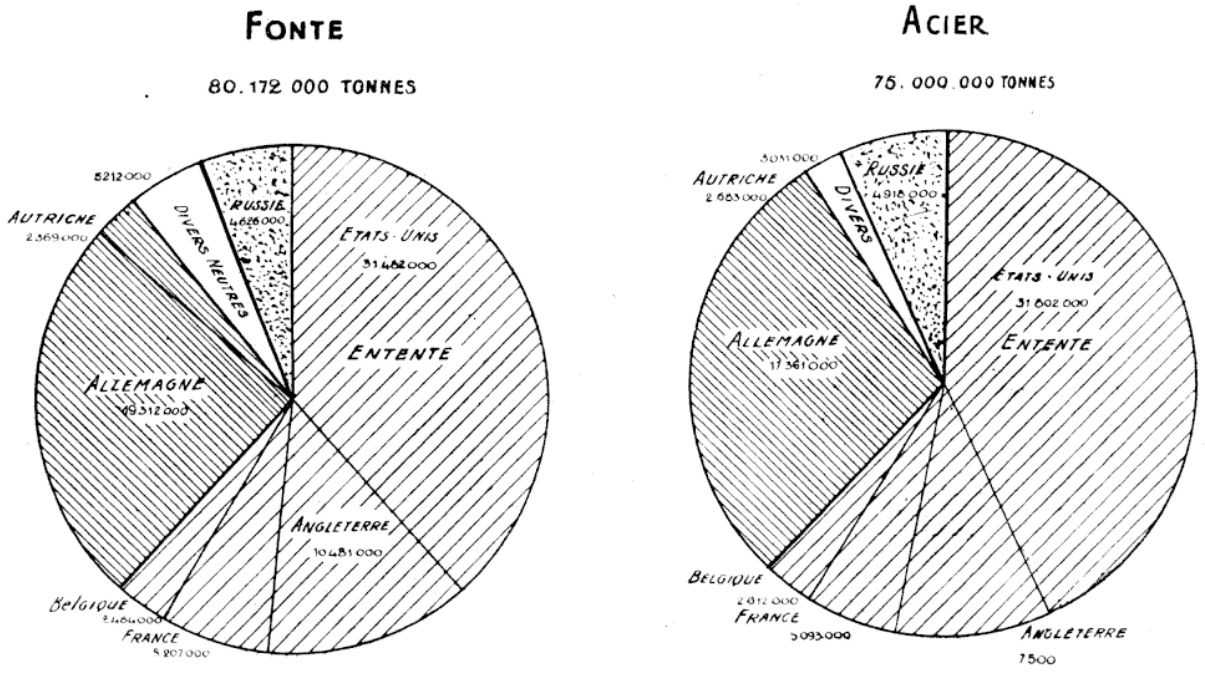


Fig. 32. — Répartition de la production mondiale de la fonte et de l'acier en 1913.

La France, qui occupe le deuxième rang parmi les producteurs de minerais, n'est donc que la quatrième productrice de fonte du monde.

Sans doute, notre situation charbonnière et le retard à accorder les concessions minières sont-ils des causes importantes de l'utilisation incomplète de nos richesses naturelles; sans doute, la guerre a-t-elle interrompu le développement de nos industries métallurgiques, mais il apparaît comme indispensable que l'on cherche à accroître l'emploi de nos minerais sur notre propre sol.

Importations, exportations, consommation. — Le tableau suivant donne pour 1913 [1] les pro-

[1] D'après *Mineral Industry*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ductions, importations, exportations, consommations des principaux pays; et les schémas de la figure 33 résument clairement la situation de chaque puissance à cette époque.

ETATS.	PRODUCTION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	CONSOMMATION.
	milliers de tonnes.	milliers de tonnes.	milliers de tonnes.	milliers de tonnes.
États-Unis	31,481	168	597	31,033
Grande-Bretagne	10,481	220	1,143	9,558
France	5,207	64	127	5,144
Belgique	2,484	59	43	2,500
Allemagne et Luxembourg	19,312	154	929	18,537
Autriche-Hongrie	2,369	188	21	2,587
Russie	4,626	//	//	//

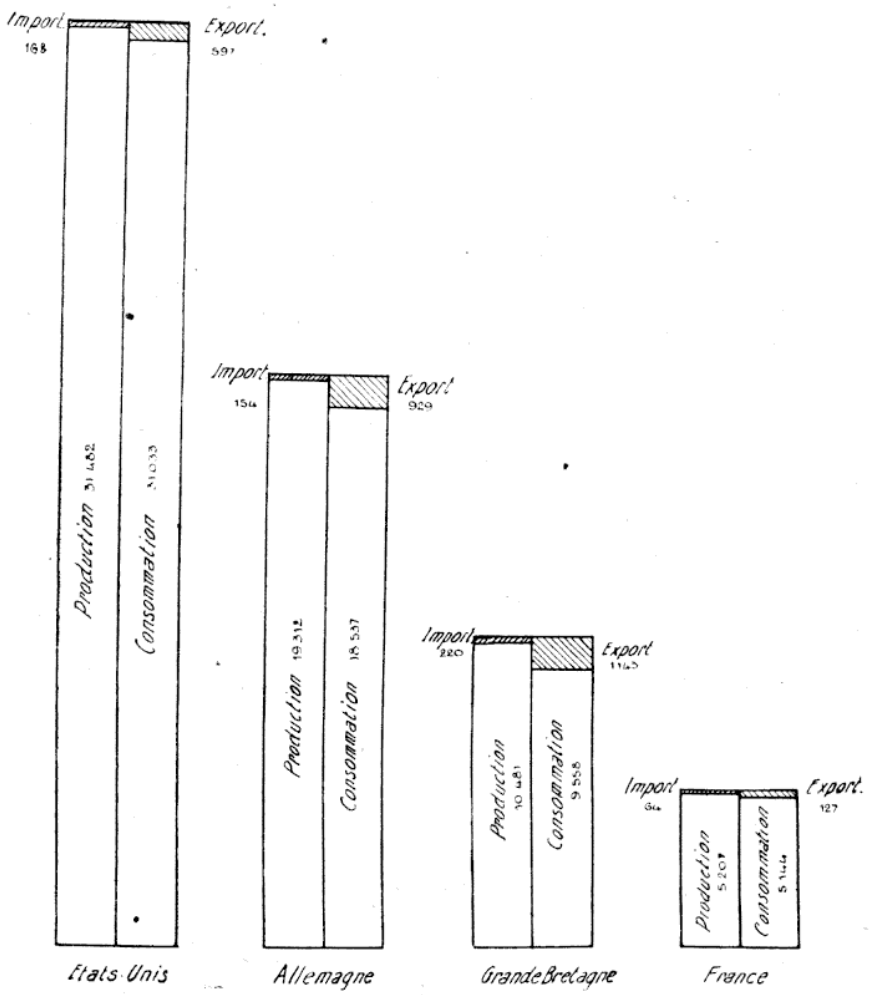


Fig. 33. — Comparaison de la production et de la consommation de la fonte dans les principaux pays en 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La situation française en 1913. — En 1913, la production française, s'élevant à 5,207,000 tonnes, se répartissait ainsi :

DÉSIGNATION.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	milliers de tonnes.	
Fonte de moulage	954	18.3
Fonte d'affinage	4,165	80.0
Fontes spéciales	88	1.7
TOTAL	5,207	100.0

Retenons spécialement que, sur ces 5,207,000 tonnes, 957,000 étaient consommées à l'état de fonte soit en France, soit à l'étranger, et 4,250,000 tonnes étaient transformées en acier.

La répartition de la production se faisait comme suit :

DÉSIGNATION.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	milliers de tonnes.	
Est	3,560	68.4
Nord	933	17.9
Centre	171	3.3
Sud-Ouest	262	5.0
Sud-Est	172	3.3
Ouest	109	2.1
TOTAL	5,207	100.0

D'autre part la provenance des importations et la destination des exportations faites cette même année 1913 se répartissaient comme suit [1] :

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Suède	13,950	Grande-Bretagne	1,300
Grande-Bretagne	23,200	Allemagne	6,000
Allemagne	16,750	Belgique	80,950
Belgique	5,900	Suisse	15,350
Divers	4,200	Divers	20,400
TOTAL	64,000	TOTAL	127,000

[1] GARLIOZ. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La situation allemande en 1913. — Voici la production allemande de 1913 dans les différentes espèces de fontes :

Fonte de moulage et moulages de première fusion	3,657,074	tonnes.
Fonte Bessemer	368,840	—
Fonte Thomas	12,193,336	—
Fonte pour acier, spiegeleisen et ferros	2,599,887	—
Fonte d'affinage	489,783	—
Total	19,308,920	—

De plus, les diverses régions métallurgiques se sont réparti comme suit la production :

PAYS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Rhin et Wesphalie	8,226,157	42.7
Siegen, Lahn et Hesse-Nassau	974,121	5.0
Silésie	994,604	5.1
Centre et Est	1,001,321	5.2
Bavière, Wurtemberg et Thuringe	320,456	1.7
Sarre	1,374,534	7.1
Lorraine et Luxembourg	6,417,727	33.2
Total	19.308,920	100.0

On voit que, réunis, la Lorraine et le Luxembourg ont fourni 33,2 p. 100 de la production allemande. La production de la Lorraine s'élève à 3,870,000 tonnes.

Le retour de la Lorraine. — Le retour de la Lorraine fera donc passer la production française de 5,207,000 tonnes (production de 1913) à 9,077,000 tonnes.

Or la consommation n'augmente simultanément que de 2,520,000 tonnes[1], devenant ainsi 7,664,000 tonnes. De ce fait, les exportations qui n'étaient que de 127,000 tonnes seraient portées à :

$$(9{,}077{,}000 - 7{,}664{,}000) = 1{,}413{,}000$$

Même en retranchant ce que nous exportions en Lorraine, il resterait à prévoir une exportation de 1,400,000 tonnes environ, onze fois plus grande qu'en 1913; mais il nous faut de plus tenir compte d'une augmentation de production de la France actuelle on verra aussi que la consommation intérieure sera plus élevée.

Influence de la guerre :

a. *Au point de vue économique.* — Il suffit de jeter un coup d'œil sur la répartition de la production de la fonte dans nos différentes régions (voir page 78) pour comprendre l'influence de l'inva-

[1] Carlioz. — Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion. On peut dire approximativement que 62 p. 100 de notre production de fonte se sont trouvés dans la zone envahie, et 19 p. 100 dans la zone des armées, ne laissant en pleine production que 19 p. 100 de nos moyens.

Par contre, des hauts fourneaux, en construction ou projetés au moment de la déclaration de guerre se sont élevés; quelques projets nouveaux ont vu le jour. Il nous faut préciser leur répercussion sur notre fonte:

HAUTS FOURNEAUX CONSTRUITS PENDANT LES HOSTILITÉS OU EN PROJET.

DÉSIGNATION.	NOMBRE DE FOURS.	PRODUCTION ANNUELLE avec le rendement normal.
		tonnes.
Région du Nord	1 de 250 tonnes.	75,000
Normandie	2 de 300 —	180,000
	2 de 125 —	75,000
Région de l'Ouest	1 de 250 —	75,000
	1 de 200 —	60,000
Région du Sud-Ouest	1 de 120 —	36,000
	1 de 50 —	15,000
Région du Centre	2 de 110 —	66,000
	1 de 120 —	36,000
TOTAL		618,000

Notre production de fonte pourra donc augmenter d'environ 600,000 tonnes.

b. *Au point de vue technique.* — La guerre n'a apporté aucune découverte sensationnelle sur ce sujet. L'obtention directe de l'acier en partant du minerai, question envisagée à maintes reprises, et à laquelle le four électrique a donné un regain d'actualité (essais de la Néo-Métallurgie et du Giffre), et l'obtention de la fonte au four électrique ne paraissent avoir pris aucun développement.

Par contre, la fabrication de la fonte synthétique au four électrique, fabrication que l'on a envisagée dès 1902, les fours électriques permettant de préparer les alliages renfermant 0,05 à 4 p. 100 et plus de carbone, s'est nettement développée sous l'influence des circonstances actuelles.

Enfin, un produit — non pas nouveau mais peu utilisé — la fonte aciérée, s'est encore vulgarisé d'une façon remarquable. Sur la limite des fontes et des aciers dits sauvages, la fonte aciérée a pour composition :

C = 3 à 3,2 p. o/o; Si + C = 4,5 p. o/o environ; Mn moyen = 0,8 p. o/o; P < 0,05 p. o/o.

Elle donne une charge de rupture R par millimètre carré de section de 25 kilogr. au moins (on peut atteindre R = 30 kilogr.).

Les emplois de la fonte aciérée, à peine utilisée dans l'industrie avant la guerre, seront basés :

1° Sur le remplacement de la fonte ordinaire avec gain de poids ou gain de résistance et assurance d'étanchéité : moulage de bâtis de machines (pilons, tours, etc.), moulage de pièces mécaniques, spécialement pour les pièces et outils en plusieurs parties;

2° Sur la réduction de prix, provenant d'une diminution de la mise au mille de fonte hématite, la fonte aciérée pouvant être obtenue avec des matières premières de moindre qualité (cependant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la fabrication de la fonte aciérée entraîne une dépense de coke supérieure qui atteint parfois le double de celle employée pour la fonte ordinaire);

3° Sur le remplacement, dans certains cas, de moulages d'acier plus coûteux, là où les qualités mécaniques de l'acier moulé ne sont pas indispensables et où celles de la fonte ordinaire ne sont pas suffisantes.

En outre, il faut bien noter que la préparation de la fonte aciérée demande des précautions spéciales, tant au point de vue de l'obtention du métal que de la préparation des moules, et qu'ainsi la guerre a donné à nos fonderies de 2e fusion, généralement arriérées, un esprit nouveau.

Résumé de la situation de la fonte. — En résumé, si nous tenons compte des installations actuellement en voie de création, la situation sera la suivante :

Production de la France et de la Lorraine.....	9,077,000 tonnes.	
Hauts fourneaux en voie de création.....	618,000 —	
		9,695,000 tonnes.
Consommation de la France et de la Lorraine...	7,664,000 tonnes.	
Convertisseurs et fours Martin en voie de création et augmentation de consommation en fonte de moulage.....	830,000 —	
		894,000
Importation.....		50,000
Les possibilités d'exportation seront donc de.....		1,251,000

Ces résultats sont représentés dans le diagramme de la fig. 38. Nous justifions plus loin les chiffres relatifs à l'augmentation de notre consommation sous l'influence de l'expansion de notre industrie, spécialement des constructions mécaniques.

C. LES FONTES SPÉCIALES ET LES ALLIAGES FERRO-MÉTALLIQUES.

Les fontes spéciales sont fort peu utilisées directement; sans doute parle-t-on de fontes chromées ou vanadiées, de fontes fortement manganésées, voire même, dans des cas très particuliers, de fontes à l'étain; mais le tonnage de ces produits est encore insignifiant. Cependant, certains alliages ferro-métalliques ont des emplois directs que l'on ne saurait passer sous silence, spécialement certains ferro-siliciums qui, moulés avec des précautions particulières, donnent les *métillures* inattaquables par divers acides.

Les fontes spéciales et les alliages ferro-métalliques sont surtout employés comme additions, soit dans les fabrications les plus courantes (spiegel, ferro-manganèse, ferro-silicium), soit dans l'obtention des aciers spéciaux (ferro-chromes, ferro-tungstènes, ferro-molybdènes, ferro-vanadiums, etc.).

Il est donc incontestable que ces produits jouent un rôle capital dans les fabrications courantes. Il n'apparaît pas que les solutions de guerre, trouvées, assure-t-on, par nos ennemis pour remplacer ces alliages, puissent être regardées comme définitives.

Spiegels. — M. Carlioz évalue, dans son rapport, la consommation annuelle de la France à 255,000 tonnes environ de spiegels, ceci en se basant sur une consommation de 5 p. 100 de l'acier fabriqué. Nous en importions fort peu, on peut l'affirmer, quoique le chiffre des importations soit compris dans celui des fontes de moulage et d'affinage; mais ce tonnage total n'a atteint en 1913 que 32,669 tonnes. Toutefois, on doit noter que, par suite d'une disposition bizarre de la loi, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

spiegel — tout comme une fonte d'affinage — peut être admis temporairement, son entrée étant compensée par une sortie égale de produits finis : rails, poutrelles, tandis qu'en réalité 5 p. 100 de spiegel entrent dans sa fabrication Il y a là un point à retenir pour la prochaine revision douanière.

FERRO-MANGANÈSES. — Les minerais de manganèse ne sont pas abondants en France : en 1913, la consommation a été de 265,032 tonnes; nos mines nous ont fourni 7,732 tonnes; nous en avons demandé à l'étranger 259,000 tonnes, tandis que nous en avons exporté 1,700 tonnes.

On voit de suite l'importance des fournitures étrangères; il est donc nécessaire d'en faire ressortir la provenance :

PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Russie	136,941	52.84
Allemagne	1,325	0.51
Belgique	1,212	0.47
Espagne	24,442	9.43
Indes anglaises	86,918	33.63
Brésil	7,214	2.78
Autres pays	440	0.17
Indo-Chine	437	0.17
TOTAL	258,929	100.00

Voici d'ailleurs la production mondiale du minerai de manganèse en 1913. (Voir fig. 34.)

PAYS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Autriche-Hongrie	16,540	0.53
Bosnie, Herzégovine	4,700	0.15
Brésil (exportation) [1]	183,630	6.05
France	7,732	0.26
Allemagne	330,797	11.00
Grèce (vente)	558	0.02
Indes [1]	693,824	23.3
Italie	1,622	0.05
Japon	2,313	0.07
Queensland	27	"
Russie	1,171,000	39.00
Espagne	21,594	0.70
Suède	4,001	0.13
Grande-Bretagne	3,496	0.11
États-Unis	557,804	18.6
TOTAL	2,990,638	100.00

[1] En 1916, le Brésil a produit 560,000 tonnes; les Indes, 480,124 tonnes (641,181 tonnes en 1917).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La statistique de *Mineral Industry*, à laquelle sont empruntés ces chiffres, donne pour :

l'Allemagne	330,797	tonnes.
et les États-Unis	557,804	—

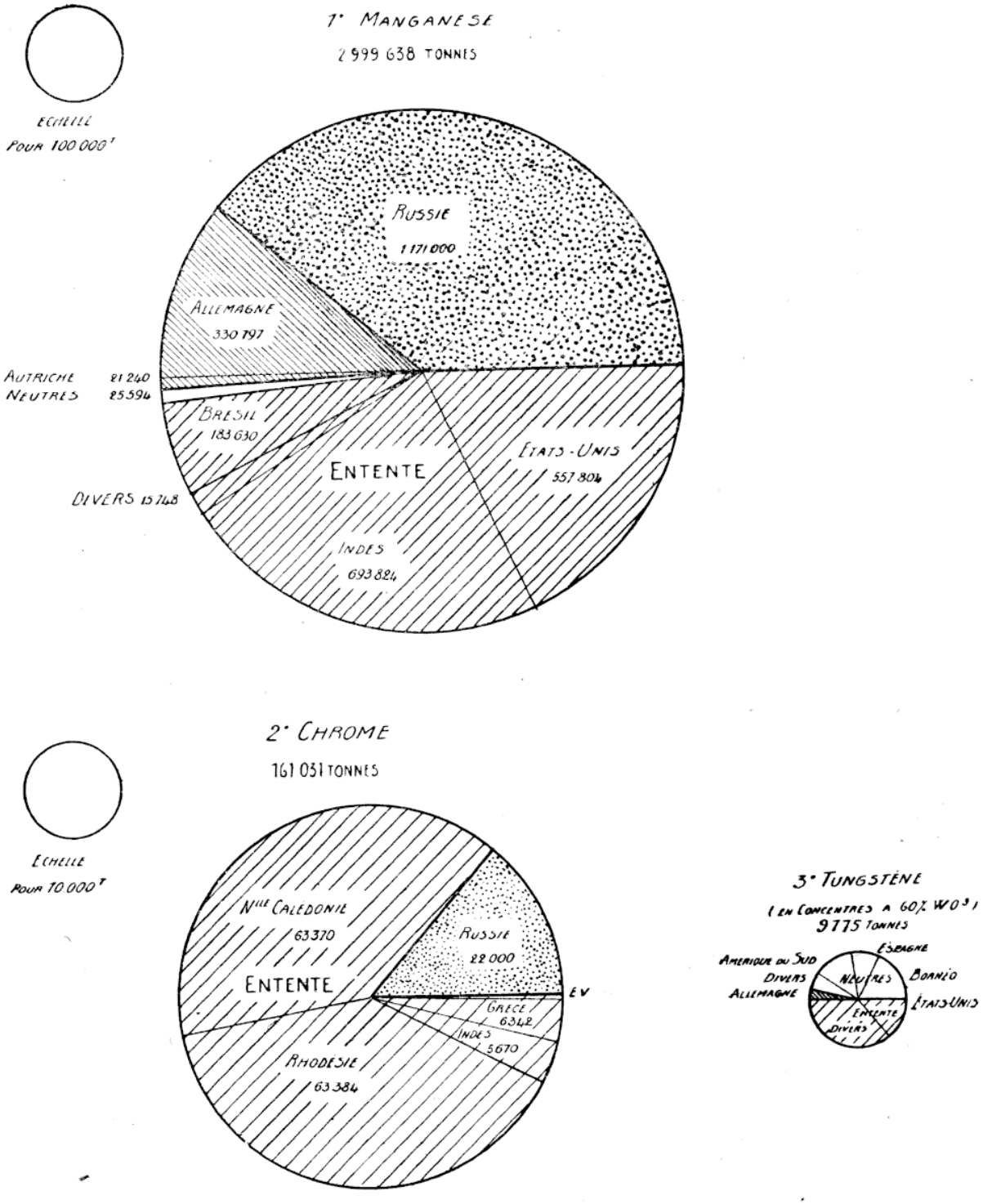


Fig. 34. — Répartition de la production des minerais de manganèse, de chrome et de tungstène en 1913.

Ces chiffres se rapportent évidemment à tous les minerais manganésés, y compris les minerais de fer renfermant moins de 30 p. 100 de manganèse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, l'Allemagne a exactement produit :

28,788 tonnes de minerais manganésés ..... à Mn < 12 p. 100
300,000 — — — 12 p. 100 < Mn < 30 —
149 — — — ..... à Mn > 30 —

Seuls, ces derniers peuvent être considérés comme véritables minerais de manganèse. On sait, d'ailleurs, que l'Allemagne a été fort gênée pendant la guerre à ce sujet.

En 1913, les États-Unis ont produit :

768,000 tonnes de minerais de fer et de zinc manganésés,
4,048 tonnes de minerais contenant plus de 40 p. 100 de manganèse.

Le minerai de manganèse a été utilisé à préparer le ferro-manganèse et les spiegels. En chiffres ronds, la fabrication du ferro-manganèse en 1913 a été de 27,000 tonnes [1]. D'un autre côté, les statistiques douanières nous indiquent que l'on a importé en ferro-manganèse, en spiegels riches et en silico-spiegels 14,394 tonnes dont voici les provenances :

PAYS.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Allemagne	4,592	31.9
Grande-Bretagne	9,764	67.8
Divers	38	0.3

D'après les chiffres donnés par M. Carlioz, on peut admettre que la production française de ferro-manganèse s'est élevée à 27,000 tonnes en 1913 et les importations à 9,000 tonnes, dont 50 p. 100 venant d'Allemagne et 50 p. 100 d'Angleterre.

Ces deux pays ne possèdent point de minerais en Europe, mais les colonies anglaises sont des fournisseurs importants, comme nous l'avons vu.

La France présente une infériorité du fait du charbon, la production d'une tonne de ferro-manganèse exigeant une consommation de 2,5 à 3 tonnes de coke.

Le retour de la Lorraine augmentera considérablement notre consommation, la faisant passer de 36,000 à 50,000 tonnes [1] et ne nous apportera aucun producteur.

Ferro-siliciums. — Nos importations et exportations en 1913 prouvent que nos sidérurgistes n'ont pas à redouter la pénurie de ce produit.

PAYS DE PROVENANCE ET DE DESTINATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
	tonnes.	tonnes.
Allemagne	//	508
Belgique	//	340
Danemark	//	462
Grande-Bretagne	398	271
Italie	512	207
Russie	//	478
Suisse	577	165
Autres pays	66	79
Total	1,553	2,510

[1] Carlioz. Rapport au Comité Consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Autres alliages ferro-métalliques. — Les alliages ferro-métalliques, autres que les précédents, sont le ferro-chrome, le ferro-tungstène, le ferro-molybdène et le ferro-vanadium. Les autres alliages à base de titane, bore, tantale, uranium et zirconium sont encore très peu utilisés, et pour les deux premiers, du moins, les sources de matières premières ne sauraient manquer, quelque général que devienne leur emploi.

Le seul point qui doive nous inquiéter est la source des matières premières; car nos usines électrométallurgiques tiennent, depuis de longues années, la tête de toutes les nations au point de vue de la technique de ces fabrications, dont la plupart découlent — il est bon de le rappeler — des travaux de Moissan. Examinons donc les origines des différents minerais. Voici tout d'abord la situation pour 1913 (fig. 34).

MINERAIS DE CHROME.

PAYS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Rhodésie	63,384	39.3
Nouvelle-Calédonie	63,370	39.3
Grèce	6,342	3.9
Indes	5,670	3.6
États-Unis	259	0.2
Russie	22,000	Env. 13.7

On voit que la Rhodésie et la Nouvelle-Calédonie ont fourni en 1913 : 39,3 p. 100 environ chacune; soit au total plus de 78,6 p. 100 de la production mondiale.

MINERAIS DE TUNGSTÈNE. (En concentrés à 60 p. 100 de WO^3.)

PAYS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
États-Unis	1,397	14.3
Argentine	539	5.5
Bolivie	564	5.8
Pérou	300	3.1
Angleterre	182	1.9
France	245	2.5
Allemagne, Autriche	150	1.5
Portugal	800	8.2
Espagne	150	1.5
Bornéo, États malais	1,732	17.7
Siam	281	2.9
Japon	297	3.1
Queensland	543	5.5
Nouvelle-Galles du Sud	209	2.1
Divers	2,386	24.4
Production mondiale estimée	9,775	100.0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On note que les États malais et le Bornéo ont donné 17,7 p. 100 ; les États-Unis 14,3 p. 100 ; le reste de la production, soit environ 68 p. 100, se répartit entre de nombreux pays, dont seul en Europe, le Portugal, apparaît comme intéressant (fig. 34).

Minerais de molybdène. — Production de 1913, très faible, estimée à 250 tonnes, dont 150 environ venant de la Nouvelle-Galles du Sud.

Minerais de vanadium. — La production peut être estimée à 3,700 tonnes environ, dont 80 p. 100 provenant du gisement de Minasragra (Pérou).

Production des ferro-alliages. — La production des ferro-alliages correspondants se faisait sur une large échelle, et si l'on ne peut donner un chiffre de production tant soit peu précis, du moins trouvera-t-on dans les chiffres globaux d'importations et d'exportations les signes de notre situation tout à fait privilégiée.

PAYS DE PROVENANCE ET DE DESTINATION.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	tonnes.		tonnes.	
Allemagne	//	//	1,111	18.8
Belgique	//	//	288	4.9
Chine	//	//	218	3.7
Danemark	//	//	334	5.6
États-Unis	//	//	633	10.7
Grande-Bretagne	147	62	2,292	38.8
Italie	//	//	420	7.1
Suisse	//	//	436	7.3
Autres pays	91	38	184	3.1
Total	238	100	5,916	100.0

Influence de la guerre sur la fabrication des alliages ferro-métalliques. — L'importance de ces différents alliages dans les fabrications de guerre n'a-t-elle pas modifié notre situation ? Ne peut-elle faire craindre pour l'avenir une concurrence de l'étranger.

Tout d'abord que sont devenues, sous l'influence des besoins actuels, les exploitations minières? Sans doute a-t-on souvent mis en exploitation ou repris d'anciens gîtes que, seuls, les cours actuels permettent d'utiliser. Mais cependant l'extension prise par certains pays est remarquable.

La France a pu mettre en exploitation quatre gisements de wolfram. Ce sont ceux de Montbelleux, de Leucamp, de Vaubry et Cieux et Desmontmins dans la métropole et les mines d'étain de Kao-Bang au Tonkin. En outre, dans les pays étrangers, notamment en Portugal (Borralha) et en Espagne (Montoro, Tres Amigos), certaines mines sont exploitées par des Compagnies françaises.

La molybdénite se trouve actuellement en quantité importante au Canada, où la Renfrew Molybdenium Mines Limited possède des capitaux français.

Quant à la fabrication, elle a pris aussi un développement que l'on ne peut passer sous silence : l'Angleterre, les États-Unis, la Suisse, la Suède et la Norvège ont donné à leurs productions un accroissement considérable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour fixer les idées, nous indiquerons [1] que la consommation française en ferro-silicium, évaluée en alliage à 50 p. 100, a passé de 3,000 tonnes à l'avant-guerre à 9,000 actuellement, que celle du ferro-tungstène est de 1,800 tonnes au lieu de 150.

L'Angleterre, privée de la poudre de tungstène qu'elle préfère aux ferro-alliages, et qui lui venait d'Allemagne, a monté entièrement cette fabrication, constituant pour ce faire deux importantes sociétés, dont l'une est un consortium des grandes Aciéries de Sheffield ; elle a, pour cela, développé les exploitations de Birmanie, notamment du district de Tavoy, presque inconnu avant la guerre.

La Suisse, la Suède et la Norvège ont aussi développé leurs fabrications. Témoins les chiffres relatifs aux exportations norvégiennes [1].

DÉSIGNATION.	1912.	1913.
	tonnes.	tonnes.
Ferro-silicium	6,022	18,134
Ferro-chrome	Néant.	13,470

Cette industrie française des ferro-alliages paraît donc assez gravement menacée, bien que l'on puisse penser que certaines méthodes, de prix de revient élevé, n'auront pas, en temps normal, le succès que permettent les prix actuels.

Des mesures importantes, qui rentrent dans les méthodes étudiées dans la seconde partie de ce travail, devront donc être prises : mesures de concentration et facilités au point de vue des achats de matières ; celles concernant la vente sont déjà prises et bien prises.

D. LES ACIERS ORDINAIRES.

Situation mondiale à l'avant-guerre. — La variation de la production mondiale de l'acier depuis 1890 se trouve résumée dans les courbes de la figure 35.

En laissant de côté les variations brusques en certaines années des États-Unis, on est frappé de l'accroissement de production, et l'on remarque, d'autre part, que la courbe française a une pente beaucoup moins accusée que celle des autres pays. D'ailleurs, voici comment peut être résumée toute la question sidérurgique en représentant par 1 la production en 1890 et en 1900.

DÉSIGNATION.	1890.	1900.	1910.	1913.	1900.	1910.	1913.
Production mondiale	1	2.27	4.84	6.00	1	2.12	2.06
États-Unis	1	3.15	6.10	7.32	1	1.93	2.32
Allemagne	1	4.10	8.46	10.70	1	2.06	2.62
Grande-Bretagne	1	1.41	1.68	2.14	1	1.19	1.52
France	1	2.40	4.98	7.44	1	2.03	3.10

[1] Widmer. Rapport au Congrès du Génie civil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

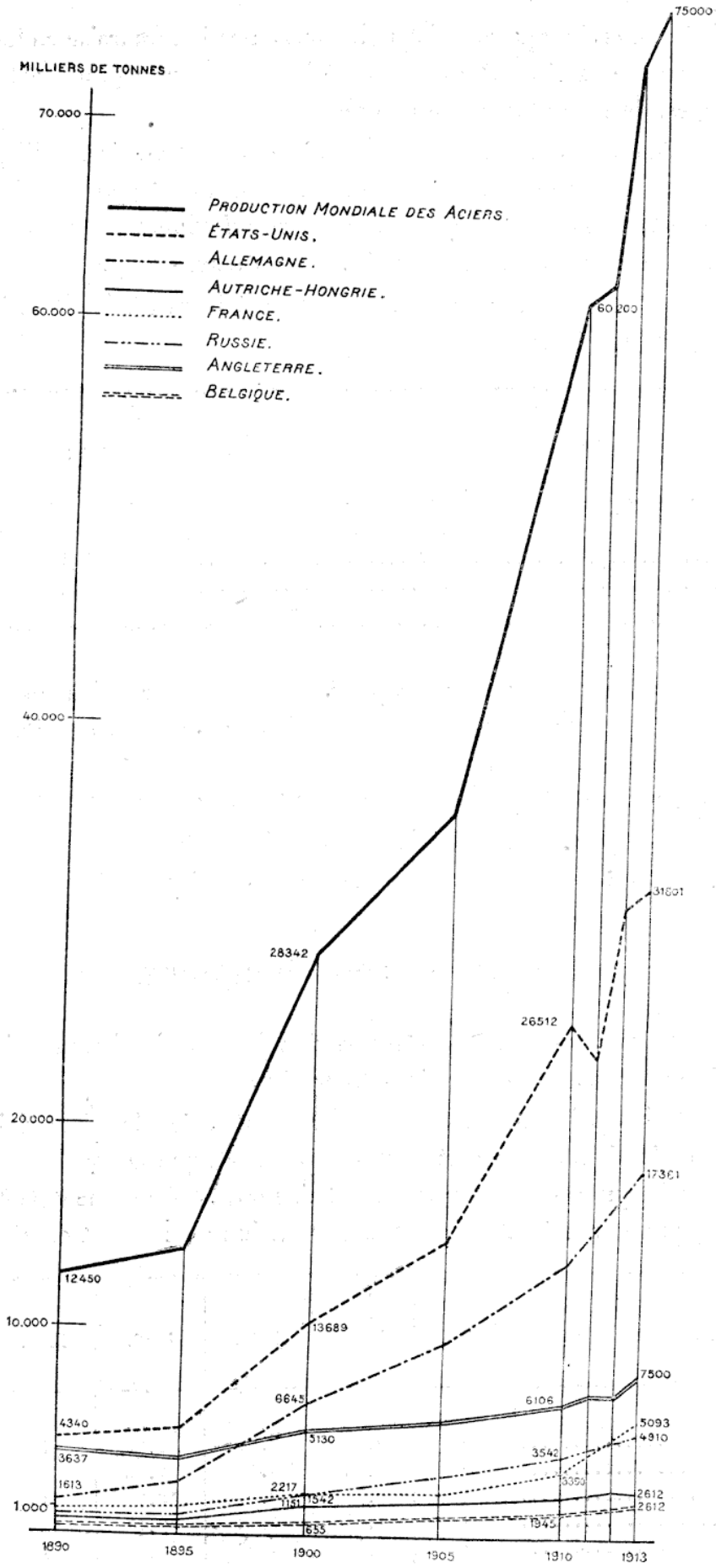


Fig. 35. — Variation de la production mondiale des aciers de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La situation en 1913 se trouve dans le schéma de la figure 32 ; voici les chiffres qui ont permis de l'établir [1].

PAYS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	milliers de tonnes.	
États-Unis	31,802	42.4
Allemagne	17,361	23.1
Grande-Bretagne	7,500	10.1
France	5,093	6.8
Russie	4,918	6.5
Belgique	2,612	3.6
Autriche-Hongrie	2,683	3.6
Divers	2,870	3.9

La France n'occupe donc que le quatrième rang, avec une production analogue à celle de la Russie.

Importations, exportations, consommation des aciers dans les principaux pays producteurs. — Le tableau suivant donne ces indications en tonnes pour l'année 1913 :

PAYS.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.	CONSOMMATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
France	106,900	477,300	4,722,600
États-Unis	107,000	2,569,000	29,440,000
Allemagne	596,000	4,885,000	11,072,000
Grande-Bretagne	1,810,000	4,910,000	4,400,000

Les schémas de la figure 36 indiquent la situation dans ces pays.

La situation française en 1913. — En 1913 la situation française était la suivante :

La production de fer et acier soudé atteignait	405,972 tonnes.
Celle d'acier fondu brut	4,686,866 —
Soit au total	5,092,838 tonnes.

La production de produits finis était de 3,592,022 tonnes se répartissant de la façon suivante :

Acier soudé

Rails	6,205
Fers et aciers marchands	333,914
Bandages de roues	22,169
Poutrelles et profilés divers	11,482
Tôles et larges plats	27,233
Fer machine	2,953
Pièces de forge	2,016
	405,972

[1] Certains de ces chiffres diffèrent un peu de ceux que nous avons donnés dans notre livre : « Les Industries métallurgiques à l'avant-guerre » ; cela est dû à des rectifications postérieures à notre publication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ACIER FONDU

Rails, selles, éclisses, traverses	461,073
Bandages de roues	69,682
Aciers marchands	968,021
Poutrelles	391,397
Profilés autres	194,480
Tôles et larges plats	573,150
Fer machine	144,278
Fils	72,407
Pièces de forge	84,728
Tubes et tuyaux	62,195
Moulages d'acier	101,555
Fer-blanc	27,056
Ressorts pour wagons	6,294
Plaques de blindage, projectiles, tourelles	29,734
	3,186,050

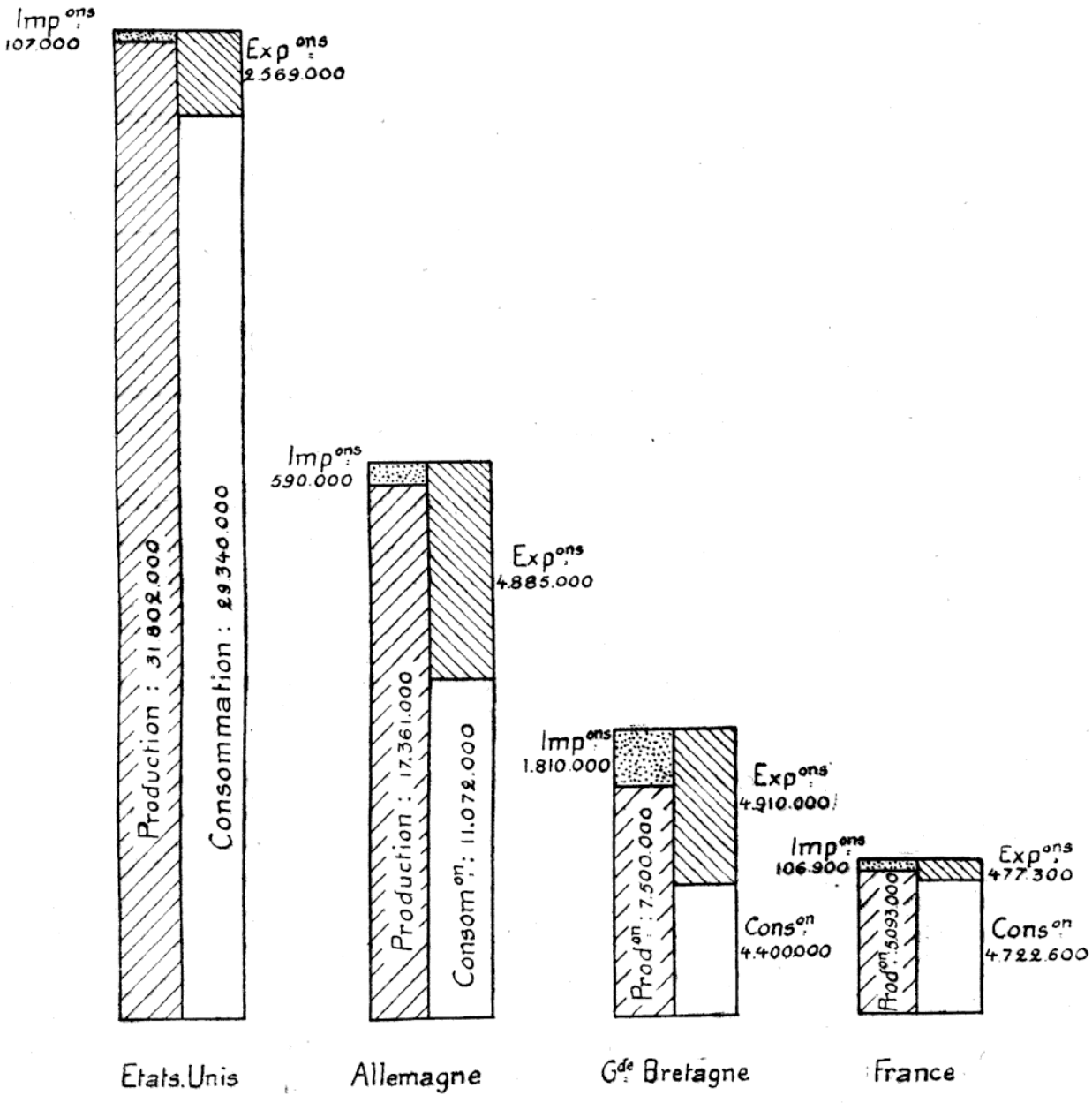


Fig. 36. — Comparaison de la production et de la consommation de l'acier dans les principaux pays en 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la production par régions et par procédés, elle se trouve indiquée dans le tableau suivant et la figure 25 qui donne aussi la répartition dans les principaux pays producteurs.

RÉGIONS.	MARTIN.	BESSEMER.	THOMAS.	CREUSET, FOUR électrique.	TOTAL.	POURCENTAGE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	
Est	304,725	3,650	2,208,513	185	2,517,073	53.6
Nord	515,151	40,886	575,135	31	1,131,203	24.2
Centre	485,437	4,633	62,542	22,857	575,469	12.3
Sud-Ouest	51,191	41,518	61,697	3,763	158,169	3.4
Sud-Est	66,251	35,634	//	18,373	120,258	2.6
Ouest	159,723	2,070	22,901	//	184,694	3.9
TOTAL	1,582,478	128,391	2,930,788	45,209	4,686,866	100.0
POURCENTAGE	33.8	2.7	62.5	1.0	100.0	//

Les remarques qui s'imposent sont les suivantes :

a) Le procédé Thomas donne plus de 60 p. 100 de la production, le procédé Martin sensiblement le complément, soit 34 p. 100, le procédé Bessemer et les procédés utilisant le four électrique et le creuset ne donnant que 1 p. 100 de la production. Les statistiques ne permettent pas de distinguer l'acier Martin acide de l'acier Martin basique; on peut dire que ce dernier donne au moins 80 p. 100 de la production des fours à sole.

b) L'Est et le Nord sont les deux régions grosses productrices d'acier Thomas : l'Est donne 75,3 p. 100, et le Nord 19,6 p. 100, au total 94,9 p. 100 de la production.

Par contre, le Nord et le Centre sont les plus importants fournisseurs d'acier Martin : le Nord fournit 32,5 p. 100, le Centre 30,6 p. 100, l'Est 19,2 p. 100, et l'Ouest 10 p. 100, soit environ 92,3 p. 100 de la production française pour ces quatre régions.

Les importations et exportations d'aciers en 1913 sont détaillées de la façon suivante en évaluant les produits en lingots et en tenant compte par conséquent de la mise au mille.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Grande-Bretagne	38,400	Grande-Bretagne	14,400
Allemagne	32,600	Allemagne	12,400
Belgique	17,500	Belgique	230,800
Suède	7,400	Suisse	44,900
Autres pays	11,000	Colonies	134,300
		Autres pays	40,500
TOTAL	106,900	TOTAL	477,300

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation allemande en 1913. — Au point de vue de la production, l'Allemagne se trouvait en 1913 dans la position suivante :

DÉSIGNATION.		PRODUCTION.	POURCENTAGE.
		tonnes.	
Lingots	Thomas	10,629,697	56.2
	Bessemer	153,138	0.8
	Martin basique	7,330,424	38.6
	Martin acide	283,480	1.5
Moulages	Basiques	253,587	1.3
	Acides	109,329	0.6
Aciers	Au creuset	99,393	0.5
	Au four électrique	88,881	0.5
Total		18,949,929	100.0

On note de suite que l'acier Thomas représente 56,2 p. 100 de la production, l'acier Martin basique 38,6 p. 100, soit à eux deux 95 p. 100 à peu près des aciers produits en Allemagne.

La répartition par régions est particulièrement intéressante à faire ressortir :

RÉGIONS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Rhin et Westphalie	10,112,042	53.30
Silésie	1,422,144	7.50
Siegen et Hesse-Nassau	388,297	2.05
Nord, Est, Centre	790,859	3.90
Saxe	331,125	1.75
Sud	253,020	1.35
Sarre	2,079,825	11.0
Alsace-Lorraine	2,286,354	12.1
Luxembourg	1,336,263	7.05
Total	18,949,929	100.00

Le retour de la Lorraine à la France. — La Lorraine a produit en 1913 : 2,286,000 tonnes d'acier. La production française passera donc à l'après-guerre de 5,093,000 tonnes à 7,379,000 tonnes.

La consommation d'acier en 1913 en Lorraine peut être estimée à 271,000 tonnes [1].

Donc, en n'envisageant toujours aucune extension de notre productivité, et en prenant comme base les chiffres de 1913, on arrive à cette conclusion que le retour de l'Alsace-Lorraine augmentera la quantité d'acier non absorbé par le pays de 2,000,000 tonnes environ.

[1] Carlioz. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INFLUENCE DE LA GUERRE. — *a. Au point de vue économique.* Nous avons bien fait ressortir le rôle des différentes régions dans la production de 1913. On peut en déduire aisément l'influence de l'invasion sur notre production d'acier : l'occupation par l'ennemi des régions du Nord et de l'Est nous a privés d'environ 60 p. 100 de notre production. Mais la réaction si vive qui s'est produite dans le pays a conduit à la création d'usines nouvelles ou de moyens nouveaux dans les usines existantes, moyens qui, par suite du manque de combustible ou de matériaux réfractaires, n'ont pu encore donner tous les services attendus.

Voici le tableau qui résume le nombre et la capacité de production en tonnes des appareils producteurs d'acier, créés depuis 1914 ou en voie de création :

RÉGIONS.	FOURS À SOLE.		CONVERTISSEURS[1].		FOURS À CREUSETS.		FOURS ÉLECTRIQUES.	
	NOMBRE.	PRODUCTION.	NOMBRE.	PRODUCTION.	NOMBRE. de creusets	PRODUCTION.	NOMBRE.	PRODUCTION.
		tonnes.		tonnes.		tonnes.		tonnes.
Paris	5	39,330	8	6,840	80	800	6	5,700
Nord	7	142,500	2	4,200	4	50	//	//
Est	10	133,380	5	6,260	60	1,340	//	//
Centre	60	955,810	13	15,170	991	25,410	2	4,510
Sud-Est	5	58,140	3	1,540	8	40	10	41,300
Sud-Ouest	//	//	8	4,090	//	//	1	80
Ouest	6	105,450	5	3,800	24	70	1	2,560
Nord-Ouest	10	125,400	3	200,000	72	2,160	1	800
TOTAL	103	1,560,000	47	241,900	1,239	29,870	21	55,670

[1] Beaucoup de ces appareils destinés à la fabrication de moulages sont de très faible capacité.

Si l'on veut bien noter qu'avant-guerre les nombres d'appareils sidérurgiques étaient les suivants[1] :

	NOMBRE.
Fours à sole	152
Convertisseurs	100
Fours à creusets	57 (898 creusets)
Fours électriques	24

on se rend compte de l'effort considérable fait pendant la guerre.

Mais ces créations se substitueront en partie à des installations hors d'usage ou de plus mauvais rendement. De ce fait, nous admettons que 50 p. 100 seulement des installations nouvelles viendront ajouter leur production à celle d'avant-guerre. Celle-ci sera donc augmentée de 950,000 tonnes approximativement.

b. Au point de vue technique. La guerre n'a pas apporté de progrès sensationnels ; l'utilisation des déchets, plus abondants que jamais par suite des fabrications militaires, s'est faite sur une échelle plus large et avec des perfectionnements qui ne peuvent pas ne pas demeurer ; nous faisons allusion au briquettage des tournures qui, à peine envisagé en 1913, se fait actuellement de façon très courante.

[1] *Statistique de l'Industrie minérale*, 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le four électrique s'est singulièrement vulgarisé. Spécialement le four à arc apparaît comme un merveilleux appareil, non pas seulement pour concurrencer le four à creusets, mais aussi pour produire soit seul, soit mieux avec le concours des convertisseurs ou des fours Martin, voire en marche triplex (Martin-convertisseur-four électrique), les produits demi-fins et fins en partant de matières premières sensiblement quelconques. Notre pays aura encore joué dans la plus moderne des méthodes de la métallurgie du fer un rôle aussi prépondérant que dans l'édification des méthodes de préparation de l'acier sur sole ou au convertisseur.

Résumé de la situation de la fabrication de l'acier ordinaire.

En laissant de côté toute extension nouvelle de production — autre que celles en cours — et toutes les augmentations de consommation, nous pouvons conclure aux résultats donnés par le tableau suivant :

DÉSIGNATION.	PRODUCTION	
	AVANT-GUERRE.	APRÈS-GUERRE.
	tonnes.	tonnes.
Production	5,093,000	8,300,000
Consommation	4,722,600	5,000,000
Importation	106,900	100,000
Exportation	477,900	3,400,000

La plupart de ces chiffres se déduisent de ce que nous venons de dire. Cependant, nous pourrions admettre une diminution très sensible de nos importations par suite de l'extension de notre production. Nous discuterons, à la fin de ce chapitre, ce que peut devenir notre consommation et par suite notre exportation.

E. LES ACIERS SPÉCIAUX.

Les statistiques ne font pas apparaître avec une précision suffisante la production des aciers spéciaux. Sans doute les fours à creusets produisent-ils surtout ces alliages mais on y fait encore bien des aciers à outils ne contenant aucun élément particulier; d'autre part, fours Martin et fours électriques donnent des quantités très importantes de ces aciers.

Les statistiques douanières sont, depuis 1910, explicites sur ces produits. Voici les chiffres à noter pour 1913 :

IMPORTATION.		EXPORTATION.	
PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.	PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Grande-Bretagne	455	Allemagne	11
Allemagne	970	Algérie	3
Autriche-Hongrie	419		
Autres pays	104		
TOTAL	1,948	TOTAL	14

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le commerce extérieur de ces produits est faible : les divers consommateurs se suffisent à peu près à eux-mêmes.

Pendant la guerre, les besoins se sont accrus dans des proportions très importantes spécialement par l'extension de l'aviation; quelques usines ont envisagé diverses fabrications qui n'existaient qu'à l'état embryonnaire en 1913: aciers pour roulements à billes; aciers pour aimants permanents; enfin et surtout l'utilisation sur une échelle extraordinaire de tous ces aciers, soit de constructions, soit pour outils, a obligé l'usine mécanique à modifier, à perfectionner ses procédés d'emploi, procédés de trempe, procédés d'usinage, et a introduit un peu de la méthode scientifique dans les ateliers les plus arriérés. L'après-guerre retirera assurément un grand, très grand profit de ces perfectionnements, qui, sans les circonstances actuelles, eussent pénétré nos usines avec une lenteur trop accusée.

F. RÉSUMÉ DE LA SITUATION DE LA MÉTALLURGIE DU FER.

Jusqu'ici nous n'avons tenu compte que de notre consommation d'avant-guerre; d'autre part, nous avons basé notre production sur celle d'avant-guerre en France ou en Lorraine et y avons ajouté 50 p. 100 des augmentations faites pendant la guerre ou déjà projetées. Nous avons admis que les usines détruites par l'ennemi auraient repris leur marche normale. Ne peut-on pas préciser encore et nos ressources et nos besoins. Là, évidemment, on entre dans le domaine des hypothèses, jusqu'à un certain point.

Avant tout il ne faut pas oublier que nos richesses coloniales en minerai de fer ne sont pas en exploitation.

On sait, en effet, l'importance des gisements inexploités de l'Ouenza ainsi que ceux du Tonkin, de Konakri, ces derniers présentant l'inconvénient de renfermer quelques pourcentages de chrome; il est à noter cependant que les États-Unis en consomment déjà des quantités assez importantes.

Nous sommes persuadés que certaines fabrications absolument insuffisantes à notre propre consommation se développeront : telles notamment le fer-blanc, les tubes, etc. (voir chapitre III). D'où il résultera une diminution de nos importations déjà chiffrées.

D'autre part, notre consommation ne restera pas constante : nous verrons plus loin que la première section du Comité évalue à un minimum de 75 p. 100 l'augmentation de la productivité mécanique du pays; c'est assurément un minimum et nous croyons plutôt à une augmentation atteignant 150 p. 100; admettons seulement le chiffre de 75 p. 100. La consommation métallurgique, du moins en produits sidérurgiques, suivra certainement une progression plus élevée.

En 1913, la consommation d'acier et de fer en France peut être approximativement estimée à 4,900,000 tonnes de lingots.

Il est bien difficile, même impossible, de savoir comment est consommée cette production. De façon très approximative, plutôt exagérée, on admet que 1,500,000 tonnes vont à la consommation de la construction mécanique, ce terme étant pris dans toute sa généralité.

La première section du Comité évaluant à 75 p. 100 au minimum l'augmentation de la productivité mécanique du pays, il faut donc envisager une augmentation de consommation de 1,000,000 tonnes.

Pour le reste de la production, on admet une augmentation de 10 p. 100, ce qui fait 340,000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La consommation d'acier peut donc être évaluée de la façon suivante (fig. 37) :

Consommation française en 1913	4,722,000 tonnes.
— lorraine en 1913	271,000 —
Augmentation probable de la consommation due à l'extension de nos industries	1,300,000 —
	6,293,000 tonnes.

Il est bien entendu que, dans les chiffres ci-dessus, on ne tient pas compte des quantités nécessaires à la reconstitution des régions envahies et de nos réseaux de chemins de fer.

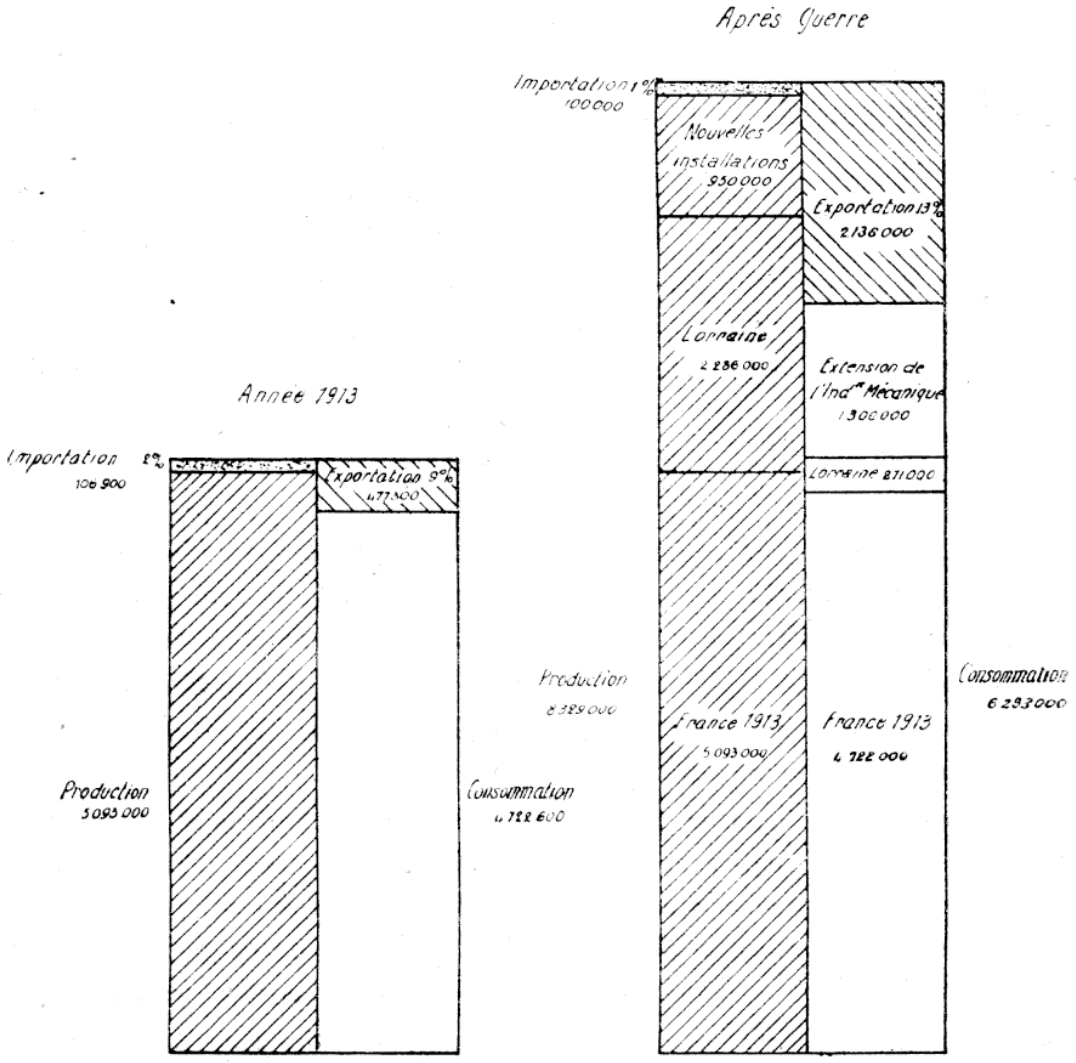


Fig. 37. — Comparaison de la situation française de l'acier avant et après la guerre.

Pour la fonte, l'augmentation de la consommation de l'après-guerre peut être évaluée de la façon suivante :

Les fours à sole créés, ou en voie de création, pourront produire 1,560,000 tonnes, ce qui nécessitera environ :

Fontes diverses	600,000 tonnes.
Ferrailles	1,200,000 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les convertisseurs nouveaux pourront produire 242,000 tonnes d'acier qui nécessiteront 275,000 tonnes de fonte.

Les nouvelles installations créées consommeraient donc 875,000 tonnes de fonte.

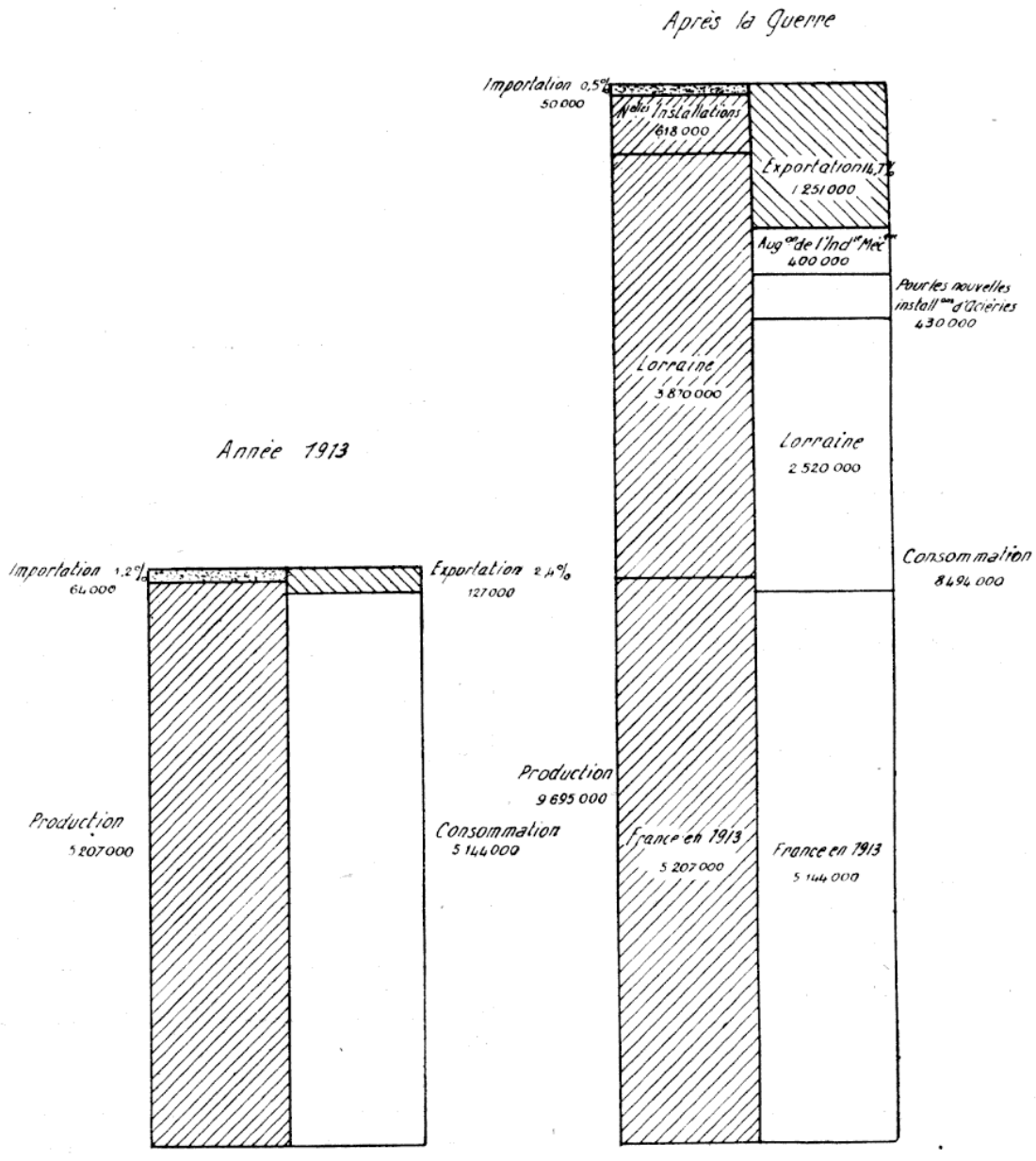


Fig. 38. — Comparaison de la situation française de la fonte avant et après la guerre.

Mais nous avons admis une augmentation réelle de 50 p. 100 donnée par les nouveaux moyens de production.

D'où une augmentation de consommation de fonte de 430,000 tonnes.

D'autre part, il faut envisager une augmentation de consommation de fonte de moulage par suite de l'extension de la construction mécanique.

On peut admettre de ce fait une augmentation de 400,000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La consommation de la fonte à l'après-guerre peut donc être la suivante (fig. 38) :

Consommation française en 1913	5,144,000 tonnes.
— de la Lorraine annexée	2,520,000 —
— des nouvelles aciéries créées	430,000 —
Augmentation de la consommation de fonte de moulage	400,000 —
TOTAL	8,494,000 tonnes.

Nos importations à l'après-guerre ne paraissent pas pouvoir être entièrement supprimées.

Pour les minerais, les importations d'Espagne ne diminueront pas. Elles représenteront 500,000 tonnes. Pour les fontes, il est possible d'admettre qu'elles ne dépasseront pas 50,000 tonnes. Pour les aciers, 100,000 tonnes.

Nous voici donc conduits au résumé suivant :

DÉSIGNATION.	MINERAI.	FONTE.	ACIER.
	milliers de tonnes.	milliers de tonnes.	milliers de tonnes.
I. PRODUCTION.			
Production française (1913)	21,918	5,207	5,093
Lorraine annexée (1913)	21,136	3,870	2,286
Nouvelles installations créées ou en voie de création	Néant (1).	618	950
TOTAL	43,054	9,695	8,329
II. CONSOMMATION.			
Consommation française (1913)	13,262	5,144	4,722
Lorraine annexée	11,200	2,520	271
Nouvelles installations	1,550	430	//
Augmentation due à l'extension de notre industrie mécanique	Néant	400	1,300
TOTAL	26,012	8,494	6,293
III. IMPORTATIONS.			
Pour l'ensemble du pays après guerre	500	50	100
IV. EXPORTATIONS.			
Montant des exportations d'après-guerre déduit des chiffres précédents	17,542	1,250	2,136
Montant des exportations d'avant-guerre	10,066	127	477 (2)

(1) Les mines de fer des bassins autres que celui de la Lorraine française n'ont reçu dans l'ensemble aucun développement.
(2) Non compris les blooms, fontes, fils, tubes et divers produits demi-finis.

Il ne semble pas possible, *a priori*, de porter nos exportations de fonte à 1,251,000 tonnes. On atteindra péniblement 250,000 tonnes et l'on sera conduit ou à diminuer notre production de 1,000,000 tonnes ou à les transformer en acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les exportations d'acier arriveraient donc à environ 2,100,000 tonnes. Un tel chiffre ne peut pas ne pas soulever quelques craintes malgré les débouchés que présenteront certains marchés, notamment dans le Sud-Amérique. Toutefois, nous serons conduits à analyser plus loin les grands travaux que réclame notre domaine colonial, travaux qui, pendant de nombreuses années, vont consommer des quantités importantes de métal.

En tous cas, les grands organismes d'exportation créés par la sidérurgie française auront à jouer un rôle tout à fait capital.

Avant d'examiner la question fort délicate du minerai de fer, il paraît nécessaire de rappeler quelques chiffres qui sont intéressants à retenir.

Nous avons indiqué que la production de la Lorraine en acier avait atteint, en 1913, 2,286,414 tonnes.

Il est bon d'ajouter que cette production est presque entièrement en acier Thomas :

Acier Thomas	2,100,464 tonnes.
Acier Martin	185,950 —

La production de la Sarre a été en 1913 de 2,080,000 tonnes environ :

Acier Thomas	1,719,000 tonnes.
Acier Martin	361,000 —

Enfin, il n'est pas inutile de noter que la production du Luxembourg, qui a été de 1,336,263 tonnes en 1913, s'est partagée de la façon suivante :

Acier Thomas	1,285,984 tonnes.
Acier Martin ou électrique	50,279 —

Nous serons, de toutes façons, les plus gros exportateurs du monde en minerai de fer, disposant, pour l'étranger, de 17 millions de tonnes environ, sans parler du minerai de nos colonies et pays de protectorat.

Que peuvent être ces exportations ? Vers quels pays trouverions-nous les débouchés ?

Nous ne pouvons espérer livrer ces minerais qu'aux quatre pays voisins qu'intéresse la métallurgie du fer :

L'Allemagne, le Luxembourg, la Belgique et l'Angleterre.

Il nous semble intéressant de bien préciser la situation de ces quatre pays, au lendemain de la paix.

L'Allemagne sans le Luxembourg consommait 40 millions de tonnes de minerais, dont 14 millions de tonnes d'importation (dont 3,8 millions de France) et 28,6 millions de tonnes de production nationale — les exportations s'élevant à 2,6 millions de tonnes. La production comprenait 21 millions de tonnes du gisement lorrain annexé.

Du fait de la reprise de l'Alsace-Lorraine sa consommation baissera à 29 millions de tonnes, sans parler de nouvelles usines.

Sa production en minerais ne sera plus que de 7,5 millions de tonnes.

Elle devra donc importer au moins 22 millions de tonnes à moins qu'elle ne développe les bassins ferrifères non encore exploités, spécialement ceux de Bavière.

Dans ses régions métallurgiques, il en est au moins une qui ne peut vivre que par nos matières premières. Si elle n'est pas française, la Sarre ne peut prendre ses minerais que dans notre bassin de l'Est. Sa consommation était de 3,4 millions de tonnes en 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Westphalie pourra, grâce à ses voies de communication, augmenter ses importations de Suède. Elle aura cependant avantage, dans la plupart des cas, à nous demander du minerai ; nous ne devons pas songer à l'en priver, puisque nous aurons ainsi un pied dans la métallurgie allemande du fer, arme sérieuse dans la guerre.

Les importations françaises en Allemagne atteindront aisément 6 à 7 millions de tonnes. Mais, devons-nous, au lendemain de la guerre, commencer ces échanges ? Nous faudra-t-il fournir la matière première aux usines allemandes, leur permettant ainsi de reprendre aisément place sur les marchés étrangers, alors que notre production augmentée de celle de la Lorraine, mais abaissée d'un autre côté par la destruction de nos usines du Nord, sera entièrement consacrée à notre reconstitution ?

Évidemment non. Il est nécessaire que le minerai que nous expédierons en Allemagne y soit simplement envoyé en transformation, tant que durera notre reconstitution et que nous ne pourrons envisager des exportations normales.

Quant au Luxembourg, avant la guerre, il consommait 8,6 millions de tonnes dont 4,2 d'importation, provenant 3,5 d'Allemagne, 1,2 de France. Cette quantité de minerai, il nous la demandera.

Le Luxembourg exportait 3 millions de tonnes, surtout en Belgique.

La Belgique était dans une situation analogue : sa consommation s'élevait à 6,8 millions de tonnes ; ses importations à 6,5 millions, dont 5 millions de tonnes de France et 1,500 de Luxembourg. Nous n'augmenterons pas nos importations dans ce pays à moins d'un développement de ses fabrications.

Enfin, l'Angleterre, pour consommer notre minerai phosphoreux, devra faire — nous l'avons dit — un gros effort vers le procédé Thomas. Elle le fera, trouvant des avantages très nets dans l'échange charbon-minerai. La solution de cet important problème dépendra, non seulement de la bonne volonté de nos voisins, mais aussi du développement de nos voies de communication.

En résumé, nos exportations atteindront assurément :

En Allemagne	7	millions	de tonnes.
En Luxembourg	5	—	—
En Belgique	5	—	—

Soit notre excédent de 17 millions de tonnes. Mais si notre production augmente, il faudra faire un gros effort du côté de l'Angleterre ; toutefois le développement de nos exportations au delà de ces limites ne sera pas aussi aisé que d'aucuns le pensent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III.

LES INDUSTRIES DE TRANSFORMATION DE L'ACIER.

Avant-Propos. — La transformation de l'acier en produits commerciaux se fait le plus souvent dans l'usine qui a élaboré le métal.

Les plus grosses fabrications, celles qui mettent en œuvre les plus grandes quantités de produits, les moyens de travail les plus puissants, relèvent de l'usine sidérurgique proprement dite. Il en est ainsi de la préparation des rails, poutrelles, cornières, fers marchands; seuls font exception les rares laminoirs qui préparent le fer en paquets et ceux qui, utilisant lingots ou billettes, ne possèdent ni convertisseurs, ni fours. D'autre part, il est des fabrications qui prennent des demi-produits à un état déjà très avancé de la transformation et leur font subir un dernier traitement : c'est le cas des tréfileries, des ateliers d'étirage, situés le plus souvent loin de l'appareil producteur de métal. Il paraît nécessaire d'étudier la situation des principaux produits provenant de la transformation du métal en un produit commercial.

Nous avons indiqué le rôle important joué pendant la guerre par les fonderies de deuxième fusion, et la place prise par un produit peu connu jusqu'en 1914 : la fonte aciérée.

Toutefois, il est intéressant d'exposer l'importance et la situation de l'industrie des pièces moulées en fonte et en acier, industrie appelée à un grand avenir.

Nous commencerons donc notre exposé par l'étude de l'industrie des *moulages en fonte*, puis nous passerons en revue les principaux produits finis de la sidérurgie, à savoir :

Les rails.

Les poutrelles.

Fers marchands ou profilés.

Les tôles[1].

Les pièces de forge.

Nous ferons une place spéciale aux :

Moulages d'acier.

Nous continuerons par l'étude du *fer-blanc*, dont la fabrication, se passant généralement dans le voisinage du four Martin qui a élaboré le métal, est très particulière et intéresse au plus haut point certaines industries de première importance, spécialement celle des conserves alimentaires.

Nous examinerons snsuite la fabrication des *tubes;* puis la *tréfilerie* avec les ateliers qui en sont la conséquence : la *clouterie*, la *pointerie;* prendront ensuite place la *visserie*, la *boulonnerie*, le *décolletage*, et enfin le *matriçage* et l'*emboutissage;*

---

[1] Nous remarquerons tout de suite que les fabrications de rails, poutrelles, fers marchands, profilés et tôles ne constituent pas, la plupart du temps, des industries spéciales et sont interchangeables, un atelier de laminoirs étant ordinairement capable de s'adapter à l'une quelconque d'entre elles. Néanmoins, dans le travail que nous poursuivons, il y a intérêt à envisager chacune d'elles séparément.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous terminerons en examinant une fabrication un peu spéciale qui ne paraît pas trouver place dans les autres chapitres, celle des *aiguilles :* elle préoccupe au plus haut point certaines industries capitales, spécialement les industries textiles.

A. MOULAGES DE FONTE.

Les fontes de moulage préparées au haut fourneau peuvent être utilisées directement à la fabrication de produits moulés (fonderie de première fusion), ou bien sont refondues au cubilot, rarement au reverbère, plus rarement encore au creuset, pour être coulées en moule, cette opération se passant le plus souvent loin du haut fourneau qui traite le minerai (fonderie de deuxième fusion).

Situation d'avant-guerre. — *Situation mondiale.* — Il est difficile d'avoir un chiffre exact concernant la production mondiale des fontes de moulage. Les statistiques des différents pays réunissent en effet souvent dans leurs calculs les fontes d'affinage et de moulage.

Toutefois, voici les chiffres de production que nous avons pu trouver pour une année normale, 1912.

Les chiffres relevés[1] sont les suivants :

PAYS.	PRODUCTION TOTALE en fonte.	PRODUCTION DE FONTE de moulage.
	tonnes.	tonnes.
États-Unis	29,727,000	6,665,000
Allemagne	15,221,000	3,157,000
Belgique	2,345,000	98,000
France	4,939,000	885,000
Russie	4,197,000	570,000
Total	56,429,000	11,375,000

Nous voyons que, pour ces cinq pays, gros producteurs, sur 56,429,000 tonnes de fonte produites en 1912, 11,375,000 tonnes de fonte de moulage ont été produites, soit, à peu de chose près, 20 p. 100 de la production totale.

La production mondiale de la fonte en 1912 ayant été de 75,029,000 tonnes, en appliquant cette proportion nous arriverions au chiffre de 15,005,800 tonnes de fonte de moulage produite en 1912, chiffre qui doit serrer d'assez près la réalité.

Production de la France. — Alors qu'en 1912 la production de la France en fonte de moulage de première et deuxième fusion était de 884,445 tonnes, sur une production totale de 4,939,000 tonnes de fonte, en 1913, la Statistique de l'Industrie minérale donne une production de 953,683 tonnes de fonte de moulage, sur une production totale de 5,207,000 tonnes de fonte.

---

[1] Tribot-Laspière. L'industrie de l'acier en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici la répartition suivant la fabrication en tonnes :

DÉSIGNATION.	FONTE AU COKE.	FONTE AU CHARBON de bois.	FONTE AU FOUR électrique.	TOTAUX.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Fonte moulée en première fusion	143,093	//	330	143,423
Fonte de moulage	809,366	894	//	810,260
TOTAL	952,459	894	330	953,683

La fonte de moulage a été fabriquée en 1913 dans 17 départements.

Le tableau suivant donne l'importance de la production de chaque département, en fonte moulée en première fusion et en fonte de moulage en gueuses [1].

DÉPARTEMENTS.	FONTE MOULÉE en PREMIÈRE FUSION.	FONTE DE MOULAGE en gueuses.
	tonnes.	tonnes.
Allier	3,467	7,989
Ardèche	//	9,097
Ariège	//	6,006
Gard	//	1,648
Gironde	//	3,000
Isère	330	22,404
Landes	//	27,342
Loire	//	1,661
Loire-Inférieure	//	40,849
Lot-et-Garonne	16,071	16,303
Haute-Marne	575	25,671
Meurthe-et-Moselle	122,790	551,263
Nord	//	7,394
Pas-de-Calais	//	77,668
Rhône	//	2,500
Saône-et-Loire	//	1,628
Tarn	190	7,837
TOTAUX	143,423	810,260

Comme on le voit, la Meurthe-et-Moselle est le grand centre français des fontes moulées. Cela tient à la présence sur son territoire des grandes usines de Pont-à-Mousson, une des plus importantes fabriques de tuyaux du monde.

Si l'on applique les prix moyens donnés pour 1911, par la Statistique des Travaux publics, soit :

70 fr. 52 pour une tonne de fonte de moulage en gueuses prise à l'usine,

80 fr. 67 pour une tonne de fonte moulée en première fusion,

[1] Statistique du Ministère des Travaux publics.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on arrive à une valeur moyenne en francs, pour 1913 :

Fonte moulée en première fusion	11,569,933 francs.
Fonte de moulage en gueuses	57,139,535 —

Importations, Exportations, Consommation. — Les statistiques douanières comprenant sous le même paragraphe les fontes d'affinage et de moulage, il n'est pas possible de suivre les importations et les exportations de ces dernières.

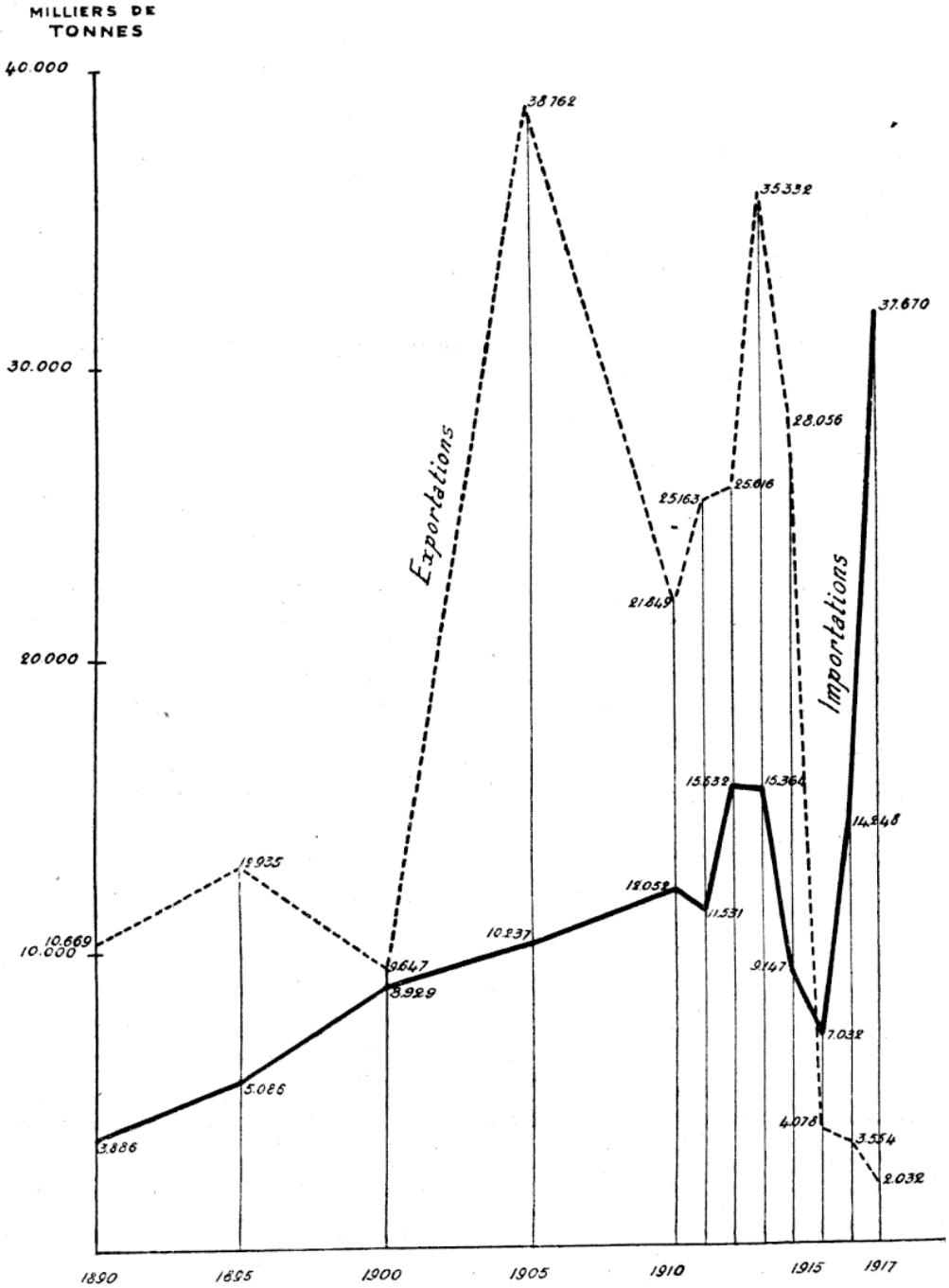


Fig. 39. — Ouvrages en fonte moulée. (Tonnage.) — Importations et exportations de 1890 à 1917.

Toutefois les courbes de la figure 39 donnent les importations et les exportations, depuis 1890, des ouvrages en fonte moulée.

On voit immédiatement que nos exportations étaient nettement supérieures à nos importations, jusqu'en 1915.

Les courbes de la figure 40 donnent les importations et exportations en francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il convient, d'autre part, de faire ressortir aux mêmes dates nos exportations et importations de pièces détachées de machines en fonte moulée (fig. 41 et 42). Là aussi nous étions plutôt exportateurs.

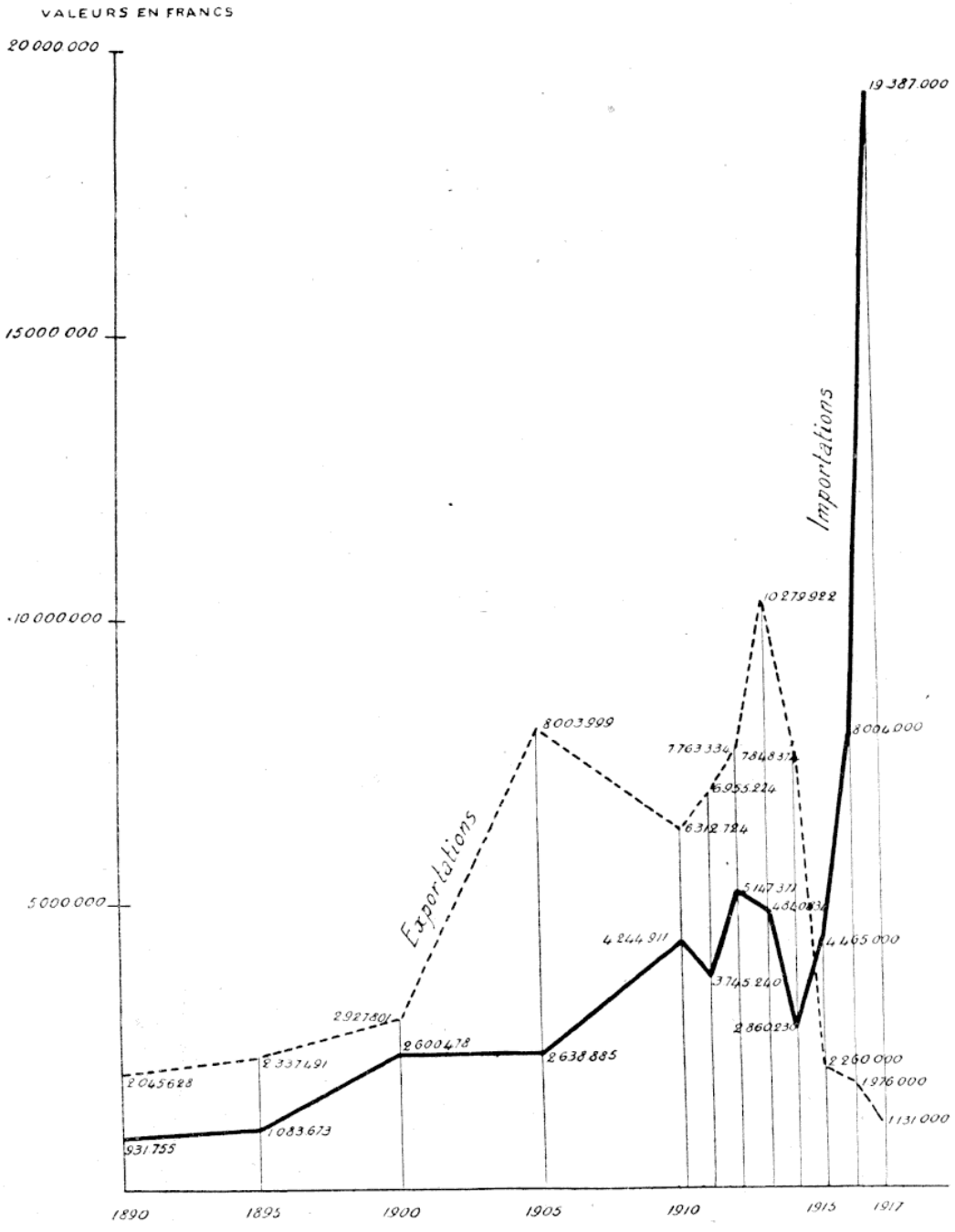


Fig. 40. — Ouvrages en fonte moulée. (Valeurs.) — Importations et exportations de 1890 à 1917.

En 1913, la situation était la suivante :

DÉSIGNATION.	IMPORTATION.		EXPORTATION.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Ouvrages en fonte	15,364	4,804,834	35,332	10,279,922
Pièces détachées de machines en fonte moulée	4,424	2,433,475	4,709	3,108,138
TOTAUX	19,788	7,238,309	40,041	13,388,060

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

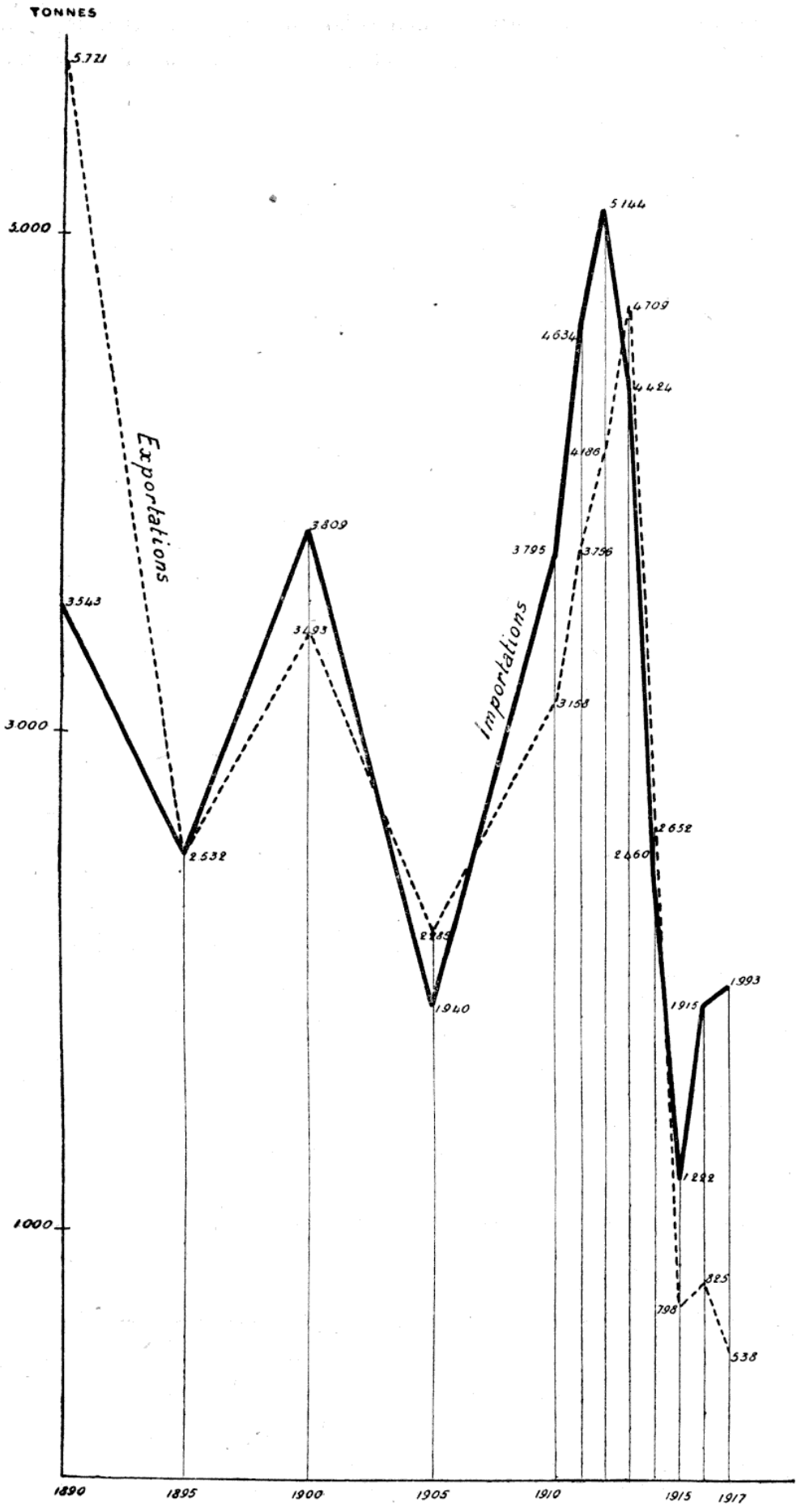


Fig. 41 — Pièces détachées et organes de machines ou de transmission en fonte moulée. (Tonnage.)
Importations et exportations de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

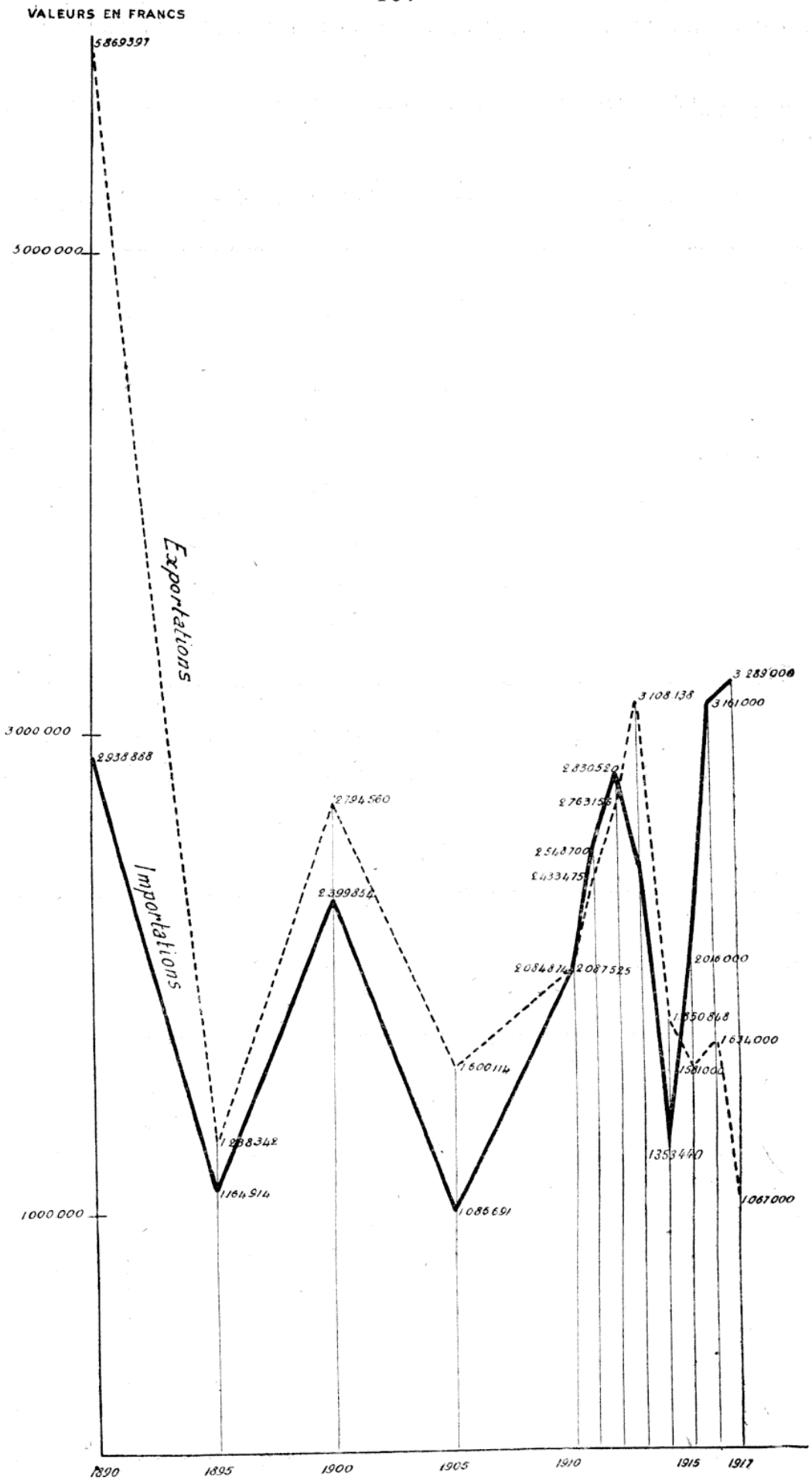


Fig. 42. — Pièces détachées ou organes de machines ou de transmission en fonte moulée. (Valeurs.) Importations et exportations de 1890 à 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos exportations en poids, sinon en valeur, représentaient donc plus du double de nos importations.

Étudions un peu plus en détail l'année 1913 et voyons la répartition par pays de nos exportations et importations.

Nous trouvons que nos importations en ouvrages de fonte moulée sont réparties comme suit :

PRODUITS.	PAYS.	POURCENTAGE.	PRODUITS.	PAYS.	POURCENTAGE.
Ouvrages en fonte moulée.	Allemagne	40 p. 100	Pièces de machines ou de transmission en fonte moulée.	Allemagne	39 p. 100
	Belgique	32 —		Belgique	10 —
	Grande-Bretagne	19 —		Grande-Bretagne	24 —
	Suisse	6 —		Suisse	4 —
	Divers	3 —		États-Unis	21 —
				Divers	2 —

L'Allemagne nous envoyait donc en 1913 à peu près 40 p. 100 du total de nos importations, soit un tonnage de 6,404 tonnes d'ouvrages en fonte moulée et 1,722 de pièces de machines.

Quant à nos exportations, elles se résumaient ainsi en 1913 :

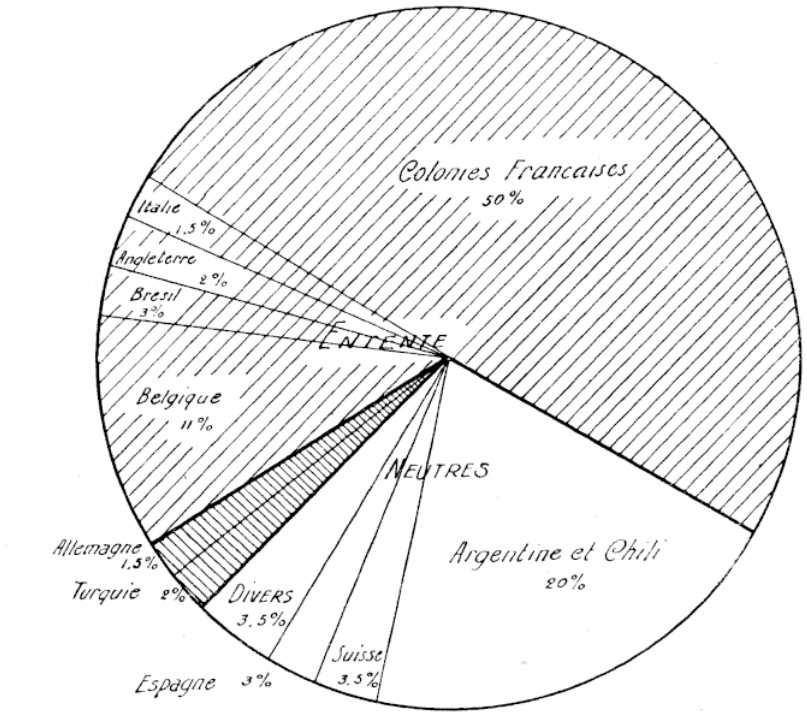
PRODUITS.	PAYS.	POURCENTAGE.	PRODUITS.	PAYS.	POURCENTAGE.
Ouvrages en fonte moulée.	Colonies françaises	50 p. 100	Pièces de machines.	Colonies	34 p. 100
	Argentine et Chili	20 —		Argentine et Brésil	6 —
	Belgique	11 —		Belgique	19 —
	Allemagne	1.5 —		Allemagne	4 —
	Pays divers	17.5 —		Espagne	12 —
				Angleterre	10 —
				Italie	4 —
				Divers	11 —

Nos clients étaient donc nos colonies et l'Amérique du Sud, avec la Belgique, notre exportation dans les autres pays se répartissant par petits tonnages.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A ces transactions, il faut ajouter les admissions temporaires qui ont été en 1911 et 1912, pour les ouvrages de fonte moulée, non tournée, ni polie:

Exportations : 35.332 Tonnes.



Echelle pr. 180 Tonnes

Importations 15.364 Tonnes

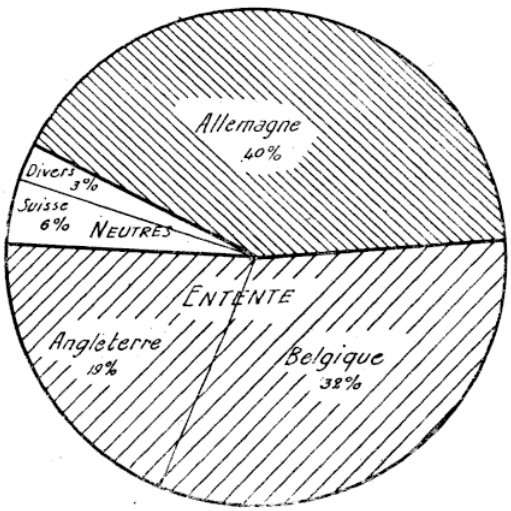


Fig. 43. — Ouvrages en fonte moulée. — Importations et exportations en 1913.

ANNÉES.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
1911	147	40,000
1912	191	53,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

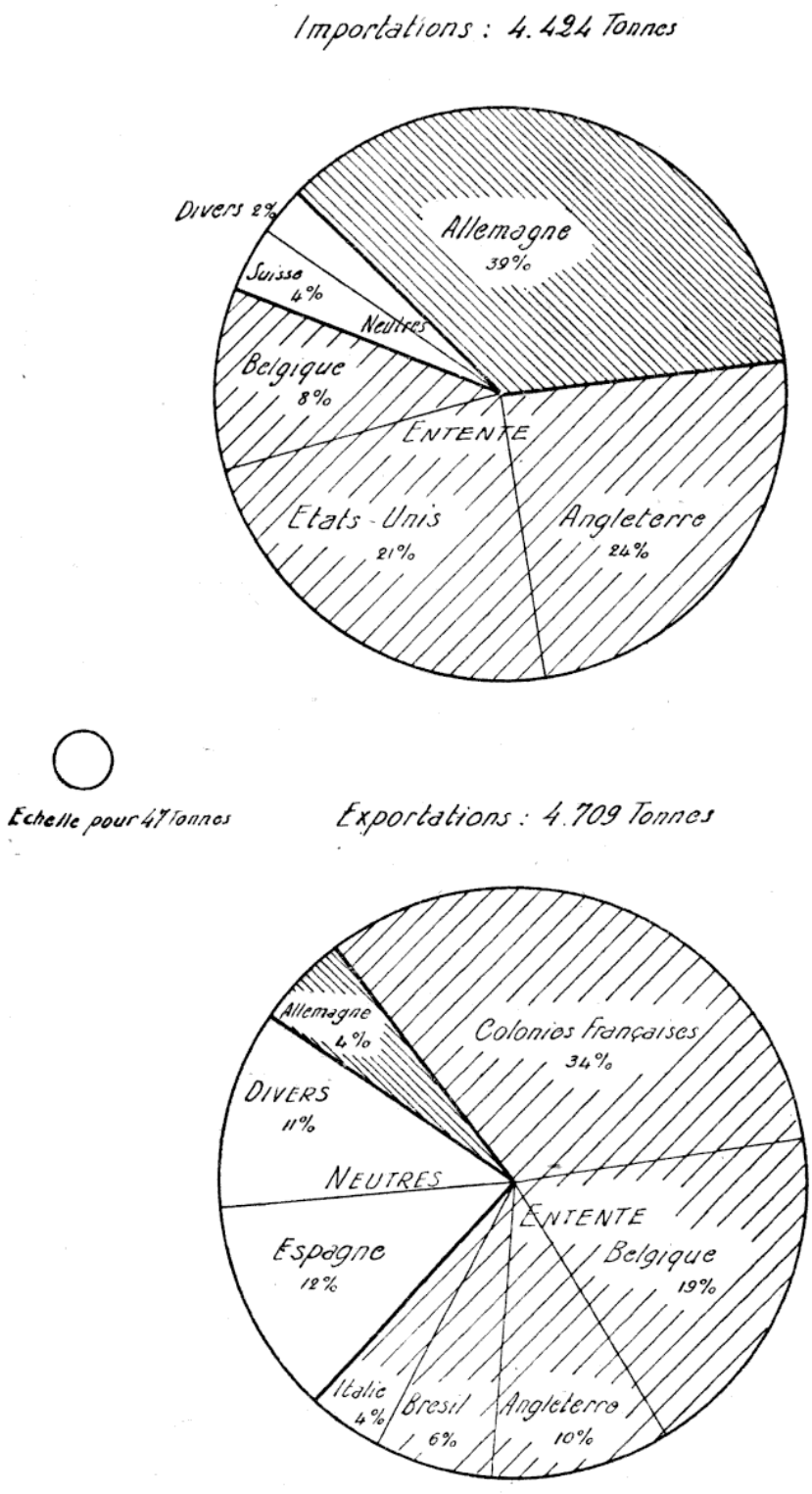


Fig. 44. — Pièces détachées de machines ou de transmission en fonte moulée. Importations et exportations en 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la fonte de moulage, les admissions temporaires sont résumées dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION.	FONTE DE MOULAGE. QUANTITÉS. 1911.	QUANTITÉS. 1912.	QUANTITÉS. 1913.	VALEURS. 1911.	VALEURS. 1912.	VALEURS. 1913.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	francs.	francs.	francs.
Fonte de moulage pour confection de pièces de machines	7,361	5,900	10,914	644,000	546,000	900,000
Fonte brute de moulage	87,674	88,823	112,266	7,671,000	8,216,000	9,262,000
TOTAL	95,035	94,723	123,180	8,315,000	8,762,000	10,162,000
Provenance.						
Grande-Bretagne	64,245	50,402	72,674	"	"	"
Allemagne	15,186	33,072	34,890	"	"	"
Belgique	5,345	2,226	3,140	"	"	"
Suède	2,160	2,184	1,024	"	"	"
Autres pays	736	938	538	"	"	"

On voit que les importations temporaires de fonte de moulage vont en croissant. La Grande-Bretagne principalement et l'Allemagne nous envoyaient de grosses quantités de fonte brute de moulage renvoyées dans ces pays sous forme de produits finis. Cette constatation fait honneur à notre industrie de moulage de fonte.

La France a donc importé, en 1913, 123,200 tonnes (comprenant presque uniquement des fontes hématites de qualité) sous le régime de l'admission temporaire.

La consommation française peut être évaluée ainsi :

	TONNES EN 1913.
Production	953,683
Exportation [1]	60,000
Consommation française d'avant-guerre	893,683

Les moulages de fonte se faisaient, en 1915, dans un grand nombre d'usines; 61 producteurs adhéraient au Comité des Forges de France et se répartissaient ainsi [2] :

	USINES.
Est	26
Nord	11
Loire et Savoie	10
Centre	7
Sud-Ouest	4
Midi	1
Ouest	1
Région parisienne	1

[1] La France a exporté en 1913 environ 60,000 tonnes de fonte de moulage phosphoreuse, dont environ 50,000 tonnes en Belgique et 10,000 tonnes en Suisse.

[2] Annuaire du Comité des Forges de France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les principales usines se trouvaient à Auboué, Foug, Fumel, Hussigny, Isbergues (Pas-de-Calais), Longwy, Maxéville, Montluçon, Pont-à-Mousson, Saulnes, Villerupt, etc.

On voit la place importante prise par le Nord et l'Est dans cette industrie; ces régions à elles seules possédant plus d'usines que dans tout le reste de la France.

Situation pendant la guerre. — La situation des usines en France montre combien la guerre a frappé cette industrie.

Dès 1915, nos importations d'ouvrages en fonte moulée passaient de 7,032 tonnes à 14,248 tonnes, pour arriver à 31,670 tonnes en 1917, ayant une valeur de 19,387,000 francs.

Elles avaient donc plus que quadruplé pendant que nos exportations tombaient à 2,032 tonnes. Parmi les usines à peu près complètement détruites et à reconstruire, citons une partie de celles de Pont-à-Mousson, restées pendant presque toute la guerre sur la ligne de feu; celles d'Auboué, de Longwy, etc.

Pendant la guerre, toute la production de la Meurthe-et-Moselle en fonte de moulage a cessé; seules, l'usine de Maxéville, près Nancy (production 60,000 tonnes), et l'usine d'Isbergues (Pas-de-Calais) [77,000 tonnes] ont cependant fonctionné, avec les usines de Montluçon et de Fumel, de Givors, du Boucau et quelques autres.

Quant aux usines productrices de fontes moulées, elles ont toutes travaillé pour les fabrications de guerre et en particulier pour la fabrication de la fonte aciérée.

A signaler que toutes les usines situées en pays envahis ou sur la ligne de feu ont été pour ainsi dire anéanties par pillage ou démolition, sauf les usines de la Société d'Auberives et Villerupt, dans lesquelles les intérêts allemands étaient, si nous sommes bien informés, largement représentés, et qui sont restées intactes.

Le seul centre nouveau créé en France pendant la guerre est situé à Saint-Étienne-de-Rouvray, dans la Seine-Inférieure (Société de Pont-à-Mousson), qui a fabriqué de la fonte aciérée.

Situation après la guerre. — Il semble que la production de la fonte de moulage puisse reprendre assez rapidement. Cependant certains hauts fourneaux sont complètement démolis et devront être reconstruits rapidement.

Beaucoup d'ateliers de fonderie ont été anéantis; la machinerie a été détruite en Meurthe-et-Moselle et dans le Nord.

Il y aura donc une période de très faible production. Mais il y a à tenir compte de l'appoint fourni au pays par le retour de l'Alsace-Lorraine.

La production de ces fonderies a été évaluée, pour 1913 [1], à :

Alsace-Lorraine	92,000 tonnes.
Sarre [2]	172,000 —
Total	264,000 tonnes.

La consommation de l'Alsace-Lorraine et de la Sarre, calculée au taux de l'Allemagne en 1913

[1] M. Barbançon. Étude sur la métallurgie du fer en France et en Belgique après la guerre.

[2] A signaler dans la Sarre l'usine de Braybach produisant 150,000 tonnes de fonte en tuyaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(50 kilogr. par habitant) et sur 2,380,000 habitants (1,815,000 pour l'Alsace-Lorraine et 565,000 pour la Sarre), est de :

119,000 tonnes.

Reste donc un excédent de 145,000 tonnes de pièces moulées qui seront d'un précieux secours pour la consommation française.

D'un autre côté, l'Alsace-Lorraine et la Sarre ont une production de fonte de moulage qui a été évaluée à 739,000 tonnes [1].

Retranchant la consommation des fonderies (264,000 tonnes), il reste en fonte de moulage brute : 475,000 tonnes d'appoint fourni par l'Alsace-Lorraine-Sarre.

Nous pouvons résumer la situation d'après-guerre par les chiffres suivants :

	TONNES.
Production française d'avant-guerre	954,000
Augmentation à prévoir (Rouen) [1]	100,000
Apport Alsace-Lorraine-Sarre	475,000
	1,529,000
Consommation française d'avant-guerre	894,000
Reste	635,000

qui devront être écoulées en exportation.

La situation d'après-guerre se présente donc sous un jour des plus favorables.

Nous aurons pour ainsi dire le monopole des fontes de moulage phosphoreuses, et il nous sera facile de supplanter complètement l'Allemagne dans le marché d'exportation.

Quant aux moulages de fonte proprement dits, c'était déjà avant la guerre une industrie florissante, caractérisée par ce fait qu'elle était exportatrice, surtout en tuyaux, poterie de fonte et fonte d'art.

Le développement de nos colonies d'une part, de l'industrie de l'autre (chauffage central, machinerie agricole, etc., etc. . .) doit nous procurer de splendides débouchés aussi bien en France qu'à l'étranger.

B. LES RAILS.

Les gros rails de chemins de fer, dont la longueur croît de plus en plus et atteint couramment actuellement 21 mètres, sont des produits de laminage, à partir de blooms pesant jusqu'à 3,500 kilogrammes. L'opération se fait en une seule chaude.

Le rail, après avoir été laminé, est coupé, dressé et percé. Il constitue un produit fini de forge d'un tonnage et d'une valeur considérables, comme nous le verrons par la suite.

Il se fabrique pour ainsi dire exclusivement en acier.

---

[1] Pinot. La métallurgie à l'après-guerre, page 51. Extrait du Bulletin de la Société de l'Industrie minérale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SITUATION À L'AVANT-GUERRE. — A. *Situation mondiale.* — Le tableau ci-dessous et les courbes des figures donnent la production de rails dans les principaux pays depuis 1870 [1].

PRODUCTION DE RAILS DANS LES PRINCIPAUX PAYS.

ANNÉES.	FRANCE.		ALLEMAGNE ET LUXEMBOURG.		ÉTATS-UNIS.			GRANDE-BRETAGNE.		BELGIQUE.
	FER.	ACIER.	FER.	ACIER.						
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.			tonnes.		tonnes.
1875.....	119,384	178,368	496,481	//	718,673			//		102,954
1880.....	42,325	279,498	56,566	424,462	1,325,637			[2] 744,379		[1] 61,678
1885.....	44,735	355,550	23,632	422,349	992,267			[2] 717,640		83,909
1890.....	388	176,497	11,231	559,746	1,914,810			[2] 1,035,562		123,540
1895.....	214	152,394	1,493	493,855	1,326,575			[2] 613,795		122,782
1900.....	627	278,194	18,867	903,107	2,423,016			[2] 771,735		134,821
					BESSEMER.	MARTIN.	FER.	BESSEMER.	MARTIN.	
					tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	
1905.....	//	303,475	2,036	963,816	3,188,675	183,264	318	951,552	108,953	241,640
1910.....	//	498,467	1,966	1,242,030	1,884,442	1,751,359	230	711,915	235,691	347,890
1911.....	//	577,600	1,360,142		1,138,633	1,676,923	7,324	583,490	253,035	337,520
1912.....	//	516,728	1,928,824		1,099,926	2,105,144	122,845	[3] 507,920	221,100	339,060

[1] Rails en fer seulement pour cette année 1880.
[2] En acier Bessemer seulement, la production totale étant donnée de façon irrégulière.
[3] A ces chiffres doivent être ajoutées les quantités d'éclisses et de traverses comptées les années précédentes, soit 115,822 tonnes dont la distinction en Bessemer et Martin n'est pas faite dans les statistiques.

Nous indiquons ci-dessous les exportations des principaux pays en tonnes :

EXPORTATION DES RAILS DES PRINCIPAUX PAYS.

ANNÉES.	FRANCE.	ALLEMAGNE.	ÉTATS-UNIS.	GRANDE-BRETAGNE.	BELGIQUE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1875.....	8,539	122,224	[1] 1,229	?	[1] 60,398
1880.....	3,449	230,204	973	613,543	[1] 28,169
1885.....	10,841	164,799	7,878	725,454	[1] 10,185
1890.....	43,635	130,837	17,212	?	[1] 12,853
1895.....	12,508	116,627	15,843	380,171	86,353
1900.....	11,358	155,656	367,278	379,808	64,275
1905.....	63,411	284,755	299,641	555,199	133,331
1910.....	58,213	515,722	353,180	485,693	165,526
1911.....	75,103	520,151	420,874	493,396	170,761
1912.....	47,351	523,218	446,473	591,034	172,882
1913.....	75,689	500,835	460,553	714,335	164,584

[1] Pour les rails en fer seulement.

[1] Circulaires du Comité des Forges de France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le premier tableau nous montre immédiatement la place considérable prise par l'acier dans la fabrication des rails. En France, depuis 1900, on n'a pour ainsi dire plus fabriqué de rails en fer.

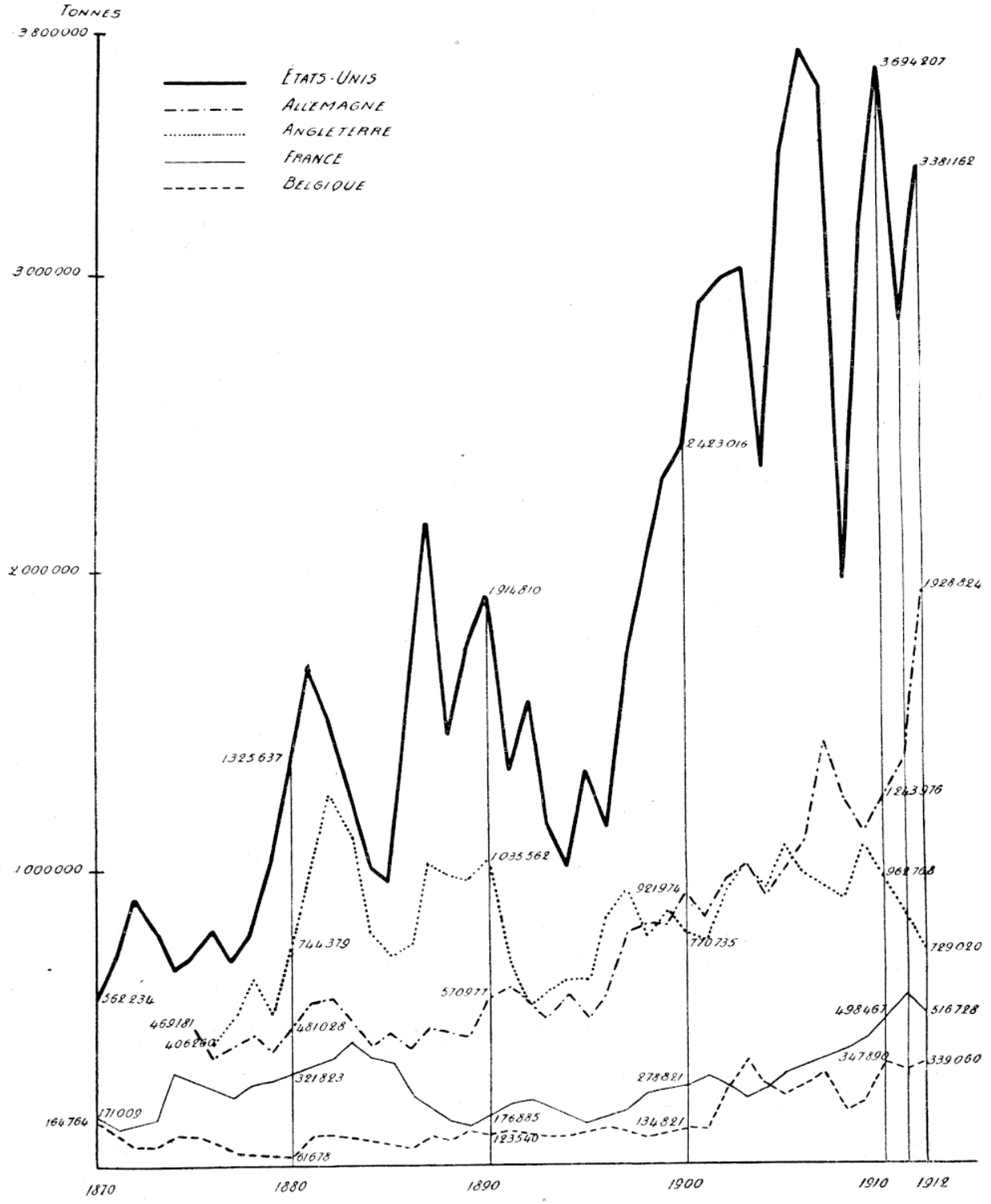


Fig. 45. — Production de rails dans les principaux pays depuis 1870.

Si l'Allemagne et les États-Unis continuent à fabriquer un faible tonnage de rails de fer, par contre l'Angleterre n'en fabrique plus. On peut dire que, sauf pour des fabrications toutes spéciales, le rail en fer a totalement disparu de la fabrication courante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

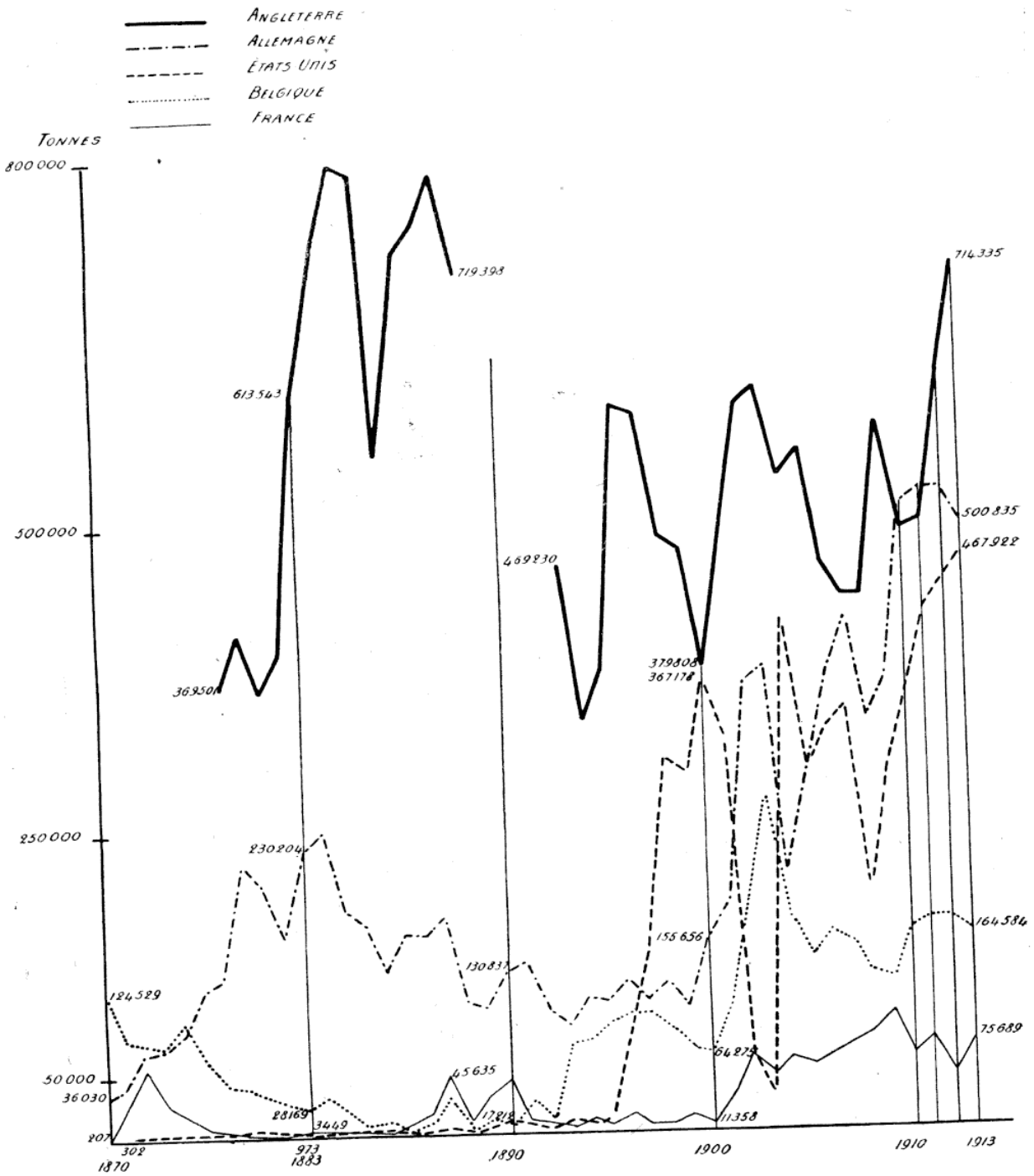


Fig. 46. — Exportation de rails dans les principaux pays depuis 1870.

La situation de 1912 est donc la suivante :

France	516,728 tonnes.
Allemagne et Luxembourg	1,928,824 —
États-Unis	3,327,915 —
Angleterre	844,842 —
Belgique	339,060 —
Autriche [1]	71,520 —
Russie [1]	760,000 —
Total	7,788,889 —

[1] TRIBOT-LASPIÈRE. *L'industrie de l'acier en France*. Vuibert et Cie, éditeurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Soit, en tenant compte des productions diverses, un total de 7,800,000 tonnes.

Le pourcentage de cette production est donné par le tableau suivant :

	P. 100.
France	6,6
Allemagne et Luxembourg	24,7
États-Unis	42,6
Angleterre	10,8
Belgique	4,4
Autriche	1,0
Russie	9,9

Ceci est représenté plus objectivement par le diagramme circulaire ci-dessous (fig. 47).

On voit l'importance considérable prise par les États-Unis et l'Allemagne dans la fabrication des rails. Mais examinons les courbes des exportations des différents pays, on voit que nous venons après

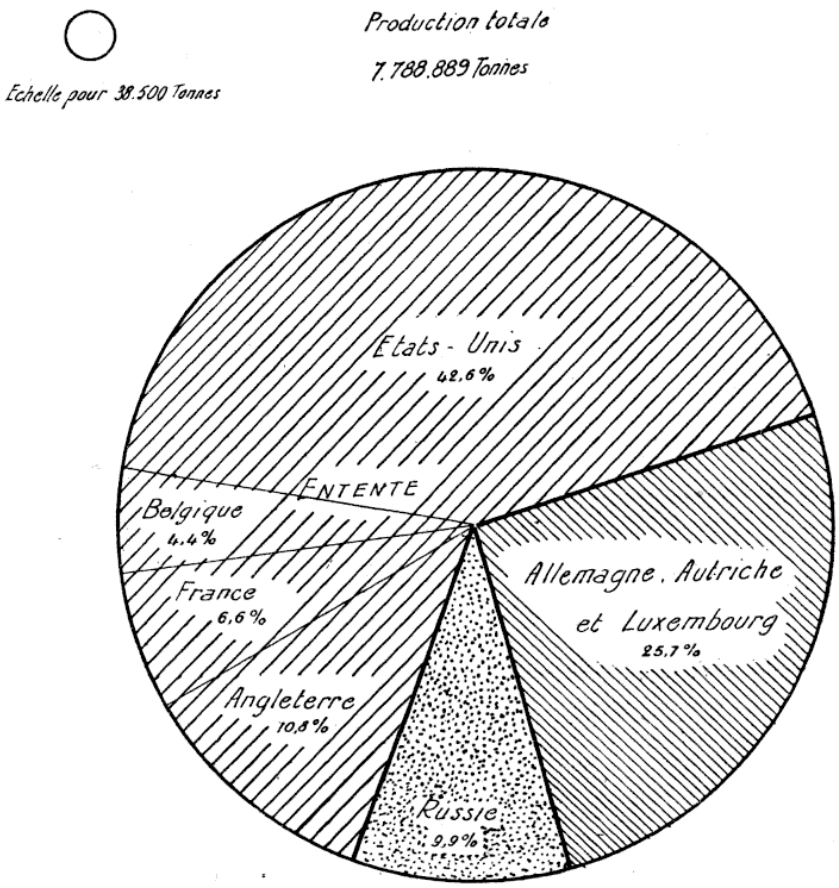


Fig. 47. — Rails (production mondiale en 1912).

la Grande-Bretagne, l'Allemagne, les États-Unis et même la Belgique, bien que, comme dans ces pays, nos exportations aient été en croissant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'ailleurs, des tableaux ci-dessous et des figures 45 et 46, nous pouvons déduire l'augmentation de la production et de l'exportation de ces pays, qui se traduit de la façon suivante (rapport des chiffres des années considérées) :

RAILS.

AUGMENTATION DE PRODUCTION ET D'EXPORTATION.

ANNÉES.	DÉSIGNATION.	FRANCE	ALLEMAGNE.	ÉTATS-UNIS.	GRANDE-BRETAGNE.	BELGIQUE.
De 1880 à 1912.....	Production.....	1,6	4,0	3,1	1,1	5,5
De 1880 à 1913.....	Exportation.....	21,4	11,2	511,6	1,1	58,5
De 1900 à 1912.....	Production.....	1,8	2,0	1,7	1,1	2,5
De 1900 à 1913.....	Exportation.....	6,8	1,2	1,2	1,9	2,5

Il ressort nettement de ce tableau que l'essor des États-Unis au point de vue des exportations, de 1880 à 1913, a été considérable.

Celui de la France a certes été important pendant la même période et, de 1900 à 1913, nous avons plus que sextuplé nos exportations de 1900; mais il reste encore un gros effort à faire pour atteindre la production des autres états.

Au point de vue des procédés de fabrication, les rails sont fabriqués au four Martin, au convertisseur Bessemer ou Thomas, suivant les pays ou les minerais traités. Parfois, on pratique un superaffinage au four électrique.

Voici la répartition par procédés des dernières années d'avant-guerre :

PAYS.	BESSEMER.	THOMAS.	MARTIN.	TOTAL.
États-Unis (1912).....	1,099,926	//	2,105,144	3,205,070
Angleterre (1912).....	507,920	//	221,100	729,020
France[1] (1913).....	58,464	369,542	33,067	461,073

[1] Chiffres de la Statistique de l'Industrie minérale.

Le tableau de la page 114, montre d'ailleurs que, d'une façon générale, le procédé Bessemer tend à céder la place au procédé Martin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. — *Situation de la France.* — La France fabrique presque exclusivement des rails en acier. Cependant, en 1912, elle préparait 1,468 tonnes de rails en fer et acier soudé, provenant exclusivement du département du Jura [1].

En 1913, la Statistique de l'Industrie minérale accuse une production totale de 6,205 tonnes de rails en fer et acier soudé, se répartissant ainsi, suivant le mode de fabrication.

Rails en fer (1913)..	Fer et acier puddlés	1,586 tonnes.
	Fer et acier obtenus par réchauffage de vieux fers, riblons, etc.	4,619 —
	TOTAL	6,205 —

Voici la provenance des rails en acier avec leur mode de fabrication (Statistique de l'Industrie minérale, 1913) :

DÉPARTEMENTS.	CONVERTISSEUR ACIDE.	CONVERTISSEUR BASIQUE.	FOUR MARTIN.	TOTAL.
Ardennes	//	24,622	//	24,622
Aveyron	//	16,551	161	16,712
Gard	28,978	//	10,901	39,879
Landes	29,486	//	//	29,486
Loire	//	//	404	404
Loire-Inférieure	//	4,882	9,322	14,204
Meurthe-et-Moselle	//	224,111	//	224,111
Nord	//	43,774	8,380	52,154
Pas-de-Calais	//	42,002	3,819	45,821
Saône-et-Loire	//	13,600	/	13,600
TOTAUX	58,464	369,542	33,067	461,073

On voit, par la dernière colonne verticale, que le département de Meurthe-et-Moselle est le gros producteur de rails français, entièrement fabriqués au convertisseur Thomas.

On note à nouveau ici combien le procédé acide tient peu de place dans notre production qui s'effectue pour la plus grosse partie au convertisseur Thomas et un peu au four Martin.

[1] Dans la même année, les États-Unis en fabriquaient 121,500 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

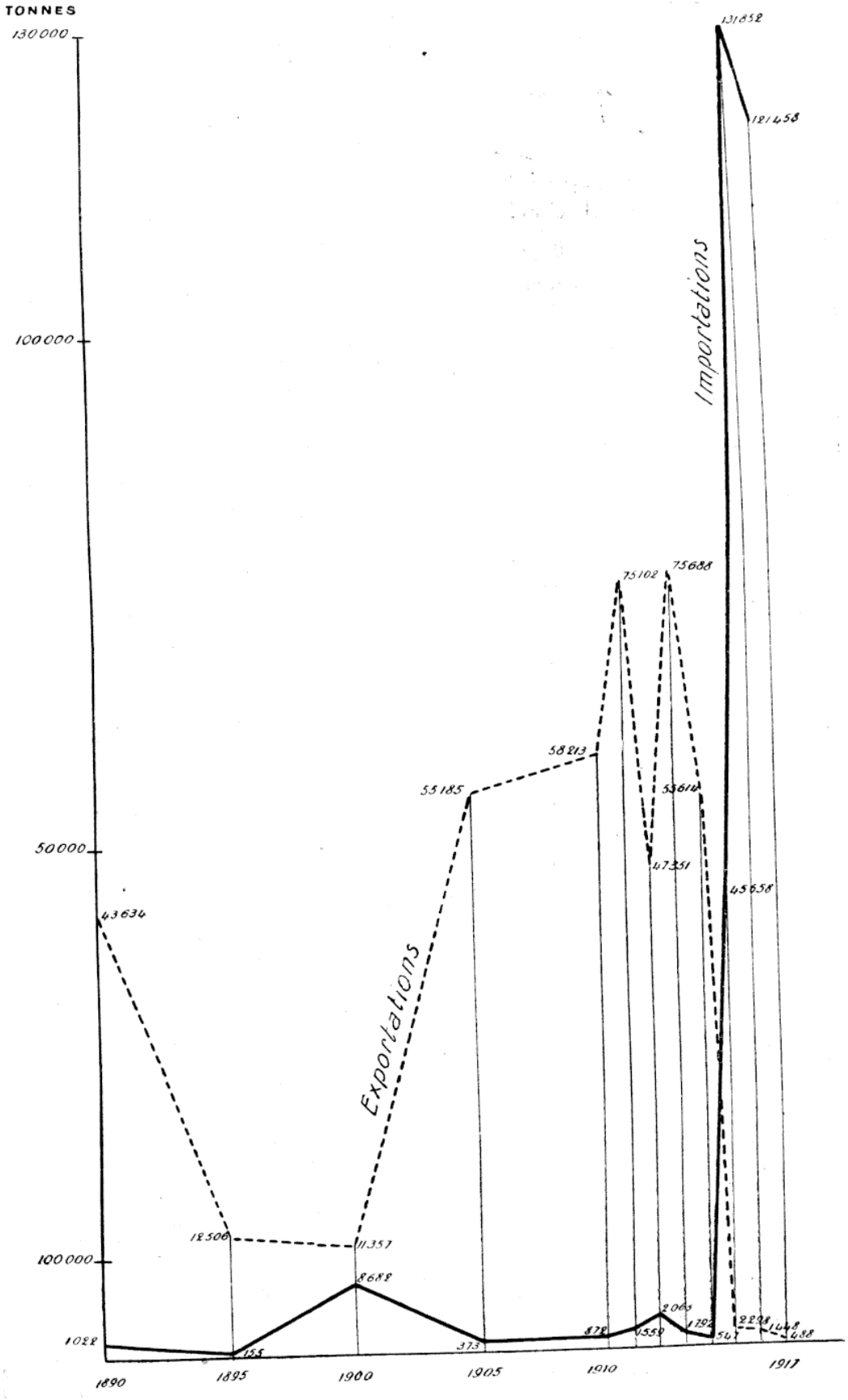


Fig. 48. — Rails de fer ou d'acier (Tonnage.).
Importations et exportations de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au point de vue de la répartition des usines, le tableau suivant donne par régions le nombre des centres producteurs affiliés au Comité des Forges de France [1].

		NOMBRE d'usines.
Gros rails	Nord	3
	Est	9
	Ouest	1
	Loire et Savoie	1
	Midi	1
	Sud-Ouest	2

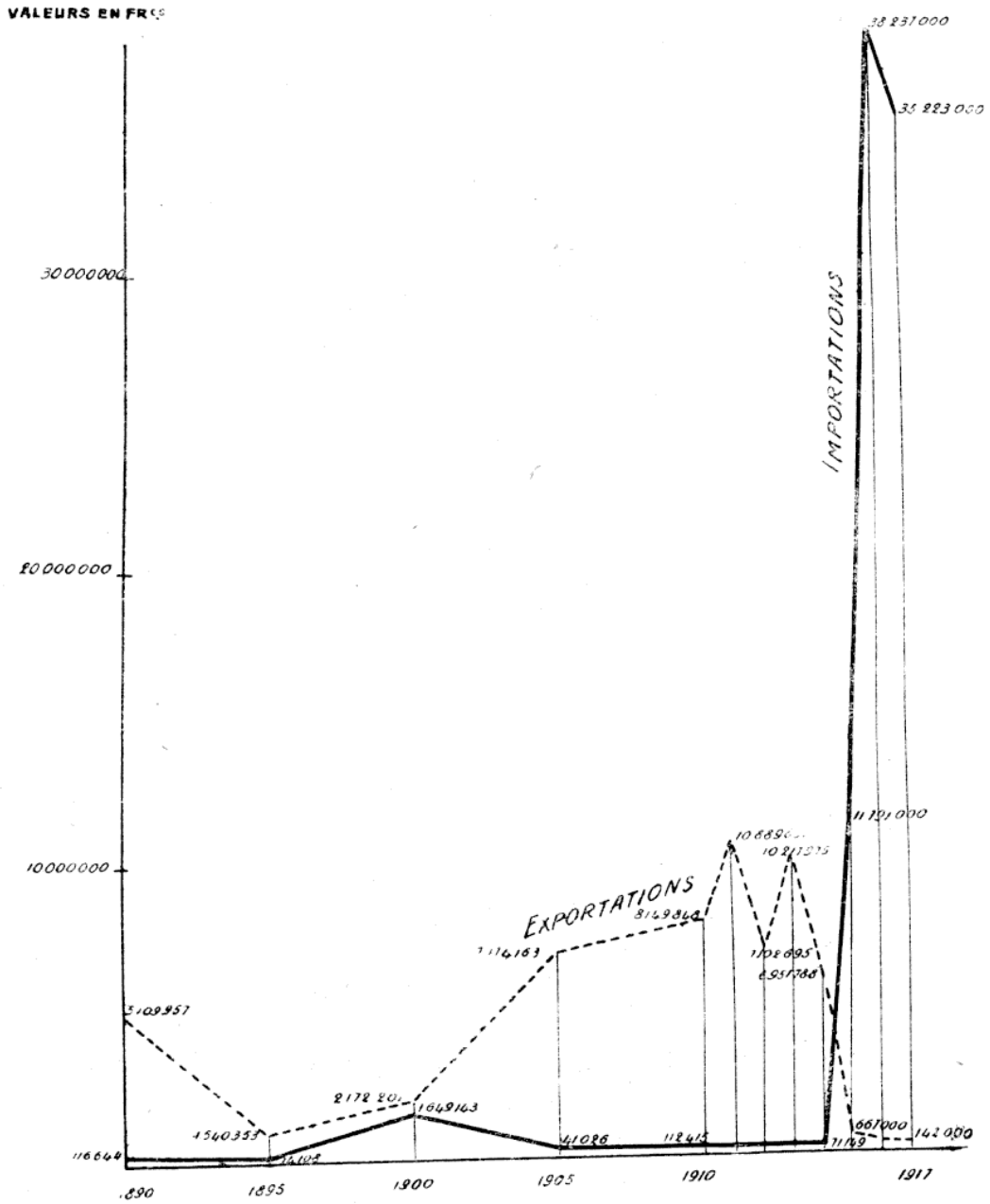


Fig. 49. — Rails de fer ou d'acier (valeurs en francs). Importations et exportations de 1890 à 1917.

[1] Annuaire du Comité des Forges de France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les figures 48 et 49 donnent les importations et exportations françaises depuis 1890 jusqu'en 1917.

On voit que, jusqu'en 1914, nos exportations étaient bien supérieures à nos importations, mais à partir de 1914 notre exportation devient de plus en plus faible pour tomber à 488 tonnes en 1917

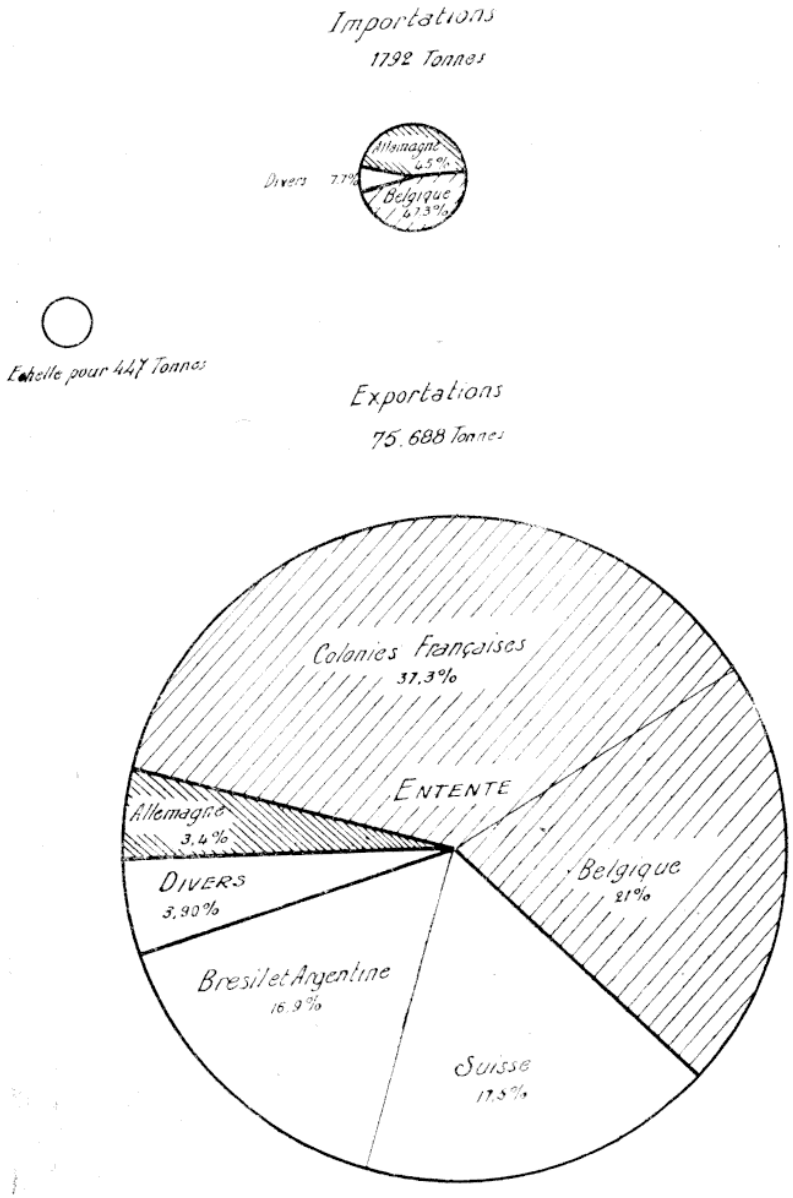


Fig. 50. — Rails de fer ou d'acier en 1917.

pendant que nos importations passent de 547 tonnes en 1914 à 121,458 tonnes en 1917 après avoir atteint un maximum de 131,852 tonnes en 1916, valant 38,237,000 francs.

La situation en 1913 était la suivante :

Production	461,073 tonnes.
Exportation	75,688 —
Importation	1,792 —

on en déduit la consommation : 387,177 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si nous étudions maintenant en détail les importations et exportations de 1913, nous pouvons les représenter par les diagrammes circulaires de la figure 50, traduction du tableau ci-dessous :

	IMPORTATIONS.			EXPORTATIONS.		
PAYS.	TONNES.	POURCENTAGE.	VALEUR.	TONNES.	POURCENTAGE.	VALEUR.
			francs.			francs.
Grande-Bretagne	//	//	//	220	0.29	//
Allemagne	815	45	//	2,610	3.4	//
Belgique	848	47 3	//	15,829	21	//
Suisse	//	//	//	13,299	17.5	//
Italie	//	//	//	446	0.58	//
Maroc	//	//	//	1,165	1.53	//
Brésil	//	//	//	11,844	15.6	//
Argentine	//	//	//	1,045	1.3	//
Colonies françaises	4	7 7	//	28,088	37.3	//
Divers	125		//	1,136	1.52	//
	1,792	100 0	241,988	75,688	100.0	10,217,975

C'est donc l'Allemagne et la Belgique qui nous importaient la presque totalité de nos rails.

Les principaux débouchés pour notre exportation étaient nos colonies et la Belgique (transit), avec la Suisse, pays peu producteur en fers et aciers, et le Brésil.

Situation pendant la guerre. — On n'a pas de renseignements sur l'influence de la guerre sur la production mondiale. Nous avons vu que nos importations avaient crû jusqu'en 1917 dans des proportions énormes, en provenance d'Amérique principalement.

L'armée a eu en effet des besoins considérables et il a fallu de plus reconstruire toutes nos voies ferrées abandonnées par l'ennemi lors de nos différentes offensives; nous avons dû avoir recours à l'étranger, notre production ayant baissé dans de fortes proportions, comme nous l'avons vu.

Situation après la guerre. — Notre production nationale va rester très faible pendant la période de reconstitution des régions envahies.

Mais nous allons avoir un appoint considérable donné par l'annexion de l'Alsace-Lorraine et éventuellement de la Sarre.

Voici, à titre documentaire[1], la production de ces régions, avec celles du Luxembourg et du Palatinat, en 1913, 1914 et 1915, en matériel de chemins de fer (rails, traverses, éclisses, selles).

DÉSIGNATION.	1913.	1914.	1915.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Sarre et Palatinat	332,261	208,957	172,437
Alsace-Lorraine	237,241	133,689	150,208
Luxembourg	116,954	76,121	86,595

[1] *Stahl und Eisen*, 1916.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le chiffre de l'Alsace-Lorraine pour 1913, comparé à notre chiffre de production pour la même année (461,073), montre suffisamment que, malgré la consommation propre de l'Alsace-Lorraine, la production totale sera bien supérieure à notre consommation (387,177).

Nous deviendrons donc dans l'avenir exportateurs, dans de beaucoup plus grandes proportions qu'avant la guerre, et il faudra assurer des débouchés à notre surproduction.

En ce qui concerne la nécessité de la standardisation des rails français, qui intéresse au premier chef l'avenir de notre industrie sidérurgique [1], nous rappellerons que cette importante question fait actuellement l'objet d'études très approfondies par les Commissions compétentes.

C. LES POUTRELLES.

Les poutrelles viennent au quatrième rang comme tonnage de production des produits finis, après les fers marchands, les tôles et les rails.

La vente des poutrelles en France est assurée presque exclusivement par le Comptoir des Poutrelles, fondé en 1896, société anonyme groupant 27 établissements. Cette société assure aux adhérents une alimentation régulière et recherche la réduction des prix de revient. Elle possède un bureau technique chargé d'étudier et de calculer les profils, de renseigner la clientèle et de mettre à jour un catalogue détaillé.

Les ventes ont été les suivantes pour les années :

1911	312,071 tonnes.
1912	392,152 —
1913	325,000 — [2]

La consommation des poutrelles par tête d'habitant est passée de 4 kilogr. 8 en 1908 à 9 kilogr. 6 en 1912, augmentant ainsi de 100 p. 100.

Cette consommation est encore très inférieure à celles des États-Unis, de l'Angleterre et de l'Allemagne, tous pays où la construction métallique est beaucoup plus développée qu'en France [2].

Situation avant la guerre. — Il est assez difficile d'évaluer la production mondiale des poutrelles, car dans certains pays les statistiques ne les séparent pas des autres fers marchands, et dans d'autres ces statistiques sont empreintes d'une certaine imprécision.

Toutefois, nous donnons ci-dessous quelques chiffres de production pour l'année 1912, qui pourront donner une idée de la production mondiale :

Production en 1912. [3]

Allemagne	1,693,000 tonnes	(poutrelles).
Angleterre	800,000 —	(poutrelles et fers de construction).
Belgique	213,000 —	(poutrelles).
États-Unis	2,891,536 —	(poutrelles et fers de construction).
Russie	291,900 —	(poutrelles).
Autriche	180,571 —	—
France [3]	491,075 —	—

[1] J. Carlioz. *La Sidérurgie.* Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures, page 51.

[2] Tribot-Laspière. *L'Industrie de l'acier en France,* Vuibert et Cie, éditeurs.

[3] *Statistique de l'Industrie minérale.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme pour tous les produits finis de la sidérurgie, on voit la place énorme prise par les États-Unis et l'Allemagne. Nous n'arrivons qu'au quatrième rang des pays producteurs. Notre production en 1912 s'est faite dans 11 départements, conformément au tableau ci-dessous :

	TONNES DE POUTRELLES.
Meurthe-et-Moselle	380,527
Nord	37,191
Saône-et-Loire	10,700
Pas-de-Calais	17,032
Loire-Inférieure	4,658
Aveyron	17,260
Gard	4.842
Oise	11,692
Suisse	606
Landes	5,857
Jura	710

Dans la même année étaient produites en France 10,674 tonnes de poutrelles et profilés divers en fer et acier soudé, mais dans ce chiffre, qui sera étudié dans le chapitre des fers marchands, les poutrelles n'entrent que pour une faible proportion.

Nous voyons donc que presque toute notre production de poutrelles vient du département de Meurthe-et-Moselle (plus de 77 p. 100).

C'est là que sont les grosses usines productrices. Les barres marchandes (dont les poutrelles) étaient fabriquées en 1912 en France dans un grand nombre d'usines dont 72 affiliées au Comité des Forges de France, savoir :

	NOMBRE D'USINES.
Nord	17
Région parisienne	4
Est	24
Ouest	2
Centre	4
Loire et Savoie	14
Midi	1
Sud-Ouest	6 [1]

Au point de vue procédés de fabrication, le tableau ci-dessous, tiré de la Statistique de l'Industrie minérale, donne le détail pour l'année 1913 en France :

PRODUCTION DES POUTRELLES EN 1913.

Procédé	Bessemer	400 tonnes.
	Thomas	362,801 —
	Martin	28,196 —
	TOTAL	391,397 —

On voit que presque toute la production est faite au convertisseur basique.

[1] Voici les principaux centres producteurs : Alais, Anzin, Boucau, Creusot, Decazeville, Denain, Doulaincourt, Fraisans, Frouard, Hautmont, Homécourt, Isbergues, Jouy, Longwy, Micheville, Maubeuge, Montataire, Neuves-Maisons, Pompey, Rehon, Trignac, Valenciennes, Vireux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la même année, la France produisait 11,482 tonnes de poutrelles et profilés en fer et acier soudé se répartissant ainsi :

Fer et acier puddlés	2,867 tonnes.
Réchauffage de fers et riblons	8,615 —
TOTAL	11,482 —

Voici, d'après la Statistique de l'Industrie minérale, le détail de la production française en 1913 :

DÉPARTEMENTS.	CONVERTISSEUR ACIDE Bessemer, Robert, etc.	CONVERTISSEUR BASIQUE Thomas.	FOUR MARTIN.	TOTAL.
Aveyron	//	15,832	777	16,609
Gard	//	//	4,167	4,167
Landes	400	//	1,032	1,432
Loire-Inférieure	//	2,903	1,975	4,878
Haute-Marne	//	2,800	//	2,800
Meurthe-et-Moselle	//	266,361	4,602	270,963
Nord	//	36,518	14,532	51,070
Oise	//	8,438	//	8,438
Pas-de-Calais	//	19,574	//	19,574
Saône-et-Loire	//	10,355	//	10,355
Seine	//	//	1,111	1,111
TOTAUX	400	362,801	28,196	391,397

Voici [1] à titre d'indication, les prix pratiqués en France pour la vente des poutrelles depuis 1896 à 1914 :

ANNÉES.	POUTRELLES. PRIX DE BASE du Comptoir aux marchands, franco wagon Paris.	ANNÉES.	POUTRELLES. PRIX DE BASE du Comptoir aux marchands, franco wagon Paris.
	fr. c.		fr. c.
1896	15 00	1906	17 84
1897	16 37	1907	18 50
1898	16 50	1908	17 50
1899	17 61	1909	18 25
1900	19 00	1910	16 25
1901	17 13	1911	16 50
1902	16 03	1912	17 91
1903	16 10	1913	18 50
1904	15 81	1914	17 75
1905	15 39		

[1] J. CARLIOZ. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures, décembre 1917, page 72.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Consommation française. — Voici quelques chiffres donnés par le Comptoir des Poutrelles. Il a été livré pour l'Intérieur et les Colonies :

1896			175,000 tonnes.
1912 (y compris un très faible tonnage pour l'exportation)			391,000 —
1913			324,000 —
1914 (jusqu'au 31 juillet)			210,000 —
1915	provenant d'usines	françaises	31,500 —
—	—	étrangères	3,600 —
1916	—	françaises	38,400 —
—	—	étrangères	3,300 —
1917	—	françaises	38,150 —
—	—	étrangères	540 —

Exportation et importation. — Les statistiques douanières n'isolant pas les poutrelles des autres produits laminés, il est assez difficile de donner les chiffres exacts du commerce d'importation et d'exportation.

Mais on peut dire [1], de façon générale, que les importations en poutrelles, depuis 1905, ont été absolument insignifiantes, en raison du jeu des accords qui existaient avant la guerre, et en vertu desquels les territoires de chaque participant étaient respectés.

Quant aux exportations, elles ont été les suivantes [1] :

1905	50,006 tonnes.
1906	39,552 —
1907	21,943 —
1908	48,228 —
1909	45,212 —
1910	58,505 —
1911	77,376 —
1912	82,852 —
1913	107,153 —

Avant la guerre, grâce à l'union étroite de la très grande majorité des producteurs, grâce au Comptoir, groupant toute la production de 23 firmes comprenant environ 27 usines, la production des poutrelles avait pris un certain essor en France. Au Comptoir des Poutrelles avait été adjointe une société annexe pour l'exportation.

Si la vente ne se développait pas davantage, c'est que l'emploi des fers dans la construction n'avait pas encore la place qui leur était due. L'éducation des constructeurs était poursuivie à ce point de vue par le Comptoir, agissant constamment par la propagande et par l'édition de catalogues très bien compris.

Situation pendant la guerre. — Aucune donnée sur la production mondiale.

En France, toute construction civile ayant été interdite, toute la production des poutrelles a été réglementée par le Ministère de l'Armement et réservée pour les besoins militaires.

Le prix moyen, qui était de 18 fr. 50 à 19 francs en 1913, est passé à la fin de 1918 à 90 francs

[1] Renseignements fournis par le « Comptoir sidérurgique de France ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(maximum atteint); sur les 23 firmes du Comptoir des Poutrelles, 14 n'ont, du fait de la guerre ou de l'invasion, donné aucune production.

Les autres ont intensifié leur fabrication.

Situation après la guerre. — La production des poutrelles, déjà suffisante avant la guerre pour les besoins français, va s'accroître de la production de l'Alsace-Lorraine.

Voici, à titre d'indication, les productions en poutrelles de 80 millimètres de haut et plus, de l'Alsace-Lorraine, du Luxembourg, de la Sarre et du Palatinat.

PAYS.	1913.	1914.	1915.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Alsace-Lorraine	268,034	207,751	124,469
Luxembourg	277,525	196,629	153,769
Sarre et Palatinat	328,442	278,971	130,750

La comparaison du chiffre de 1913 pour l'Alsace-Lorraine avec notre production en 1913, soit 391,000 tonnes, montre l'appoint formidable de production que nous donnera la seule annexion de ces provinces.

Nous deviendrons donc fortement exportateurs et le problème de l'écoulement de notre surproduction doit être étudié avec le plus grand soin.

D. FERS MARCHANDS ET PROFILÉS AUTRES QUE LES POUTRELLES.

On groupe sous cette dénomination les fers et aciers qui sont vendus dans le commerce sous forme de barres de longueur variable.

Le profil des barres est très variable : cornières, équerres, fers à ⊤ et à ⊔, demi-ronds, fers à châssis, à vitres : ronds, carrés, plats, rais pour roues, barreaux de grilles, fers à moulures, etc...

Les catalogues des usines donnent les profils qu'elles fabriquent; chacun nécessite un outillage spécial; les profils dont les dimensions n'entrent pas dans la fabrication courante des usines sont dits profils spéciaux.

Les aciers marchands sont fabriqués en acier Bessemer, Thomas, Martin, bien plus rarement en acier au creuset et au four électrique. Une quantité importante de fers marchands et profilés est fabriquée en fer ou acier soudé.

C'est ainsi qu'en 1913 il a été produit en France, en tonnes [1].

PRODUITS FINIS.	FER ET ACIER SOUDÉS.	ACIER MÉTAL FONDU.	TOTAL.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Fers et aciers marchands	333,914	968,021	1,301,935
Poutrelles et profilés divers	11,482	585,877	597,359
Totaux	345,396	1,553,898	1,899,294

[1] *Statistique de l'Industrie minérale*, 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Soit 18 p. 100 de la production totale en fer et acier soudé et 82 p. 100 de la production totale en fer et acier (métal fondu).

Situation avant la guerre. — *Situation mondiale.* — Voici quelques chiffres donnant une idée de la production mondiale en fers marchands et profilés :

États-Unis [1] 1912 (profilés et produits marchands)	6,220,968 tonnes.
Allemagne [1] 1912 (aciers marchands)	4,031,000 —
Angleterre [1] 1911 (poutrelles et profilés) environ	800,000 —
Russie [1] 1912 (aciers marchands)	129,000 —
Belgique [2] 1912 (aciers marchands)	450,240 —
Autriche [1] 1912 (produits marchands)	516,445 —
France [3] 1913 (aciers marchands)	1,126,000 —
France [3] 1913 (fers marchands) [4]	444,492 —

Nous tenions donc, dans cette fabrication d'avant-guerre, une place fort honorable après les États-Unis et l'Allemagne, mais nous nous trouvons toutefois à une distance considérable de ces deux pays, due certainement au grand développement de leurs constructions métalliques.

Si nous considérons les exportations des États-Unis et de l'Allemagne en 1912, on trouve des chiffres plutôt faibles, comparés à la production [5].

EXPORTATIONS EN 1912.

États-Unis [5]	profilés	453,600 tonnes.
	fer en barres	66,000 —
	acier en barres, lingots, blooms billettes	299,500 —
	Total	819,100 tonnes.
Allemagne [5], feuillards profilés et produits marchands		839,838 tonnes.

Situation française. — Notre production, qui était en 1912 de 1,570,492 tonnes, s'est élevée en 1915 à 1,899,294 tonnes, dont le détail a été donné ci-dessus [6].

Si nous étudions en détail la production française en 1913, nous trouvons [6] les résultats suivants, exposés par les deux tableaux ci-après, le premier relatif au fer et acier soudé, le second à l'acier (métal fondu).

---

[1] Tribot-Laspière. *Industrie de l'acier en France.*

[2] Léon Guillet, *Les Industries métallurgiques à l'avant-guerre*, p. 206.

[3] *Statistique de l'Industrie minérale*, 1912.

[4] *Statistique de l'Industrie minérale*, p. 185.

[5] Léon Guillet. *Les Industries métallurgiques à l'avant-guerre*, pages 194 à 198.

[6] *Statistique de l'Industrie minérale*, 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Production par procédés et départements des fers et aciers marchands, et des poutrelles et profilés divers en France en 1913 (fer et acier soudés).

FER ET ACIER SOUDÉS.

DÉPARTEMENTS.	FERS ET ACIERS MARCHANDS			POUTRELLES ET PROFILÉS divers.	
	FERS ET ACIERS puddlés.	FERS ET ACIERS affinés au charbon de bois.	RÉCHAUFFAGE de vieux fers et ribblons.	FERS ET ACIERS puddlés.	RÉCHAUFFAGE de vieux fers et ribblons.
Ardennes	14,570	//	13,598	//	//
Ariège	4,470	//	3,455	//	//
Aube	2,751	//	3,100	//	//
Bouches-du-Rhône	//	//	800	//	//
Côte-d'Or	//	//	//	//	177
Dordogne	//	//	2,600	//	//
Doubs	//	3,310	2,278	//	//
Eure	//	//	10,945	//	//
Isère	509	//	5,000	//	//
Jura	1,367	//	//	//	//
Landes	102	239	//	//	//
Loire	3,535	//	7,692	//	//
Haute-Marne	16,645	//	2,122	//	3,712
Meurthe-et-Moselle	12,312	//	//	//	//
Nièvre	1,571	//	39	//	//
Nord	73,678	//	98,667	2,867	605
Pyrénées-Orientales	18	//	//	//	//
Saône-et-Loire	4,055	//	//	//	//
Haute-Savoie	//	//	2,150	//	//
Seine	//	//	8,885	//	4,121
Seine-et-Oise	//	//	2,062	//	//
Somme	2,014	//	//	//	//
Tarn	921	//	//	//	//
TOTAUX	166,518	3,349	164,047	2,867	8,615
	333,914 tonnes.			11,482 tonnes.	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Production par procédés et départements des aciers marchands et des profilés autres que les poutrelles, en acier (métal fondu), en France en 1913.

DÉPARTEMENTS.	ACIERS MARCHANDS.						PROFILÉS AUTRES QUE LES POUTRELLES.				
	CONVERTISSEUR ACIDE.	CONVERTISSEUR BASIQUE.	FOUR MARTIN.	FOURS à creusets.	FOUR électrique.	TOTAL.	Convertisseur acides.	Convertisseur basique.	Four Martin.	Four à creusets.	Total.
Allier	"	13,734	9,109	185	177	23,205	"	"	475	"	475
Ardennes	"	36,000	32,096	"	"	68,096	"	"	"	"	"
Ariège	"	"	3,984	"	"	3,984	"	"	"	"	"
Aube	"	"	"	"	"	"	"	3,672	"	"	3,672
Aveyron	"	12,502	13,354	"	"	25,856	"	2,765	1,896	"	4,661
Bouches-du-Rhône	"	"	1,800	"	"	1,800	"	"	"	"	"
Côte-d'Or	"	"	"	55	"	55	"	"	"	"	"
Gard	107	"	28,746	"	"	28,853	"	"	"	"	"
Isère	"	"	2,414	"	"	2,414	"	"	"	"	"
Jura	"	"	2,154	"	"	2,154	"	"	461	"	461
Landes	4,700	"	5,500	"	"	10,200	2,000	"	2,500	"	4,500
Loire	"	2,115	43,356	5,350	"	50,821	"	400	443	80	923
Loire-Inférieure	"	1,687	6,981	"	"	8,668	"	1,515	11,870	"	13,385
Haute-Marne	"	37,370	22,225	"	"	59,595	"	"	"	"	"
Meurthe-et-Moselle	"	174,401	17,833	"	"	192,234	"	105,674	4,200	"	109,874
Nièvre	"	"	4,681	17	"	4,698	"	"	"	"	"
Nord	"	149,817	169,719	"	"	319,536	"	26,285	20,091	"	46,376
Oise	"	13,130	13,862	"	"	26,992	"	"	"	"	"
Pas-de-Calais	"	19,053	4,616	"	"	23,669	"	6,289	1,543	"	7,832
Belfort	"	"	5,008	"	"	5,008	"	"	"	"	"
Saône-et-Loire	"	65,890	25,970	184	"	92,044	"	"	"	"	"
Savoie	"	"	"	"	2,213	2,213	"	"	"	"	"
Seine	"	"	11,100	"	"	11,100	"	"	2,146	"	2,146
Somme	105	"	"	"	"	105	"	"	"	"	"
Tarn	"	"	2,793	643	1,235	4,671	"	"	"	"	"
Vosges	"	"	50	"	"	50	"	"	"	"	"
TOTAUX	4,912	525,699	427,351	6,434	3,625	*120.986*	2,000	146,000	45,800	80	*194,480*

17.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*Nous donnons ci-dessous, à titre d'indication, les cours des fers et aciers marchands en France, de 1896 à 1914[1], octroi non compris :

ANNÉES.	FERS ET ACIERS MARCHANDS. PRIX DE VENTE DES MARCHANDS DE PARIS aux consommateurs.	
	Fers.	Aciers.
	fr. c.	fr. c.
1896	15 19	//
1897	16 49	//
1898	16 02	//
1899	22 34	26 67
1900	26 17	27 36
1901	16 86	20 29
1902	16 17	19 11
1903	15 55	17 83
1904	15 06	15 68
1905	15 14	15 47
1906	19 89	20 19
1907	19 88	20 49
1908	17 66	18 81
1909	16 28	16 94
1910	16 90	17 64
1911	16 85	17 20
1912	20 77	20 37
1913	20 98	20 82
1914	18 05	17 98

Au point de vue du nombre d'usines par régions, l'*Annuaire du Comité des Forges de France* nous donne pour 1913 la répartition suivante des producteurs adhérents au Comité :

	PRODUCTEURS.
Nord	17
Est	24
Loire et Savoie	14
Sud-Ouest	6
Région parisienne	4
Ouest	2
Centre	4
Midi	1
TOTAL	72

En jetant un coup d'œil sur ces deux tableaux on voit immédiatement que presque tous les lingots servant à faire les fers marchands en acier soudé ont été fabriqués par puddlage ou par réchauffage de ribblons et de vieux fers, ces deux procédés produisant des quantités à peu près équivalentes. Le département gros producteur de produits marchands en fer est le Nord, qui fournit plus de la moitié de toute la production française.

Viennent ensuite les Ardennes et la Meurthe-et-Moselle.

En ce qui concerne les produits marchands en acier fondu, le Nord vient en tête avec une production de 365,912 tonnes, soit 30 p. 100 de la production totale de la France.

---

[1] J. CARLIOZ. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures, décembre 1917, page 72.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ensuite la Meurthe-et-Moselle avec un tonnage de 302,108 tonnes, soit de 25 p. 100 de la production totale.

Puis la Saône-et-Loire avec 92,044 tonnes.

Le reste de la production est réparti entre les Ardennes et 22 autres départements.

La grosse production de produits marchands est faite au convertisseur basique et au four Martin.

Les aciers de qualité sont fabriqués au four à creusets.

Une très petite proportion de métal est faite au four électrique et au convertisseur acide.

Exportations, importations. — Il est à peu près impossible de suivre la marche des importations

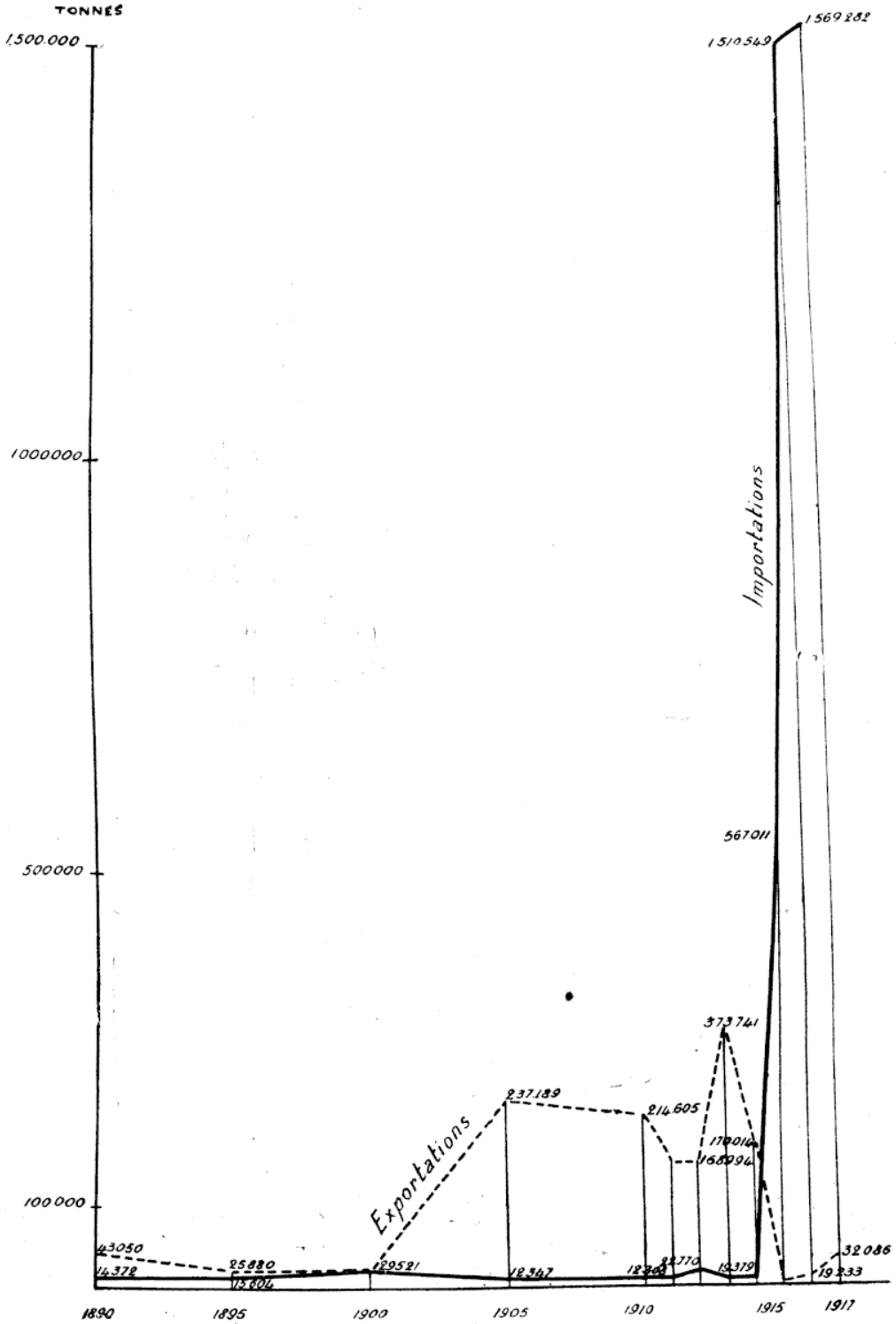


Fig. 51. — Fers et aciers laminés ou forgés en blooms, billettes et barres (Tonnage). Importation et exportation de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et exportations des produits marchands en France, ceux-ci étant compris, dans les statistiques douanières, dans la rubrique : fers et aciers laminés ou forgés en blooms, billettes et barres. Cependant, *à titre d'indication,* nous donnons ci-dessous les courbes d'importation et d'exportation tirées de ces statistiques pour les produits rentrant dans cette catégorie générale.

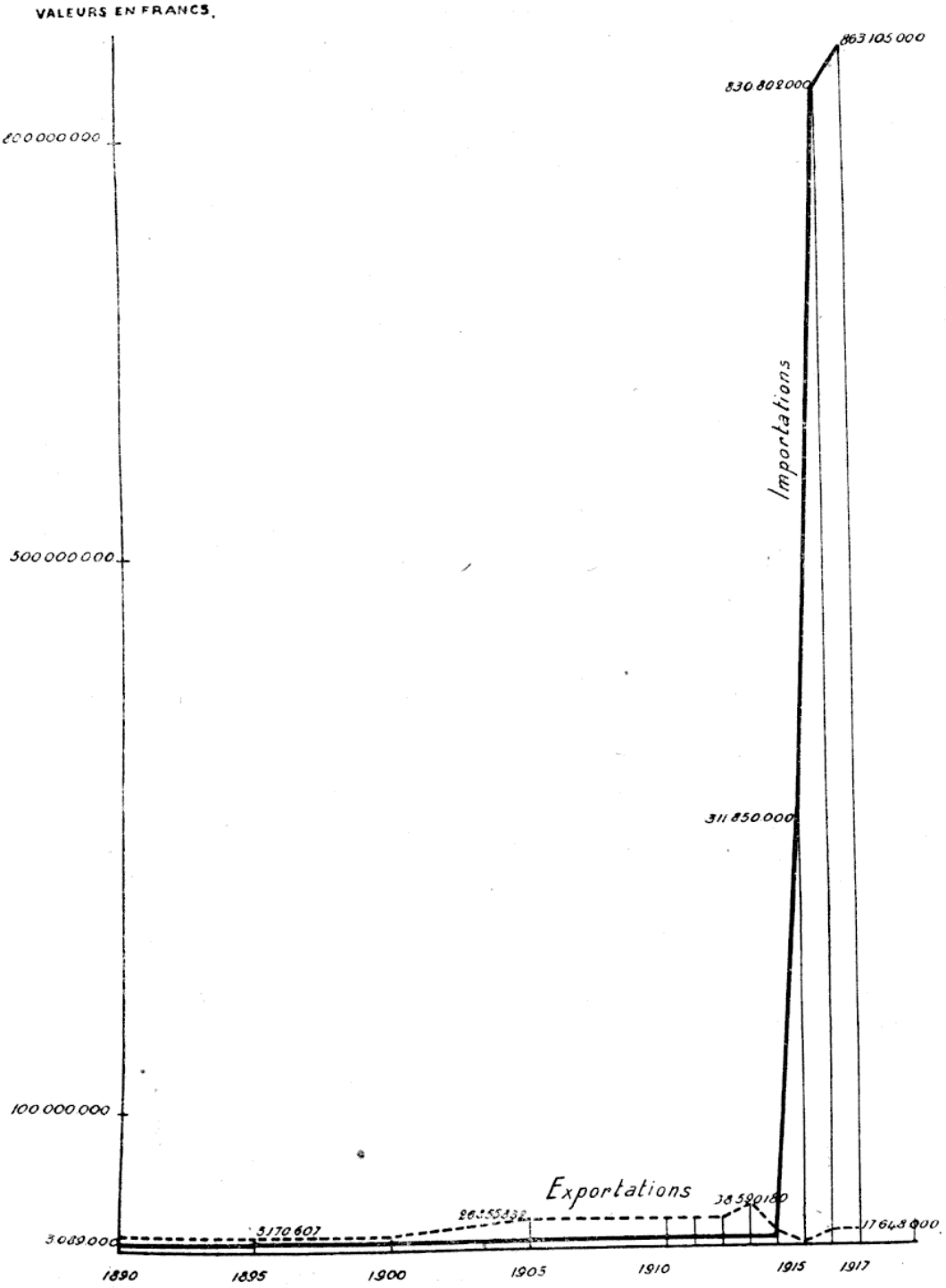


Fig. 52. — Fers et aciers laminés ou forgés en blooms, billettes et barres (Valeurs). — Importation et exportation de 1890 à 1917.

On y voit le développement considérable pris par les importations pendant la guerre; en 1913, elles étaient de 19,379 tonnes; en 1917 elles atteignent le chiffre colossal de 1,569,282 tonnes ayant une valeur de plus de 863 millions de francs.

Il est intéressant également de noter qu'avant la guerre nous étions exportateurs, et que nos exportations croissaient de façon intéressante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation après la guerre. — Les produits marchands forment le principal tonnage des produits finis du laminoir.

C'est dire que l'évolution de leur marché en France suivra de très près celle des aciéries.

Or, après la reconstitution des régions envahies, après la reconstruction des usines du Nord, des Ardennes et de Meurthe-et-Moselle, après l'annexion de l'Alsace et de la Lorraine, nous devons être, comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, le premier pays sidérurgique d'Europe.

La production des produits finis, en particulier des produits du laminoir, sera énorme.

A ce point de vue, le seul appoint de l'Alsace et de la Lorraine sera, si nous nous en tenons au chiffre de production de 1913, de 552,907 tonnes [1] duquel il faudrait, bien entendu, défalquer la consommation propre à l'Alsace-Lorraine. Avec la Sarre et le Palatinat, l'appoint serait de 1,035,120 tonnes.

Il faudra que les produits marchands, dont le tonnage sera des plus importants, trouvent un débouché. Nul doute que le développement industriel qui suivra de près la reconstruction des pays envahis ne le leur fournisse amplement, ainsi que le développement certain de la construction métallique.

Il est nécessaire d'unifier, autant que possible, les principaux profils.

On doit aussi souhaiter la création, pour les profilés, de comptoirs analogues à ceux déjà existants et qui ont rendu de signalés services aux producteurs et aux consommateurs [2].

E. LES TÔLES ET FEUILLARDS DE FER ET D'ACIER.

Les tôles de fer et d'acier se font d'épaisseurs variant de 1/4 de millimètre jusqu'à 35 ou 40 millimètres.

Les grandes aciéries ne fabriquent guère que celles dont l'épaisseur est supérieure à 2 millimètres. Les autres sont faites dans les usines spéciales (tôles minces).

Les tôles moyennes sont celles dont l'épaisseur varie de 2 à 2,99 millimètres les grosses tôles varient de 10 à 40 millimètres, les tôles épaisses sont celles dont l'épaisseur est supérieure à 3 millimètres.

Au point de vue qualité, on distingue les tôles fines (destinées plus spécialement aux chaudières) fabriquées en acier Martin, et les tôles ordinaires en acier Thomas.

Les larges-plats sont des tôles de grande longueur par rapport à la largeur, et sont utilisés en construction.

Voici, à titre d'indication, les prix moyens, par tonne, des tôles et larges-plats en 1911 [3] :

	TÔLES ET LARGES-PLATS.
Thomas	188f 56c la tonne.
Martin	223 15 —
Au creuset	1,300 00 —

Dans le tonnage des produits finis du laminoir, les tôles viennent en France au second rang, après les profilés et fers marchands. Leurs applications étant des plus variées, leur production et leur consommation, comme nous le verrons plus loin, sont énormes.

---

[1] *Statistique de l'Industrie minérale*, 1911.

[2] J. Carlioz. *Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures*, décembre 1917.

[3] *Statistique de l'Industrie minérale*, 1912 et 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation mondiale. — Les chiffres suivants donneront une idée de la production, de l'exportation et de l'importation des principaux pays en tôles de fer ou d'acier, bandes et feuillards :

PAYS.	ANNÉE.	PRODUCTION.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.
		tonnes.	tonnes.	tonnes.
États-Unis	1912	5,969,000 (1)	//	396,247 (2)
Allemagne	1912	2,471,000 (3)	//	471,423 (2)
Angleterre	1911	1,000,000 env. (1)	//	851,700 (4)
France	1912	586,422 (1)	44,268 (5)	20,000 (5)
Belgique	1912	?	?	195,404 (1)
Russie	1912	825,000 (1)	?	//
Autriche-Hongrie	1912	?	?	16,873 (2)
Suède	1912	?	16,600 (2)	2,200 (2).
Italie	1912	?	40,785 (2)	?

(1) Tribot-Laspière. *L'Industrie de l'acier en France* (extraits des Statistiques de l'Industrie minérale).
(2) L. Guillet. *Les Industries métallurgiques à l'avant-guerre* (Dunod).
(3) Y compris le fer-blanc.
(4) Dans ce chiffre entrent plus de 650,000 tonnes de tôles galvanisées et ondulées.
(5) Chiffres que nous avons établis (statistiques douanières, 1912) y compris les importations temporaires et réexportations.

On voit, d'après ces quelques chiffres que nous avons pu réunir, que nous venons au cinquième rang des pays producteurs de tôles.

Les États-Unis viennent en tête avec une production formidable et un chiffre d'exportation très faible en proportion de cette production.

De même l'Allemagne.

Cela donne une idée de la vie industrielle intense de ces deux pays, en 1912.

Il faut, par contre, remarquer le chiffre d'exportations de l'Angleterre par rapport aux autres nations. Il tient sans doute aux exportations pour la construction navale étrangère.

Situation particulière de la France. — Cependant, avant la guerre, la fabrication des tôles, larges-plats et feuillards était en légère augmentation :

Production en 1912 . . . . . 586,422 tonnes (1).
Production en 1913 . . . . . 600,383 — (1).

Voici pour ces deux années, la répartition du tonnage des tôles en fer et en acier (métal fondu).

ANNÉES.	FER ET ACIER SOUDÉ.	ACIER MÉTAL FONDU.	TOTAL.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1912	41,674	544,748	586,422
1913	27,233	573,150	600,383

(1) *Stahl und Eisen*, 18 mai 1916.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit qu'en l'espace d'une année la fabrication des tôles en fer a diminué de moitié, au profit de la fabrication des tôles d'acier.

Les tableaux suivants donnent la production par départements [1] en 1913, et par procédés de fabrication, pour les tôles de fer et pour les tôles d'acier.

1° TÔLES ET LARGES-PLATS DE FER ET ACIER SOUDÉS, PRODUCTION FRANÇAISE (1913).

DÉPARTEMENTS.	FER ET ACIER PUDDLÉS.	RÉCHAUFFAGE des VIEUX FERS, ribblons, etc.	TOTAL.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Ardennes	3,477	11,486	14,963
Côte-d'Or	//	975	975
Jura	360	1,080	1,440
Loire	//	179	179
Haute-Marne	6,429	//	6,429
Meurthe-et-Moselle	215	//	215
Nord	2,222	//	2,222
Saône-et-Loire	190	//	190
Vosges	//	620	620
TOTAL	12,893	14,340	27,233

2° TÔLES ET LARGES-PLATS EN ACIER (MÉTAL FONDU) EN 1913.

DÉPARTEMENTS.	CONVERTISSEUR		FOUR			TOTAL.
	ACIDE.	BASIQUE.	MARTIN.	À CREUSETS.	ÉLECTRIQUE.	
Nord	//	33,234	194,828	//	//	228,062
Meurthe-et-Moselle	//	62,245	22,548	//	//	84,793
Saône-et-Loire	//	32,160	32,887	//	//	65,047
Loire-Inférieure	//	355	55,250	//	//	55,605
Loire	//	668	34,462	219	//	35,349
Ardennes	2,464	16,303	8,876	//	//	27,643
Oise	//	16,585	4,867	//	//	21,452
Doubs	//	//	17,387	//	//	17,387
Morbihan	//	//	10,957	//	//	10,957
Aisne	//	//	7,000	//	//	7,000
Allier	//	//	4,233	//	//	4,233
Vosges	//	//	3,150	//	//	3,150
Haute-Saône	//	//	//	//	3,148 (1)	3,148
Aveyron	//	1,657	783	//	//	2,440
Haute-Savoie	//	1,080	//	//	//	1,080
Jura	//	//	636	//	//	636
Nièvre	//	//	424	//	//	424
TOTAL	2,464	164,287	403,032	219	3,148 (1)	573,150

(1) Four à réchauffer.

[1] *Statistique de l'Industrie minérale*, 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

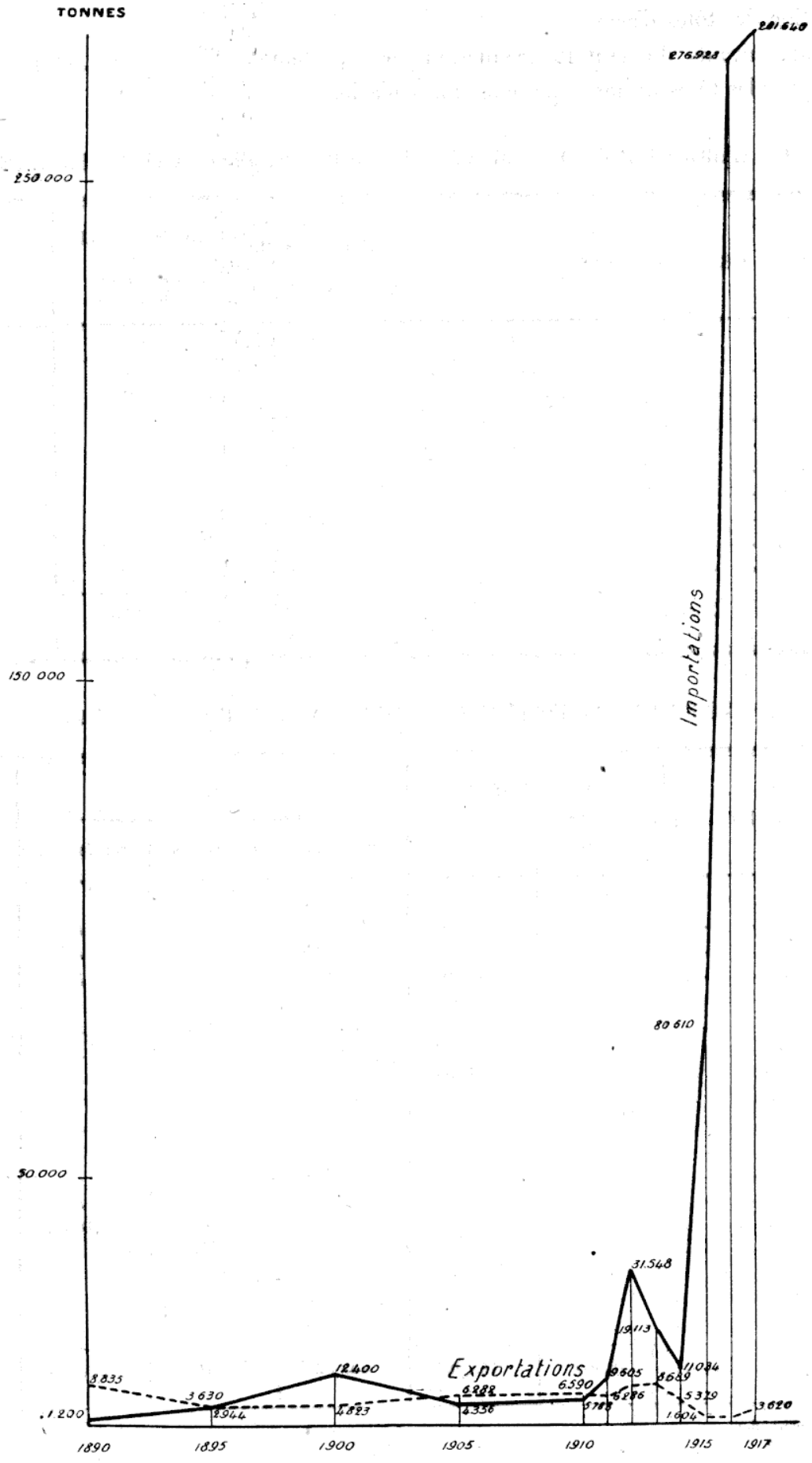


Fig. 53. — Tôles de fer ou d'acier. (Tonnage.) — Importations et exportations de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En examinant ces deux tableaux, on voit immédiatement que plus de la moitié de la production des tôles en fer vient des Ardennes et que les lingots servant à produire les tôles sont faits en France autant par puddlage que par réchauffage de ribblons.

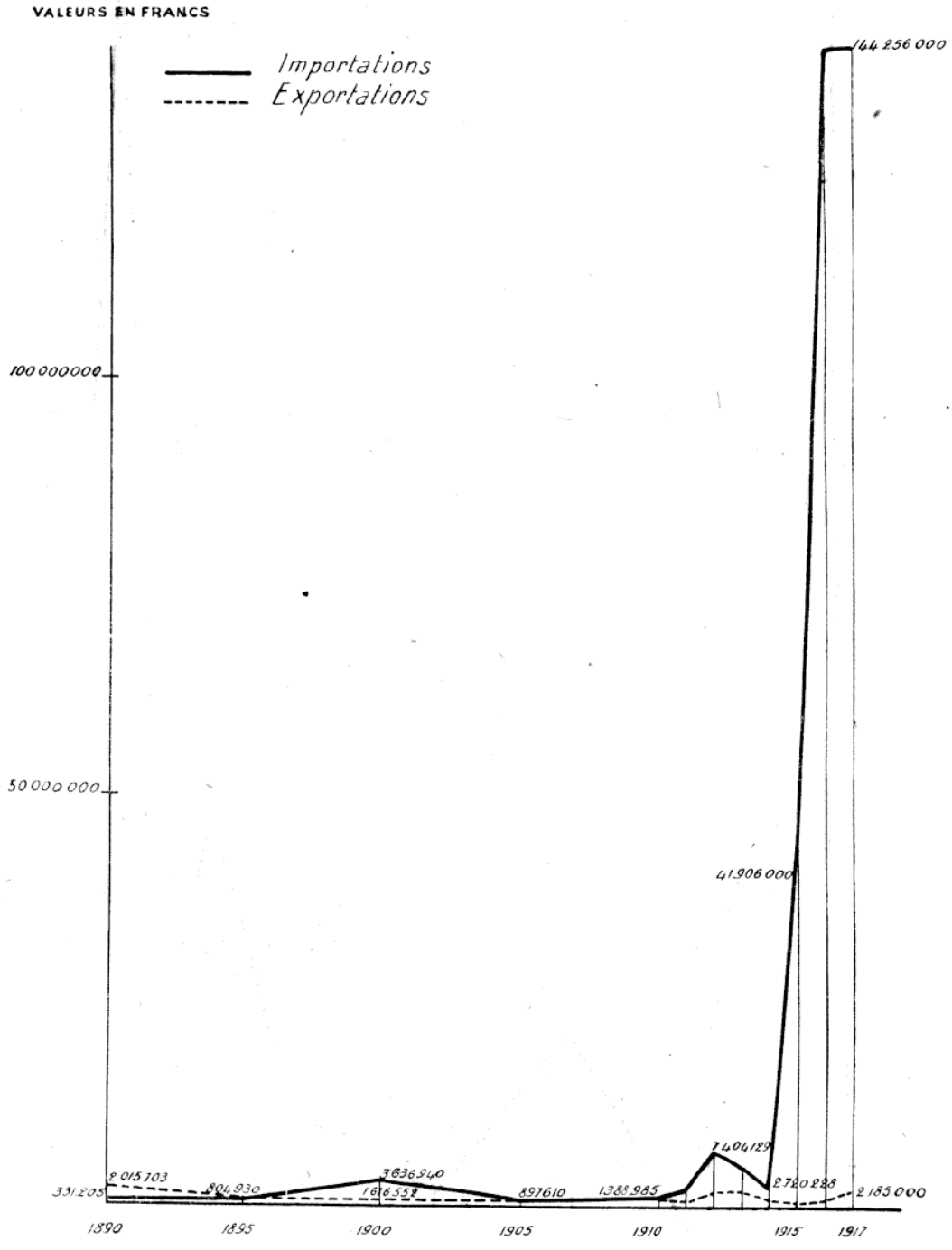


Fig. 54. — Tôles de fer ou d'acier. (Valeurs.) — Importations et exportations de 1890 à 1917.

En ce qui concerne les tôles d'acier, la plus grande partie, presque les 4/5 de la production totale, provient de lingots fabriqués au four Martin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

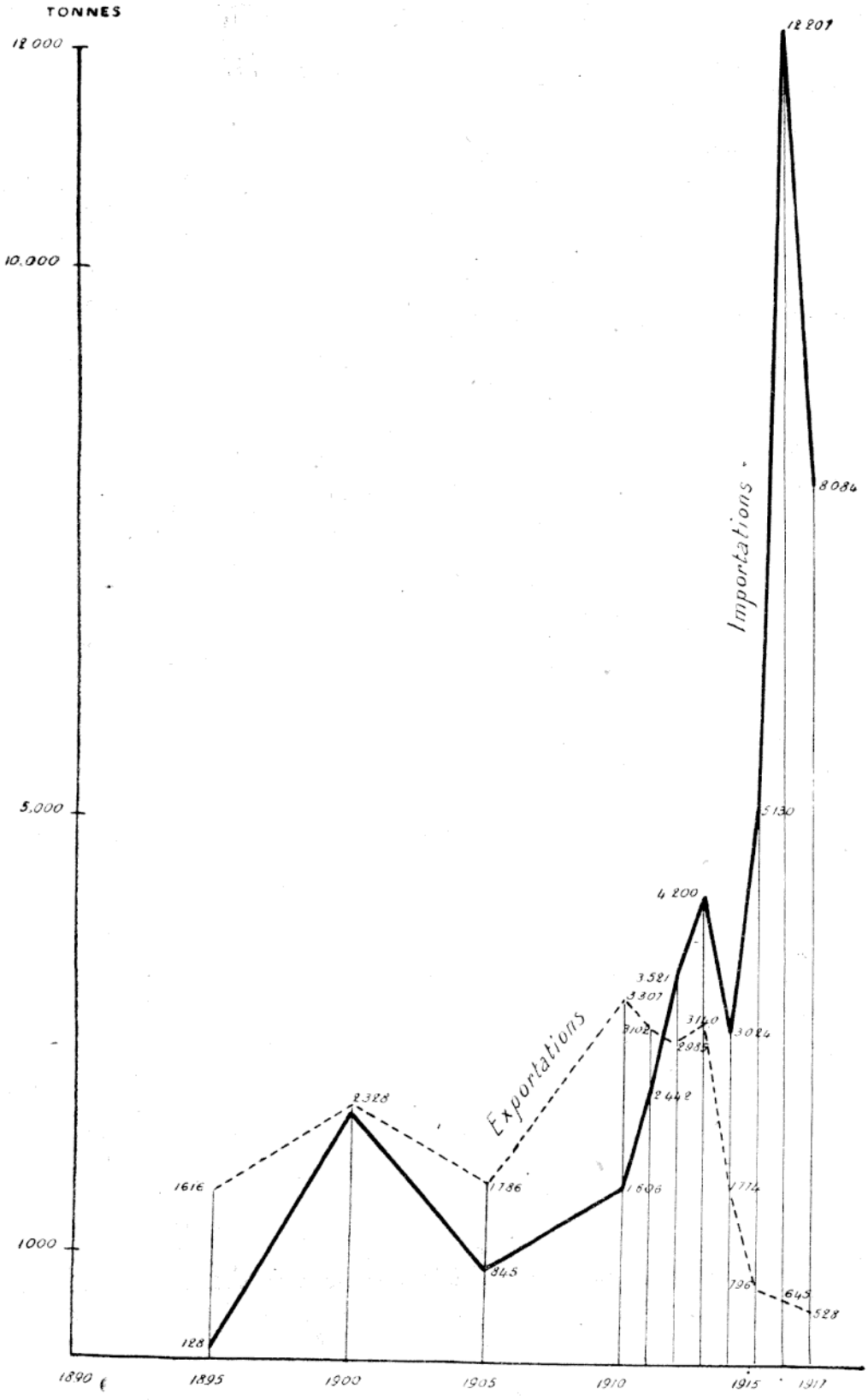


Fig. 55. — Feuillards. (Tonnage.) — Importations et exportations de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le département du Nord est le gros centre producteur, avec plus de 38 p. 100 de la production totale. Puis viennent la Meurthe-et-Moselle, la Saône-et-Loire et la Loire-Inférieure.

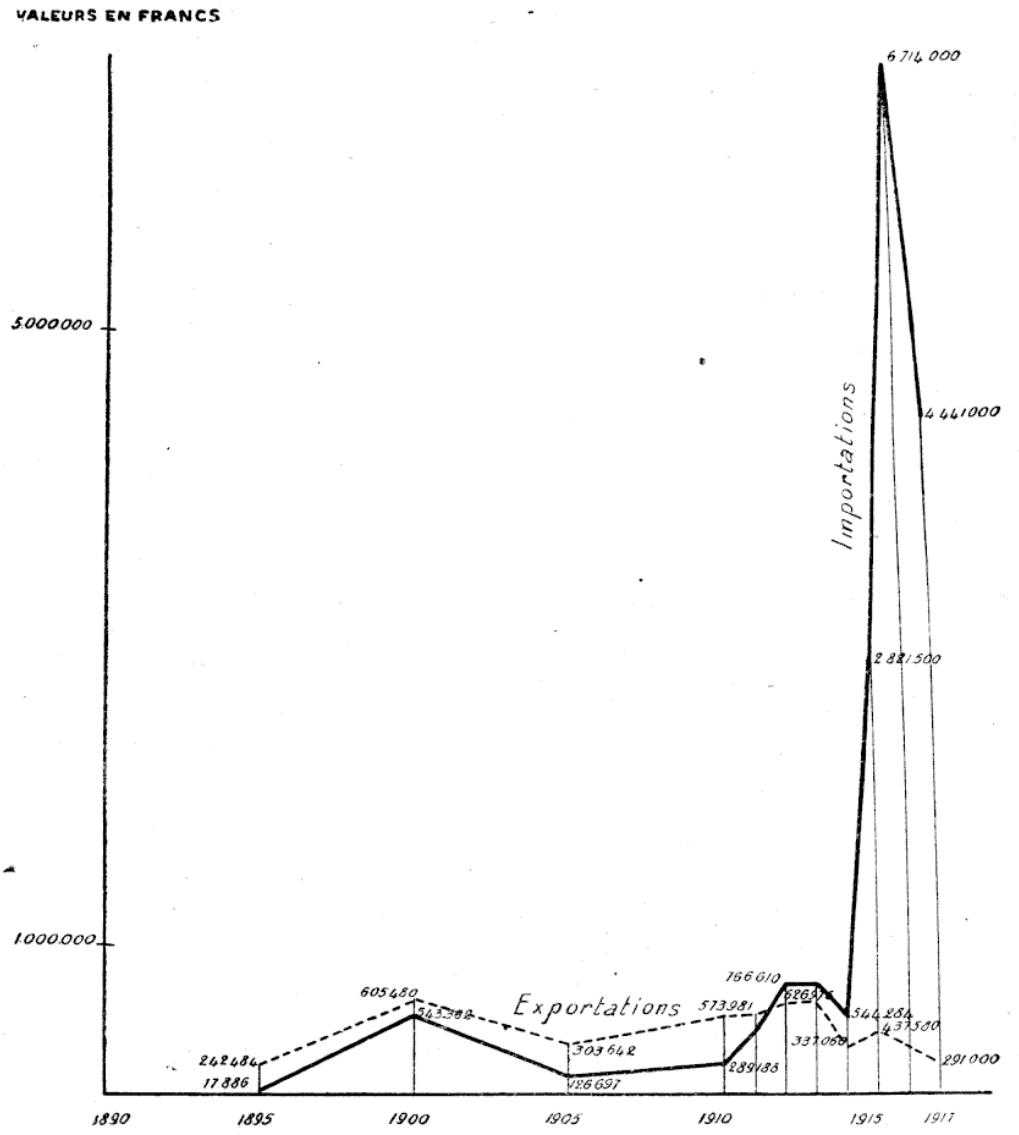


Fig. 56. — Feuillards. (Valeurs.) — Importations et exportations de 1890 à 1917.

Au point de vue commerce extérieur, les 6 figures ci-jointes nous donnent les importations et exportations en tonnes et en francs :

1° Des tôles de fer et d'acier (fig. 53 et 54);

2° Des bandes laminées à chaud (larges-plats) [fig. 57 et 58];

3° Des feuillards (fig. 55 et 56).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On remarquera d'une façon générale que, depuis 1911, nous étions importateurs pour tous ces produits.

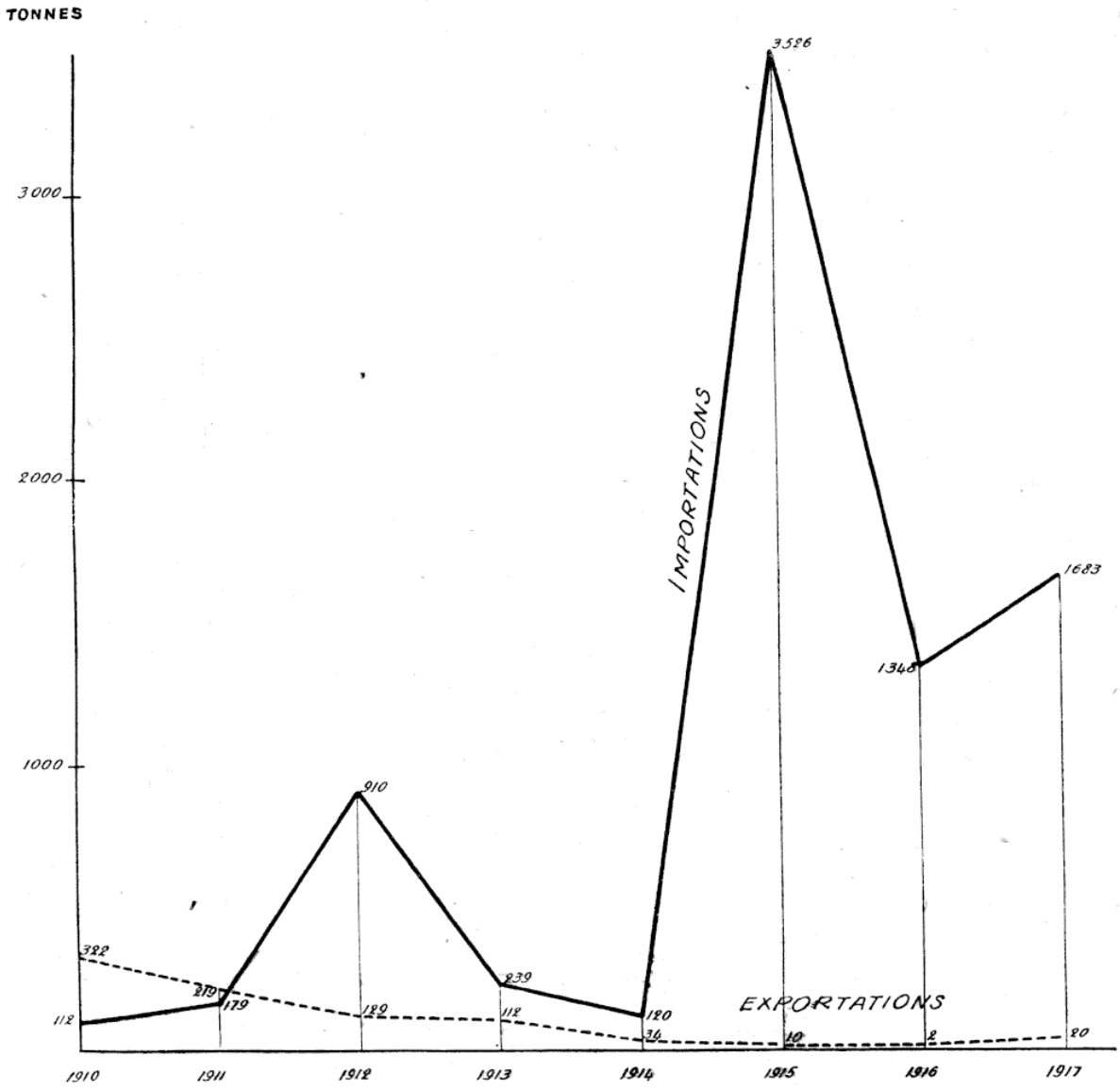


Fig. 57. — Bandes laminées à chaud. (Tonnage.) — Importations et exportations de 1910 à 1917.

Toutefois, sauf pour le feuillard, nous avions importé en 1913 moins qu'en 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

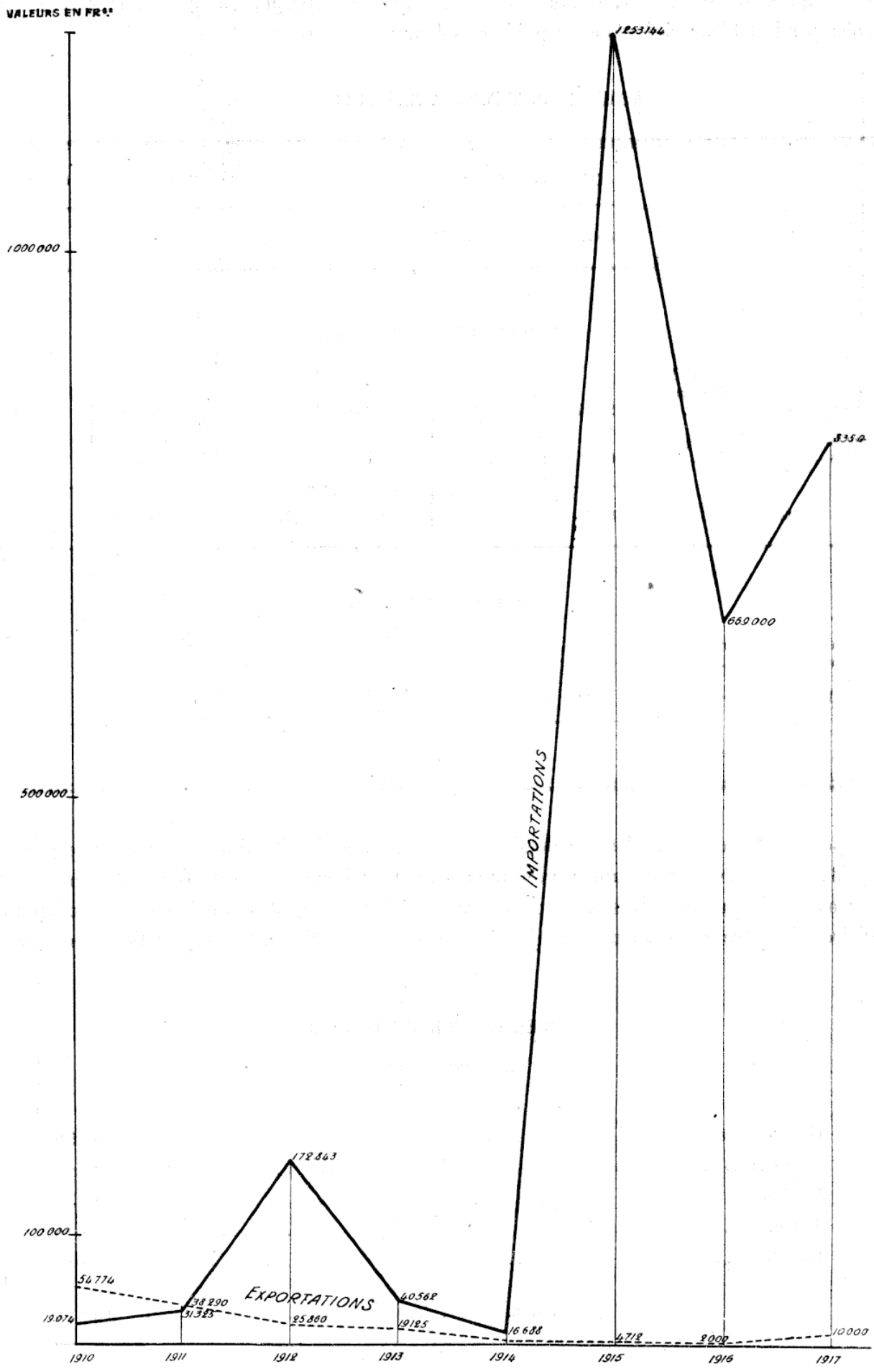


Fig. 58. — Bandes laminées à chaud. (Valeurs.) — Importations et exportations de 1910 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aux chiffres d'importation, il faut ajouter les quantités de tôle admises temporairement et données par le tableau ci-dessous en poids et valeur :

ADMISSIONS TEMPORAIRES 1911-1912-1913.

DÉSIGNATION.	QUANTITÉS EN TONNES.			VALEURS EN FRANCS.		
	1911.	1912.	1913.	1911.	1912.	1913.
1° TÔLES DE FER ET D'ACIER.						
Tôles de fer et d'acier pour la confection de machines mécaniques, wagons, etc.....	2,874	2,080	2,778	580,000	467,000	564,000
Pour la confection d'autres produits.....	6,046	6,209	6,103	1,273,000	1,405,000	1,248,000
TOTAL.....	8,920	8,289	8,881	1,853,000	1,872,000	1,812,000
2° FERS FEUILLARDS.						
Pour la confection de machines mécaniques, etc.....	//	//	3	//	//	1,000
Autres produits.....	136	258	368	25,000	52,000	67,000
TOTAL.....	136	258	371	25,000	52,000	68,000

Si, pénétrant plus avant dans le détail, nous examinons la situation telle qu'elle se présentait en 1913, nous pouvons la résumer brièvement dans les tableaux suivants, donnant le pourcentage de la part de chaque pays dans notre commerce extérieur; ils sont résumés par les 6 diagrammes circulaires ci-contre (nous n'avons pas ajouté, dans les importations, les importations temporaires).

TÔLES DE FER ET D'ACIER.

IMPORTATIONS (1913).

	TONNES.
Grande-Bretagne.....	5,056
Allemagne.....	8,520
Belgique.....	4,232
Suède.....	688
Pays divers.....	617
TOTAL.....	19,113

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

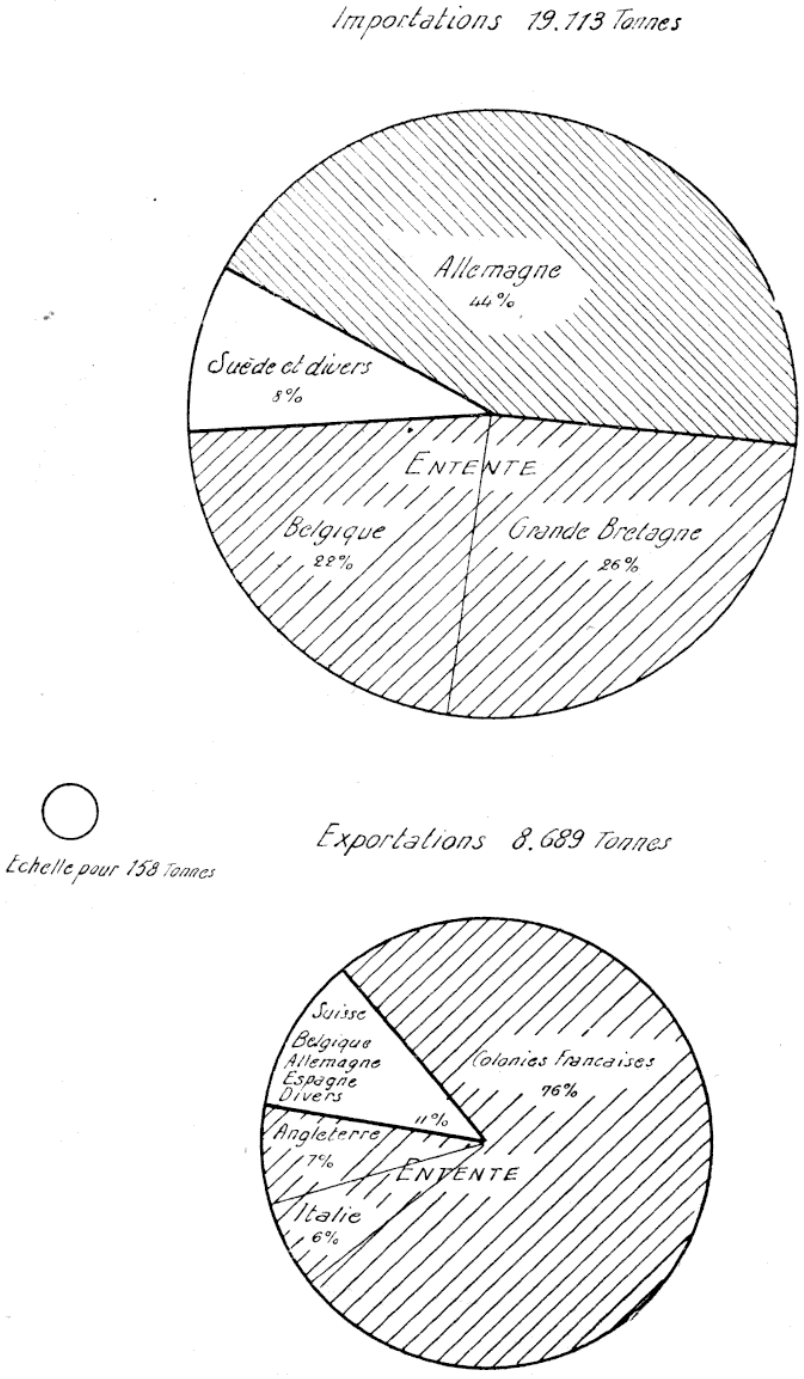


Fig. 59. — Tôles de fer ou d'acier : Importations et exportations en 1913.

EXPORTATIONS (1913).

Grande-Bretagne	540	tonnes.
Allemagne	158	—
Belgique	184	—
Suisse	207	—
Espagne	168	—
Italie	505	—
Colonies	6,612	—
Pays divers	315	—
TOTAL	8,689	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

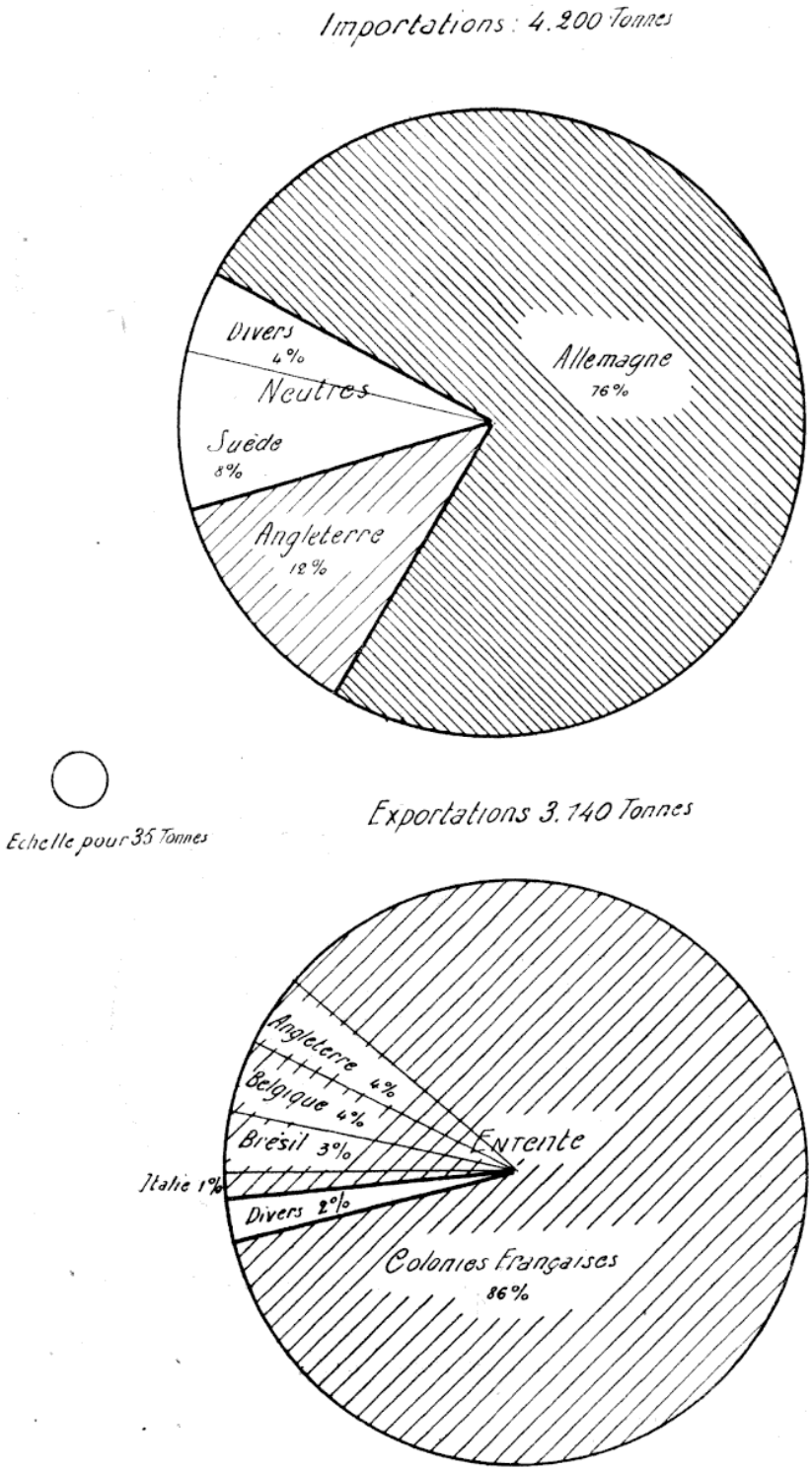


Fig. 60. — Feuillards : Importations et exportations en 1913

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

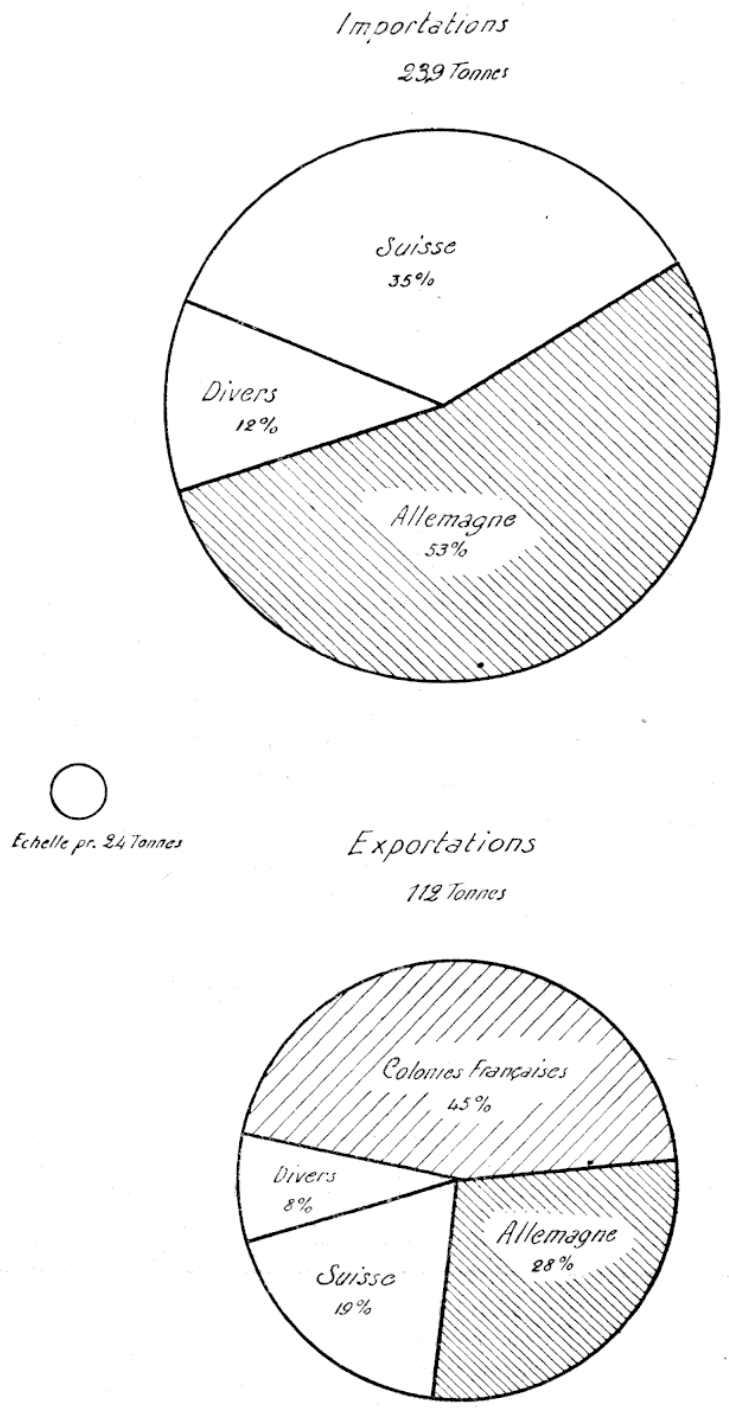


Fig. 61. — Bandes laminées à chaud : Importations et exportations en 1913.

Détail par pays en 1913 :

BANDES LAMINÉES.

IMPORTATIONS (1913).

Allemagne	127	tonnes.
Suisse	84	—
Pays divers	28	—
TOTAL	239	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXPORTATIONS.

Allemagne	32	tonnes.
Suisse	22	—
Colonies	50	—
Pays divers	8	—
TOTAL	112	—

FEUILLARDS.

IMPORTATIONS (1913).

Suède	327	tonnes.
Grande-Bretagne	470	—
Allemagne	3,269	—
Pays divers	134	—
TOTAL	4,200	—

EXPORTATIONS (1913).

Grande-Bretagne	132	tonnes.
Belgique	127	—
Espagne	43	—
Italie	25	—
Brésil et Argentine	85	—
Colonies françaises	2,691	—
Pays divers	37	—
TOTAL	3,140	—

On voit sur les diagrammes la place extrêmement importante prise par l'Allemagne dans notre importation, soit :

Importations	de tôles de fer et d'acier	44	p. 100.
	de larges-plats	53	—
	de feuillards	76	—

Quant à nos exportations, la majorité était absorbée par nos colonies.

Voici, à titre d'indication, les cours moyens des tôles [1] de 1899 à 1914, octroi non compris :

ANNÉES.	TÔLES (PRIX DE VENTE des marchands aux consommateurs).	ANNÉES.	TÔLES (PRIX DE VENTE des marchands aux consommateurs).
	fr. c.		fr. c.
1899	25 32	1907	23 20
1900	31 85	1908	19 47
1901	29 40	1909	18 16
1902	29 40	1910	18 49
1903	29 40	1911	19 79
1904	29 40	1912	24 92
1905	17 59	1913	24 86
1906	21 52	1914	19 60

[1] J. CARLIOZ, Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures, déc. 1917, page 72.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation pendant la guerre. — La situation mondiale n'a pu être éclaircie. Nous savons seulement[1] que la production allemande totale en tôles a été :

1914	1,997,340	tonnes.
1915	1,688,344	—

Quant à la production française les courbes nous renseignent à ce sujet, les importations croissant considérablement pour atteindre, en 1917 :

Pour les tôles	281,640	tonnes.
Pour les larges plats	1,683	—
Pour les feuillards	8,084	—

Pour ces deux derniers produits, les maxima étaient atteints, en 1915 et en 1916, avec :

En 1915, pour les larges-plats	3,526	tonnes.
En 1916, pour les feuillards	12,297	—

Cependant que nos exportations ne cessaient de décroître pour tomber en 1917 :

Pour les tôles à	3,620	tonnes.
Pour les larges-plats à	30	—
Pour les feuillards à	528	—

La cause se trouve évidemment dans l'envahissement du Nord et de l'Est nous privant de plus de 50 p. 100 de notre production.

Situation à l'après-guerre. — Étudions l'appoint que doit nous apporter le retour de l'Alsace-Lorraine.

Voici[2] la production, dans les années 1913, 1914 et 1915, de la Lorraine avec la Sarre :

DÉSIGNATION.	1913.	1914.	1915.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Grosses tôles de 5 millimètres et plus	129,625	81,961	64,021
Tôles fines de moins de 5 millimètres	106,884	73,800	52,462
Totaux	236,509	155,761	116,483

La répartition entre la Lorraine et la Sarre a été faite ainsi[3] :

Alsace-Lorraine	96,000	tonnes.
Sarre (y compris Saint-Ingbert)	140,000	—
Total	236,000	—

(1) *Stahl und Eisen*, 18 mai 1916.

(2) *Stahl und Eisen*, 18 mai 1916.

(3) Barbançon. Étude sur la métallurgie du fer en France et en Belgique après la guerre mai 1916.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il conviendrait d'ajouter pour l'Alsace-Lorraine et le Luxembourg réunis [1] le chiffre de 20,000 tonnes de feuillards produits en 1913.

Admettons pour l'Alsace-Lorraine le chiffre global de 96,000 tonnes; nous voyons, en le comparant avec notre chiffre total d'importation en 1913, soit 23,500 tonnes, que nos besoins, même sans envisager l'annexion de la Sarre et même en défalquant la consommation propre de l'Alsace-Lorraine, seront plus que satisfaits. Nous deviendrons donc exportateurs.

Il convient enfin de mentionner les tôleries existant en projet ou en installation dans les usines métallurgiques françaises et susceptibles de fournir un appoint considérable à notre production nationale :

1° Région du Centre. — 1 tôlerie en projet;
1 tôlerie moyenne en projet, pouvant faire 4,200 tonnes par mois;
1 dégrossisseur et 1 trio Lauth en projet, pouvant faire 1,800 tonnes par mois.

2° Région de l'Est. — 1 tôlerie en projet;
1 train trio à tôles moyennes, pouvant faire 2,000 tonnes par mois.

3° Région du Nord. — 1 tôlerie en projet.

4° Région de l'Ouest. — 1 tôlerie moyenne en installation, pouvant faire 4,200 tonnes par mois;
1 train à tôles moyennes en projet.

5° Région du Sud-Est. — 1 train à tôles moyennes en projet,

6° Région parisienne. — En projet un train universel pouvant faire 1,000 tonnes par mois en larges-plats.

Si tous ces projets se trouvent réalisés, on peut compter sur un appoint de production d'environ 300,000 tonnes par an.

F. LES PIÈCES DE FORGE.

Les pièces de forge, qui exigent toujours du métal de bonne qualité, si ce n'est un produit spécial, sont généralement exécutées en un petit nombre d'exemplaires; elles sont donc caractérisées par un prix de revient relativement élevé et souvent par l'importance du traitement thermique qu'on leur fait subir pendant leur fabrication.

C'est ainsi que sont exécutés, pour ne citer que les principales pièces forgées : bandages, roues, essieux, chaînes, enclumes, crochets; les pièces de machines telles que : arbres, volants, manivelles, bielles, tiges de pistons; le matériel de guerre : canons, tourelles, coupoles cuirassées, affûts, etc.

Le matériel naval : plaques de blindage, ancres, étambots, etc. L'industrie automobile est, elle aussi, une grande consommatrice de pièces de forge.

---

[1] Chiffre donné globalement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'avant-guerre. — Les statistiques des différents pays ne sont pas très précises en ce qui concerne les pièces de forge.

Quelques chiffres, que nous avons pu recueillir, donneront une idée de la production mondiale dans les dernières années qui ont précédé la guerre :

Allemagne.

ANNÉES [1].	PIÈCES DE FORGE.	ROUES ET ESSIEUX.	TOTAL.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1913	207,602	374,082	581,684
1914	195,125	277,048	472,173
1915	236,680	192,080	428,760

[1] Statistique du Verein Deutscher Eisen und Stahl Industrieller.

Angleterre. — On évalue[1] la production en 1911 à 200,000 tonnes de moulages d'acier et pièces de forge. En 1912, l'Angleterre exportait 5,100 tonnes de moulages et pièces de forge[2] en fonte et fer, 2,100 tonnes de blindages, 32,500 tonnes de chaînes et câbles d'acier, 38,400 tonnes de roues et essieux montés, 26,000 tonnes de bandages et essieux, enfin 3,700 tonnes de pièces de forge et moulages d'acier.

Belgique. — En 1912, la Belgique produisait 40,310 tonnes de bandages et essieux.

France. — La France a produit, en 1912, 85,530 tonnes[3] de pièces de forge en acier, et 2,806 tonnes de pièces de forge en fer et acier soudé, soit un total de 88,336 tonnes de pièces de forge en fer et acier.

En 1913, la France a produit[4] :

Bandages de roues (en acier soudé et fer)	22,169 tonnes.
Pièces de forge (en acier soudé et fer)	2,016 —
Pièces de forge (acier métal coulé), essieux, éléments de canons	84,728 —
Plaques de blindage, projectiles, tourelles	29,734 —
Ressorts	6,294 —
Bandages de roues	69,682 —
Total	214,623 —

Situation particulière de la France. — Il est assez difficile de se faire une idée de la position de la France dans le monde à l'avant-guerre au point de vue de la production des pièces de forge, à cause de l'imprécision même des statistiques.

Cependant, nous avons vu que la production en 1913, bien qu'inférieure au tiers de celle de l'Allemagne, était importante.

---

[1] Tribot-Laspière. *Les Industries de l'acier en France*, page 331.

[2] L. Guillet. *Les Industries métallurgiques à l'avant-guerre*, pages 202 à 206.

[3] *Statistique de l'Industrie minérale*, 1912.

[4] *Statistique de l'Industrie minérale*, 1913

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous étudierons le commerce de certaines pièces de forge bien définies dans les statistiques douanières, et nous verrons quelle était notre situation au point de vue des importations et exportations.

Les 24,185 tonnes de pièces de forge et bandages de roues en fer et acier soudé, fabriqués en France en 1913, provenaient des départements suivants :

DÉPARTEMENTS.	FERS ET ACIERS PUDDLÉS.		RÉCHAUFFAGE DE RIBBLONS.		TOTAL.	
	Pièces de forge.	Bandages de roues.	Pièces de forge.	Bandages de roues.	Pièces de forge.	Bandages de roues.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Ardennes	"	"	480	"	480	"
Bouches-du-Rhône	"	"	278	"	278	"
Côtes-du-Nord	"	"	"	22,000	"	22,000
Loire	158	"	483	"	641	"
Nord	"	62	"	107	"	169
Savoie	"	"	295	"	295	"
Seine	"	"	22	"	22	"
Somme	300	"	"	"	300	"
TOTAUX	458	62	1,558	22,107	2,016	22,169
TOTAUX GÉNÉRAUX	520		23,665		24,185	

Nous voyons donc que la presque totalité de la production provient des Côtes-du-Nord, les autres départements figurant pour des chiffres minimes.

Quant à la production des pièces de forge en acier, elle se répartit, suivant les procédés et les départements, d'après le tableau suivant :

1° BANDAGES DE ROUES EN ACIER.

(PRODUCTION FRANÇAISE EN 1913.)

DÉPARTEMENTS.	CONVERTISSEUR BASIQUE.	FOUR MARTIN.	FOUR ÉLECTRIQUE.	TOTAL.
				tonnes.
Allier	"	2.669	"	2,669
Ardennes	10,400	"	"	10,400
Ariège	"	1,895	"	1,895
Landes	"	2,887	"	2,887
Loire	"	25,638	"	25,638
Haute-Marne	3,000	"	"	3,000
Nord	10,223	"	"	10,223
Saône-et-Loire	"	12,445	"	12,445
Savoie	"	"	525	525
TOTAL	23,623	45,534	525	69,682

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° PIÈCES DE FORGE, ESSIEUX, ÉLÉMENTS DE CANON.

(PRODUCTION FRANÇAISE EN 1913.)

DÉPARTEMENTS.	CONVERTISSEUR		FOURS			TOTAUX.
	ACIDE.	BASIQUE.	MARTIN.	À CREUSETS.	ÉLECTRIQUE.	
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Allier	//	//	7,620	//	//	7,620
Ariège	//	//	4,268	//	//	4,268
Loire	//	10	18,524	1,666	//	20,200
Meurthe-et-Moselle	//	7,966	19	//	//	7,985
Nièvre	//	//	1,528	2	//	1,530
Nord	//	//	29,631	31	//	29,662
Saône-et-Loire	//	//	3,571	1,638	//	5,209
Savoie	//	//	//	//	3,658	3,658
Seine	//	1,725	2,820	//	//	4,545
Somme	3	//	//	//	//	3
Tarn	//	//	//	//	48	48
TOTAL	3	9,701	67,981	3,337	3,706	84,728

3° RESSORTS.

(PRODUCTION FRANÇAISE EN 1913.)

Tous les ressorts proviennent de lingots faits au four Martin.

	TONNES.
Loire	3,999
Nièvre	2,295
TOTAL	6,294

Cette statistique est certainement incomplète, car elle ne comprend pas la production des usines du Dauphiné, qui est assez importante.

4° PLAQUES DE BLINDAGE [1], PROJECTILES, TOURELLES.

(PRODUCTION FRANÇAISE EN 1913.)

DÉPARTEMENTS.	CONVERTISSEUR ACIDE.	FOUR		TOTAL.
		MARTIN.	À CREUSETS.	
				tonnes.
Ariège	//	//	535	535
Loire	//	16,085	1,194	17,279
Saône-et-Loire	233	11,687	//	11,920
TOTAUX	233	27,772	1,729	29,734

[1] La statistique ne sépare pas les plaques de blindage, qui trouveraient plus rationnellement leur place dans le paragraphe «tôles», des projectiles et des tourelles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit par l'examen de ces quatre tableaux que le département de la *Loire* vient en tête, avec une production annuelle de plus de 67,000 tonnes de pièces de forge, soit un peu moins du tiers de la production totale de la France.

Puis le *Nord*, avec une production de 40,000 tonnes, soit à peu près le cinquième de la production totale.

La *Saône-et-Loire* a produit en 1913 : 29,500 tonnes de pièces de forge.

Les figures 62, 63, 64, 65 et 66 ci-après donnent, en tonnes et en francs, les importations et exportations françaises depuis 1910 (les statistiques douanières étant fort imprécises avant cette époque), pour les arbres, les essieux de chemins de fer, les roues, bandages et moyeux de roues, et les essieux des véhicules divers. Nous voyons qu'après 1911, sauf en ce qui concerne les ressorts pour lesquels nous étions exportateurs (nos exportations décroissent d'ailleurs de façon rapide et continue), nous étions franchement importateurs de pièces de forge, et dans une proportion relativement forte par rapport à nos exportations.

Il est intéressant de noter que les importations de ces différents articles ont passé par un maximum en 1912 (sauf pour les ressorts).

En 1913, la situation se résumait ainsi :

ARTICLES.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	TONNES.	FRANCS.	TONNES.	FRANCS.
Essieux droits de chemins de fer	869	391,095	406	182,610
Essieux divers bruts ou travaillés	4,369	3,646,505	1,975	1,620,695
Arbres	3,000	839,328	375	105,196
Roues et bandages	1,024	358,400	1,388	485,870
Ressorts	316	189,600	1,145	687,000
TOTAUX	9,578	5,424,928	5,289	3,081,371

Pour avoir une idée exacte de la situation de l'industrie des pièces de forge en 1913, il faudrait ajouter tous les chiffres d'importations et d'exportations relatifs aux ancres, chaînes, pièces de machines, enclumes, crochets, etc. Mais les statistiques ne donnent pas ces chiffres, bien que le commerce de ces pièces soit très important.

Néanmoins, l'examen du commerce extérieur relatif aux cinq principaux produits de forge donne une idée approximative de la situation.

En examinant les pays importateurs en 1913, pour ces cinq produits, d'une part, et, de l'autre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

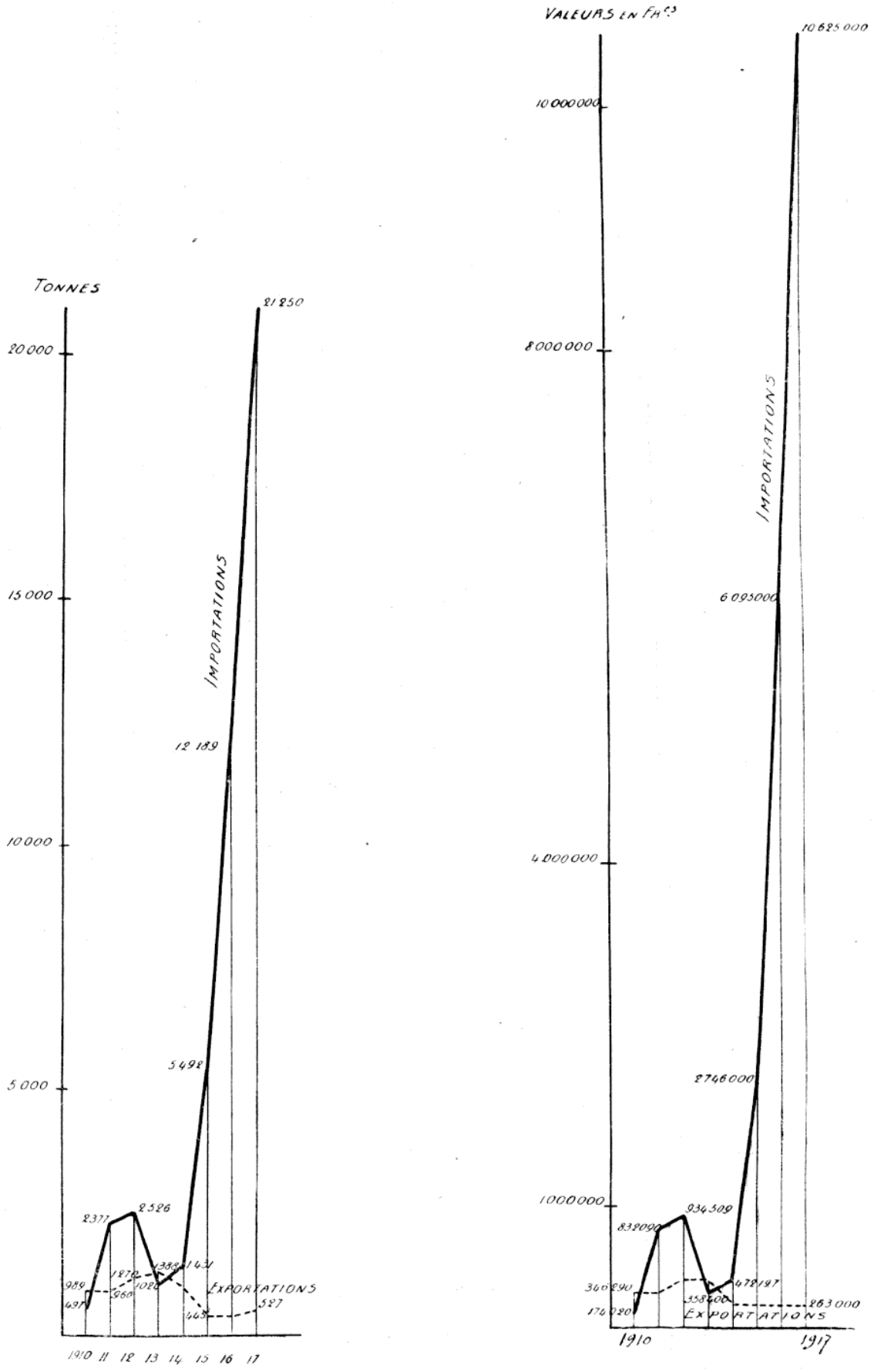


Fig. 62. — Roues, bandages et moyeux de roues en fer et acier. (Valeur et tonnage.)
Importations et exportations de 1910 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

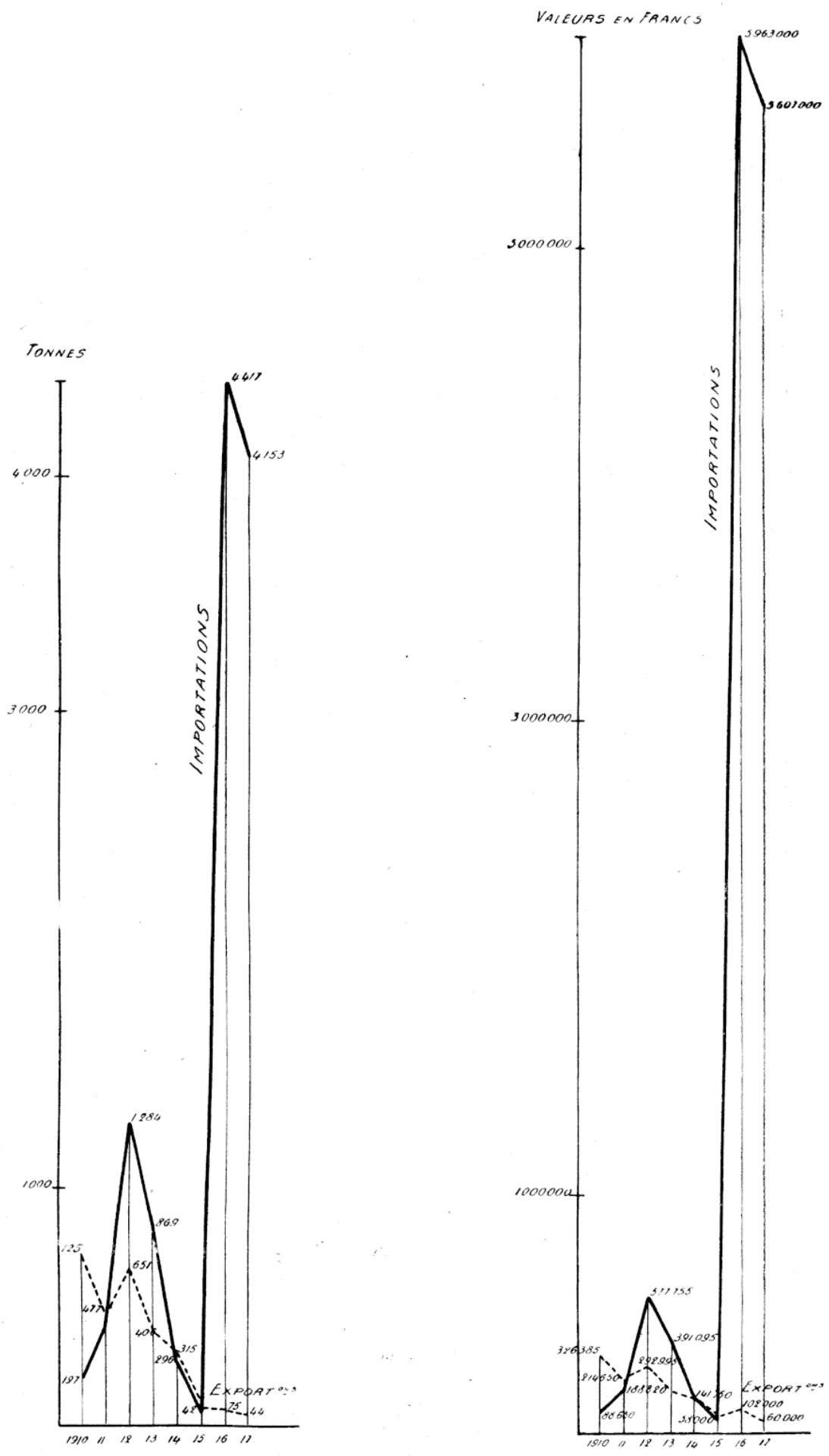


Fig. 63. — Essieux droits montés pour matériel de chemins de fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

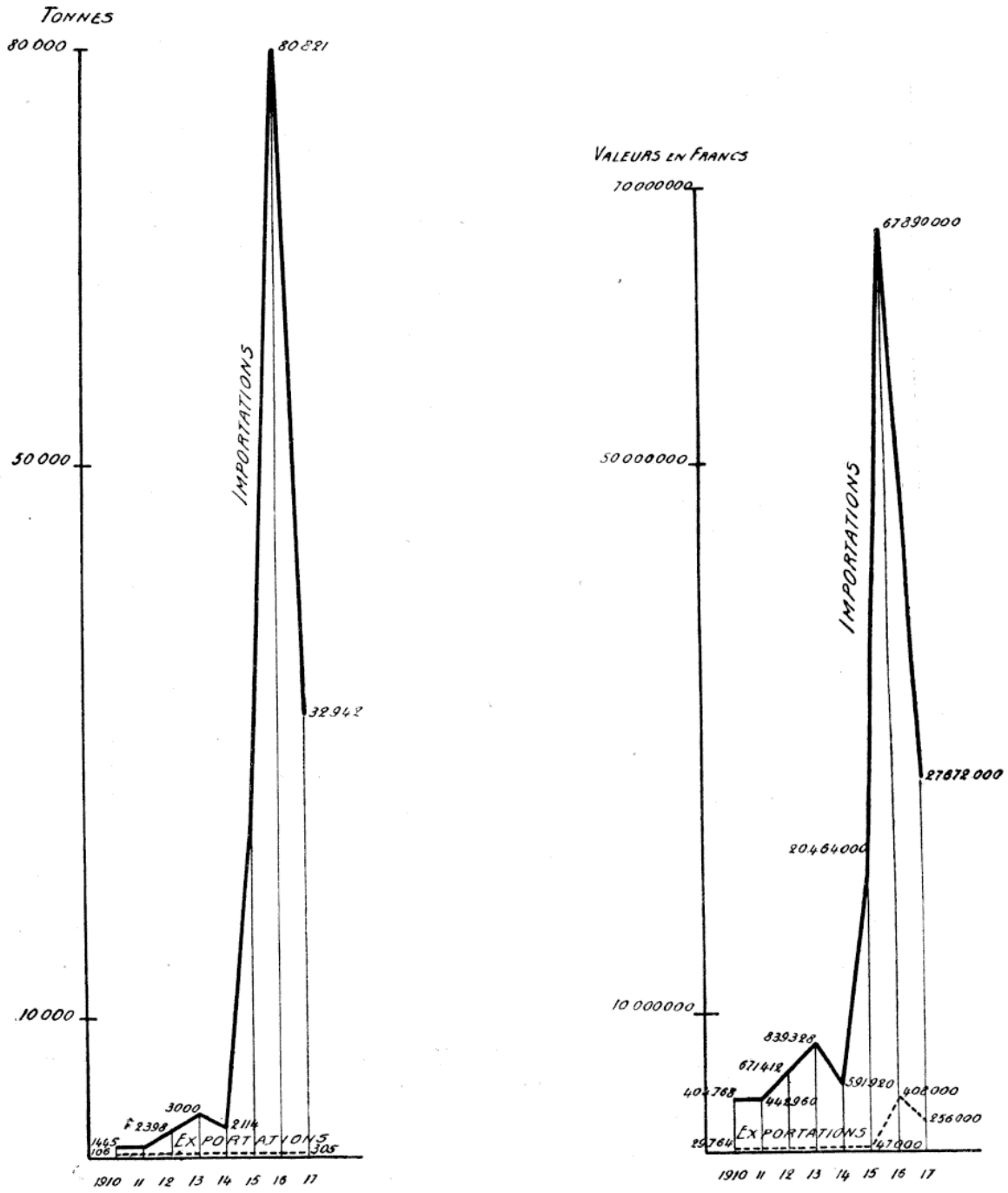


Fig. 64. — Arbres.

les pays où nous trouvions des débouchés pour notre exportation dans la même année, nous trouvons le résultat suivant :

PIÈCES DE FORGE (ROUES, BANDAGES, ESSIEUX DROITS DE CHEMINS DE FER, ESSIEUX DIVERS, ARBRES, RESSORTS D'ACIER).

1° IMPORTATIONS EN 1913.

	TONNES.		POURCENTAGE.
Angleterre	453	soit	5 p. 100.
Allemagne	4,907	soit	50 —
Belgique	3,919	soit	41 —
Divers	299	soit	4 —
TOTAUX	9,578		100 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

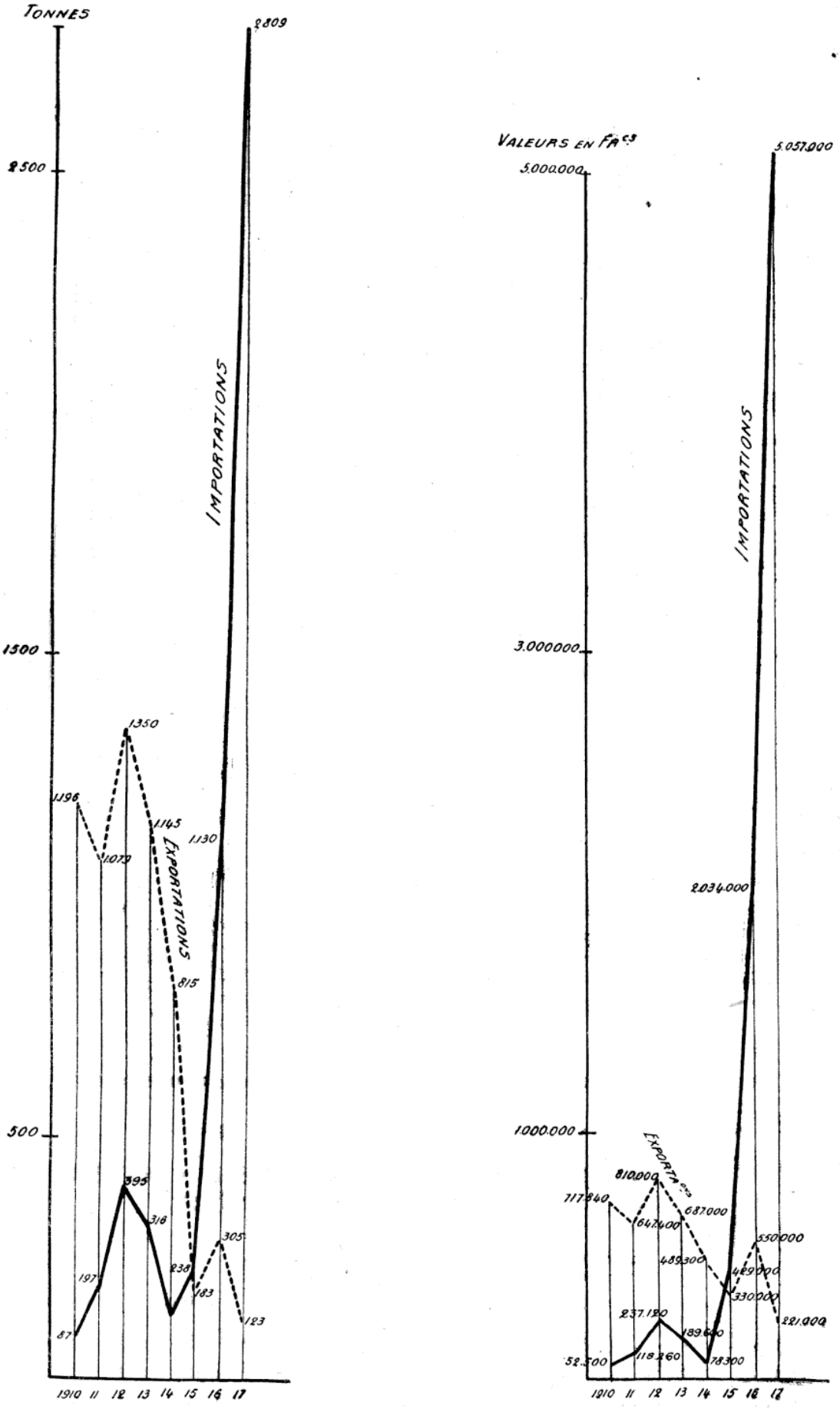


Fig. 65. — Ressorts d'acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

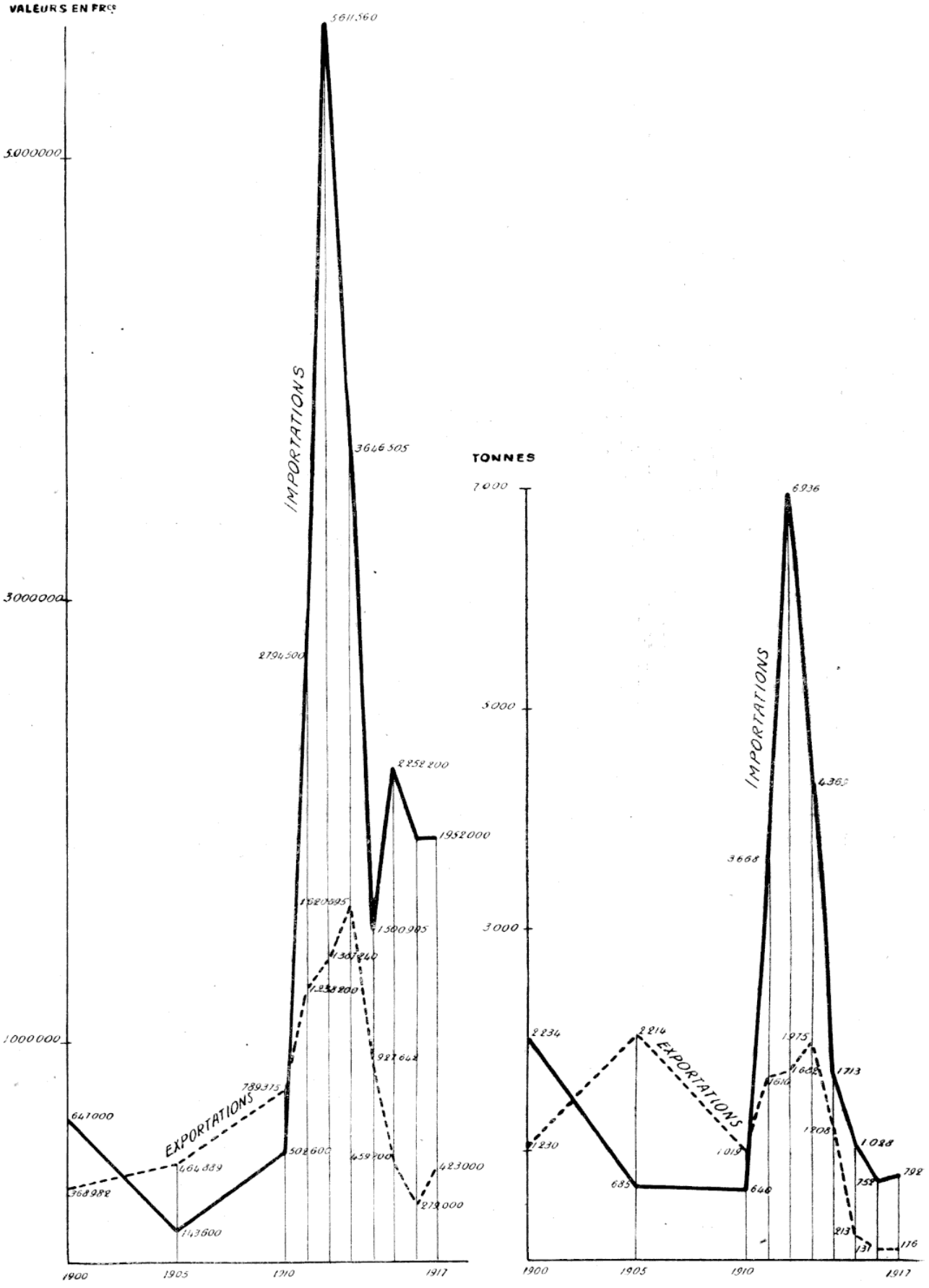


Fig. 66. — Essieux bruts ou travaillés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° EXPORTATIONS EN 1913.

Colonies	2,981	soit	51 p. 100.
Belgique	540	soit	11 —
Allemagne	74	soit	2 —
Suisse	308	soit	6 —
Italie	339	soit	8 —
Espagne	227	soit	5 —
Amérique du Sud	432	soit	9 —
Divers	388	soit	8 —
TOTAL	5,289	soit	100 —

On voit l'importance prise par l'Allemagne et la Belgique dans nos importations. On note aussi que la moitié de nos exportations vont dans nos colonies.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — En examinant la Statistique de l'Industrie minérale de 1913, et en faisant le relevé des départements envahis, dans lesquels on peut admettre que les usines ont été démolies ou pillées, on trouve que l'invasion a fait disparaître à peu près 2.7 p. 100 de notre production en pièces de forge en fer et en acier soudé : de ce côté, l'influence de la guerre a donc été négligeable.

Mais en ce qui concerne les pièces en acier, nous trouvons, du fait de la guerre, un déficit de plus du tiers de notre production totale. Ce chiffre est confirmé d'ailleurs par le rapport de la Commission de direction du Comité des Forges de France du 16 mai 1918, qui donne pour chiffre de production des régions restées libres au cours de la guerre : 97,000 tonnes de pièces de forge, soit 68.7 p. 100 de la production totale.

C'est ce qui explique, avec les besoins formidables des industries de guerre, que nos importations, à partir de 1915, aient crû de façon si rapide, comme l'indiquent les courbes ci-jointes du commerce extérieur. Il y a exception toutefois pour les essieux divers, dont le marché a suivi une courbe normale, mais descendante.

Cependant, un certain nombre de forges se sont améliorées pendant la guerre. Il est impossible actuellement d'évaluer l'appoint exact fourni par ces améliorations à la production nationale. Beaucoup d'installations sont, d'autre part, en projet.

Le tableau de la page 165 donne l'ensemble de ces projets et améliorations.

SITUATION APRÈS LA GUERRE. — Il est certain que les nouvelles installations nées de la guerre, ou en projet, vont équilibrer et certainement dépasser la diminution de production causée par l'invasion.

Comme nous l'avons dit, l'appoint fourni par ces nouvelles installations est encore, à l'heure actuelle, impossible à évaluer.

Quel appoint va nous apporter l'annexion de l'Alsace-Lorraine ?

Voici [1] la production en pièces de forge de l'Alsace-Lorraine, avec le Luxembourg :

Année 1913	5,279	tonnes.
— 1914	3,564	—
— 1915	736	—

[1] D'après la statistique du Verein deutscher Eisen und Stahl Industrieller, 1916, qui ne sépare pas l'Alsace-Lorraine du Luxembourg.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Même en tablant sur l'année 1913, si nous tenons compte de la consommation propre de l'Alsace-Lorraine, qui ne nous est pas connue, nous voyons que l'appoint fourni sera négligeable.

La France restera donc livrée à ses propres moyens, qui seront considérablement augmentés par la réalisation des projets à l'étude ou en cours d'exécution.

Assez peu importatrice avant la guerre, la France doit, après la guerre, sinon devenir exportatrice tout au moins se suffire à elle-même sans avoir recours à l'étranger.

Toutefois, n'oublions pas qu'ici, au point de vue du prix de revient, la question du *charbon* est d'importance capitale.

La matière première baissera certainement de prix; la main-d'œuvre ne joue, en général, qu'un rôle plutôt secondaire, et notre recrutement national la fournira certainement : il ne faut pas que des prix excessifs du charbon viennent paralyser une industrie appelée à un grand avenir, même en tenant compte du faible pourcentage probable de commandes pour l'armée et la marine.

G. MOULAGES D'ACIER.

Pendant longtemps, il fut impossible d'utiliser les moulages d'acier, à cause des soufflures qui se produisaient dans l'intérieur du métal. Ces soufflures, qu'il était possible d'éliminer par laminage ou forgeage du lingot, subsistaient dans les pièces moulées.

L'emploi du ferro-silicium et de l'aluminium dans certaines proportions a permis de les réduire considérablement, et maintenant on obtient des pièces moulées dans des conditions très satisfaisantes.

L'acier destiné au moulage (acier Bessemer, Martin ou au creuset, rarement acier Thomas) est versé directement dans les moules au sortir de petits convertisseurs de 0.5 à 3 tonnes ou de petits fours Martin.

Les usages de l'acier moulé deviennent de plus en plus développés : pièces de ponts, ancres, pièces de machines, engrenages et, principalement, matériel de chemins de fer.

Les pièces en acier moulé tendent de plus en plus à remplacer celles en fonte et même, parfois, l'acier forgé.

Situation à l'avant-guerre. — Les statistiques ne donnent aucun renseignement relativement à cette industrie, même pour la France.

Toutefois, nous avons pu réunir quelques chiffres de production, donnant une idée du tonnage produit par certains pays.

Allemagne. — Production de moulages d'acier en 1912 [1] : 171,000 tonnes..

En 1913 [2], 362,916 tonnes; se répartissant en :

Moulages obtenus par procédé basique	253,587 tonnes.
— — acide	109.329 —

Il convient d'ajouter pour la même année une production d'acier au creuset de 99,393 tonnes.

---

[1] Tribot-Laspière. *L'industrie de l'acier,* page 323.

[2] L. Guillet. *Les Industries métallurgiques* à l'avant-guerre, p. 198.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Angleterre. — Production de moulages et pièces de forge en 1911 [1] : à peu près 200,000 tonnes. En 1912, l'Angleterre exportait 3,700 tonnes [2] de moulage et de pièces de forge.

Belgique. — Production en 1912 de pièces moulées en acier : 73,000 tonnes [3] dont 71 p. 100 faites dans le Hainaut et 5 p. 100 dans le pays de Liége.

France. — En 1913 [4], il a été produit 101,555 tonnes de moulages d'acier, se décomposant en :

Convertisseur acide	43,377	tonnes.
— basique	487	—
Four Martin	56,073	—
Acier au creuset	924	—
Four électrique	694	—
	101,555	tonnes.

Situation de la France à l'avant-guerre. — On voit que nous n'avons pas produit en 1913 le tiers des moulages d'acier fabriqués par l'Allemagne, et notre production ne représente certainement qu'une très faible partie de celle des États-Unis.

Les départements producteurs sont donnés par le tableau suivant :

DÉPARTEMENTS.	CONVERTISSEUR		FOUR			TOTAL.
	ACIDE.	BASIQUE.	MARTIN.	À CREUSETS.	ÉLECTRIQUE.	
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Aisne	1,200	//	//	//	//	1,200
Allier	//	//	1,739	//	//	1,739
Ardennes	500	//	4,247	130	//	4,877
Ariège	//	//	73	//	//	73
Bouches-du-Rhône	646	//	//	//	//	646
Gard	14	//	512	//	//	526
Jura	//	//	4,919	//	//	4,919
Loire	1,825	//	7,320	707	//	9,852
Loire-Inférieure	860	//	584	//	//	1,444
Meurthe-et-Moselle	//	487	3,939	//	//	4,426
Meuse	3,150	//	//	//	//	3,150
Nièvre	//	//	1,396	1	//	1,397
Nord	32,702	//	16,660	//	//	49,362
Oise	//	//	63	//	//	63
Pas-de-Calais	//	//	4,704	//	//	4,704
Saône-et-Loire	//	//	14,805	//	//	14,805
Savoie	//	//	//	//	694	694
Seine	2,480	//	//	70	//	2,550
Tarn	//	//	104	16	//	120
Total	43,377	487	56,073	924	694	101,555

On voit qu'en France tous les moulages d'acier se font en proportions à peu près égales au convertisseur acide et au four Martin.

---

(1) Tribot-Laspière. — *L'industrie de l'acier,* Dunod, édit., p. 323-326, 331-335.

(2) L. Guillet. *Les industries métallurgiques* à l'avant-guerre, page 202.

(3) L. Guillet. *Les industries métallurgiques* à l'avant-guerre, page 205.

(4) Statistique de l'industrie minérale, 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les autres procédés ne figurent que pour un tonnage insignifiant.

Près de la moitié de la production française provenait des usines du Nord.

Ensuite venaient la Saône-et-Loire, la Loire, le Jura, les Ardennes, la Meuse et la région parisienne.

Une quarantaine de producteurs étaient affiliés au Comité des Forges de France, dont :

	PRODUCTEURS
Nord	11
Est	7
Ouest	2
Centre	5
Loire et Savoie	10
Sud-Ouest	3

Voici les principaux centres de production :

Jeumont, Stenay, Haumont, Marly, Feignies, Lesquin, Boulogne-sur-Mer, Saint-Dizier, Hirson, Dôle, Marhomme, Paris, Nanterre, Nantes, Marseille, Toulouse, Lyon, Le Creusot, Firminy, Commentry.

Cette industrie rémunérait avant la guerre une dizaine de mille d'ouvriers et 70 à 80 millions de capitaux.

Ses débouchés étaient dans l'ordre d'importance :

1° Le matériel de chemins de fer;

2° Le matériel des mines;

3° Le matériel automobile;

4° Pièces de mécanique;

5° Pièces de construction.

En ce qui concerne la construction des ponts, après quelques essais, on n'a plus construit de ponts en voussoirs d'acier moulé; seules les pièces d'appui se font actuellement ainsi.

A signaler que les gros moulages d'acier n'existaient pas en France (moulages de plus de 10 tonnes); toutes les grosses pièces venaient des usines *Skoda*, des usines Krupp et un peu d'Angleterre.

Toutefois, actuellement, une usine est en voie de construction à Boulogne-sur-Mer (Société de Paris-Outreau) pour les moulages de ces grosses pièces.

D'une façon générale, les caractéristiques de cette industrie à l'avant-guerre étaient :

1° Surproduction et concurrence très âpre entre producteurs;

2° Forts à-coups dans la production : l'industrie du moulage d'acier suivait celle du matériel de chemins de fer, dont elle dépendait étroitement et qui lui procurait de beaucoup son plus fort débouché. Les grosses commandes lui venaient des constructeurs de matériel de chemins de fer, et, lorsqu'elles se ralentissaient, c'était la stagnation, les autres débouchés n'étant pas suffisants.

A l'avant-guerre, les prix des aciers moulés étaient très bas, atteignant presque à certains moments ceux de la fonte (acier moulé : 25 francs; fonte : 20 francs).

La grosse concurrence venait de *Belgique*, qui avait une forte production et écoulait facilement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses produits en France. Presque toutes les usines du Nord avaient une origine et des intérêts belges. Les Belges, avantagés par les prix très bas du charbon et de la main-d'œuvre, et peut-être, d'autre part, par des droits de douane un peu faibles, concurrençaient de façon très serrée la production française.

L'Allemagne et les États-Unis ne nous faisaient qu'une concurrence insignifiante.

Notre exportation était à peu près nulle; nous exportions un peu en Suisse et en Angleterre.

Situation pendant la guerre. — La production du Nord a complètement cessé. Les usines de Jeumont, Stenay, Haumont, Marly, Feignies, Lesquin, Hirson, qui produisaient annuellement ensemble environ 50,000 tonnes, ont été systématiquement démolies.

Toutes les usines restantes ont travaillé pour la guerre et ont intensifié leur production.

En outre, de grosses importations se sont faites, principalement d'Amérique, d'Espagne, d'Angleterre et de Suisse. Une nouvelle usine a été créée à Ivry, par des industriels belges, avec une production mensuelle de 800 tonnes, au convertisseur.

Les salaires ont plus que doublé et l'acier moulé a atteint le prix de 290 francs les 100 kilogrammes, pendant que la fonte passait de 18 francs à 500 francs, et le coke de 30 francs à 190 francs (pour 1 kilogramme d'acier moulé, il faut compter 50 kilogrammes de coke).

Situation à l'après-guerre. — Par les destructions de nos usines du Nord et du Nord-Est, nous avons vu que 50 p. 100 de notre production avaient disparu.

Quel appoint nous fournira l'Alsace-Lorraine? Voici, en 1913 [1], la production des régions frontières de l'Union douanière allemande en moulages d'acier :

DÉSIGNATION.	ALSACE-LORRAINE.	LUXEMBOURG.	SARRE, Y COMPRIS SAINT-INGBERT.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Moulages obtenus par procédé basique	5,565	84	5,284
Moulages (acide) acier au creuset	180	//	//
Total	5,745	84	5,284

En tablant sur une consommation française de 100,000 tonnes, et en tenant compte de la consommation propre de l'Alsace-Lorraine et de la Sarre, on voit que l'appoint fourni par la production de l'Alsace-Lorraine et même de la Sarre est négligeable.

Il y aura donc un grand déficit de moulages d'acier pendant la période de reconstruction de nos régions envahies.

---

[1] *Stakl und Eisen*, 18 mai 1916.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette industrie dépendra toujours, de façon très étroite, de celle de la construction du matériel de chemins de fer, sa principale cliente.

Du développement des chemins de fer dépendra donc son propre développement.

N'oublions pas que, quand elle ne fournit pas aux chemins de fer, elle est en surproduction. Cette surproduction sera absorbée dorénavant, espérons-le, par des besoins nouveaux et le développement de l'industrie française.

Un effort doit être demandé aux producteurs français pour la fabrication des gros moulages, mais il faudra les protéger et l'on peut suggérer l'établissement de droits d'entrée en quelque sorte proportionnels au tonnage unitaire de chaque pièce, une pièce de fortes dimensions payant, à poids égal, un droit plus élevé que plusieurs pièces de petites dimensions.

Il est à souhaiter que la nomenclature douanière consacre dans ses statistiques une rubrique spéciale aux moulages d'acier, pour permettre d'en suivre le développement.

La question de standardisation du matériel de chemins de fer, qui intéresse au plus haut point les fondeurs d'acier, est en cours d'étude, comme il sera indiqué dans la seconde partie de ce rapport.

AMÉLIORATIONS APPORTÉES PENDANT LA GUERRE À L'OUTILLAGE DES USINES MÉTALLURGIQUES FRANÇAISES OU EN PROJET AUXDITES USINES.

Après avoir examiné l'état des industries relevant de l'usine métallurgique, il n'est pas inutile de jeter un coup d'œil sur les améliorations apportées pendant la guerre à l'outillage des usines métallurgiques françaises ou en projet dans ces usines.

Les voici à la date du 1er janvier 1919 :

1° Région du Centre. — Transformation de deux grandes tôleries à blindage en réversibles, pouvant faire 40 et 25 tonnes par poste en gros blooms.

Train blooming prenant le lingot 400^2 [1] et pouvant faire 290 tonnes par poste : en marche actuellement.

Un train moyen mill marchant à 4 cages trio, prenant le lingot de 250^2 et faisant 40 tonnes par poste.

Un train de 230 millimètres à 7 cages, moteurs électriques 300 HP prenant la billette de 120, pouvant faire 35 tonnes par poste : en marche actuellement.

Un train à 5 cages trio, prenant la billette de 80 à 100, faisant 20 tonnes par poste : marchera incessamment.

Un trio de 250 à 6 cages, prenant la billette de 75, pouvant faire 8 tonnes par poste : en marche depuis décembre 1916.

En projet : 1 blooming et 1 gros réversible.

2° Région de l'Ouest. — Un gros train réversible duo à 4 cages, prenant le lingot de 580^2, pouvant faire 600 tonnes par poste : en installation.

Un blooming de 500, prenant le lingot et faisant 100 tonnes par poste : en marche incessamment.

---

[1] Lingot de 400 × 400.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un train semi-continu à petits fers, prenant la billette de 120^2, pouvant faire 180 tonnes par poste : marchera incessamment.

3° Région du Nord. — En installation, un blooming de 1150 et un train réversible de 900 à rails et poutrelles, pouvant transformer 150,900 tonnes de lingots par an.

Un train de 600, pouvant descendre le lingot en grands ronds et billettes, et un train marchand pour petits produits : en installation.

4° Région de l'Est. — En projet : un blooming et un train de 750, pouvant descendre le lingot en billettes et en gros ronds; un train de 550 à ronds moyens et un train de 350 à bandes pour tubes par rapprochement.

5° Région du Sud-Est. — Un train de 280 à 2 cages trio et 1 duo, prenant la billette de 70^2 et pouvant faire 8 tonnes par poste.

Un petit train de 250 à 5 cages trio, prenant la billette de 74 et faisant 10 à 15 tonnes par poste.

6° Région parisienne. — Deux petits mills faisant 95 tonnes par 2 postes.

Un train de 250 avec dégrossisseur, prenant le bloom de 145 et faisant 12 à 15 tonnes par poste.

Un train petit mill de 270 avec ébaucheur, prenant le paquet de fer de 160 et produisant 30 à 35 tonnes par poste.

Un petit train à fers de 5 cages trio de 270, prenant la billette de 90^2 et faisant 15 tonnes par poste.

Un petit train de 250 prenant la billette de 80 et faisant 30 tonnes par poste : en installation.

H. LE FER-BLANC.

Situation à l'avant-guerre. — *Situation mondiale.* — Les figures 67 et 68 donnent la production mondiale du fer-blanc dans le monde et dans les principaux pays.

En 1913, la situation était la suivante :

	TONNES.	POURCENTAGE de la production mondiale.
États-Unis [1]	823,719, soit	54 p. 100
Angleterre	494,497	33 —
Allemagne	83,050	5,5 —
France	37,666	2,5 —
Divers	71,496	5 —
Total	1,510,428	100 p. 100

Les deux grands pays producteurs sont donc les États-Unis et l'Angleterre.

[1] Chiffres résultant de notre enquête auprès des industriels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

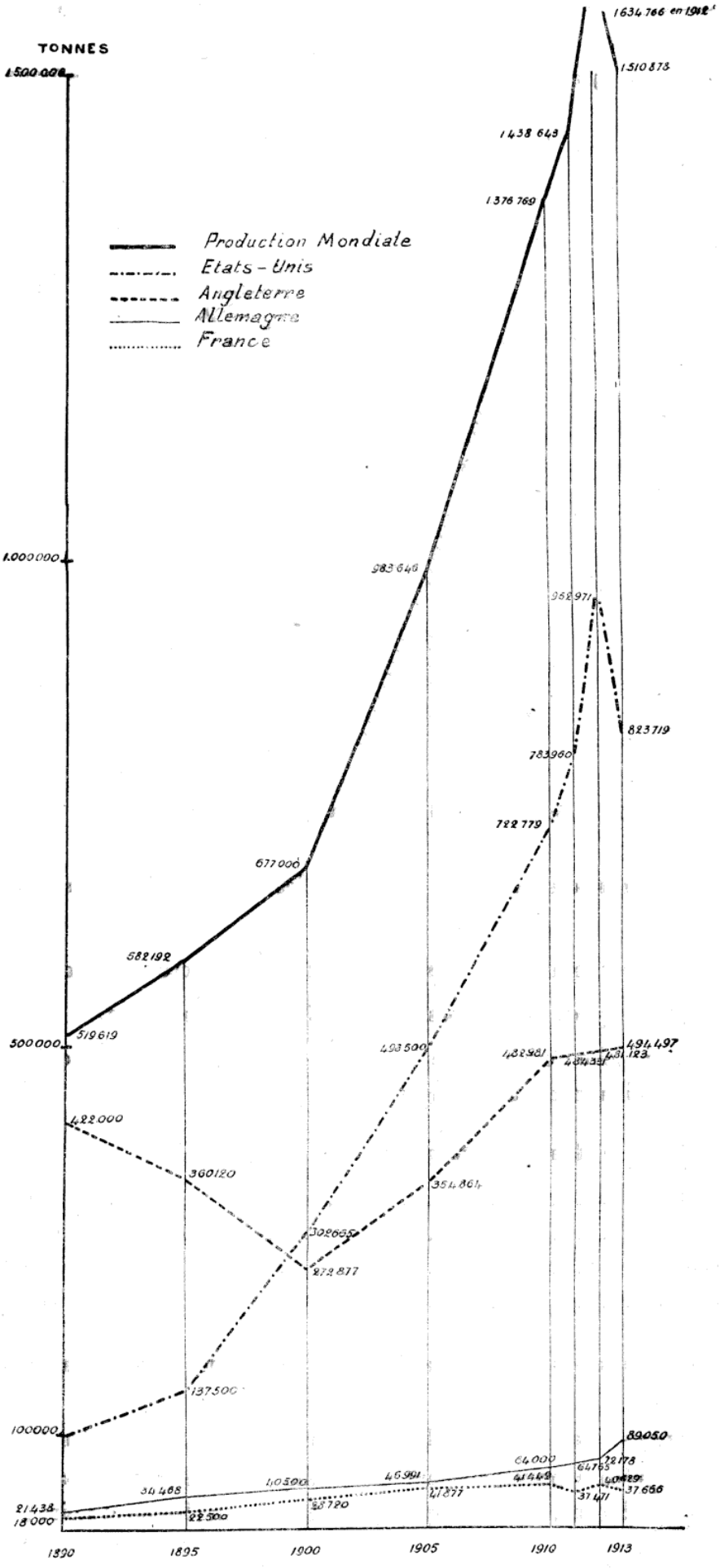


Fig. 67. — Fers-blancs (production mondiale).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation française. — On a vu combien la production française était faible, toujours inférieure à celle de l'Allemagne.

Toutefois, de 1900 à 1910, elle est passée de 28,920 tonnes à 41,449 tonnes.

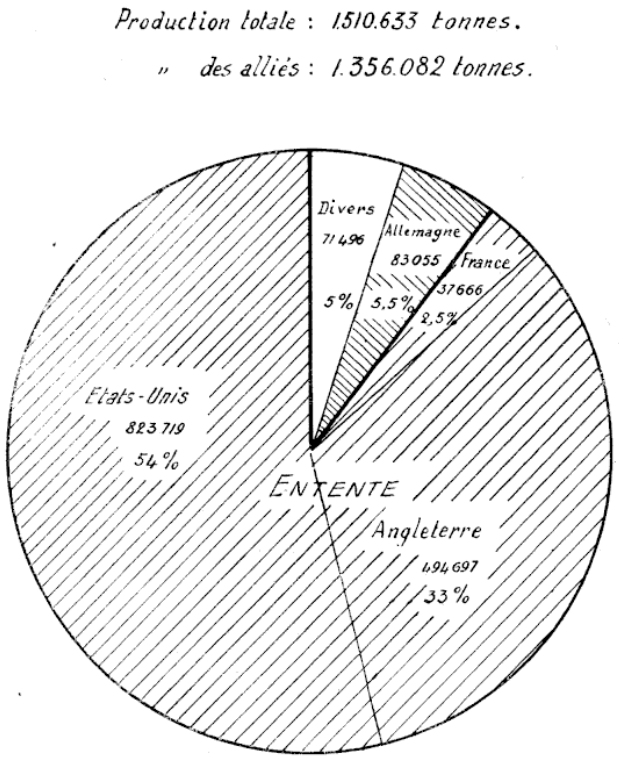


Fig. 68. — Fer-blanc (production mondiale en 1913).

La consommation française est donnée, ainsi que les importations et les exportations, dans la figure 69.

On remarque avant tout combien la consommation française a crû rapidement :

De 43,274 tonnes en 1900, elle est passée à 70,335 tonnes en 1912.

Il est vrai qu'en 1913 elle s'est abaissée à 54,844 tonnes. On voit donc dans quelle importante mesure nous devons avoir recours à l'étranger.

En 1913, la situation se résumait comme suit :

Production	37,666 tonnes.
Importations	19,461 —
Exportations	2,283 —
Consommation	54,844 —

On voit que nos importations représentaient 51,8 p. 100 de notre production et 35,5 p. 100 de notre consommation.

La production française était donc insuffisante pour alimenter le marché national.

Le fer-blanc était préparé principalement dans cinq usines situées à Basse-Indre (Loire-Inférieure), Hennebont (Morbihan), Commentry (Allier), Gueugnon (Saône-et-Loire), Montataire (Oise).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

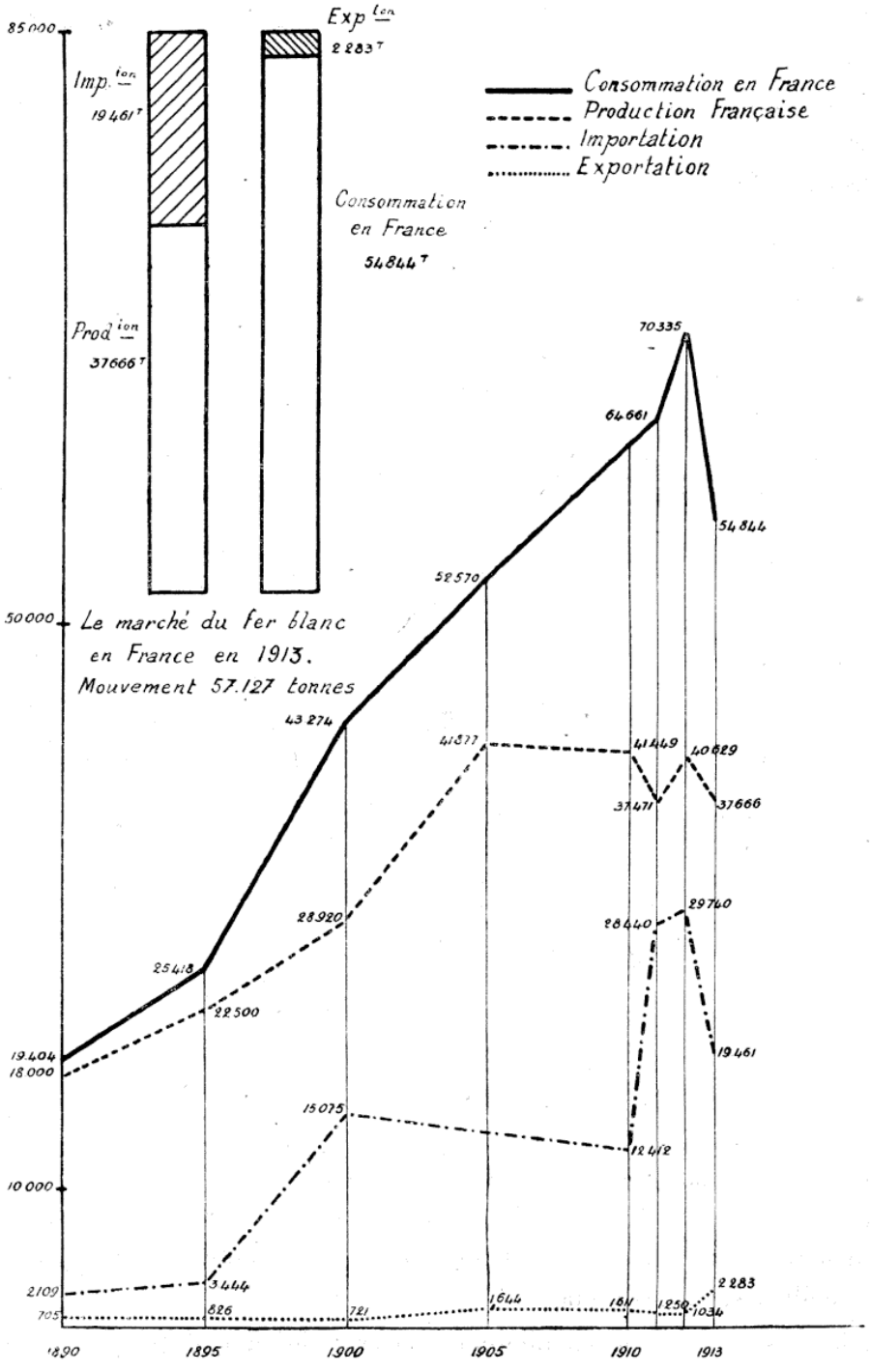


Fig. 69. — Fer-blanc (consommation, production, exportations et importations en France).

Nos importations de 1913 présentent les intéressants détails suivants :

En provenance d'Angleterre	17,193 tonnes.
En provenance des autres pays	2,268 —
	19,461 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que l'Angleterre était notre fournisseur pour 88 p. 100 de nos importations.

Notre consommation se répartissait de la façon suivante :

Conserves alimentaires et confitureries	44 p. 100.
Cirages et produits d'entretien	11 —
Ferblanterie	22 —
Huilerie (estagnons)	9 —
Jouets (articles de Paris)	11 —
Divers	3 —

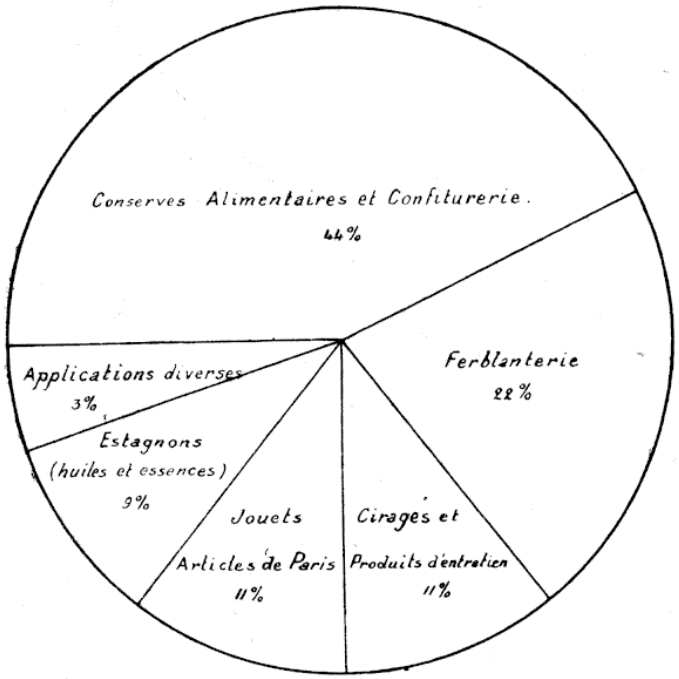


Fig. 70. — Fer-blanc (répartition de la consommation française en 1913 par catégories).

Situation pendant la guerre. — Les hostilités ont amené une suspension presque complète de la fabrication française par suite de la mobilisation. Cependant, la situation l'exigeant, la vie reprit dans les usines métallurgiques; mais la production fut toujours faible et ne dépassa guère, même dans les mois les meilleurs, 2,500 tonnes.

Au contraire, les besoins se sont singulièrement accrus, atteignant 70,000 tonnes en 1915 et 80,700 tonnes en 1916.

Nos importations ont donc été très importantes; en voici les chiffres :

1915	68,340 tonnes.
1916	80,708 —
1917 [1]	45,329 —

[1] En 1917, le Gouvernement anglais interdit la sortie des fers-blancs. Elle ne fut reprise qu'après les accords franco-anglais qui aboutirent à la création d'un acheteur unique pour les fers-blancs anglais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'après-guerre. — Nous avons vu combien notre situation était déficitaire en 1913 et cela bien que la France ait une place toute spéciale dans la métallurgie du fer.

Quelles sont donc les causes de l'infériorité de notre industrie française du fer-blanc ?

D'où provient la supériorité de l'Angleterre qui, avant la guerre, était la nation exportant les quantités les plus importantes de fer-blanc ?

L'Angleterre occupe une situation privilégiée, non pas seulement au point de vue du métal, mais aussi au point de vue du charbon. Or il ne faut pas oublier que la fabrication du fer-blanc réclame une quantité de charbon importante ; si on part de la fonte chargée au four Martin, il faut en moyenne 3 tonnes de charbon par tonne de fer-blanc.

Mais là n'est pas le coefficient le plus important. C'est dans l'adaptation héréditaire de ses ouvriers que l'Angleterre trouve une réelle supériorité.

Les ouvriers forment de véritables dynasties de spécialistes ; car il est incontestable que l'habileté professionnelle joue un grand rôle dans la fabrication du fer-blanc ; un bon lamineur réclame une formation très spéciale et fort longue.

L'Angleterre occupe, on le verra plus loin, une place particulièrement avantageuse dans la métallurgie de l'étain.

D'autre part, des usines anglaises sont spécialisées dans la fabrication des cylindres de laminoirs pour fer-blanc. D'ailleurs, leurs conditions de vente sont spécialement avantageuses et pratiques : le cylindre n'est payé qu'après usure et cela suivant sa durée et le travail fourni. Enfin, les graisses de qualité particulière, qui sont utilisées dans la fabrication, sont spécialement et presque exclusivement fabriquées en Angleterre.

A priori, il paraît bien que dans ces causes de la supériorité anglaise il en est deux que la France ne peut arriver à égaler : le prix du charbon, l'approvisionnement en étain.

Sans doute, le traité de paix changera-t-il sensiblement la situation du pays au point de vue du combustible ; sans doute toutes mesures seront-elles prises pour abaisser le coût du charbon ; cependant le prix du charbon sera-t-il en France du même ordre qu'en Angleterre ?

En outre, nous n'ignorons point que l'on espère trouver quelques ressources dans les gîtes stannifères de la Creuse et de Bretagne ; mais il ne faut pas oublier que la consommation d'avant-guerre du fer-blanc exige annuellement une quantité d'étain égale à environ 1,300 tonnes.

Il y a cependant plusieurs efforts à faire. Avant tout, la France peut et doit produire les cylindres et les graisses nécessaires à l'industrie du fer-blanc.

Les usines productrices doivent elles-mêmes se préoccuper, de façon toute spéciale, de la formation du personnel.

De plus, il est nécessaire de développer et de favoriser l'industrie du désétamage. Avant la guerre — précisons ce point d'ores et déjà — l'Allemagne achetait nos déchets de fer-blanc, et les usines d'Essen, qui opéraient le désétamage par le chlore, traitaient 40,000 tonnes de déchets importés et produisaient 740 tonnes d'étain et 39,000 tonnes de scraps utilisés par les aciéries.

Il est important de signaler que le retour de l'Alsace-Lorraine nous apportera en fer-blanc un supplément de production annuelle de 12,000 tonnes environ[1]. D'autre part, il apparaît bien qu'une

[1] Forges d'Hayange et de Ditting.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mesure s'impose tant que notre production ne sera pas en mesure de satisfaire notre consommation : l'admission temporaire doit être accordée au fer-blanc. En effet, il constitue, pour certaines industries qui occupent une place spéciale dans notre commerce d'exportation, une matière première indispensable ; il en est ainsi pour les conserves alimentaires, les cirages, les produits de nettoyage (pâtes et produits à polir), les jouets, la ferblanterie. Ce sera là le correctif à la protection déjà accordée à l'industrie du fer-blanc.

I. LES TUBES DE FER ET D'ACIER.

Avant-Propos. — Les tubes de fer et d'acier se classent en cinq grandes catégories :

1° Les tubes soudés par rapprochement, obtenus en faisant passer une bande métallique, portée à une haute température, dans une filière ayant la forme du tube et dont le diamètre est légèrement inférieur au développement transversal de la bande ;

2° Les tubes soudés par recouvrement, qui sont préparés en envirolant une bande préalablement chauffée par passage dans une filière et en soumettant ensuite la bande ainsi préparée à l'action de galets qui écrasent sur un mandrin les deux bords superposés de la bande envirolée ;

3° Les tubes obtenus par soudure autogène, qui sont soudés par rapprochement et par fusion des deux lèvres au moyen du chalumeau ;

4° Les tubes sans soudure, qui se substituent de plus en plus aux tubes soudés par recouvrement. Cependant, pour les trop gros tubes d'un diamètre de 150 mm et au-dessus, le tube soudé paraît conserver une supériorité commerciale due seulement au prix très élevé de l'outillage du tube sans soudure.

La fabrication du tube sans soudure se fait par percée, généralement au laminoir oblique genre Mannesman ; l'ébauche est ensuite allongée par laminage sur mandrin, ou bien sur laminoir à pas de pèlerin.

Parfois, on met à l'épaisseur voulue par une passe d'étirage à froid, et cela surtout pour les tubes destinés au cycle, à l'automobile, à l'aviation. Il arrive alors, fort souvent, que l'opération se fait en deux usines entièrement différentes, n'appartenant pas à la même société : la première prépare l'ébauche, la seconde la transforme en tubes par étirage à chaud et à froid, et son matériel n'est alors composé que de bancs.

5° A ces différentes catégories de tubes, il faut ajouter les tubes de fer électrolyte qui ont fait récemment leur apparition et qui présentent un intérêt tout spécial.

Le dépôt de fer se fait sous l'action du courant, l'électrolyte étant constitué par un sel ferreux et l'anode étant formée par des plaques de fonte ; un mandrin conducteur, qui tourne pendant l'opération, forme le pôle négatif. Il n'y a ici aucun appareil de frottement, au contraire de ce qui se passe dans la fabrication des tubes de cuivre par électrolyse. Mais le produit constitué par du fer extrêmement pur est très cassant, par suite d'occlusion d'hydrogène. Un recuit suffit à lui donner des qualités remarquables se traduisant notamment par une charge de rupture de 32 kilogr. et des allongements à la rupture de 36 p. 100.

Les emplois de ces différentes espèces de tubes sont principalement les suivants :

Tubes soudés par rapprochement. — *a*) Employés comme tubes de serrurerie, fabrications diverses : lits, stores, garde-fous ;

b) Tubes à gaz de 1/8 de pouce à 2 pouces intérieur ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) Tubes renforcés, d'épaisseur plus forte que les précédents, avec une passe d'étirage supplémentaire : canalisation de vapeur (basse pression) et canalisation d'eau.

Tubes soudés par recouvrement. — Les tubes à gaz de 2 1/4 pouces à 4 pouces intérieur sont des tubes soudés par recouvrement, leur fabrication étant plus économique pour ces diamètres que le tube soudé par rapprochement.

Le véritable tube soudé par recouvrement est en réalité *le tube de chaudière*. Il est, de plus, employé pour toute canalisation renfermant un fluide sous pression.

Tubes obtenus par soudure autogène. — Ce tube est employé dans la fabrication de la bicyclette, des avions et dans la construction des chaudières.

Tubes sans soudure. — Le tube sans soudure présente les mêmes applications que le tube soudé par recouvrement et certaines autres résultant de leur mode de fabrication (pièces cintrées, courbées, etc.); fabrication de la bicyclette et pour tout ce qui nécessite un travail assez complexe (façonnage, etc.).

Tubes électrolytes. — Employés à tous usages : conduites d'eau, de vapeur, d'air, serpentins, radiateurs, surfaces de chauffe pour étuves et ateliers, moyeux de roues d'aéroplanes, etc.

Il est intéressant de signaler que des essais ont été faits pour utiliser ces tubes dans la construction des chaudières. En résumé, on peut dire qu'après la guerre ces tubes s'emploieront à tous les usages qui demandent des corps creux.

Situation française à l'avant-guerre. — Les tubes soudés par rapprochement étaient faits par différentes usines du Nord et par une usine de Montluçon ainsi que par quelques ateliers de moindre importance.

La production totale était, en dehors de la région du Nord, d'environ 150 tonnes.

Les tubes soudés par recouvrement étaient produits par les mêmes usines.

La production totale était, en dehors de la région du Nord, d'environ 200 tonnes.

Les tubes préparés par soudure autogène étaient fabriqués par quelques usines, dont la principale située à Grenoble.

Les tubes sans soudure n'étaient produits que par les usines du Nord et l'usine de Montbard.

La production totale de ces usines, dans les différentes espèces de tubes, s'élevait, en 1913, à 80,000 tonnes environ.

En dehors de l'usine de Montluçon, sept sociétés se partageaient la production. Les usines étaient situées dans le Nord, à Anzin, Louvroil, Aulnoye, Valenciennes, Haumont, Solesmes, et dans la Côte-d'Or, à Montbard.

Nous ne parlons pas ici des étireurs ne faisant pas eux-mêmes leurs ébauches.

Les sept sociétés représentent un capital de 21,600,000 francs et occupaient environ 2,000 ouvriers.

Notre production ne satisfait pas entièrement nos besoins. Les courbes de la figure 71 montrent, en effet, que les importations ont toujours été supérieures aux exportations, mais, cependant, ces dernières augmentent et, d'ailleurs, notre commerce extérieur en tubes est très faible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

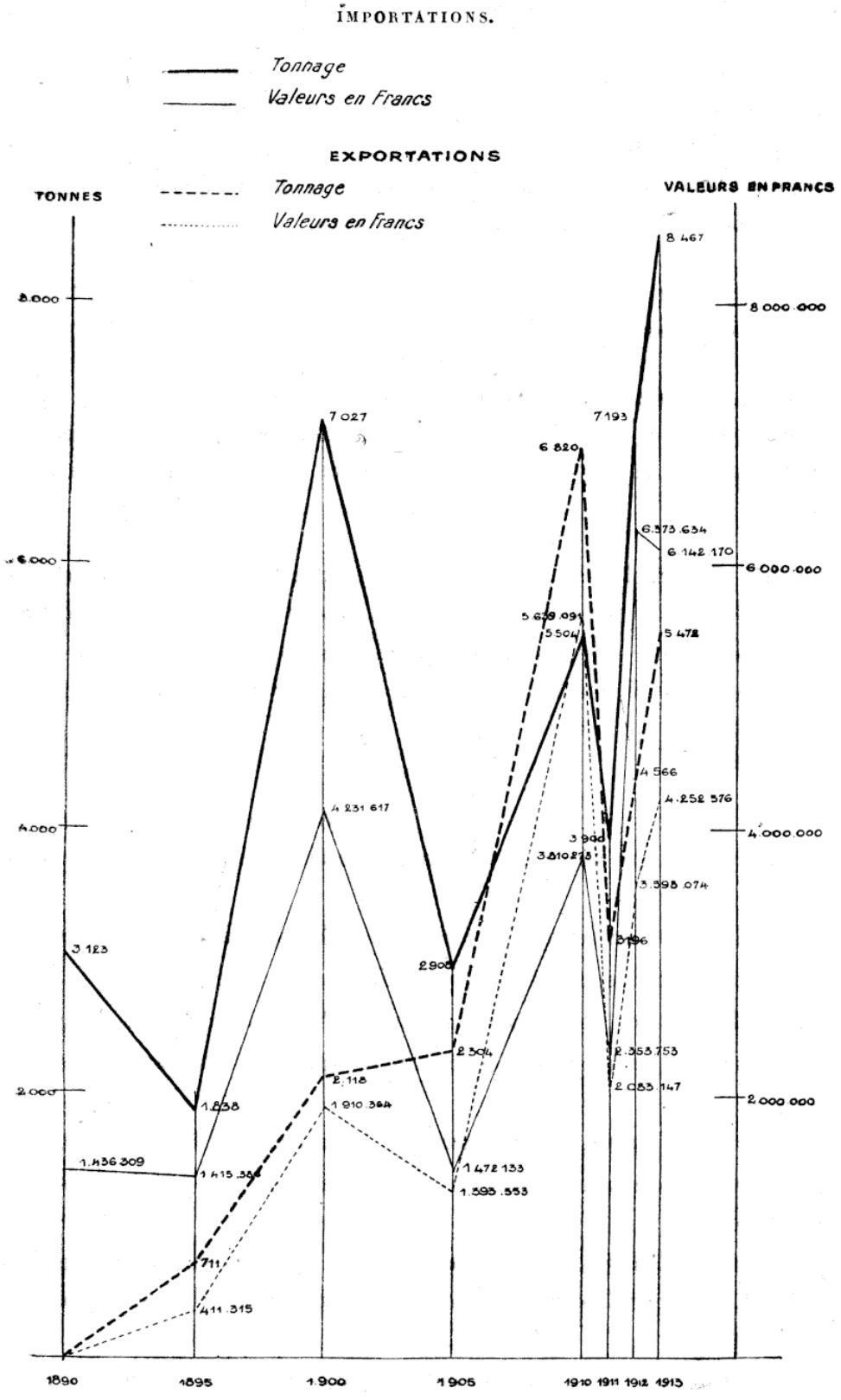


Fig. 71. — Tubes métalliques en fer et acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

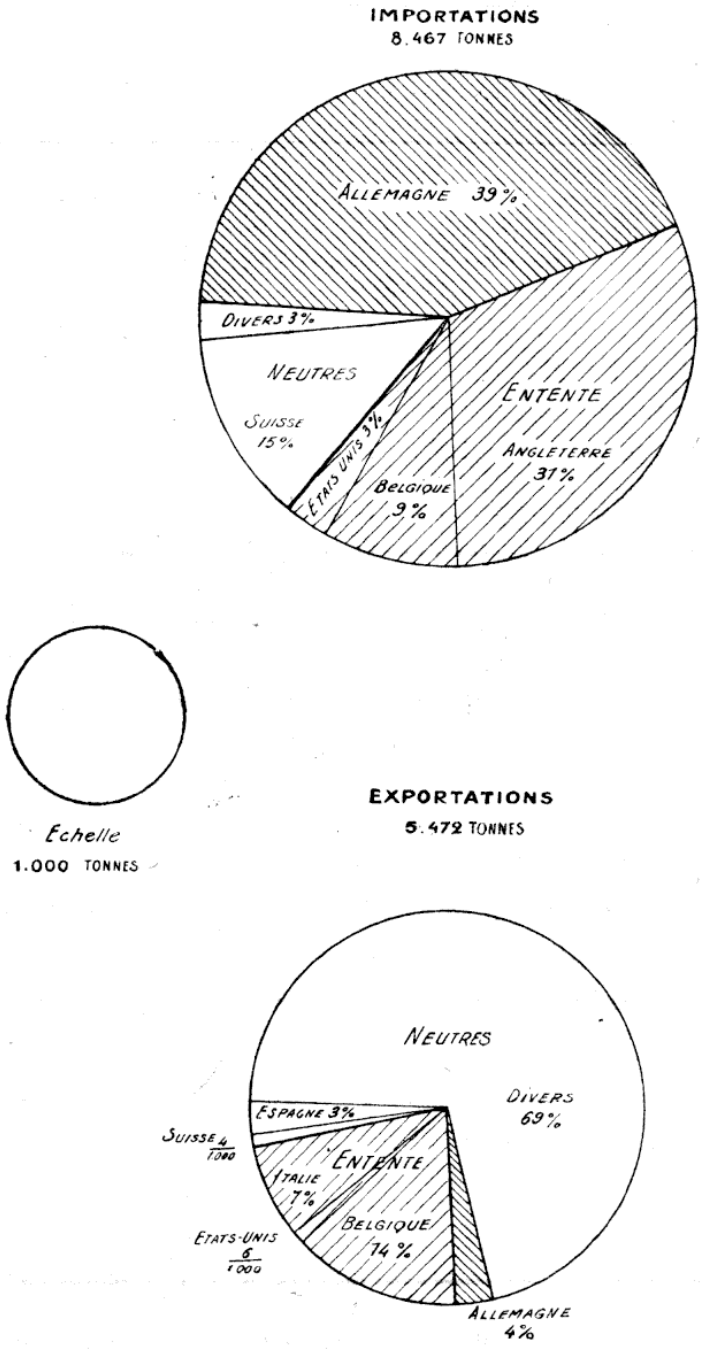


Fig. 72. — Tubes métalliques en fer et acier (1913).

En 1913, la situation se présente approximativement pour les tubes de la façon suivante :

Production	80,000 tonnes.	
Importations	8,467	—
Exportations	5,472	—
Consommation	83,000	— **environ.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tableau suivant résume les importations et exportations pour 1913 :

PAYS.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.
	tonnes.	tonnes.
Allemagne	3,335	245
Suisse	1,272	22
Belgique	789	777
États-Unis	283	34
Grande-Bretagne	2,708	"
Italie	"	403
Espagne	"	196
Divers	80	3,795
TOTAUX	8,467	5,472
Valeur	6,142,170 francs.	4,252,576 francs.

On voit que l'Allemagne nous fournissait 39 p. 100 des tubes importés et la Grande-Bretagne 31 p. 100. Nos exportations étaient extrêmement divisées, la Belgique en recevait 14 p. 100.

Mais on notera spécialement que la différence des importations et des exportations représentait seulement, en 1913, 3,7 p. 100 de la production française.

INFLUENCE DE LA GUERRE. — L'invasion a eu pour effet de réduire à deux le nombre des usines à tubes pouvant fabriquer : l'usine de Montbard et celle de Montluçon.

Nous avons donc été fortement tributaires de l'étranger, spécialement de la Grande-Bretagne et des États-Unis. Voici d'ailleurs les quantités importées :

ANNÉES.	TONNAGE.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
1915	21,230	50,221,000
1916	45,761	110,341,000
1917	53,796	131,548,000

Bientôt des usines nouvelles, au nombre de cinq, s'édifièrent, montées surtout par des sociétés dont les ateliers situés dans le Nord étaient envahis. Une des plus importantes usines d'obus, préoccupée d'utiliser ses ébauches mauvaises, installa un laminoir à tubes.

D'autre part, une grande aciérie de la Loire se mit aussi à fabriquer les tubes; il en fut de même dans une usine métallurgique de l'Ariège dont l'installation doit, dit-on, prendre place dans une usine du Nord au moment de sa reconstitution.

Quoi qu'il en soit, toutes ces nouvelles usines et les rares ateliers qui n'ont pas été envahis ont pu donner une production mensuelle de 3,000 tonnes, et leur capacité doit atteindre sous peu le chiffre mensuel beaucoup plus élevé de 15,000 tonnes.

C'est également pendant la guerre que l'usine de Grenoble, produisant des tubes électrolytes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a commencé son fonctionnement régulier; elle a fourni environ 30 tonnes par mois; la production envisagée avec un nouvel atelier est de 250 tonnes de tubes par mois.

Quant aux tubes étirés à froid, ils ont été préparés sur une large échelle pour satisfaire aux importantes demandes de la Défense nationale, spécialement de l'aviation. De nombreux bancs à étirer ont été montés dans des usines ne faisant pas elles-mêmes les ébauches.

Situation à l'après-guerre. — Avant la guerre, nous satisfaisions la plus grande partie de nos besoins. Ceux-ci seront évidemment bien plus importants à l'après-guerre; on peut admettre le coefficient d'accroissement de 100 p. 100.

Mais nous avons vu que les nouvelles usines créées à l'arrière étaient susceptibles de produire plus de 150,000 tonnes par an qui, ajoutées à la production de 1913, donneront, après reconstitution des usines situées en pays envahis, environ 300,000 tonnes par an.

La production des tubes étirés à froid a augmenté énormément. On l'estime au triple des besoins du pays à l'avant-guerre. On peut donc craindre, dans quelques années, qu'il y ait quelques ateliers qui ne puissent plus utiliser tout leur matériel; mais, à vrai dire, il trouvera aisément des emplois dans les autres travaux d'étirage.

J. LA TRÉFILERIE.

On doit distinguer deux sortes de fabrication :

A. La tréfilerie d'acier doux;

B. La tréfilerie d'acier dur.

La matière première servant en tréfilerie est toujours le *fil machine*, produit brut de laminage, sortant des trains machines. Son diamètre minimum est d'environ 5 millimètres.

La tréfilerie procède, comme chacun le sait, par passage du fil dans des filières qui en abaissent le diamètre, ce passage s'effectuant par traction. L'opération a lieu sur bobines à axe horizontal (gros diamètres) ou à axe vertical (diamètres moyens et faibles) ou sur machines à tréfiler multiples qui comportent plusieurs filières et opèrent ainsi, sans recuit intermédiaire, plusieurs passes.

Le fil d'acier doux est livré soit brut de tréfilerie et par conséquent écroui, soit recuit, cuivré ou galvanisé. D'autre part, il est la matière première de la fabrication des pointes, des clous, des grillages et des toiles métalliques.

Dans la fabrication du fil d'acier dur, on part d'un acier ayant une charge de rupture de 70 à 80 kilogrammes par millimètre carré.

Le fil d'acier dur est obtenu par deux méthodes :

a) Tréfilage donnant un fil durci par écrouissage; la charge de rupture atteint 175 à 190 kilogrammes par millimètre carré;

b) Trempe et revenu suivis d'écrouissage qui permettent d'atteindre 220 et même 240 kilogrammes de charge de rupture.

Les emplois de ces fils se sont singulièrement développés pendant la guerre.

Les fils seulement écrouis sont employés pour toutes utilisations ne comportant pas d'efforts : fils à chapeaux, pointes de cardes, etc.

Les fils trempés sont de meilleure qualité que les précédents et sont utilisés pour la fabrication de câbles, ressorts, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. La tréfilerie d'acier doux.

Situation française à l'avant-guerre. — Étudions d'abord la matière première : le fil machine. Dix-neuf usines, parmi lesquelles six grandes aciéries, produisaient le fil machine.
En 1913, les quantités livrées de ce produit ont atteint 219.728 tonnes.

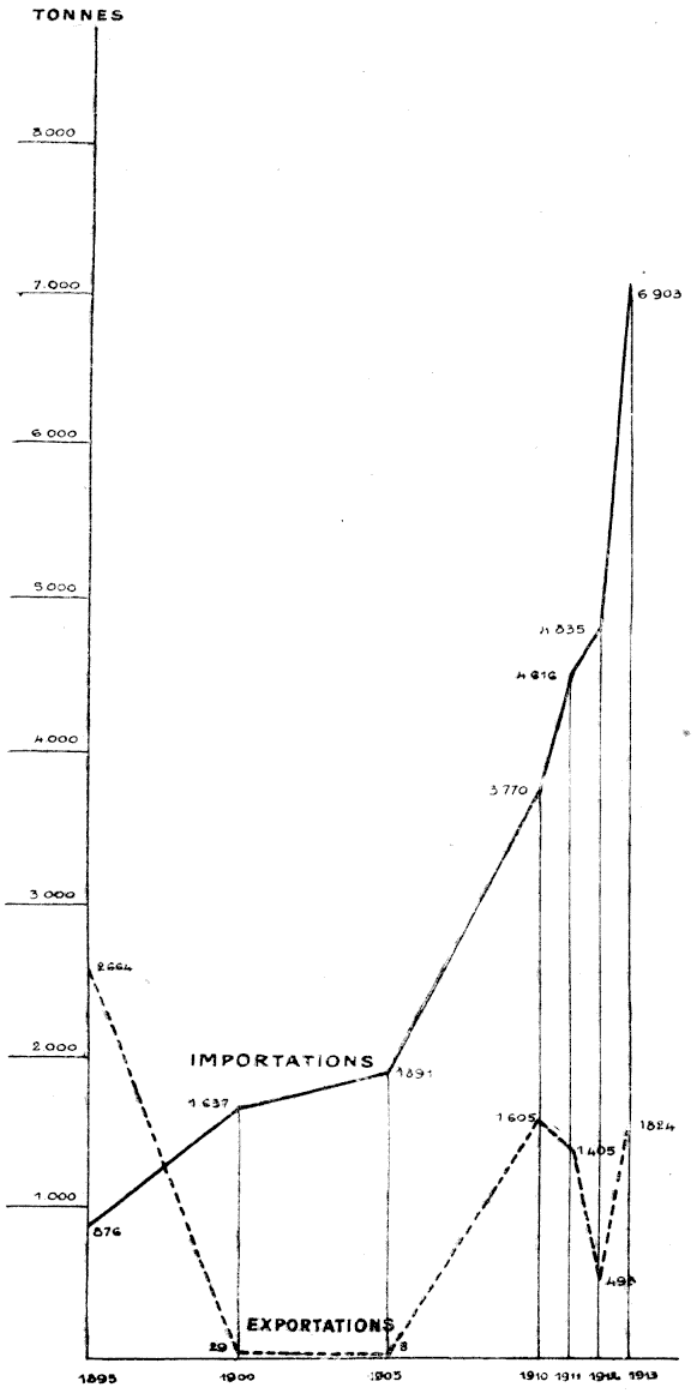


Fig. 73. — Fer machine et acier machine.

Le commerce extérieur en fil machine est donné dans la figure 73. On voit que nos importations sont nettement supérieures à nos exportations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, la situation était la suivante pour le fil machine [1] :

Production, plus de	250,000 tonnes.
Importations	6,903 —
Exportations	1,825 —

A ces chiffres, il faut ajouter les admissions temporaires.

En 1913, elles se sont élevées pour le fil à 3,914 tonnes.

De plus, il a été admis temporairement 15,266 tonnes de fer brut en lingots qui ont été en majeure partie transformés en fil machine et utilisés en tréfilerie.

Il est intéressant de préciser pour 1913 les expéditeurs et destinataires.

Les importations [2] en fil machine, qui se sont élevées à 6,903 tonnes en 1913, provenaient de :

Suède	4,727 tonnes.
Belgique	1,990 —
Allemagne	169 —
Grande-Bretagne	16 —

Les admissions temporaires en fil s'élevaient à 3,504 tonnes, dont :

Venant d'Allemagne	2,750 tonnes.
— de Grande-Bretagne	275 —
— de Belgique	479 —

Les admissions temporaires en lingots de fer brut étaient de 18,555 tonnes, dont :

Venant de Belgique	13,677 tonnes.
— d'Allemagne	4,867 —
— de Suède	11 —

Les exportations en fil machine se sont élevées à 1,825 tonnes, dont :

Allemagne	893 tonnes.
Belgique	872 —
Divers	60 —

Étudions maintenant la transformation du fil machine en produits tréfilés.

Les tréfileries sont extrêmement nombreuses en France : on en compte plus de cinquante-cinq qui partent du fil machine; elles sont réparties sur tout le territoire. Cependant, des groupes importants existent dans les départements de la Haute-Marne, du Doubs et de la Haute-Saône.

La capacité de ces usines était de 23,000 tonnes environ. Leur production réelle d'environ 20,000 tonnes par mois.

On voit de suite que la production et *a fortiori* la consommation du fil machine sont supérieures aux besoins de la tréfilerie. Des applications directes du fil machine en absorbent des quantités importantes; spécialement la fabrication du ciment et du béton armé, celle des articles de ménage, etc.

---

[1] Statistique du Comité des Forges.

[2] Les chiffres relatifs aux importations et exportations ont été pris dans les statistiques douanières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les courbes des importations et exportations relatives aux produits tréfilés se trouvent dans la figure 74.

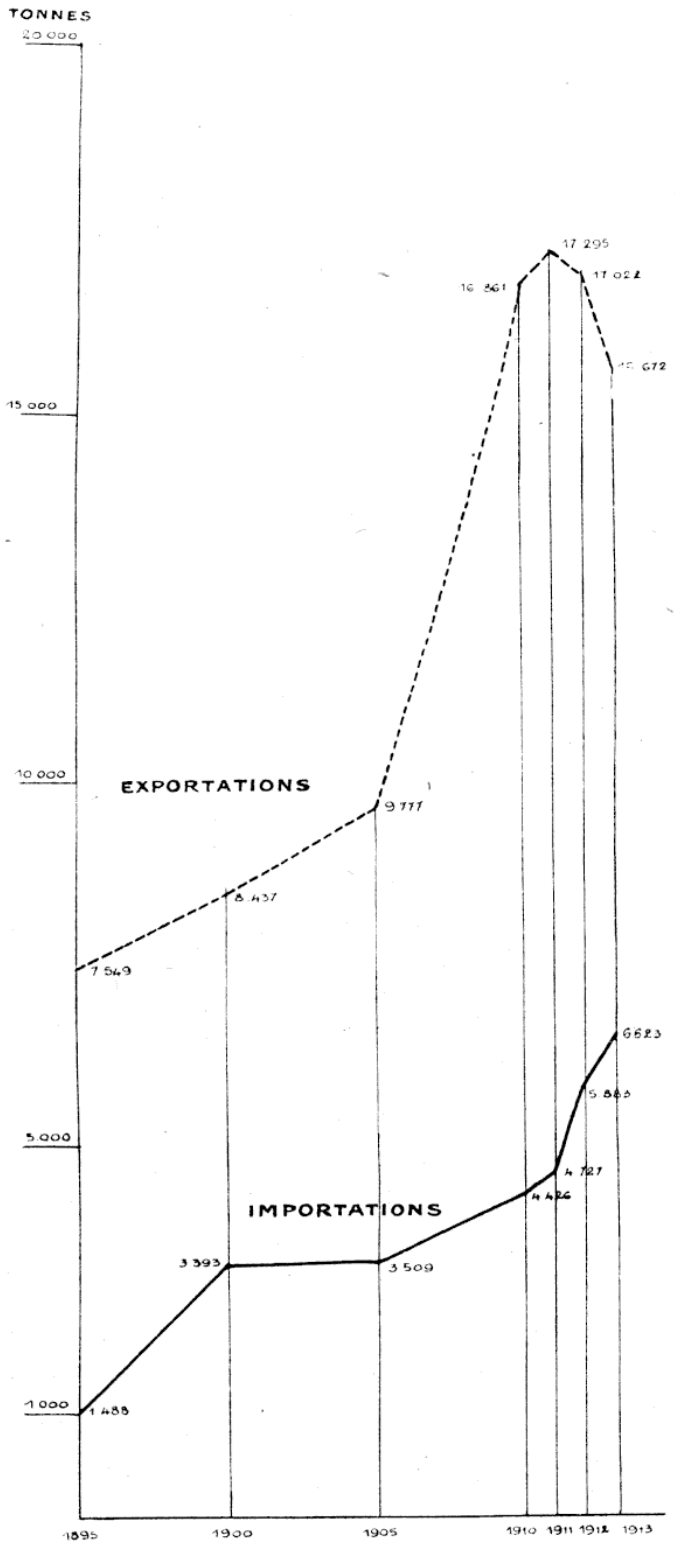


Fig. 74. — Produits tréfilés moins les articles de visserie.

On remarque immédiatement que les importations ont été multipliées par 4,7 de 1890 à 1913 et que les exportations ont été multipliées par 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a une supériorité très marquée des exportations sur les importations.

En 1913, la situation se résumait donc comme suit :

Production	240,000	tonnes.
Importations (produits tréfilés et fil de fer)	12,700	—
Exportations (—)	21,300	—
Consommation	231,400	—

Le détail, pour 1913, des importations et des exportations de fil de fer est le suivant :

IMPORTATIONS.	TONNES.	POURCENTAGE DES IMPORTATIONS.
Allemagne	2,898	soit 47,63 p. 100.
Grande-Bretagne	1,874	30,8 —
Suisse	814	13,1 —
Hollande	194	8,47 —
Belgique	133	
Divers	171	
TOTAL	6,084	100,00 —

Ce tonnage représente une valeur de 1,522,000 francs.

EXPORTATIONS.

Colonies françaises	4,513	tonnes.
Belgique	368	—
Suisse	222	—
Autres pays	503	—
TOTAL	5,606	—

Mais on voit que si l'on sépare, fort justement d'ailleurs, les importations aux colonies, nos exportations atteignent à peine 1,100 tonnes. Elles sont insignifiantes.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — 1° Production du fil machine.

a) Production française :

Les Forges et Clouteries de Mohon;

La Société métallurgique de Gorcy.

Les usines de Wendel et Cie ont été envahies et semblent, d'après les renseignements incomplets que l'on peut avoir à l'heure actuelle, avoir été anéanties soit par vols, soit par bris volontaires. Il a fallu suppléer à l'insuffisance de la production française par des importations considérables de fil machine en provenance des États-Unis d'Amérique, du Canada et de l'Espagne.

Elles ont été en :

1915	65,051	tonnes.
1916	80,203	—
1917	54,093	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Production des produits tréfilés :

a) *Production française.* — Les usines de tréfilerie ont été réquisitionnées, en 1916, et contrôlées par l'Établissement central du Matériel de Guerre du Génie.

Étant donné les difficultés auxquelles se sont heurtés les tréfileurs (difficultés pour obtenir la mise en sursis des ouvriers spécialistes qui leur étaient nécessaires, approvisionnements de charbon et de fil machine réduits), la production a décru; elle a été, en moyenne, de 15,498 tonnes par mois, d'où un déficit mensuel de 4,332 tonnes par rapport au temps de paix.

La disparition des usines en régions envahies a été compensée, en partie, par l'augmentation légère des moyens de production de presque toutes les usines.

Les usines ayant souffert de l'invasion et dont la production était à peu près de 45,000 tonnes de produits tréfilés par an, soit 3,750 tonnes par mois, sont :

La Société des Forges et Clouteries de Mohon qui produisait environ 20,000 tonnes par an;

La Société métallurgique de Gorcy qui produisait environ 16,000 tonnes par an;

Les Forges de Brevilly qui produisaient environ 4,000 tonnes par an;

Ainsi que quelques autres usines de plus faible importance dont la production totale ne dépassait pas 5,000 tonnes par an.

b) *Importations.* — Le déficit résultant de la diminution des moyens de production, d'une part, de l'augmentation considérable des besoins, d'autre part, a nécessité l'importation de quantités importantes de produits tréfilés en provenance des États-Unis d'Amérique, du Canada et de l'Espagne.

Les tonnages importés de fils de fer ou d'acier ont été en :

	TONNES.
1915	43,266
1916	78,070
1917	84,895

c) *Exportations.* — Les exportations de fils de fer ou d'acier ont été, pendant ces mêmes années, de :

	TONNES.
1915	1,336
1916	2,374
1917	1,535

d) *Perfectionnements apportés.* — Aucune transformation considérable ne s'est produite ni dans les méthodes, ni dans l'outillage des usines de tréfilerie.

On doit, toutefois, signaler la généralisation du décapage au bisulfate de soude, sous-produit de fabrication de l'acide azotique nécessaire aux explosifs. Cette méthode, imposée par le développement des emplois de l'acide sulfurique pour la Défense nationale, ne subsistera pas; les facilités d'approvisionnement en acide sulfurique seront, nous le verrons, bien plus grandes qu'avant-guerre.

Situation à l'après-guerre. — Avant la guerre, les importations l'emportaient de beaucoup sur les exportations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La concurrence allemande, particulièrement redoutable, peut être supplantée par l'industrie française et sur le marché intérieur et sur certains marchés étrangers.

Les tréfileurs consultés manifestent tous l'intention d'accroître leurs moyens de production autant que cela leur sera possible; certains, même, se proposent de construire de nouvelles usines.

Une usine spéciale s'édifie à Rochefort-sur-Mer, sur le port, en vue de l'exportation; elle envisage même l'installation d'un train machine et d'un four Martin.

Une nouvelle usine se construit, ayant en vue l'exportation de 60 tonnes de chaînes par mois.

Les tréfileurs proposent en outre, pour accroître les exportations, certaines mesures :

a) Production plus intense de fil machine au plus bas prix possible. A ce point de vue, l'Alsace-Lorraine apporte un appoint considérable.

Les tonnages produits par l'Alsace-Lorraine et le Luxembourg ont été en [1] :

1913	121,821 tonnes.
1914	91,585 —
1915	73,364 —

A défaut d'un prix de revient suffisamment bas, maintien de l'admission temporaire qui, suivant les déclarations de l'un des plus gros industriels exportateurs, permettait seule, avant guerre, de lutter contre la concurrence étrangère.

b) Réduction des tarifs des chemins de fer et des prix du fret.

Un exemple typique, à ce point de vue, est cité par les Forges, Tréfileries et Pointeries de Creil : le fret d'Anvers à Alexandrie, par exemple, était de 9 francs la tonne par une ligne allemande, alors que celui de Marseille à Alexandrie, par une ligne française, était de 25 francs environ.

Les industriels français étaient obligés d'exporter leurs produits par Anvers ou Hambourg pour profiter de ces prix de fret réduits.

c) Création d'offices techniques à l'étranger pouvant guider les efforts des industriels en les renseignant sur les besoins exacts du pays, ses usages commerciaux, les articles employés, leur présentation, les prix offerts par la concurrence, le mode de payement, d'où réforme du corps consulaire.

d) Création d'une banque d'exportation renseignant les industriels sur les crédits des clients, faisant encaisser les effets et permettant un crédit supérieur à quatre-vingt-dix jours.

Mais pour cela, il faut, avant tout, obtenir des intéressés un solide groupement qui facilitera singulièrement la mise au point de toutes ces questions.

B. La tréfilerie d'acier dur.

Situation avant la guerre. — C'est l'une des branches de la transformation du métal qui a fait les plus grands progrès pendant la guerre.

Avant 1914, deux usines, situées dans la Loire et à Lyon, transformaient l'acier dur en fil.

La production ne dépassait pas 200 à 300 tonnes par mois.

---

[1] Bulletin n° 3349 du 27 juin 1916 du Comité des Forges.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'industrie allemande vendait, sur le marché français, au moins 200 à 300 tonnes de fils par mois à des prix inférieurs de 20 p. 100 à ceux pratiqués par les producteurs français.

Situation pendant la guerre. — L'intensité des constructions de l'aviation et de l'aérostation militaires a donné à cette industrie un essor considérable.

Certaines usines ont orienté leurs fabrications antérieures vers les fils durs, d'autres ont complètement modifié leur méthode de travail et sont passées du fil d'acier doux au fil d'acier ayant une résistance supérieure à 240 kilogrammes par millimètre carré.

Ce résultat a été obtenu par la modification des vitesses de travail et de l'importance des passes d'écrouissage, ainsi que par l'emploi d'aciers demi-durs ayant subi un traitement thermique approprié. Dans cette usine, on a travaillé les aciers extra-durs sur des machines à tréfiler multiples et à filières en diamant.

Pendant les premiers mois de l'année 1918, la production a atteint 1,360 tonnes, soit plus de 4,5 fois la production d'avant-guerre.

Les besoins des différents services, pendant les mêmes mois, ont été les suivants :

Mines	180 tonnes.
Aéronautique	290 —
Marine de guerre	400 —
Marine marchande	100 —
Navigation et routes	50 —
Total	1,020 —

Le cahier des charges applicable à la fourniture aux services de l'aéronautique des fils d'acier à haute et à très haute résistance prévoyait les principales caractéristiques suivantes, variables avec le diamètre du fil.

FILS À HAUTE RÉSISTANCE.

Charge de rupture à la traction par millim. carré.	R = 200, fil de 0^{mm} 25. R = 130, fil de 7^{mm}.
Allongement p. 100 à la rupture	A p. 100 = 8, fil de 3^{mm}. Au-dessous de 3^{mm} pas d'essai d'A p. 100. A p. 100 = 10 p. 100, fil de 7^{mm}.
Nombre de pliages alternés	96, fil de 0,25. 4, fil de 5. Au-dessous, pas d'essai.

FILS À TRÈS HAUTE RÉSISTANCE.

Charge de rupture à la traction par millim. carré.	R = 240, fil de 0^{mm} 2. R = 220, fil de 0^{mm} 634.
Allongement p. 100 à la rupture	Pas d'essai d'A p. 100.
Nombre de pliages alternés	100, fil de 0,20. 30, fil de 0,50.

Situation après la guerre. — La production de la France doit considérablement augmenter; cela nous permettra de supprimer les importations et de parer à une consommation qui sera certainement plus forte, par suite du développement de la fabrication des ressorts, des bicyclettes (freins), des pneumatiques (tringles).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'exportation ne paraît possible que sous forme de produits manufacturés, notamment de câbles, ressorts, de freins de bicyclettes, etc.

Mais il nous faudra aussi entreprendre la fabrication des produits que nous faisions venir de l'étranger, notamment d'Angleterre. Nous citerons spécialement les fils pour cardes.

K. LES INDUSTRIES UTILISANT LE FIL D'ACIER DOUX TRÉFILÉ

(Clouterie, pointerie, toile, grillage).

Les industries utilisant ce fil sont les fabrications de pointes, clous, grillages et toiles.

Nous sommes très peu renseignés sur la production française.

Les usines sont nombreuses et fort dispersées. La plupart sont des tréfileries utilisant partie de leur fil dans ces fabrications; quelques-unes achètent cependant la matière première toute tréfilée; ce sont les moins importantes.

La situation de notre commerce extérieur se traduit par les courbes des figures 75 et 76, qui comprennent, *avec le fil*, les autres produits dérivés.

On note de suite que :

En 1913, le détail des importations et des exportations est résumé dans le tableau suivant (en tonnes) :

1° IMPORTATIONS PAR PAYS DE PROVENANCE.

	POINTES.	CLOUS.	GRILLAGES.	TOILES MÉTALLIQUES.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Grande-Bretagne	//	6,7	9,3	14
Suisse	//	2,3	//	//
Belgique	40	13	17	5
Allemagne	17	104	242	7,4
Pays divers	2	38,4	10,7	6,2
TOTAL	59	164,4	279	32,6

2° EXPORTATIONS PAR PAYS DE DESTINATION.

	POINTES.	CLOUS.	GRILLAGES.	TOILES MÉTALLIQUES.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Colonies françaises	2,844	2,343	684	213
Italie	392	119	//	//
Grande-Bretagne	//	305	//	56
Suisse	//	213	137	//
Belgique	547	156	37	32
Allemagne	59	//	3,7	14
Turquie	90	74	20,1	43
Pays divers	641	639	199	187
TOTAL	4,573	3,859	1,080	545

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

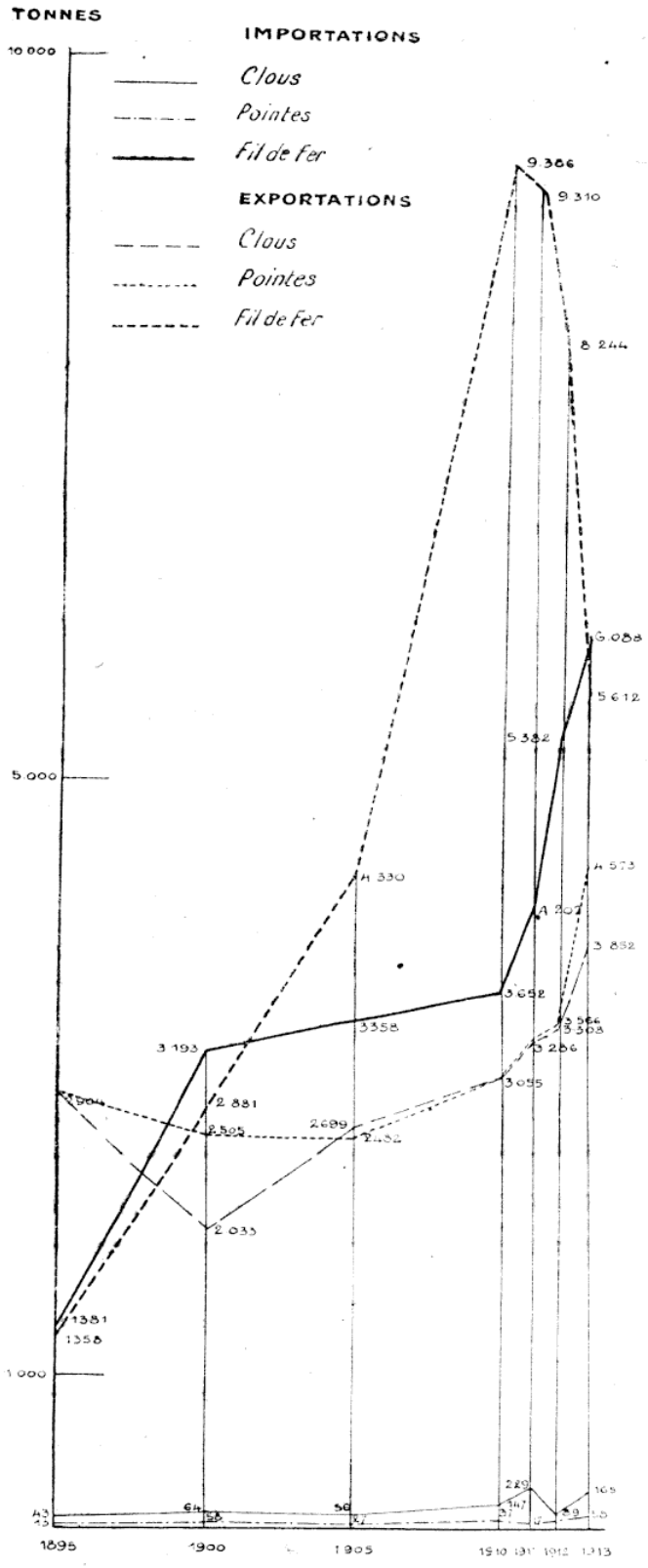


Fig. 75. — Exportations et importations françaises de clous, pointes, fil de fer avant la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

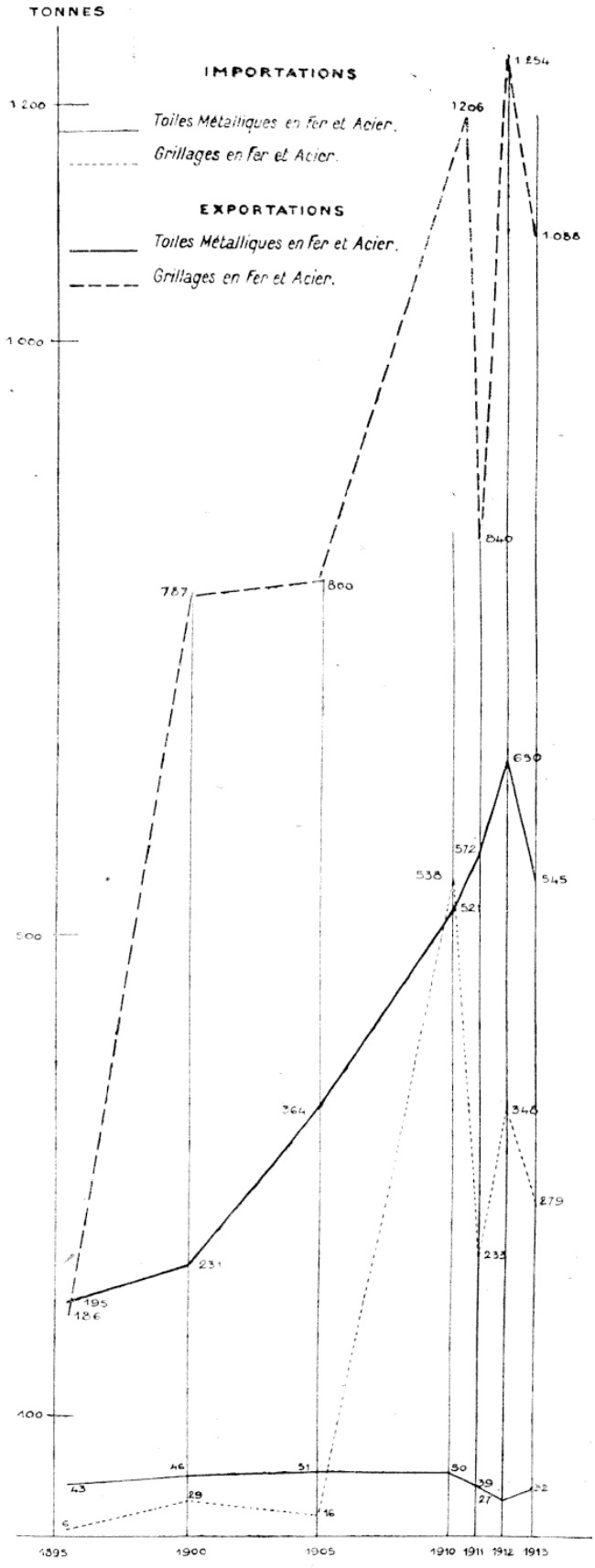


Fig. 76. — **Exportations et importations françaises de toile et grillage en fer et acier avant la guerre.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que nos importations sont très faibles : elles s'élèvent à 336 tonnes représentant une valeur de 286,394 francs. Nos exportations, dans leur ensemble, sont bien plus élevées; elles atteignent 10,153 tonnes, soit 20 fois les importations; elles représentent d'ailleurs une valeur de 4,310,906 francs. Mais il faut bien noter que sur ces 10,153 tonnes, 6,084 tonnes s'en vont dans nos colonies et qu'en réalité nous exportons à peu près 4,000 tonnes.

Cette quantité peut augmenter sensiblement si le groupement indiqué plus haut pour les tréfileries prend aussi en mains — comme cela doit être — la question des produits plus finis, pointes, clous, grillages et toiles.

L. LA BOULONNERIE.

Situation avant la guerre. — Nous ne parlons ici que du boulon fait par forgeage et non du boulon décolleté qui trouvera sa place dans le paragraphe suivant.

La fabrication du boulon forgé s'est depuis longtemps développée dans la Loire et les Ardennes d'abord, puis dans les régions du Nord, spécialement de Maubeuge et de Valenciennes. Enfin, il faut signaler des usines faisant le petit boulon dans le Nivernais et la région de Belfort.

La plupart des boulonneries achètent le fer laminé; certaines possèdent cependant des laminoirs; quelques-unes, en nombre très faible, ont des fours Martin, des fours d'affinage ou de soudage.

Le nombre des producteurs est important : 67 maisons sont affiliées à la Chambre syndicale.

Le groupement du Nord, composé de 9 usines, produisait annuellement 4,500 tonnes.

Le groupement des Ardennes, composé d'environ 45 à 50 usines sans parler d'un grand nombre de petits façonniers, produisait annuellement 5,500 tonnes.

Le personnel employé à la fabrication des boulons dans le Nord et les Ardennes est important, il peut être estimé à plus de 12,000 ouvriers.

Les boulonneries des régions non envahies comprennent 91 usines, dont un certain nombre de maisons nouvelles. La marche normale de ces usines absorberait au moins 6,000 tonnes de métal par mois. Elles n'ont pu fonctionner qu'au tiers de leur puissance.

Les exportations de la boulonnerie étaient supérieures aux importations.

On ne peut les préciser, les relevés des douanes ne nous les faisant pas connaître. Cependant, la figure 77 donne les importations et exportations des vis, pitons, boulons, écrous.

On peut dire toutefois que l'Algérie et la Tunisie étaient d'importants consommateurs.

Nos ventes, nulles en Belgique, Angleterre, Russie et Amérique, étaient encore importantes en Italie, spécialement en petits boulons. L'Autriche avait pris les marchés relativement importants de la Serbie et de la Roumanie qui, autrefois, nous appartenaient.

En Suisse, la concurrence allemande et aussi quelques usines locales diminuaient nos importations; il en était de même en Espagne dont nous avons été le gros fournisseur, mais des fabriques indigènes se sont établies à Barcelone et en Biscaye.

Nos plus importants débouchés se trouvaient en Grèce, Égypte, Turquie et surtout dans les Sud- et Centre-Amériques. Cependant, l'influence des États-Unis se faisait très nettement sentir sur ces derniers marchés, les dernières années avant la guerre.

Situation pendant la guerre. — Les boulonneries du Nord et des Ardennes ont été immobilisées; la raréfaction des matières et du charbon a abaissé la production des autres usines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'après-guerre. — La situation à l'après-guerre sera certainement difficile.

Notre production aura très sensiblement augmenté, après la remise en état des usines envahies; notre consommation aura crû dans de grandes proportions aussi. Mais les marchés extérieurs seront

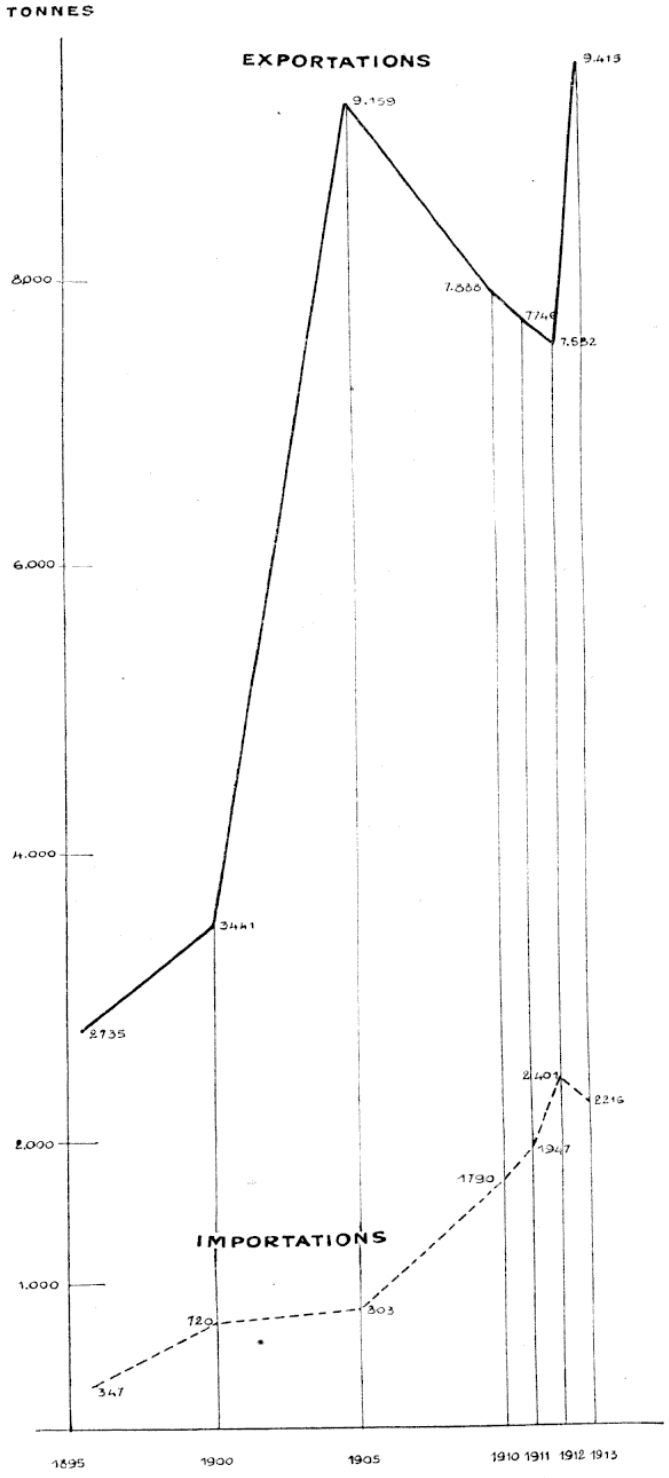


Fig. 77. — Exportations et importations françaises de vis, boulons, pitons, écrous avant la guerre.

en partie fermés. En effet, l'Allemagne, l'Angleterre, les États-Unis, la Belgique et l'Autriche seront largement exportateurs et leur excédent disponible sera plus important qu'à l'avant-guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La production s'est développée en Italie, Espagne, Suisse Russie, et même dans le Sud-Amérique, au Brésil et en Argentine, notamment.

Il semble cependant qu'une place nous est encore réservée dans tous ces pays. Mais là encore, pour réussir, l'organisation syndicale est nécessaire, plus étroite que jamais. Elle doit aller jusqu'à régler les productions de chaque usine en opérant les répartitions des articles, opérer en un mot la spécialisation et surtout créer un organisme d'exportation.

M. L'ÉTIRAGE ET LE DÉCOLLETAGE.

Le décolletage, qui consiste essentiellement dans le travail du métal sur tour plus ou moins automatique, et qui s'applique principalement à l'acier et au laiton, a pris un très grand développement, spécialement sous l'influence de l'industrie automobile.

La place importante occupée dans l'usinage par les tours automatiques a augmenté dans une proportion considérable la fabrication des produits étirés, en lieu et place des produits laminés que la couche d'oxyde et l'imprécision des dimensions ne permettent d'utiliser sur ces machines-outils. Toutes les barres de laiton sont livrées étirées; une quantité d'acier assez importante entre sous cet état dans les ateliers de construction mécanique.

On sait que l'opération de l'étirage, analogue à l'opération de tréfilage, consiste dans le passage d'un produit métallurgique, brut de laminage et décapé, à travers une filière, qui, tout en diminuant le diamètre de 1 à 2 millimètres, lui donne une forme régulière, précise et souvent plus complexe, en utilisant des passes successives, voire simultanément des rabotages, et une surface d'une grande propreté.

Depuis quelques années, les tourneurs ne se sont plus contentés de barres de section régulière, mais ont fort justement exigé des barres de grandes longueurs, pour diminuer les pertes par chute des extrémités, et parfaitement rectilignes. Cela a conduit à une nouvelle opération qui suit l'étirage : l'opération du dressage qui a lieu sur machines à galets ou à cylindres inclinés, cela quelquefois même après tournage (acier dit à tort comprimé, guides pour ascenseurs notamment).

A. L'étirage de l'acier.

Les usines faisant l'étirage d'acier au banc et à la bobine de couche sont extrêmement nombreuses. Elles se trouvent non pas sur le lieu de production du métal, mais bien sur les lieux de consommation; la région parisienne, la région lyonnaise et stéphanoise, la région du Nord et aussi quelques usines dans le centre, spécialement à Saint-Florent (Cher). On peut admettre que la France produisait par an avant la guerre 50,000 tonnes d'acier étiré dans des ateliers spéciaux, au nombre d'une vingtaine. Mais ce chiffre ne comprend pas les produits des nombreux bancs montés dans les usines de construction mécanique qui font elles-mêmes leur étirage.

La guerre a considérablement développé cette industrie. De 50,000 tonnes environ, la production a atteint 200,000 tonnes, exigées spécialement par les fabrications automobiles, aéronautiques et le travail des gaines-relais; on estime à 10 ou 12 le nombre des nouvelles usines créées; elles se sont édifiées surtout dans la région parisienne.

D'autre part les anciennes usines se sont énormément accrues et se sont équipées de façon moderne, bancs à commande électrique individuelle, grands ateliers avec moyens de manutention mécanique, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis les hostilités, de nombreuses femmes ont été utilisées pour le travail d'étirage et de dressage; elles y donnent toute satisfaction.

Il est à noter que, sous l'influence des circonstances actuelles, spécialement de la raréfaction de la matière première, les étireurs se sont groupés et ont constitué un comptoir d'achat des matières premières réunissant 27 maisons, lequel est certainement appelé à leur rendre les plus signalés services à l'après-guerre. Ces 27 maisons possèdent l'outillage suivant :

	NOMBRE.
Bancs de plus de 20 tonnes	44
— de 20 à 10 tonnes	64
— moins de 10 tonnes	59
Bobines à tréfiler	77
Machines à dresser	84
Machines à calibrer	25

La concurrence étrangère est sensiblement nulle; d'ailleurs les exportations sont insignifiantes; sans doute cela provient-il de ce que l'une des qualités primordiales de la barre étirée est sa propreté, qu'il n'est possible de conserver dans des voyages qu'en prenant des précautions coûteuses.

Cependant, il y a un point sur lequel on peut attirer l'attention : des machines utilisées dans cette industrie, seuls les bancs étaient faits en France; les machines à dresser, qui se sont multipliées en ces dernières années, sont d'origine étrangère, spécialement allemandes, suisses et anglaises. Il serait aisé de les construire dans notre pays. Cet effort doit être fait.

B. Le décolletage.

L'industrie du décolletage a pour but de fabriquer en grosses séries des pièces de mécanique de dimensions restreintes (de 80 m/m à 3 m/m et moins de diamètre) dans des ateliers pourvus d'un outillage perfectionné permettant une production régulière et automatique.

La machine-outil type est le tour automatique ou semi-automatique.

La pièce à décolleter est prise dans du métal laminé ou étiré de dimensions très voisines de la pièce à obtenir; quelquefois, l'opération part de pièces étampées ou forgées.

Le déchet de matières est important et va pour certaines pièces jusqu'à 75 p. 100. Les perfectionnements apportés dans cette industrie ont été considérables : conception de plus en plus ingénieuse des machines-outils, amélioration des outils eux-mêmes, automatisme complet des opérations, taylorisation du travail, etc.

Le nombre de pièces de mécanique faites par décolletage s'accroît sans cesse. On est arrivé à une précision extrême permettant des fabrications minutieuses, notamment de pièces interchangeables, le travail de l'ouvrier ou de l'ouvrière étant pour ainsi dire réduit à une besogne de surveillance.

En résumé, c'est une industrie de date récente qui, en peu de temps, a fait des progrès considérables et dont le domaine s'étend de jour en jour.

Situation avant la guerre. — La plus grande partie des usines de décolletage se trouvaient, avant la guerre, dans le département de la Seine. Mais cette industrie s'était développée également dans les grandes villes et dans certaines régions spéciales : Somme, Cher, Loire, Jura, Savoie (toute la région horlogère), Seine-Inférieure, etc.

Beaucoup de ces usines n'étaient que des ateliers de faible importance. Il faut ajouter un nombre considérable de petits mécaniciens, faisant du décolletage, dans toutes les villes industrielles, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques grandes usines, notamment celles construisant les automobiles, qui faisaient elles-mêmes leur décolletage.

On estime que cette industrie faisait vivre environ 10,000 ouvriers, dont les salaires horaires moyens étaient de 0 fr. 70 pour les hommes, et 0 fr. 35 pour les femmes.

Les ouvriers, à part les règleurs et outilleurs, sont relativement peu spécialisés et passent facilement d'une fabrication à une autre.

Le capital engagé, très difficile à évaluer, était très élevé comme valeur de matériel comparée à la production annuelle; en revanche, la fabrication se faisait presque exclusivement sur commandes, et non en séries; les stocks à constituer étaient donc presque nuls.

Presque tous les décolleteurs achetaient le métal (laiton et acier), en barres droites, rondes, carrées ou hexagonales directement aux étireurs.

Les barres de laiton et d'acier provenaient presque exclusivement de France.

Les machines-outils provenaient généralement de la région parisienne. Un petit nombre cependant étaient fournies par l'Allemagne, la Suisse et l'Amérique. Ce dernier pays nous vendait en particulier un certain nombre de tours automatiques.

La durée moyenne d'un tour automatique est de dix ans, avec gros frais d'entretien, croissant rapidement avec la complication et le degré de perfectionnement de la machine.

Les principaux débouchés du décolletage se trouvaient en France même (dans les centres de fabrication mécanique); peu de vente aux colonies, exportations presque nulles.

La concurrence étrangère provenait surtout d'Allemagne, grâce à des tarifs douaniers peut-être insuffisants, à la main-d'œuvre bon marché de ce pays et à l'avance prise pour la fabrication en séries. Mais les industriels suisses, très fortement outillés comme matériel de décolletage pour l'horlogerie, avaient depuis longtemps également conquis sur notre marché de gros débouchés (notamment les maisons de Couvet, La Chaux-de-Fonds, Saint-Imier).

Situation pendant la guerre. — L'industrie du décolletage a fourni un appoint considérable aux besoins de la Défense nationale. Les principales productions ont été : les fusées, les petits obus; les pièces détachées pour l'aviation, l'automobile, les tracteurs, les tanks, la télégraphie sans fil, l'orthopédie, les canons, les mitrailleuses, etc.

La plupart des usines se sont développées sur place. On peut dire que les centres de fabrications sont restés les mêmes qu'avant la guerre. Le nombre des ouvriers est passé de 10,000 à 40,000, chiffre formidable causé par les besoins de la Défense nationale. Le nombre des machines-outils a suivi une progression parallèle.

L'invasion, à raison même de la situation géographique des principaux centres, n'a atteint que très peu de maisons.

Le prix de la main-d'œuvre a triplé; celui des matières premières a plus que quintuplé.

Un très grand nombre de femmes ont été employées pendant la guerre à la surveillance des tours et ont donné toute satisfaction.

En résumé, la guerre a considérablement développé cette industrie, la plupart des maisons ont poussé leur production; beaucoup de nouveaux établissements de minime importance se sont créés pour la fabrication de la Défense nationale, mais un nombre très restreint de maisons ont pris une certaine envergure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation après la guerre. — Le grand nombre de tours et d'ateliers rendus disponibles par l'arrêt des fabrications de guerre va susciter sans aucun doute une concurrence extrêmement âpre entre les producteurs français.

Pendant longtemps [1], l'industrie du décolletage ne pourra songer à se créer des débouchés pour l'exportation.

Cette situation est due à plusieurs causes :

Raréfaction de la main-d'œuvre, des matières premières, du combustible, du fret, élévation des prix de transport, services d'exportation inexistants à organiser, etc.

La situation, du moins dans les premiers mois qui suivront le traité définitif de paix, sera donc sérieuse, avec une surproduction inévitable, si les industriels intéressés ne veulent pas jeter sur le pavé une main-d'œuvre extrêmement nombreuse.

Il semble donc urgent de parer à l'invasion nouvelle du marché français par les produits suisses et allemands qui aviliraient les prix et ne permettraient plus la concurrence.

Plus tard, lorsque la surproduction française se sera créé des débouchés à l'extérieur, il sera possible de rendre le marché français plus libre.

Quoi qu'il en soit, une fois passée cette période critique, il est certain que le plus bel avenir attend cette industrie du décolletage qui suivra la marche ascendante de la moyenne mécanique en France.

Et, à ce point de vue, il semble bien que l'avenir soit dans le groupement des usines en puissantes maisons, à gros capitaux, possédant des ateliers perfectionnés où seront appliquées les méthodes les plus modernes de production économique et intensive.

La poussière des petites maisons possédant un ou deux tours et quelques ouvriers devra disparaître, ne pouvant concurrencer les gros producteurs.

Quelques desiderata exprimés par les industriels consultés relativement à la standardisation, à la protection des brevets, à l'enseignement technique, à la réforme de notre Corps consulaire et de notre législation sociale, concordent avec les vœux et desiderata de nombreux industriels français et seront étudiés dans des chapitres spéciaux.

N. LE MATRIÇAGE, L'EMBOUTISSAGE, L'ESTAMPAGE.

Lorsqu'on a à exécuter une commande assez importante de pièces de forge identiques et de poids faible, on cherche à éviter le façonnage par déplacement du métal sous le pilon ou la presse avec vérification au gabarit et à produire de suite une pièce se rapprochant autant que possible des cotes définitives; on emploie, suivant les circonstances, le matriçage, l'estampage ou l'emboutissage, par lesquels on réalise rapidement une sorte de moulage des pièces à l'état pâteux.

Dans le *matriçage*, le métal à façonner, porté au rouge, est introduit dans une matrice, qui n'est autre chose qu'un moule en acier capable de résister aux chocs du pilon, et présentant intérieurement la forme de l'objet à fabriquer. Un coup de pilon fait pénétrer le métal dans la matrice et l'oblige à en prendre la forme.

Le métal peut aussi être compris entre une matrice inférieure fixe et une matrice supérieure tenue à bras et sur laquelle agit le pilon; il est de la sorte moulé entre ces deux pièces formant boîte.

Dans l'*estampage*, la matrice supérieure est fixée à un mouton guidé; il n'y a ainsi aucun effort à

---

[1] Renseignements fournis par la Chambre syndicale des Tourneurs décolleteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire à bras d'homme, si ce n'est celui de présenter le métal sur la matrice inférieure. L'estampage s'applique plutôt aux petites pièces, plus spécialement aux pièces de matériel de chemins de fer. Il est parfois fait à la presse.

L'*emboutissage* se fait surtout à la presse; on l'emploie pour obtenir des corps creux d'une seule pièce.

Le métal, sous forme de tôles, de blooms ou de feuilles, est refoulé entre une pièce mâle appelée poinçon et une matrice présentant en creux le relief à obtenir.

Il se fait à froid ou à chaud suivant les circonstances.

Le matriçage ne constitue pas une industrie proprement dite. C'est un procédé de travail rapide, appliqué dans tous les ateliers de forge.

L'estampage et l'emboutissage, au contraire, ont pris un grand développement et constituent de véritables spécialités. La plupart du temps, dans la grosse industrie, l'atelier de forge comprend une ou plusieurs presses à emboutir, mais certaines forges se sont plus spécialement orientées vers la production de pièces embouties ou estampées.

Nous consacrerons un paragraphe spécial à l'emboutissage et à l'estampage de petites pièces de consommation courante, faites économiquement en grande série (agrafes, jouets, articles de ménage, bimbeloterie, boîtes métalliques, couverts, clefs, boucles, ferrures, articles de Paris, etc.).

Situation avant la guerre. — Une dizaine d'usines, la plupart situées dans le Nord de la France, faisaient l'emboutissage; le principal centre était à Douai.

Une usine à Requigny relevant de la Société de Dyle et Bacalan; à signaler, enfin, certaines forges, en particulier Saint-Chamond, faisant également des pièces embouties.

L'emboutissage rémunérait environ 2,500 ouvriers et un capital de 15 à 20 millions.

La production annuelle atteignait 10,000 tonnes environ d'une valeur approximative de 8,000,000 de francs; dans la vallée de la Meuse, un certain nombre d'usines faisaient le matriçage de pièces de chemins de fer, et une seule l'estampage.

A Charleville, à Mézières et à Mohon, se trouvaient trois importantes usines d'estampage, produisant en particulier des pièces d'automobile.

A Jeumont (usine belge) et à Longuyon étaient deux usines d'estampage.

A Billancourt et à Ivry, deux maisons faisaient le matriçage des pièces d'automobile et les essieux.

Signalons enfin une usine d'estampage à Montbard, quelques ateliers de matriçage à Ugine, et à Thiers, les ateliers de fabrication des pièces pour coutellerie.

La matière première était, pour l'emboutissage : la tôle de 3 à 40 millimètres provenant (par ordre de tonnage) des forges de France, d'Allemagne, de Belgique et un peu d'Angleterre; pour l'estampage : les aciers Martin et les aciers spéciaux du centre de la France.

L'outillage des ateliers d'emboutissage consiste en presses : mécaniques, hydrauliques, électriques, fabriquées en France pour la plupart; les grosses presses (une trentaine en France) étaient fréquemment des spécimens uniques, construits par les manufacturiers eux-mêmes, ou sur leurs plans; quelques presses provenaient d'Allemagne et d'Angleterre.

Les moutons pour estampage étaient presque exclusivement des machines anglaises, provenant de Manchester.

Les statistiques ne permettent pas de suivre le commerce des articles emboutis ou estampés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant, on peut dire que presque toutes nos ventes se faisaient en France et aux colonies; quelques exportations d'emboutis en Russie, en Italie, en Espagne et très peu en Angleterre.

Nous exportions très peu d'articles estampés en Italie et en Angleterre.

L'Allemagne seule nous faisait une concurrence sérieuse. Elle avait, pour ainsi dire, le monopole des pièces embouties pour appareils de distillerie et de brasserie.

De même, en ce qui concerne les pièces d'estampage, nous n'étions guère concurrencés que par l'Allemagne, principalement pour les pièces faites en grande série.

Le bon marché des matières premières et de la main-d'œuvre allemandes lui permettait en effet d'écouler facilement ces pièces sur le marché français.

Situation pendant la guerre. — Plus de 50 p. 100 de la production française en articles estampés a disparu du fait de l'invasion et de la destruction systématique des usines du Nord et du Nord-Est.

Seules les usines de la Loire ont fonctionné pour les fabrications de guerre.

Deux usines du Nord se sont établies à Pantin et à Argenteuil.

En ce qui concerne les usines d'emboutissage, on peut estimer que les 8 dixièmes de la capacité de production de la France en articles emboutis ont complètement disparu : toutes les usines du Nord et du Nord-Est ont été entièrement détruites, en particulier l'important centre de Douai. Les pertes atteindraient une douzaine de millions.

Les usines restantes ont fabriqué presque exclusivement des douilles, des obus, des pièces de camions automobiles et des plates-formes. Beaucoup de presses se sont montées pour ces fabrications dans les ateliers travaillant pour la Défense nationale et les usines d'emboutissage ont accru leur production. Cependant un petit nombre d'usines peu importantes se sont montées dans la région parisienne en particulier, pour la fabrication des châssis d'automobiles. Les tôles ont sextuplé de prix et la main-d'œuvre a plus que doublé.

Situation après la guerre. — L'industrie de l'emboutissage et de l'estampage était en pleine prospérité avant la guerre, avec une main-d'œuvre bien exercée et un outillage bien au point, paraissant peu susceptible d'améliorations considérables.

Il sera très facile d'adapter les presses à obus à des fabrications courantes : articles de ménage, cuivrerie, travaux d'estampage et de petit emboutissage, etc.

L'appoint fourni par les ateliers ayant travaillé pour la guerre et possédant des presses sera certainement considérable et aidera au développement de l'industrie de l'emboutissage qui est appelée, par les tendances actuelles à faire vite et bon marché, au plus bel avenir.

Un effort doit être fait pour la construction en France des machines d'estampage, actuellement d'origine anglaise.

Découpage, matriçage, emboutissage, estampage des petites pièces faites en série.

Cette industrie prend la matière première sous forme de plaques, feuilles, tôles, barres plates ou profilées et la transforme en aussi peu d'opérations que possible en objets de consommation courante, devant être obtenus avec le minimum de prix de revient. Elle s'applique à toutes les matières

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont la ductilité permet d'obtenir, à froid ou à chaud, des déformations rapides et permanentes : fer, acier doux, aluminium, nickel, cuivre, laiton, carton, feutre, métaux précieux, fer-blanc, etc.

Il faut lui rattacher l'industrie de l'agrafage et du sertissage, qui utilise un matériel analogue.

Son rayon d'action est immense; il n'est guère d'objets de consommation courante qui n'en relèvent. Citons simplement : jouets, boîtes métalliques, boîtes de conserve, clefs, boucles, ustensiles de ménage, orfèvrerie, articles de Paris, ferrures de portes et fenêtres, agrafes, chapellerie de feutre, cartonnages, casques, bandes de mitrailleuses, etc.

La matière première est d'abord découpée à la presse en flans de dimensions soigneusement étudiées; ces flans sont repris par des presses simples ou multiples presque toujours mécaniques, qui, automatiquement, les transforment en objets finis.

Machinisme extrêmement compliqué et ingénieux, pouvant s'adapter à chaque fabrication, personnel aussi restreint que possible, telles sont les caractéristiques de cette industrie.

Situation d'avant-guerre. — En raison de l'extrême diversité de ses applications, il est très peu aisé d'en donner une idée d'ensemble. Il existait un nombre considérable de petits fabricants utilisant quelques presses pour une fabrication donnée.

Ils étaient disséminés un peu sur tout le territoire, travaillant à la demande de l'industrie locale.

Néanmoins, on peut dire que l'emboutissage et le matriçage des pièces un peu importantes se faisaient dans les Ardennes (notamment à Rancourt pour les pièces de harnachement) et dans la Loire pour les charnières, paumelles, pièces de voitures, etc. Le Puy-de-Dôme travaillait la coutellerie, et les grands ports de pêche la boîte de conserves.

Dans la région parisienne, un grand nombre de petits fabricants emboutissent l'article de Paris, les boîtes métalliques, les pièces de jouets et d'horlogerie, la lampisterie, les pièces d'ornementation, etc.

Peu de maisons françaises fabriquaient la presse à découper et à emboutir et les machines de sertissage, de pliage et d'agrafage.

La concurrence venait d'Allemagne et d'Amérique. La fabrication américaine était monopolisée par la maison Bliss, de Brooklyn, qui forme une sorte de trust de cette machinerie, au capital de 16 millions, et contrôle six grandes usines dont une française, à Saint-Ouen, au capital de 6 millions.

Les Allemands exportaient en France leurs machines de Aue (Saxe), du Wurtemberg, de Stuttgart et de Mannheim, et faisaient aux Français la concurrence la plus redoutable, leurs prix étant inférieurs aux prix des machines françaises et américaines.

En particulier, les machines à travailler le carton étaient pour ainsi dire introuvables en France, la presque totalité provenant de Leipzig.

Cela tenait aux tarifs douaniers, ne s'appliquant qu'au poids de la machine, sans tenir compte de la valeur intrinsèque due à sa complication et à la main-d'œuvre apportée à sa fabrication.

Quant aux pièces fabriquées, l'étranger n'importait que fort peu de pièces détachées embouties, préférant importer l'objet complètement fini, comme le jouet monté, l'article de ménage et de quincaillerie. Là, la concurrence était formidable : elle sera d'ailleurs étudiée aux chapitres concernant ces articles. Notons en passant que la majeure partie de la production des becs de lampes à pétrole était entre les mains des Allemands, qui vendaient en France à un prix inférieur au prix de revient et rendaient la concurrence pour ainsi dire impossible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation pendant la guerre. — Pendant la guerre, la petite industrie de l'emboutissage, du matriçage et de l'estampage s'est considérablement développée, appliquée en grande partie aux besoins des armées. Un grand nombre de nouveaux établissements se sont créés un peu dans toutes les régions, particulièrement dans le voisinage des usines de guerre. La main-d'œuvre féminine y est très employée pour surveiller et conduire les presses.

Les casques, bandes de mitrailleuses, chargeurs, douilles de laiton, garnitures de caissons, pièces de bouclerie et de harnachement, pièces pour automobiles et camions, etc., ont demandé un nombre considérable de nouvelles presses.

La matière première a quintuplé de prix et la main-d'œuvre a plus que doublé.

Situation à l'après-guerre. — Le grand nombre de petits ateliers existant actuellement permet de prévoir un développement considérable de l'industrie de l'emboutissage et du matriçage pour l'après-guerre.

A ces ateliers vont s'ajouter d'ailleurs tous ceux ayant travaillé exclusivement pour la guerre et possédant des presses, dont l'adaptation à des fabrications courantes sera des plus faciles.

C'est une industrie intéressante, rémunératrice, susceptible de perfectionnements toujours possibles, s'adaptant à des objets de plus en plus nombreux et relevant parfaitement de l'ingéniosité de l'esprit français.

Mais il faut que l'industrie française trouve une protection certaine contre la concurrence allemande, en particulier en ce qui concerne les objets finis et articles de Paris, quincaillerie, jouets, etc.

Il faut enfin que soient revus les tarifs douaniers relatifs aux machines-outils et que les machines très spéciales soient imposées non au poids, mais à la valeur déclarée. Cette question sera étudiée dans un chapitre particulier.

O. LA FABRICATION DES AIGUILLES.

Il faut distinguer :

La fabrication des aiguilles ordinaires et celle des aiguilles de bonneterie.

A. Les aiguilles à coudre ordinaires.

Avant la guerre, leur fabrication était répartie entre trois nations : l'Angleterre, qui a été le berceau de cette fabrication, l'Allemagne, la France. En Angleterre, les usines sont presque toutes situées à Redditch, près de Birmingham; en Allemagne, la fabrication est concentrée à Aix-la-Chapelle et dans ses environs, spécialement à Düren, Iserlohn; en France, la fabrication des aiguilles se faisait en deux usines situées aux environs de Laigle (Orne) : la maison Bohin et la maison le Fils de Charpentier.

La production se partageait sensiblement de la façon suivante :

France : 5 p. 100 de la production mondiale en poids (environ 300 millions d'aiguilles);

Allemagne : 65 p. 100;

Angleterre : 30 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les États-Unis n'intervenaient dans la production que pour une quantité insignifiante. Toutefois, la production anglaise a une valeur bien supérieure à la production allemande, l'Angleterre s'étant toujours cantonnée dans la fabrication des aiguilles de qualité supérieure.

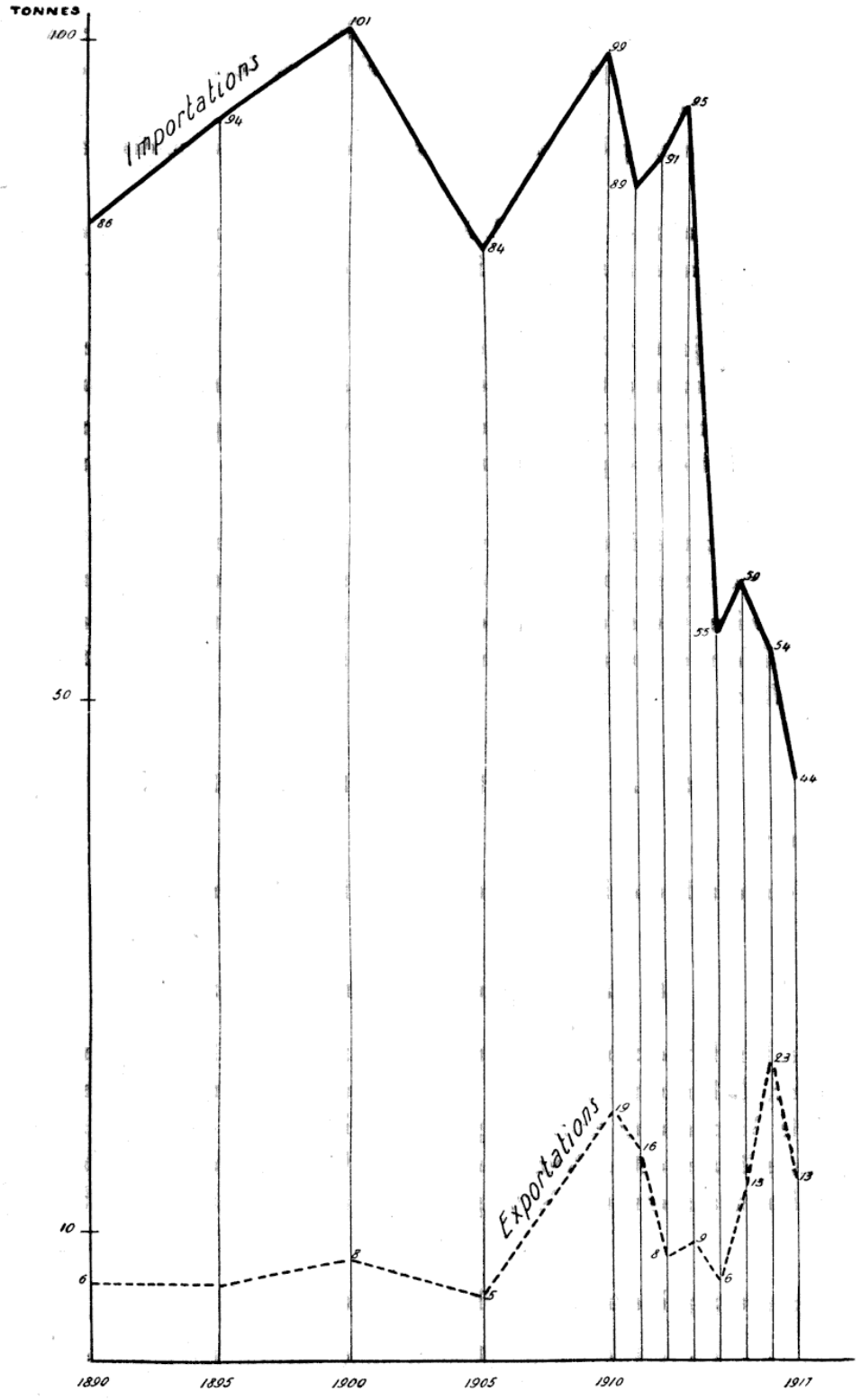


Fig. 78. — Aiguilles à coudre (poids). — Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

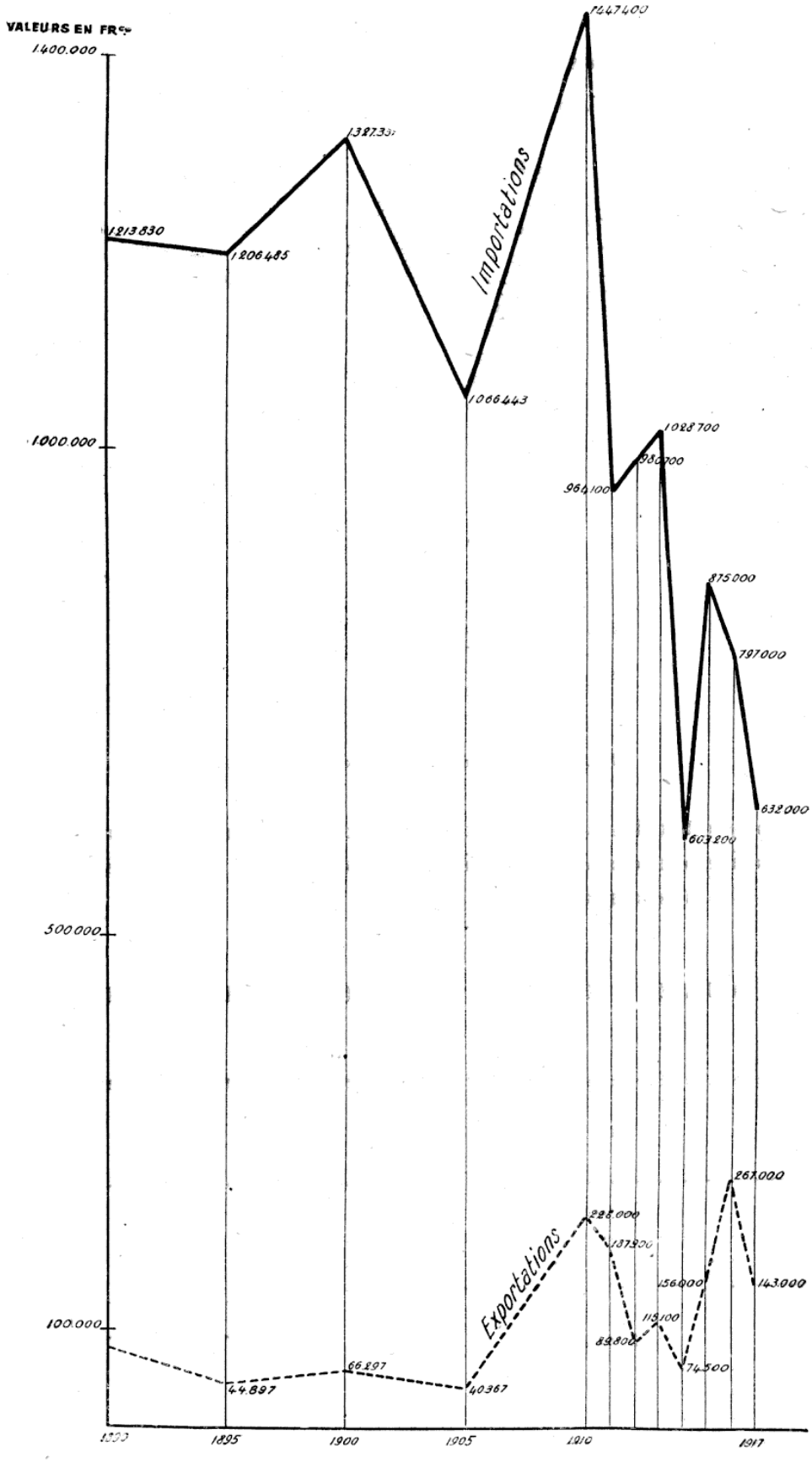


Fig. 79. — Aiguilles à coudre (valeur). — Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

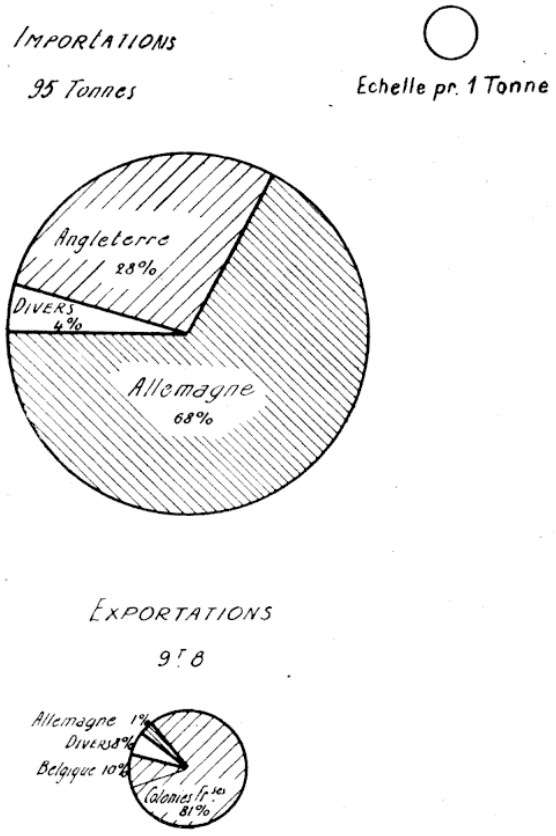


Fig. 80. — Aiguilles à coudre (détails pour 1913).

D'ailleurs, la production française était bien inférieure à la consommation. Les figures 78 et 79 résument nos importations et exportations dont les détails, pour l'année 1913, se trouvent dans la figure 80 et le tableau suivant :

AIGUILLES À COUDRE. — IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS.

(DÉTAIL PAR PAYS, 1913.)

PAYS.	TONNES.	P. 100.
1° IMPORTATIONS.		
Angleterre	27	28
Allemagne	65	68
Divers	3	4
	95	100
2° EXPORTATIONS.		
Colonies françaises	8	81
Allemagne	0,1	1
Belgique et Indes	0,7	10
Suisse et Espagne	0,2	8
Divers	0,8	
	9,8	100

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit donc que l'Allemagne nous fournissait 68 p. 100 de notre importation et l'Angleterre 28 p. 100.

En résumé, on peut admettre que nous produisions 300 millions d'aiguilles et que nous en importions 600 millions, dont 408 millions d'Allemagne (aiguilles bon marché) et 168 millions d'Angleterre (aiguilles de qualité supérieure).

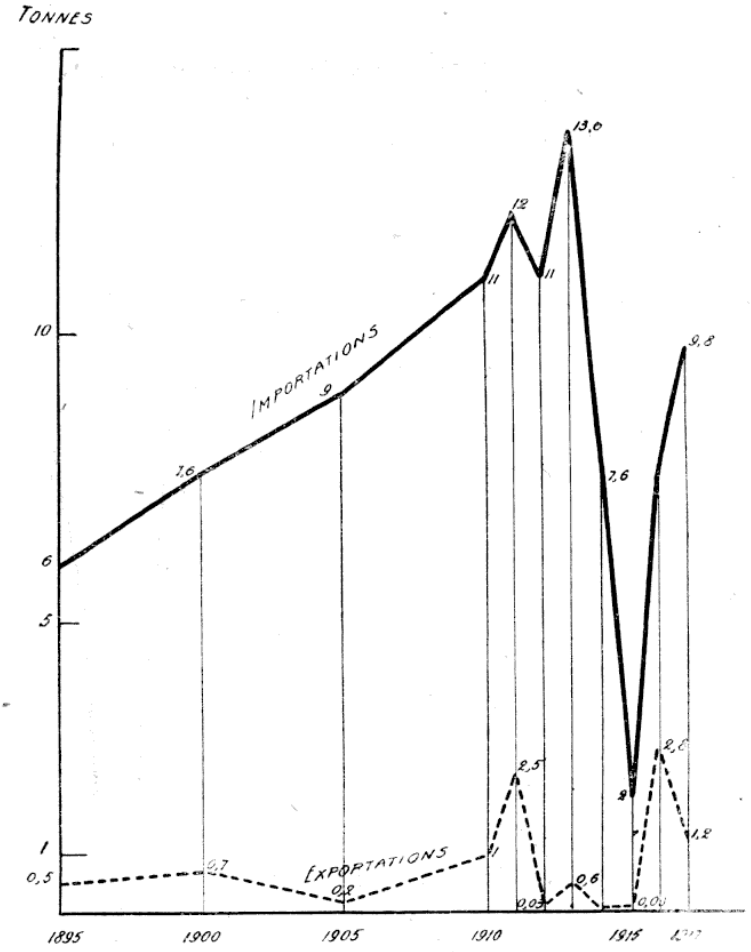


Fig. 81. — Aiguilles pour métiers à tulles, à dentelles, à tricots (poids).

De plus, il est à noter que les usines françaises n'ont assuré que la fabrication des aiguilles à coudre à la main et que les aiguilles à coudre à la machine, dont le commerce devient très important, provenaient d'Allemagne et d'Angleterre, et aussi quelque peu des fabriques récemment montées aux États-Unis.

Les hostilités ont diminué singulièrement la production des usines françaises et l'ont presque annihilée, tandis que les exportations anglaises se sont fortement développées, prenant la place des produits allemands.

On voit clairement la situation de l'industrie de l'aiguille en France; elle est relativement insignifiante : la production est à peine le tiers de notre consommation; toutes les aiguilles de machines à coudre venaient de l'étranger. Il y a donc là une industrie à développer dans de très vastes proportions. La fabrication est délicate, demande un outillage assez minutieux, une matière première

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de bonne qualité et très homogène, une main-d'œuvre bien exercée. Mais, dans tous ces facteurs, il n'en est aucun qui présente des difficultés de solution. Avant la guerre, on pouvait avoir quelque crainte au point de vue de la qualité du métal : mais les tréfileurs ont eu à vaincre des difficultés d'un tout autre ordre, avec la fabrication des fils à haute résistance employés en aéronautique

Indiscutablement, notre industrie d'aiguilles à coudre doit prendre une grande extension. Mais elle réclame un matériel nouveau et ne peut point utiliser les machines existantes.

B. Les aiguilles de bonneterie.

La fabrication des aiguilles de bonneterie constitue une industrie d'une certaine importance et dont l'origine paraît bien française.

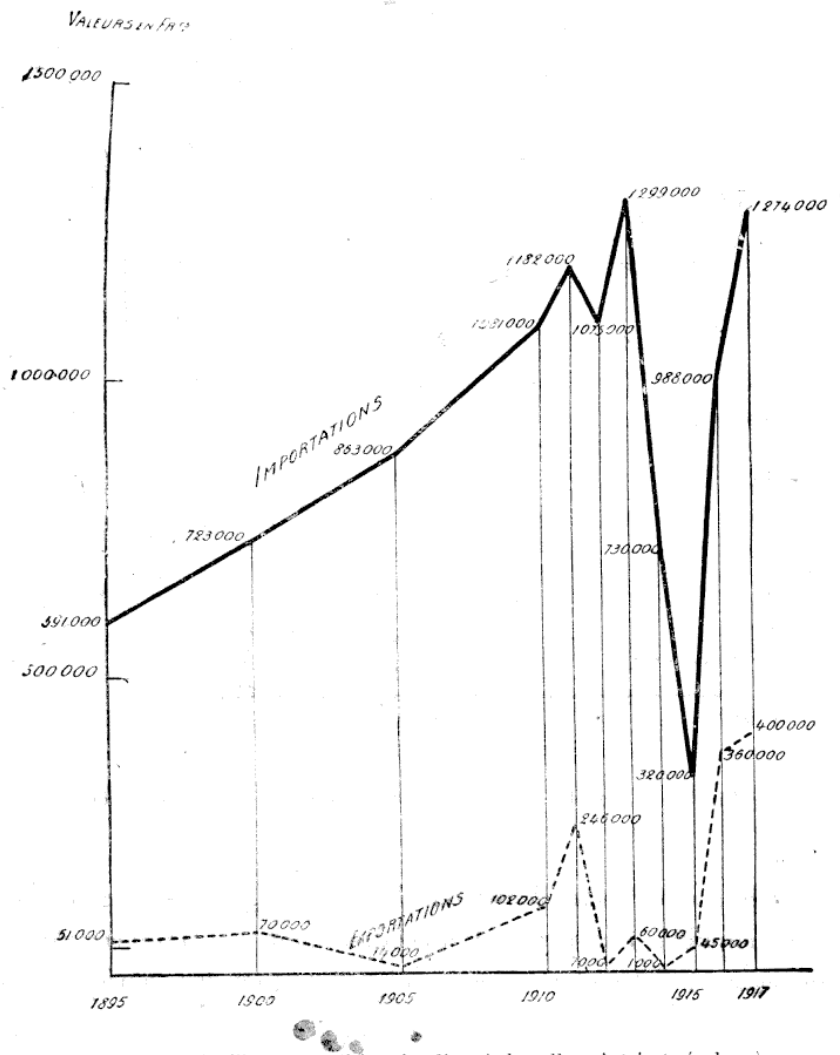


Fig. 82. — Aiguilles pour métiers à tulles, à dentelles, à tricots (valeur).

Le nombre des usines qui les fabriquent est extrêmement restreint (6 maisons) et elles n'occupent guère que 400 ouvriers (l'Allemagne occupe plus de 10,000 ouvriers à cette fabrication). Leur production ne correspond qu'à une très faible partie de la consommation.

Cependant la figure 83 ci-après montre que nous avons exporté en Suisse, en 1913 : 639 kilogrammes d'aiguilles de bonneterie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les figures 81 et 82 permettent de suivre le commerce extérieur des aiguilles de bonneterie. Nous voyons combien nous étions importateurs, notre exportation étant insignifiante.

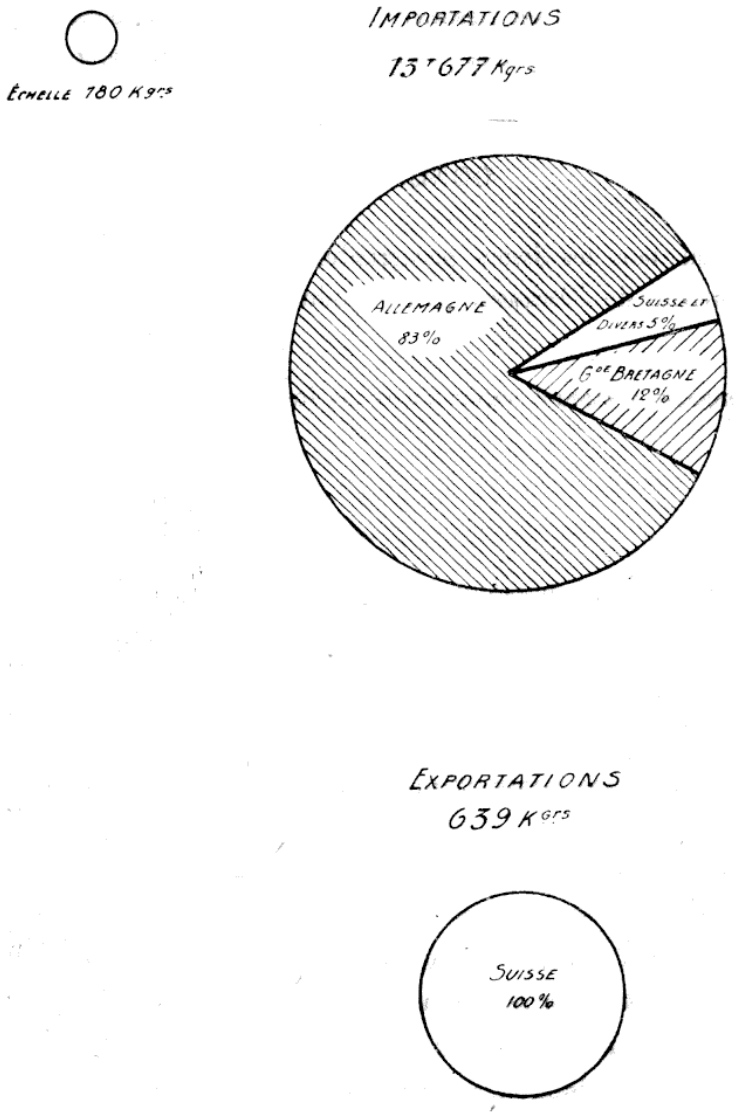


Fig. 83. — Aiguilles pour métiers à tulles, à dentelles, à tricots (détails du commerce extérieur pour 1913).

En 1913 (voir diagramme circulaire figure 83), nos importations se décomposaient ainsi :

Allemagne	11,151, soit	83 p. 100.
Grande-Bretagne	1,635, soit	12 —
Suisse et autres pays	891, soit	5 —
TOTAL	13,677,	100 p. 100.

Ces 13,677 kilogrammes avaient une valeur de 1,299,315 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce sont les Allemands qui avaient envahi le marché; ils avaient introduit les métiers dits « Tricoteuses » qu'une organisation commerciale remarquable écoulait dans toutes nos campagnes, et cela malgré des résultats plutôt inférieurs à ceux obtenus par nos métiers dits « de Picardie ».

Durant la guerre, malgré de très grandes difficultés, deux nouvelles maisons se sont créées.

La France doit pouvoir satisfaire ses besoins[1] : le fil d'acier de qualité convenable se fait couramment à l'heure actuelle et il n'apparaît pas qu'il soit difficile de se procurer l'outillage nécessaire.

CONCLUSIONS.

Comme nous l'avons vu dans les divers paragraphes de ce chapitre, la France était, avant la guerre, largement tributaire de l'étranger pour la plupart des industries de transformation de l'acier.

Les exportations françaises n'étaient supérieures aux importations que pour les produits suivants :

Moulages de fonte;

Rails;

Poutrelles;

Clous, pointes, grillages et toiles métalliques;

Vis, boulons forgés.

et avec cette restriction que nous avons compris dans les exportations les ventes aux colonies, souvent très importantes.

Pour tous les autres articles, nos importations l'emportaient sur notre vente à l'étranger et l'Allemagne était un gros fournisseur.

La concurrence allemande due à la surproduction de ce pays, à l'emploi courant du dumping et des primes à l'exportation va être sensiblement atténuée par le retour de l'Alsace-Lorraine.

Pour beaucoup des produits de la transformation de l'acier, nous n'avons pu encore nous assurer des chiffres concernant l'appoint fourni par les annexions à la production nationale.

Le tableau ci-après résume pour les produits du laminoir et les aiguilles la situation telle qu'elle était en 1913 au point de vue production, importation et exportation, et donne approximativement les diminutions de production dues à l'invasion et quelques chiffres que nous avons pu réunir concernant l'appoint probable fourni par l'Alsace-Lorraine.

On peut prévoir pour l'après-guerre un développement considérable de toutes les industries faisant l'objet de ce chapitre.

Pour la plupart d'entre elles nous deviendrons exportateurs et l'écoulement de ces produits à l'étranger doit, dès maintenant, passer au premier plan de nos préoccupations. Cependant, nous avons vu que l'appoint fourni par l'Alsace-Lorraine était peu important en ce qui concerne les pièces de forge, les moulages d'acier et le fer-blanc, pour lesquels nous resterons livrés à nos propres ressources.

---

[1] Les maisons françaises, pour subsister malgré l'impossibilité de lutter pour les aiguilles avec les maisons allemandes, ont dû consacrer une partie de leurs ateliers à d'autres fabrications, qu'elles ne demandent qu'à abandonner si l'industrie de l'aiguille redevient possible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les produits manufacturés : tubes, produits tréfilés, boulons, vis et articles de décolletage, resteront, sans aucun doute, soumis à une concurrence sévère de la part de l'Allemagne, si l'on ne prend pas les mesures de défense nécessaires.

Enfin les industries de fabrication des aiguilles doivent et peuvent s'affranchir de la concurrence allemande et anglaise, qui tendait à éliminer totalement nos nationaux du marché français.

Nous avons vu, au cours de cette étude, combien la guerre a été néfaste pour la plupart des industries de transformation de l'acier, en France. L'invasion nous a privés d'une grande partie de nos ressources par suite des vols et des destructions systématiques opérées dans les régions du Nord et du Nord-Est.

INDUSTRIES DE TRANSFORMATION DE L'ACIER.

CATÉGORIE.	PRODUCTION FRANÇAISE en 1913.	IMPORTATIONS EN 1913.	EXPORTATIONS EN 1913 y compris les colonies.	CONSOMMATION EN 1913 non compris les colonies.	DIMINUTION DE PRODUCTION du fait de l'invasion.	APPOINT FOURNI par l'Alsace-Lorraine.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Fonte de moulage	953,680	123,200 (1)	60,000	893,680	420,000	475,000 (avec la Sarre).
Moulages de fonte	//	19,790	40,000	//	//	264,000 (avec la Sarre).
Rails	461,075	1,790	75,690	387,175	266,000	237,240
Poutrelles	402,880	Négligeable.	107,150	295,730	270,000	268,035
Fers marchands et profilés	1,496,415	//	//	//	1,046,000	552,900
Tôles, bandes, feuillard	600,380	23,550	11,940	611,994	350,300	96,000
Pièces de forge	214.623 (environ).	9,578	5,289	218,912	117,600	5,300 (avec le Luxembourg.)
Moulages d'acier	101,550	//	Néant.	//	50,000	5,750
Fer-blanc	37,670	19,460	2,280	54,850	Négligeable.	6,000
Tubes	80,000	8,470	5,470	83,000	50,000	?
Fil machine	250,000 (environ).	6,900	1,825	255,075	216,000	121,820 (avec le Luxembourg).
Produits tréfilés (fil de fer)	240,000	12,700	21,300	231,400	45,000	//
Clous, pointes, grillages, toiles	//	540	10,060	//	//	//
Boulons forgés et vis	90,000 (environ).	2,216	9,415	78,370 (environ).	10,000 (environ).	//
Barres étirées	50,000	Négligeable.	Négligeable.	50,000	Négligeable.	//
Aiguilles à coudre	300 millions.	600 millions (95 tonnes).	9 8	900 millions.	Néant.	//
Aiguilles de bonneterie	//	13,677	0 639		Néant.	//

(1) Chiffre des admissions temporaires.

En ce qui concerne les restitutions et les réparations que nous doit l'Allemagne, elles devront être intégrales[1] quant à l'outillage, les matières premières et les marchandises détruites par l'Allemagne, en France et en Alsace-Lorraine; de plus, l'Allemagne devra fournir en nature, pendant un certain nombre d'années, les matières premières, outillage et marchandises dont notre production s'est trouvée ou se trouvera réduite du fait de la guerre.

---

(1) J. Carlioz. Étude de l'organisation de la production française après la guerre. La sidérurgie : Produits ordinaires, page 102.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais il est toute une autre série de mesures qu'il convient dès maintenant d'envisager pour faciliter l'extension des industries de transformation de l'acier [1]. Nous les résumerons rapidement, la seconde partie de ce rapport devant traiter en détail cette importante question; ce sont, principalement :

1° Revision des tarifs douaniers, spécifications plus précises, mode de tarification plus élastique, etc.;

2° Revision des articles 419 et 420 du Code pénal, permettant le plus libre jeu des comptoirs et associations de producteurs et de consommateurs;

3° L'unification des cahiers des charges et la standardisation des produits laminés;

4° La spécialisation des usines, qui permettra la réduction du nombre de machines et la production intensive économique;

5° Entente entre les producteurs et développement des comptoirs de vente et d'achat;

6° Unification aussi complète que possible de l'outillage des usines à reconstituer.

Si, d'autre part, comme le vœu en a été également exprimé, l'alimentation de la France en charbon est assurée à des prix qui ne paralysent pas notre industrie sidérurgique, il est à prévoir que, dans un avenir qui ne saurait être éloigné, nos industries de transformation de l'acier suivront le développement certain de la sidérurgie française, contribuant pour une large part à la prospérité et à l'expansion économique de notre pays.

[1] J. Carlioz, Étude de l'organisation de la Production française après la guerre. La Sidérurgie: produits ordinaires, p. 192.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES MÉTALLURGIES DES MÉTAUX AUTRES QUE LE FER.

(CHAPITRES IV À VIII).

APERÇU GÉNÉRAL DES DIFFÉRENTES MÉTALLURGIES.

Nous passerons ici en revue la situation des métaux suivants :

Le cuivre, le plomb, le zinc, l'aluminium, le nickel, l'étain, l'antimoine, le mercure.

Volontairement, nous ne parlerons d'aucun métal précieux, argent, or ou platine, dont l'étude sera mieux située lorsque nous traiterons de la bijouterie, de l'orfèvrerie. (Voir chapitre LI.)

Bien que les méthodes utilisées dans les métallurgies qui nous préoccupent ici soient extrêmement variées, il nous paraît nécessaire d'esquisser les principes des fabrications modernes. Forcément incomplet et très condensé, cet exposé rendra cependant plus claires les discussions économiques.

Le cuivre. — La presque totalité de la production mondiale, plus de 90 p. 100, est obtenue par le procédé dit de fusion pour matte et convertissage.

Le minerai est formé par un sulfure de fer et de cuivre; il est grillé partiellement puis soumis à une fusion en présence de silice qui scorifie la partie de fer oxydée dans l'opération précédente; il s'ensuit une concentration du cuivre, dans une *matte*, sulfure double de fer et de cuivre, renfermant ordinairement de 35 à 45 p. 100 de cuivre. Cette matte, versée à l'état liquide dans un convertisseur, est soumise à l'action de l'air; le fer oxydé passe à l'état de scorie, grâce à l'intervention de silice, fournie par le revêtement du convertisseur (ancien appareil acide) ou mieux ajoutée sous forme de minerai siliceux ou de quartz (convertisseur basique des usines modernes). Le convertisseur siliceux pour cuivre a été créé par Manhès et David aux usines d'Éguilles près d'Avignon.

Le cuivre ainsi obtenu est affiné par oxydation; puis soumis à l'électrolyse pour pousser très loin l'affinage (Cu = 99.99 p. 100) et surtout pour séparer les métaux précieux.

Cette méthode, fusion pour matte et convertissage, s'applique aux minerais sulfurés. Les minerais oxydés (Cuivre du Boléo) sont directement réduits par le carbone au four à cuve et donnent un cuivre noir que l'on affine.

Dans cette métallurgie, les grands progrès modernes consistent dans l'emploi de grands water-jackets de fusion (fours à cuve à parois à circulation d'eau), dans la suppression du grillage, remplacé par une fusion très oxydante (fusion pyritique) et dans l'adoption du convertissage basique.

Enfin, les minerais pauvres sont souvent traités par des méthodes de voie humide, dans lesquelles le cuivre est amené sous forme soluble (sulfate ou chlorure) et précipité ensuite par le fer (cuivre de cément). Toutefois, depuis quelques années, aux États-Unis se développe une méthode mixte (voie sèche et voie humide) qui consiste à griller le minerai à basse température de façon à obtenir le sulfate de cuivre que l'on dissout et traite ensuite par une éponge de fer.

Le plomb. — Le minerai de plomb est essentiellement le sulfure ou galène, que l'on transforme par grillage en oxyde. Celui-ci est ensuite réduit au water-jacket par le carbone. Le plomb d'œuvre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi préparé contient tous les métaux précieux du minerai. Il est alors désargenté par des méthodes assez complexes (traitement par le zinc qui rassemble tout l'argent dans un alliage ternaire zinc argent-plomb, facile à traiter par distillation et coupellation [oxydation du plomb], ou traitement par électrolyse).

Dans cette métallurgie, deux perfectionnements sont à citer en dehors de l'affinage par électrolyse : le premier réside dans le grillage qui, grâce au convertissage par soufflage ou par aspiration, permet de préparer admirablement la matière pulvérulente à l'opération de réduction, l'agglomérant et la rendant cependant poreuse et résistante à la pression.

Il faut, de plus, indiquer dans le traitement des minerais très riches (Pb $\geq$ 70 p. 100) un retour à l'ancien procédé de grillage et réaction, avec le procédé Newman qui consiste surtout dans l'emploi d'un four à sole avec rablage mécanique. Le minerai donne directement le plomb sans aucune addition. Monté dans diverses usines, il est notamment en plein fonctionnement à Herculaneum où il donne 100 tonnes de plomb par 24 heures.

Le zinc. — La métallurgie du zinc a conservé en général ses anciens principes : la blende (sulfure) et la calamine (carbonate) sont préalablement grillées; l'oxyde ainsi obtenu est réduit par le carbone en grand excès, dans un récipient de très faible capacité (creusets cylindriques) de façon à éviter l'oxydation soit par l'air, soit par l'anhydride carbonique.

Le zinc obtenu à l'état de vapeur, la température de réduction étant supérieure au point d'ébullition du métal, est condensé à l'état liquide dans un récipient réfractaire, d'où on l'extrait en petites masses, pour l'affiner ensuite par liquation (séparation du plomb).

Le four électrique est en essai de différents côtés pour extraire le métal du minerai grillé ou non. Jusqu'ici aucune marche réellement industrielle n'a été obtenue. Par contre, la guerre a fait naître un nouveau procédé qui paraît bien devoir subsister à la fin des hostilités; employé en grand par l'Anaconda, à l'usine de Great Falls, il consiste dans un grillage partiel du minerai (formation de sulfate) suivie d'une dissolution avec élimination des impuretés et traitement du liquide ainsi préparé par électrolyse.

L'aluminium. — Ce métal si français est préparé dans le monde entier par la méthode découverte simultanément par notre compatriote Héroult et par l'américain Ham en 1886. L'impossibilité d'affiner l'aluminium impur par suite de sa facile oxydation et de la grande chaleur de formation de ses composés conduit à opérer sur un minerai préalablement purifié.

La fabrication comprend donc deux phases :

a) *Préparation de l'alumine pure,* en partant de la bauxite, minerai constitué par l'hydrate d'alumine impure (silice, oxyde de fer, etc.); solubilisation de l'alumine par le carbonate de soude au rouge (Deville) ou une solution de soude (Bayer), et précipitation de l'alumine de la solution par l'anhydride carbonique (Deville) ou par une faible quantité d'hydrate d'alumine provenant d'une opération antérieure (Bayer). L'hydrate ainsi obtenu est desséché à température élevée. Cette opération a lieu dans le voisinage des gisements de bauxite.

b) *Électrolyse d'un bain fondu de cryolithe* — fluorure double d'aluminium et de sodium — dans lequel on dissout l'alumine. On obtient ainsi à la cathode (pôle négatif) l'aluminium avec la pureté exigée par l'industrie, au moins 99,5 p. 100.

Il ne semble pas que l'on puisse, quoi qu'on ait publié à ce sujet, obtenir actuellement l'aluminium en partant de l'argile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le nickel. — Deux catégories de minerais fournissent le nickel, nécessaire surtout à la préparation des alliages, aciers au nickel, maillechort, etc. : les pyrites nickelifères du Canada; la garniérite de la Nouvelle-Calédonie — silicate double de nickel et de magnésie.

Les pyrites du Canada sont des sulfures complexes de fer, cuivre et nickel; après grillage, elles sont fondues au water-jacket; la matte ainsi préparée, sulfure de fer, de cuivre et de nickel concentré, est passée au convertisseur, qui, ici, a simplement pour effet d'enlever le fer et donne un sulfure double de cuivre et de nickel.

En fondant en présence de sulfure de sodium ou bien en faisant intervenir la transformation en sulfate et l'électrolyse, ou encore en grillant complètement et réduisant le mélange d'oxyde, on obtient soit les sulfures, soit les sulfates séparés, soit enfin un alliage cuivre-nickel (métal Monel). On extrait le nickel du sulfate par électrolyse, comme il va être dit.

La garniérite, elle, est traitée au water-jacket en présence d'une matière sulfurante. On obtient une matte, sulfure double de nickel et de fer — ici il n'y a pas de cuivre — qui, passée au convertisseur, donne du sulfure de nickel pur. Celui-ci, complètement grillé, est transformé en oxyde. L'oxyde empâté dans la farine, entouré de charbon, est porté à haute température et se transforme par calcination réductrice en pains de nickel. Ces pains sont directement employés dans la fabrication des alliages. Ils sont refondus et affinés pour la préparation des plaques de nickel devant être laminées.

L'étain. — La métallurgie de l'étain serait d'une simplicité remarquable, consistant essentiellement dans la réduction de la cassitérite (SnO^2) par le charbon, si le minerai n'était impur et ne conduisait à un triage et à des opérations complexes pour éliminer les impuretés et si le prix du métal n'obligeait à des précautions particulières pour éviter des pertes et récupérer l'étain avec soin dans les scories.

Les fours électriques récemment montés en Bolivie ouvrent des horizons nouveaux; ils permettent de traiter le minerai sur place.

Enfin, la récupération de l'étain des déchets de fer-blanc est une source non négligeable, soit que le traitement par le chlorure donne le tétrachlorure d'étain très utilisé dans la charge de la soie; soit que, par électrolyse en présence d'une solution de soude ou de sulfure de sodium, le métal soit récupéré.

L'antimoine. — La stibine ou sulfure d'antimoine est traitée de deux façons : 1° par grillage oxydant et volatilisant qui sépare l'oxyde antimonieux de la gangue et reprise de l'oxyde que l'on réduit par le carbone sous un flux qui protège le bain des pertes (méthode française); 2° par précipitation de l'antimoine du sulfure fondu par le fer, cette méthode ne s'appliquant qu'aux minerais très purs (utilisée en Angleterre).

Le mercure. — La métallurgie du mercure, qui n'intéresse pas directement notre pays, consiste dans le grillage du sulfure, le cinabre, soit au four à cuve pour le minerai en morceaux, soit au four à réverbère, ou mieux au four à cuve à chute ralentie pour les minerais menus. Produit à l'état de vapeur, le métal est condensé avec le plus grand soin; les progrès assez récents, spécialement le blindage des fours, permettent de réduire énormément ces pertes, d'un intérêt capital non seulement pour le prix de revient, mais aussi pour la santé des ouvriers.

En résumé, on voit que les métallurgies des métaux autres que le fer participent surtout des méthodes par voie sèche, utilisant des températures élevées, — grillage transformant totalement ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partiellement un minerai sulfuré en oxyde (métallurgie du cuivre, du nickel, du zinc) ou un carbonate en oxyde (métallurgie du zinc, etc.), fusion pour mattes au water-jacket ou au réverbère (métallurgies du cuivre et du nickel), fusion réductrice donnant le métal impur (métallurgie du cuivre pour les minerais oxydés; métallurgies du plomb, de l'étain, de l'antimoine), convertissage d'une matte en métal (métallurgies du cuivre et du nickel), raffinage du métal brut par oxydation des impuretés (métallurgies du cuivre, du plomb, etc.) et par liquation (métallurgie du zinc, de l'étain, etc.), grillage oxydant avec ébullition (métallurgie du mercure); ébullition réductrice (métallurgie du zinc), électrolyse d'un bain salin (métallurgie de l'aluminium).

Telles sont les opérations principales des méthodes modernes.

Les procédés de dissolution et de précipitation ont cependant une place remarquable dans les métallurgies de l'or et de l'argent (cyanuration, amalgamation) et même en métallurgie du cuivre, avec souvent ici une première préparation par voie sèche (grillage sulfatisant) [États-Unis, Rio-Tinto, Ansfeld]. Enfin l'affinage de certains métaux (cuivre, plomb, argent) se fait surtout par l'électrolyse.

Dans l'avenir, nous voyons le rôle capital du four électrique qui, permettant de traiter le minerai sur place, dans le voisinage de chutes d'eau, sera tantôt un simple appareil de fusion (cas des mattes de cuivre), soit un appareil de réduction (étain, antimoine).

Enfin, il est une dernière question qui touche toutes les métallurgies — même celle du fer — et qui intéresse bien d'autres fabrications, spécialement celle du ciment, et qui a fait des progrès très remarquables. Il nous est indispensable de les résumer ici : nous voulons parler de la condensation des poussières, qui présente, au point de vue économique, une importance de premier ordre.

Aux appareils refroidisseurs — simples chambres ou conduits, tubes à circulation d'eau, scrubbers, etc. — on a d'abord substitué des appareils à changement brusque dans la circulation des gaz (direction et section) et des appareils à frottement (chambres garnies de fils suspendus, de tournures, etc.). Puis ont pris naissance les bag-houses formées de chambres à filtres, ceux-ci étant constitués par de véritables sacs en coton, flanelle ou amiante. Enfin, on a mis au point le procédé extrêmement intéressant de la condensation électrostatique dû à Cottrell : les gaz, passant entre des tôles très rapprochées, sont soumis à un courant continu à très fort voltage (60,000 à 100,000 volts) qui précipite les poussières sur les parois positives ou négatives, suivant leur nature.

Ce procédé a donné aux États-Unis les résultats les plus remarquables dans les métallurgies du plomb, du cuivre, etc., et dans la fabrication du ciment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV.

LE CUIVRE.

Situation du minerai de cuivre avant la guerre. — *Situation mondiale.* — La variation de production du minerai de cuivre (en cuivre contenu) de 1890 à 1913 est donnée dans les courbes de la figure 84.

En 1913, la situation se résumait de la façon suivante (voir fig. 85):

PRODUCTION MONDIALE DU MINERAI DE CUIVRE EN 1913 [1]

(en cuivre contenu).

États-Unis	557,400
Angleterre et Dominions	109,400
Serbie	6,400
Italie	1,600
Japon	73,200
Total	748,000
Russie	33,900
Espagne et Portugal	54,700
Norvège	7,800
Suède	1,000
Mexique	52,800
Amérique du Sud	74,200
Total	190,500
Allemagne	25,300
Autriche-Hongrie	4,100
Turquie	500
Total	29,900
Ensemble	1,002,300

On note que la France ne figure même pas dans cette statistique et que la production européenne ne représente que 13,9 p. 100 de la production minière mondiale, se répartissant comme suit :

Espagne et Portugal	5,4
Russie	3,4
Allemagne	2,5
Serbie	0,6
Divers	2,0
Total	13,9

[1] D'après la Metallgesellschaft.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

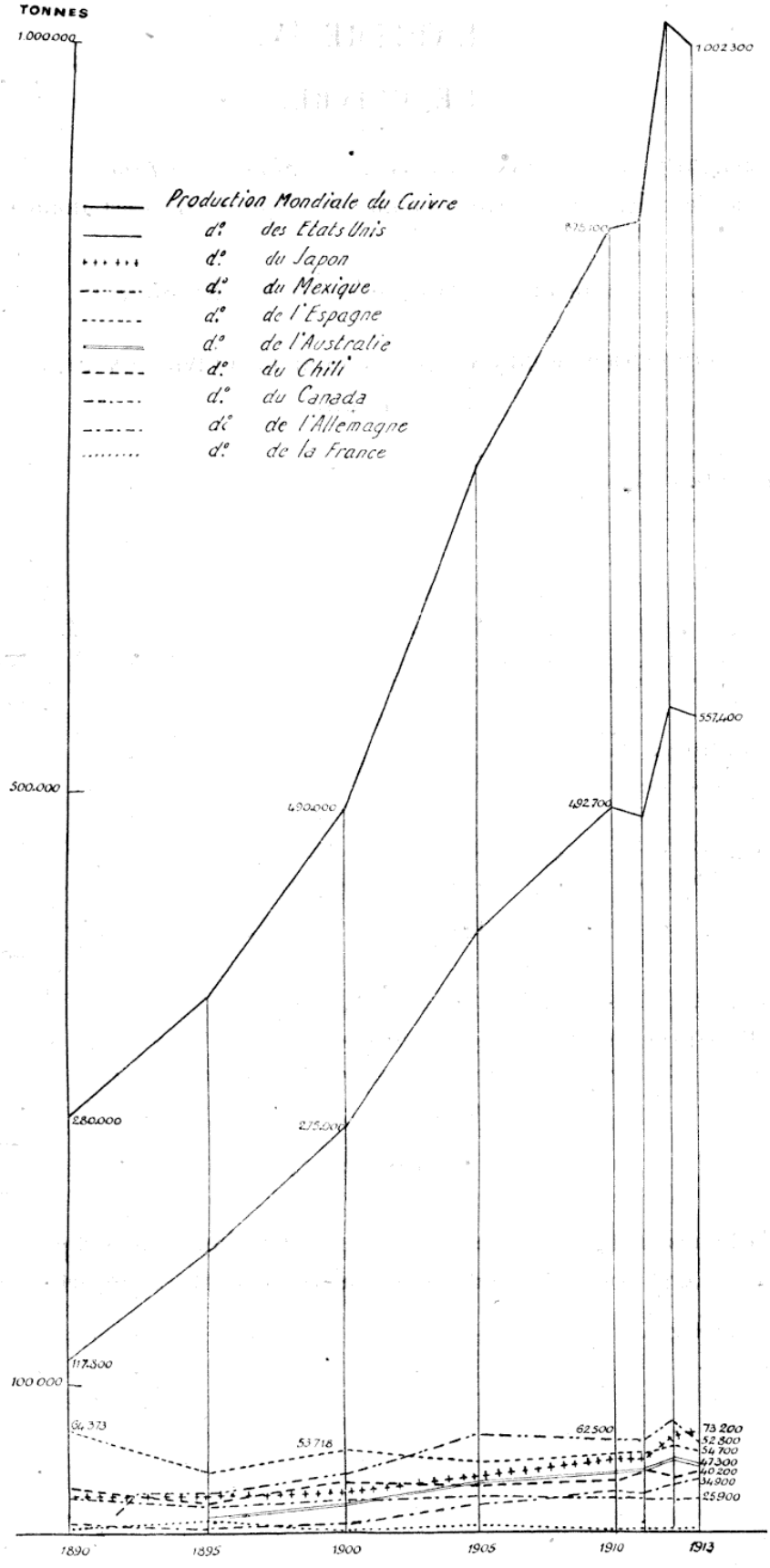


Fig. 84. — Variations de la production mondiale des minerais de cuivre avant la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation française. — Métropole. — La production française en minerai de cuivre est tout à fait insignifiante : en 1912, 242 tonnes de minerais contenant 33 tonnes 4 de cuivre avec 605 kilogrammes d'argent et 304 kilogrammes d'or; en 1913, 521 tonnes de minerais.

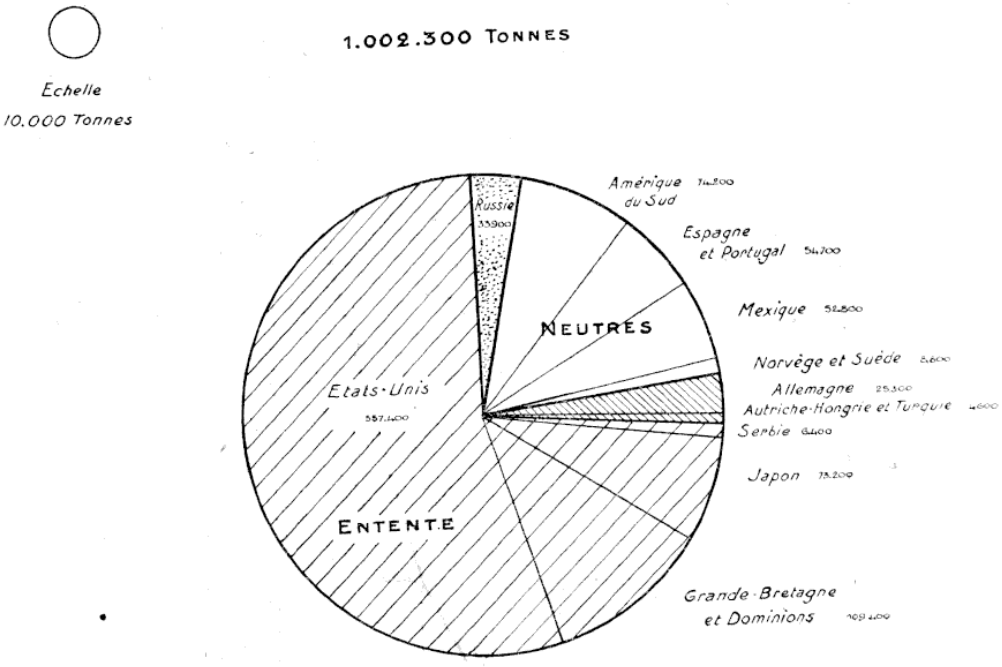


Fig. 85. — Répartition de la production mondiale des minerais de cuivre en 1913.

Nos usines à cuivre ont donc dû s'alimenter en produits étrangers; les statistiques des douanes nous fournissent des documents résumés dans les courbes de la figure 86 et, pour 1913, la répartition est indiquée dans le tableau suivant :

COMMERCE EXTÉRIEUR EN 1913. — MINERAIS ET DEMI-PRODUITS.

IMPORTATION.		EXPORTATION.	
PAYS DE PROVENANCE	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
Colonies françaises	7	Colonies françaises	2
Norvège	1.115	Norvège	1,625
Belgique	463	Belgique	2,703
Indes anglaises	421	Grande-Bretagne	1,576
Espagne	1,049	Allemagne	2,447
Mexique	4,573	Pays-Bas	481
Pérou	255	Italie	833
Bolivie	105	États-Unis	450
Chili	1,533	Autres pays	37
Autres pays	132		
TOTAL	9,653	TOTAL	10,154

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

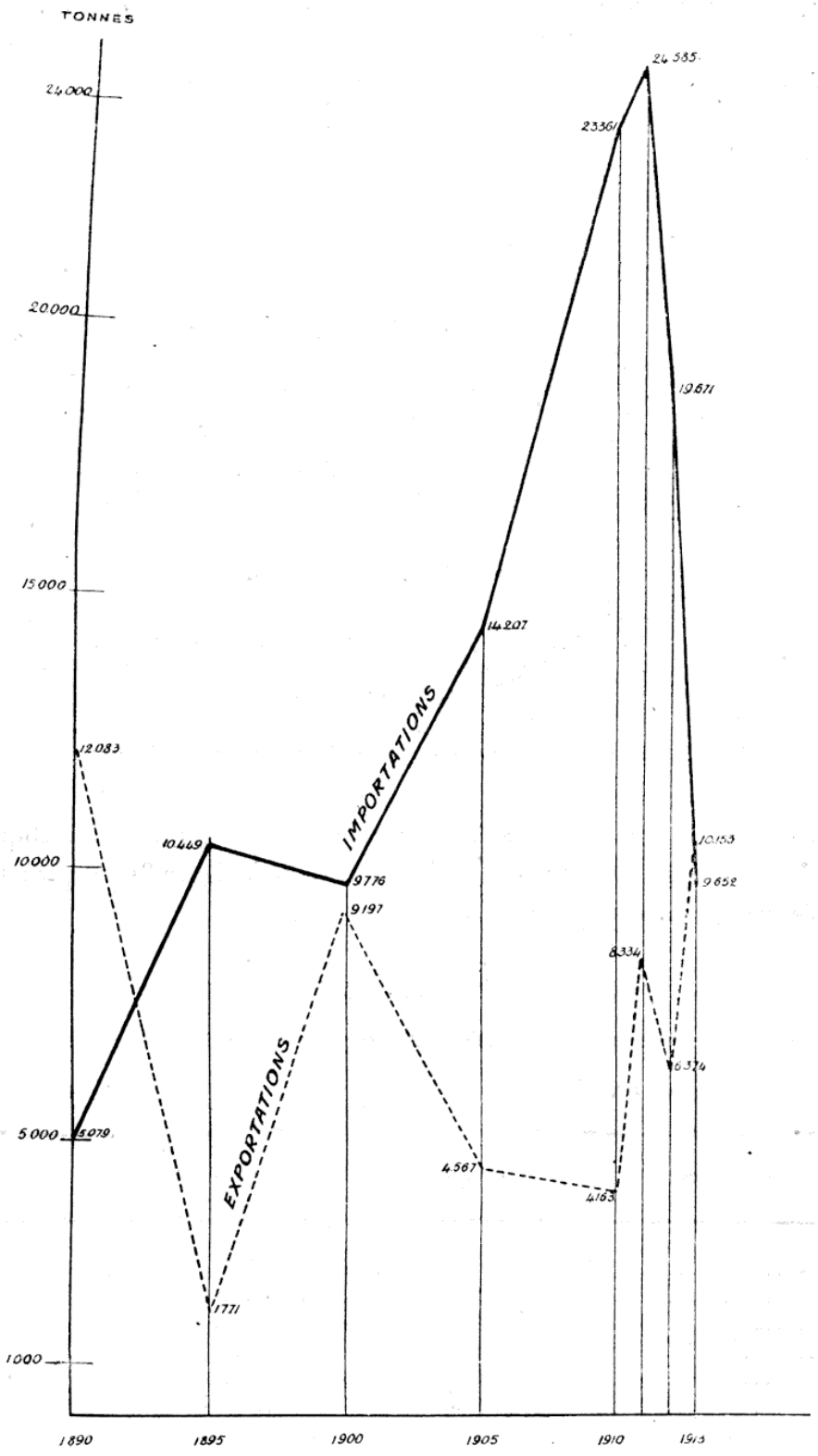


Fig. 86. — Variations des importations et exportations des minerais de cuivre en France avant la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce tableau peut surprendre *a priori*. Mais il faut bien remarquer que : d'une part ces chiffres ont trait non pas seulement au minerai, mais bien aussi aux demi-produits, notamment aux mattes (la France importait spécialement des mattes du Boléo); d'autre part, la quantité de produits exportés ne peut s'expliquer que par ce fait, bien connu d'ailleurs, qu'avant la guerre nous envoyions à l'étranger des quantités importantes de nos résidus de fonderie, pour y être traités en vue d'une récupération très rémunératrice des métaux contenus, spécialement du cuivre.

Colonies. — La production de nos colonies en minerai de cuivre a toujours été insignifiante. Cela ne veut pas dire qu'elles ne présentent aucun gisement intéressant.

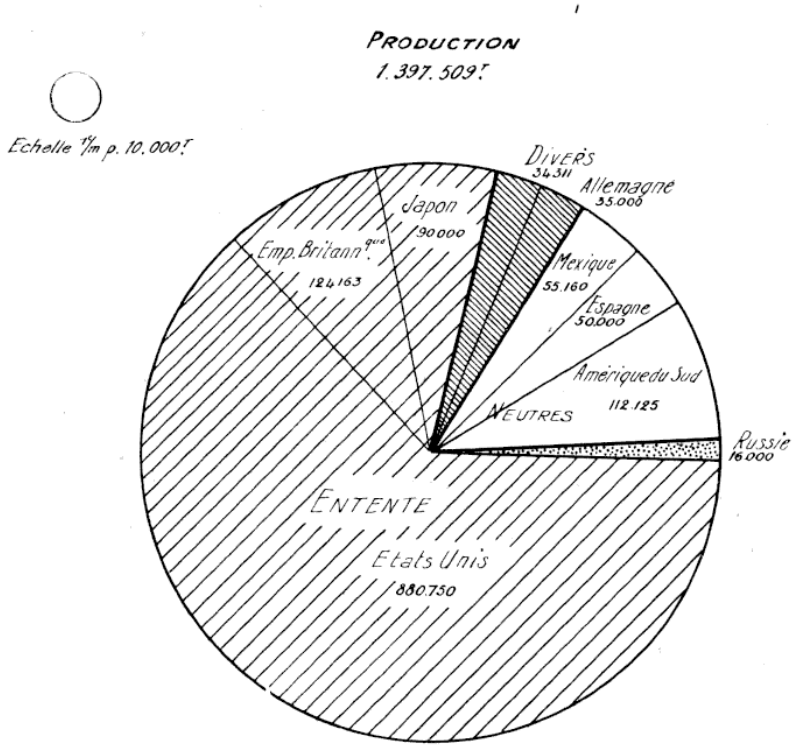


Fig. 87. — Répartition de la production mondiale des minerais de cuivre en 1916.

En Algérie, les deux mines d'Aïn-Barbor et d'Achaïdes produisent la première 5,000 tonnes par an et la seconde 2,000 tonnes. On peut dire que nos colonies exportaient avant la guerre 10,000 à 12,000 tonnes par an en cuivre contenu.

Situation du minerai de cuivre depuis la guerre. — Des modifications importantes ont été apportées dans l'extraction du minerai de cuivre depuis les hostilités; elles peuvent avoir une trop importante répercussion sur ce qui se passera après la paix pour qu'il n'en soit pas question ici; le tableau suivant donne comparativement à 1913 la production du minerai de cuivre de chaque pays (en cuivre contenu) dans ces dernières années.

Il sera bon de comparer le schéma de la figure 87, établi pour 1916, à celui de la figure 85 donnant la répartition en 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

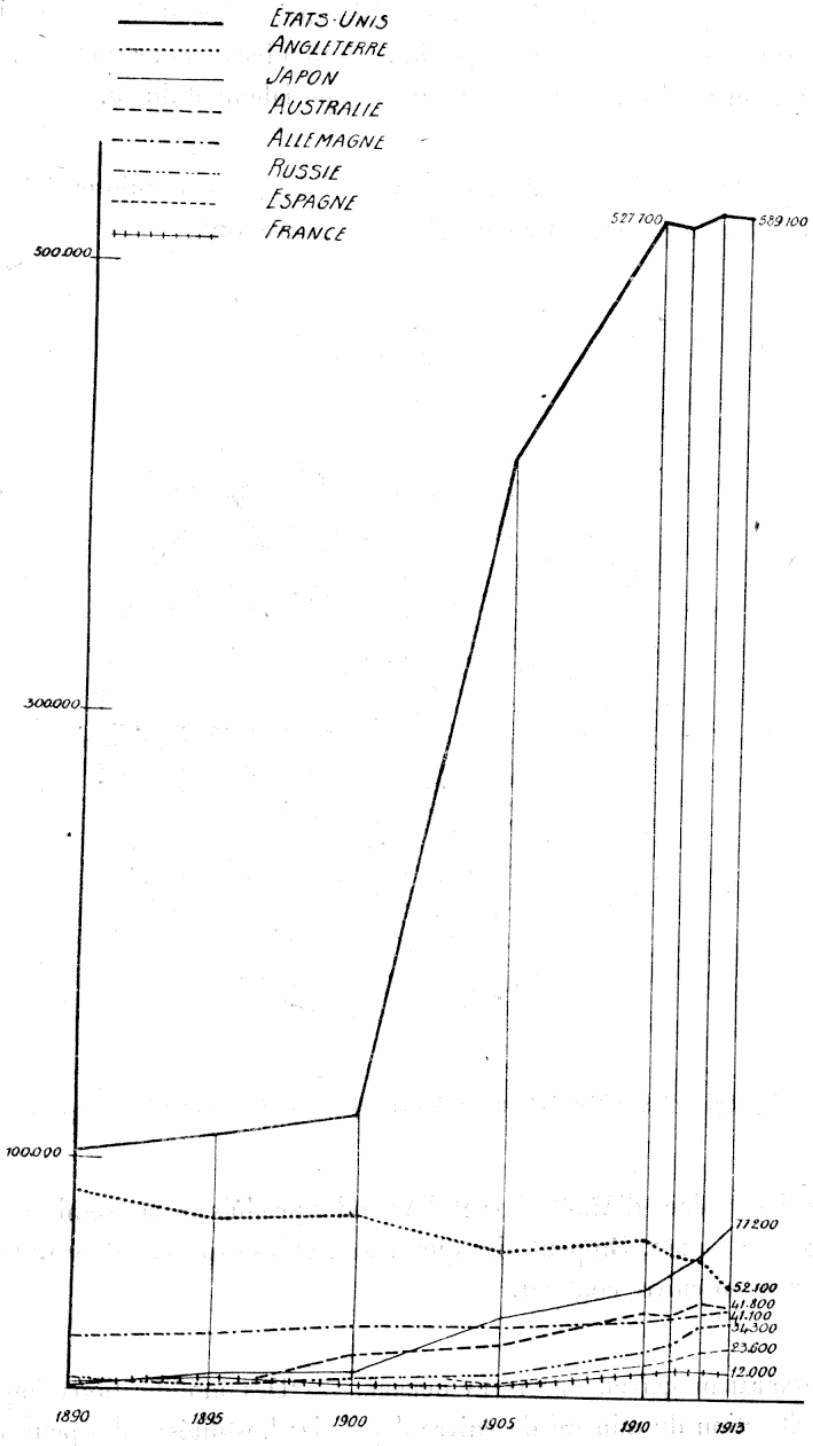


Fig. 88. — Variations de la production du cuivre dans les principaux pays avant la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRODUCTION MONDIALE DU MINERAI DE CUIVRE DE 1913 À 1917 [1].

(EN CUIVRE CONTENU).

PAYS.	1913.	1914.	1915.	1916.	1917.
États-Unis	557,400	525,529	646,212	880,750	873,380
Canada	34,900	34,027	47,202	53,263	//
Australasie	47,300	37,592	32 512	35,000	//
Afrique	22,900	24,135	27,000	35,900	//
Japon	73,200	72,938	75,000	90,000	111,562
Russie	33,900	31,938	16,000	16,000	//
Cuba	3,400	6,251	8,836	9,311	//
Mexique	52,800	36,337	30,969	55,160	//
Pérou	25,700	23,647	32,410	41,625	//
Chili	40,200	40,876	47,142	66,500	//
Bolivie	3,700	1,306	3,000	4,000	//
Espagne et Portugal	54,700	37,099	35,000	50,000	//
Autres pays	26,900	25,176	25,000	25,000	//
Allemagne	25,300	30,480	35,000	35,000	//
TOTAUX	1,002,300	927,331	1,061,283	1,397,509	

SITUATION DU CUIVRE (MÉTAL ET ALLIAGES) AVANT LA GUERRE. — *Situation mondiale.* — Les courbes de la figure 88 représentent la variation de la production du métal depuis 1890.

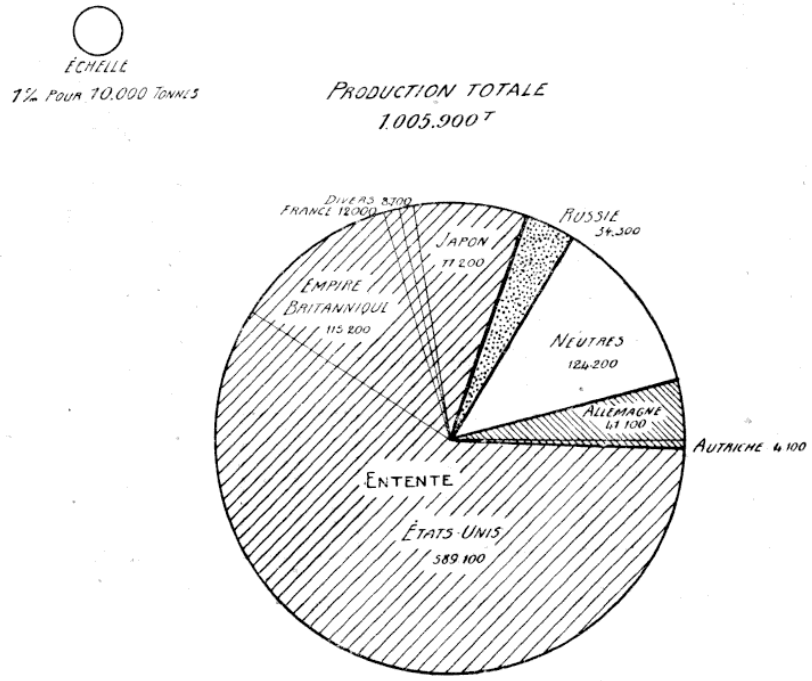


Fig. 89. — Répartition de la production mondiale du cuivre en 1913.

On voit que la production a presque quadruplé; mais le rôle joué par les différents pays dans cette métallurgie a considérablement varié en 23 ans; les États-Unis qui, en 1890, fournissaient

[1] Mineral Industry.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à peu près le tiers de la production mondiale et 35 p. 100 seulement en 1900, ont donné, en 1913, 58,8 p. 100.

La production en 1913 est nettement indiquée dans le schéma de la figure 89.

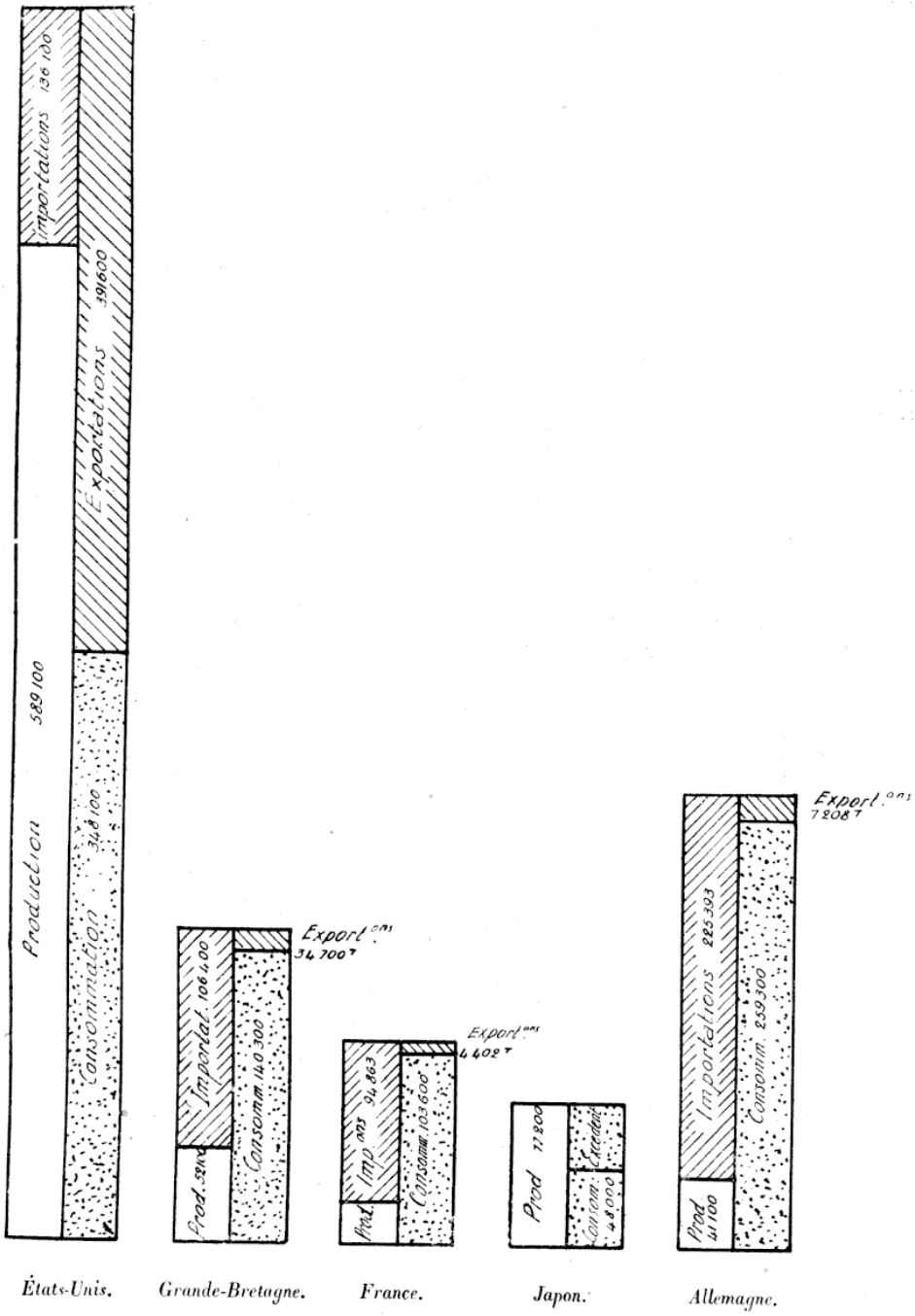


Fig. 90. — Comparaison de la situation du cuivre dans les principaux pays en 1913.

Tandis que l'Angleterre voit son rôle considérablement amoindri, passant de 32,7 p. 100 en 1890, à 5,2 p. 100 en 1913, le Japon apparaît en 1913 comme le second producteur du monde, avec, il est vrai, le coefficient de 7,7 p. 100, lequel a d'ailleurs crû énormément depuis la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A cette époque, la production du cuivre se partageait comme l'indique le tableau suivant, qui résume ainsi les importations et les exportations ainsi que la consommation des principaux pays [1] :

PAYS.	PRODUCTION		IMPORTATION.	EXPORTATION.	CONSOMMATION.	
	TOTALE.	POURCENTAGE.			TOTALE.	POURCENTAGE.
	tonnes.		tonnes.	tonnes.	tonnes.	
États-Unis	589,100	58.8	136,000	394,600	348,100	31.3
Angleterre	52,100	5.2	106,400	34,700	140,300	13.4
Dominions	63,100	6.2	//	//	4,300	0.4
France	12,000	1.2	94,863	4,402	103,600	9.9
Serbie	6,400	0.6	//	//	//	//
Belgique	//	//	//	//	15,000	1.4
Italie	2,300	0.2	30,280	1,465	31,200	3.0
Japon	77,260	7.7	//	//	48,000	4.6
Russie	34,300	3.4	6,100	200	40,200	3.8
Espagne	23,600	2.3	//	//	10,000	1.0
Europe (divers)	10,600	1.0	//	//	4,300	0.4
Amérique (divers)	90,000	8.9	//	//	1,000	0.1
Allemagne	41,100	4.1	225,392	7,288	259,300	24.8
Autriche-Hongrie	4,100	0.4	36,451	1,379	39,200	3.7
TOTAL	1,005,900	100.0	//	1,044,500	//	100.0

Ces résultats sont résumés dans la figure 90.

Situation française. — En 1913, la production était de 11,968 tonnes. La consommation était de 103,600 tonnes. Le déficit était donc de 92,000 tonnes en chiffres ronds.

Toutefois, il faut noter que la statistique donnant une production de 12,000 tonnes était certainement erronée, ne comportant que les usines utilisant les minerais et non celles qui traitaient les résidus de fonderie dont la production était approximativement de 2,000 tonnes.

En 1913, la production française se répartissait comme suit :

DÉPARTEMENT.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Pas-de-Calais	6,813	57.0
Ardennes	4,500	37.5
Loire-Inférieure	610	5.1
Bouches-du-Rhône	45	0.4
TOTAL	11,968	100.0

Nos importations et exportations sont indiquées, d'après les documents douaniers, dans les courbes des figures 91 à 94.

[1] D'après la *Metallgesellschaft*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

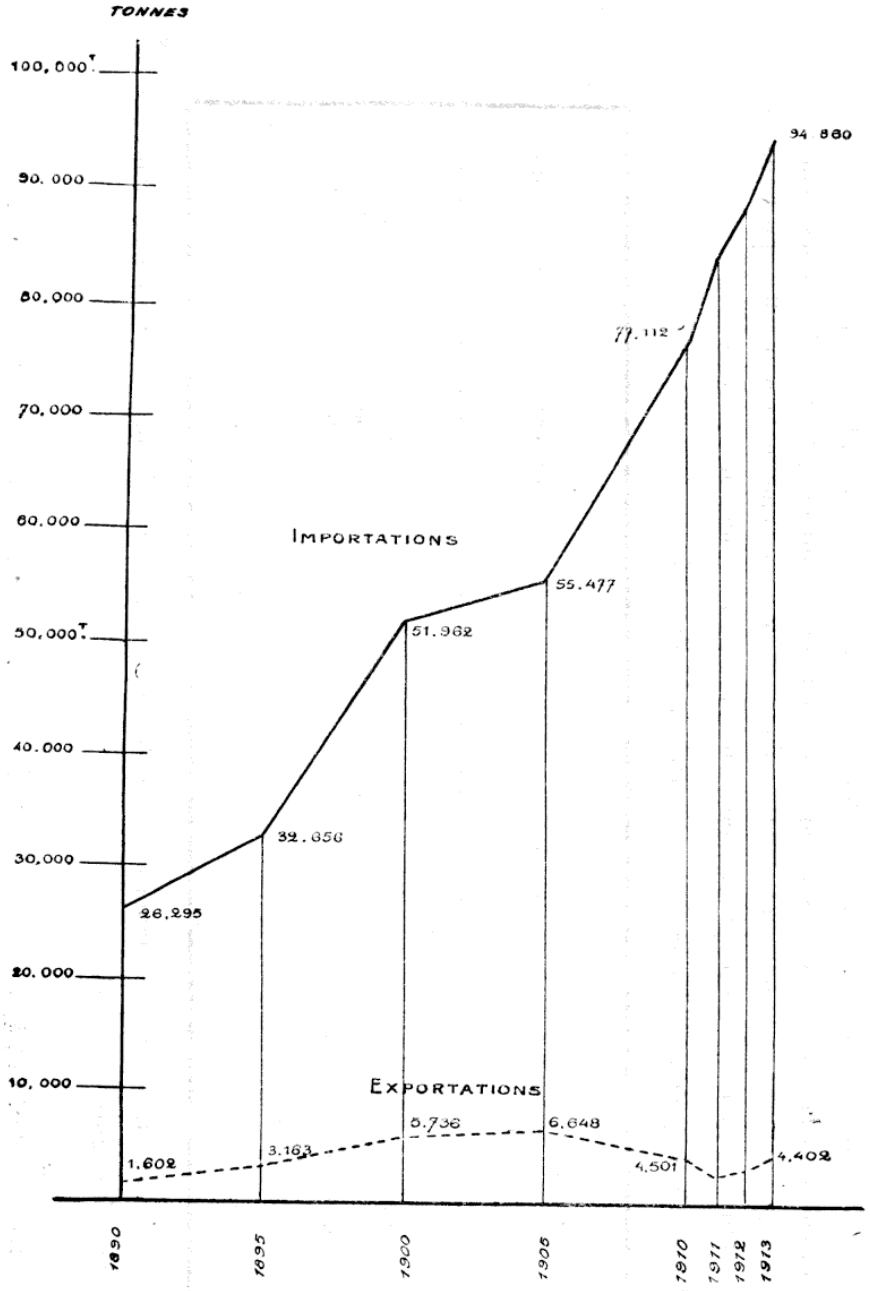


Fig. 91. — Commerce extérieur de la France de 1890 à 1913.
(Cuivre de cément, masses brutes, lingots cathodes.)

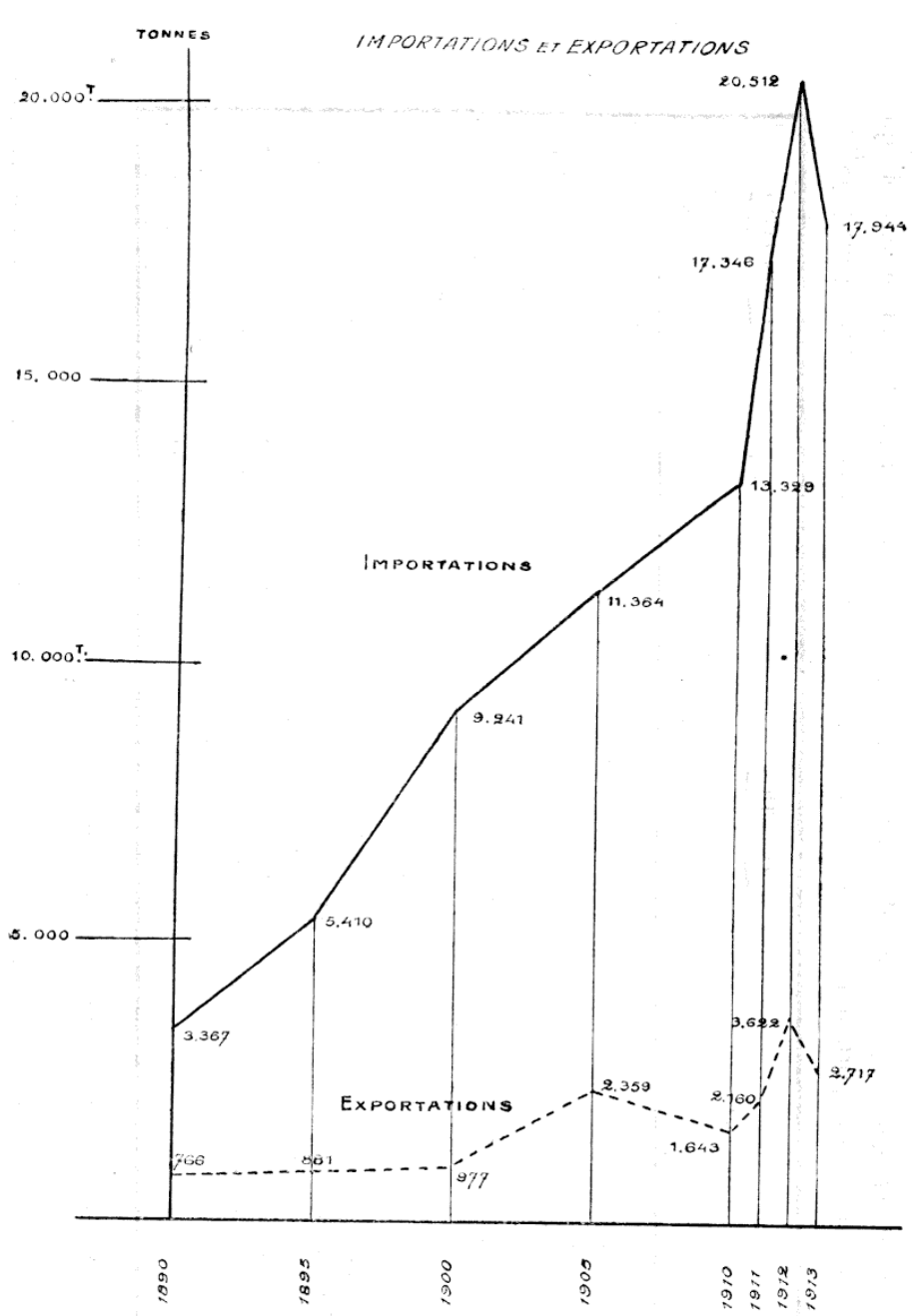


Fig. 92. — Commerce extérieur de la France de 1890 à 1913.
(Cuivre en limailles et débris de vieux ouvrages).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

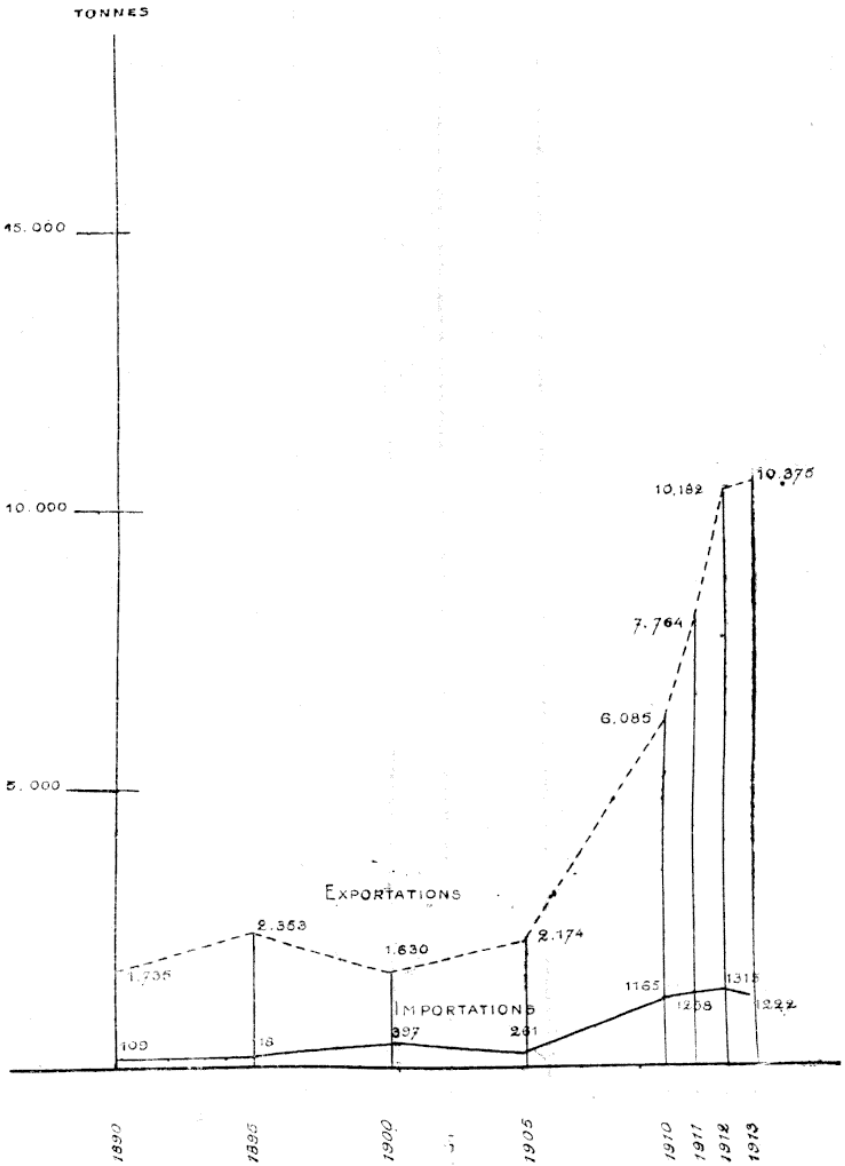


Fig. 93. — Commerce extérieur de la France de 1890 à 1913.
(Cuivre laminé en barres ou en planches.)

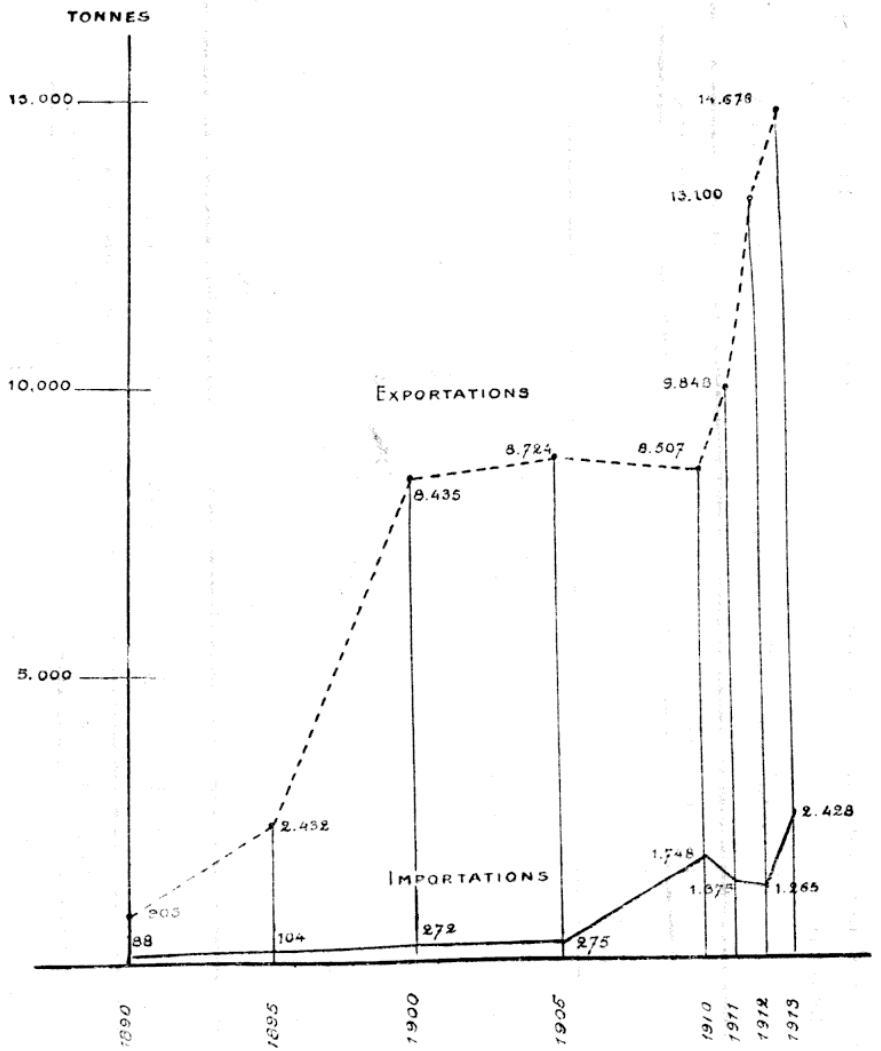


Fig. 94. — Commerce extérieur de la France de 1890 à 1913. (Fils de cuivre de toute dimension.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici les détails pour 1913; on trouvera dans les schémas des figures 95 à 98 la représentation de ces tableaux :

1° CUIVRE BRUT ET ALLIAGES (CÉMENT, LINGOTS, PLAQUES, CATHODES).

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Grande-Bretagne	6,595	Grande-Bretagne	2,206
Allemagne	689	Allemagne	245
Belgique	362	Pays-Bas	157
Japon	8,785	Belgique	768
Australie	2,468	Suisse	72
États-Unis	70,223	Italie	204
Mexique	5,080	États-Unis	609
Colonies françaises	72	Colonies	28
Autres pays	586	Pays divers	113
TOTAL des importations	94,860	TOTAL des exportations	4,402

2° CUIVRE EN LIMAILLES ET DÉBRIS DE VIEUX OUVRAGES.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PRODUCTION.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Grande-Bretagne	1,350	Grande-Bretagne	434
Allemagne	6,209	Allemagne	916
Belgique	3,637	Belgique	427
Suisse	1,102	Suisse	469
Colonies	1,140	Italie	309
Italie	966	Divers	162
Pays divers	3,570		
TOTAL des importations	17,944	TOTAL des exportations	2,717

3° CUIVRE ET ALLIAGES LAMINÉS EN BARRES.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Allemagne	143	Grande-Bretagne	2,065
Grande-Bretagne	27	Belgique	860
Suisse	26	Italie	411
Divers	46	Espagne	200
		Allemagne	194
		Divers	1,143
TOTAL	242	TOTAL	4,873

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° CUIVRE ET ALLIAGES LAMINÉS EN PLANCHES.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Allemagne	417	Belgique	2,278
Belgique	350	Suisse	978
Grande-Bretagne	108	Grande-Bretagne	570
Divers	75	Italie	393
		Divers	1,283
TOTAL	980	TOTAL	5,502

5° FILS DE TOUTE DIMENSION.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Allemagne	1,498	Grande-Bretagne	5,542
Belgique	536	Suisse	3,085
Suisse	366	Espagne	2,903
Divers	28	Belgique	1,139
		Italie	182
		Divers	1,827
TOTAL	2,428	TOTAL	14,678

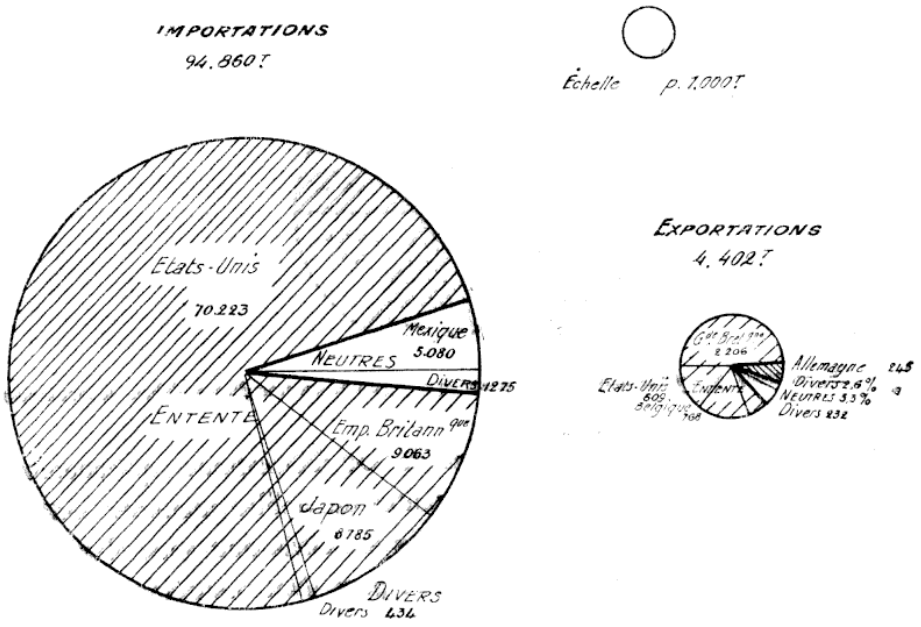


Fig. 95. — Cuivre brut et alliages. (Exportations et importations françaises en 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut bien noter que ces figures et tableaux n'ont pas seulement trait au cuivre pur, mais aussi aux alliages, notamment aux laitons. Les chiffres que nous venons de signaler méritent d'attirer tout spécialement l'attention: avant tout, ils montrent combien étaient appréciés nos produits finis, barres, fils et tubes.

Notre industrie de transformation du métal, qui fabrique l'alliage, et l'amène par laminage, étirage, tréfilage, à l'état de produit commercial, est extrêmement développée.

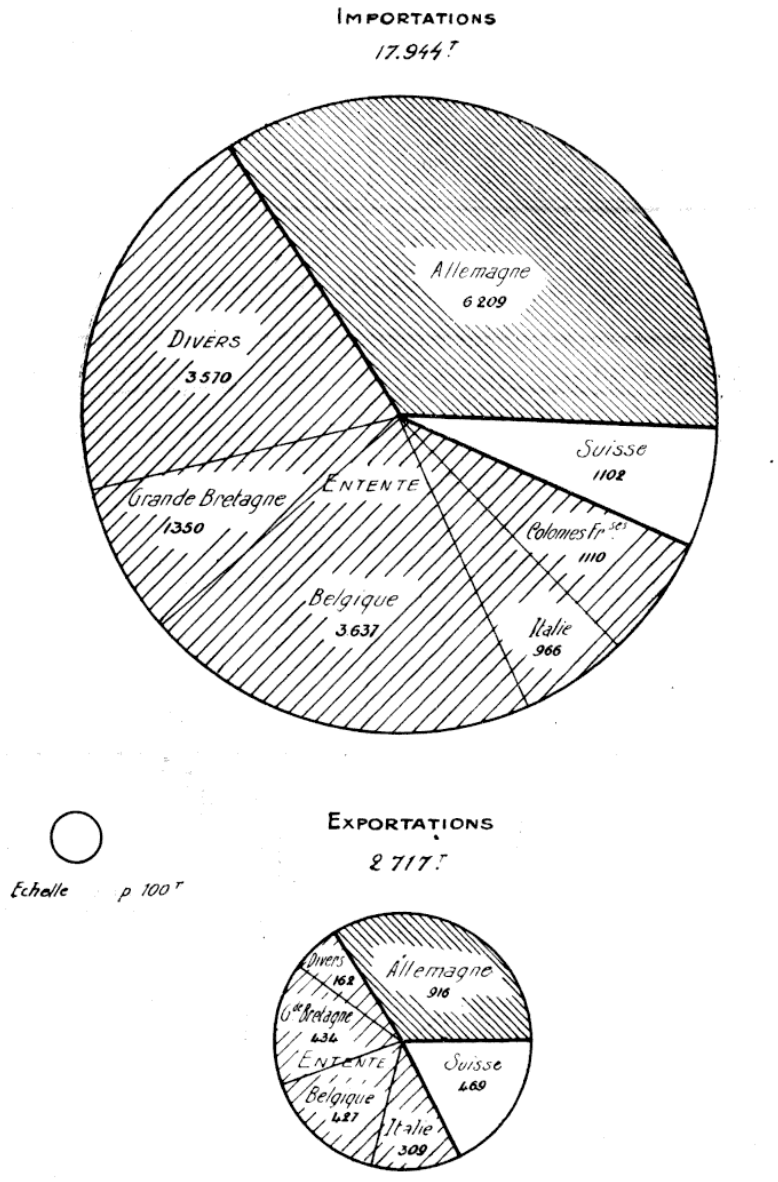


Fig. 96. — Importations et exportations françaises en 1913. (Cuivre en limailles et débris de vieux ouvrages.)

Mais il ne faut pas oublier que, dans certaines de ses fabrications, spécialement la barre de laiton à décolleter, elle utilise des quantités importantes de vieilles matières, notamment de tournures. C'est pour cela que les importations de limailles et débris sont aussi élevées (18,000 tonnes en 1913, contre 2,700 tonnes exportées). Or notre pays était assurément le plus avancé dans cette utilisation des tournures et ses plus gros fournisseurs étaient l'Allemagne (34,5 p. 100) et la Belgique (20,0 p. 100). Ce sont là des faits à bien retenir au moment voulu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

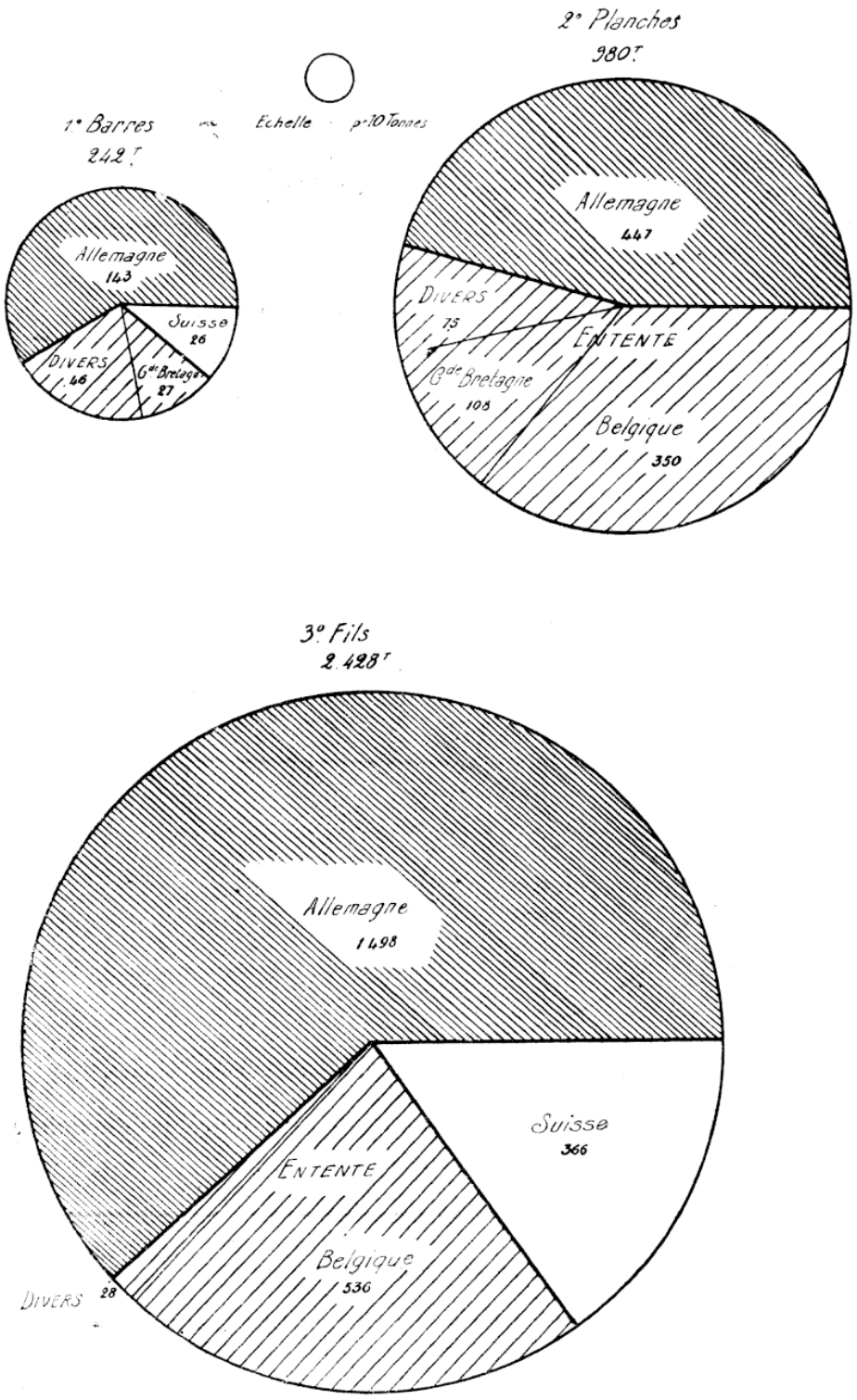


Fig. 97. — Cuivre et alliages en barres, en planches et en fils. (Importations en France en 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

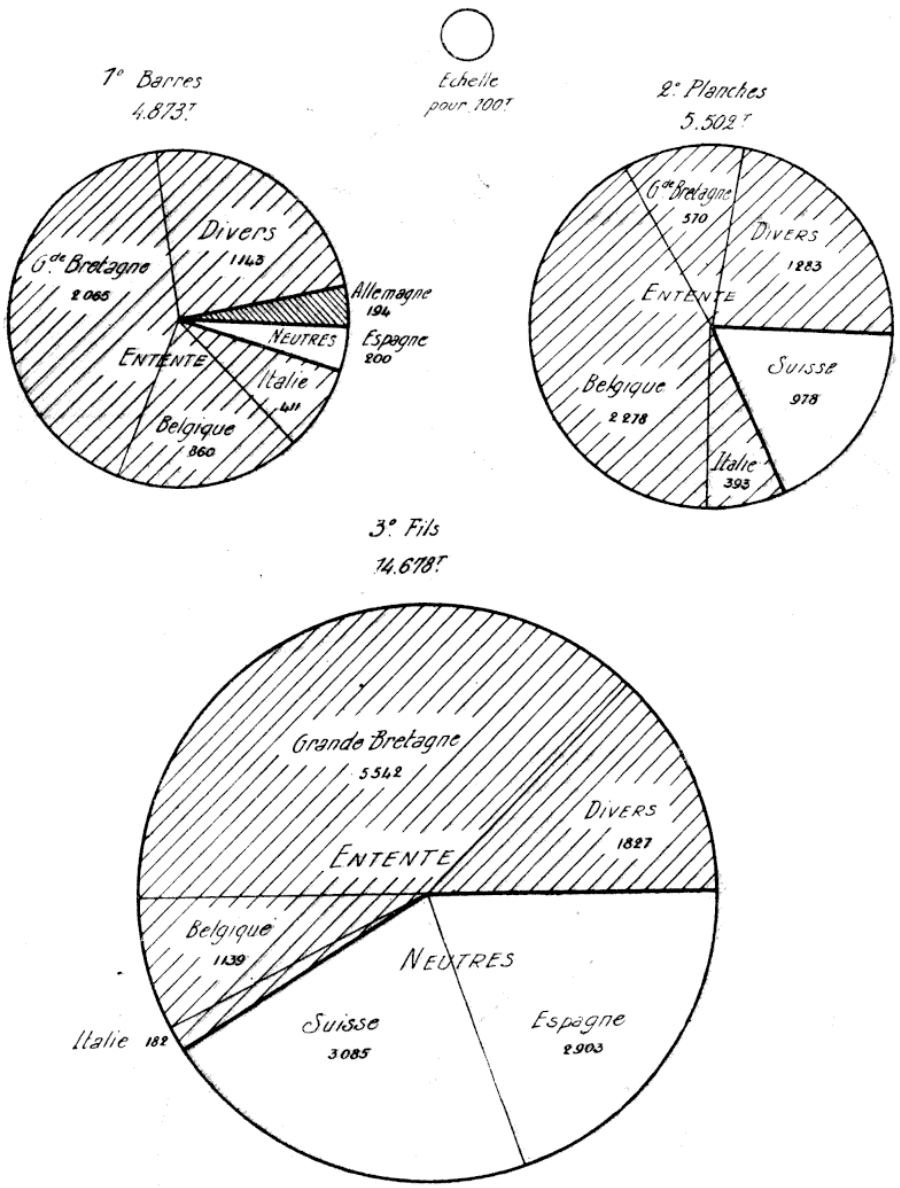


Fig. 98. — Cuivre en barres, planches et fils. (Exportations de France en 1913.)

Nous pouvons estimer, d'autre part, notre consommation et notre production en 1913 aux chiffres suivants, qui sont traduits par les schémas de la figure 99 :

PRODUITS.	PRODUCTION.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.	CONSOMMATION.
Planches	31,622 (1)	980	5,502	27,100 (4)
Barres	21,231 (1)	218	4,873	16·600 (4)
Fils	48,950 (1)	2,428	14,678	36,700 (4)
Tubes	7,500 (2)	2,588 (3)	2,335 (3)	6,000 (4)

(1) Ce chiffre est déduit des trois autres dont deux proviennent des statistiques douanières.
(2) Ce chiffre n'est qu'une estimation arbitraire basée sur les renseignements des producteurs.
(3) Ces chiffres, provenant du tarif douanier, comprennent toute la chaudronnerie en cuivre; ils sont donc trop forts surtout en ce qui concerne l'importation.
(4) MM. Sommer et Mensier, rapport au Congrès général du Génie civil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Peut-être ne sera-t-il pas inutile d'indiquer ici les exportations allemandes et anglaises de produits finis.

En 1912, l'Allemagne a exporté en produits bruts ou travaillés :

11,400 tonnes vers la France; 12,880 tonnes vers l'Angleterre; 12,800 vers l'Autriche; 7,900 vers la Suisse; 6,700 vers la Hollande; 6,900 vers la Russie; 5,800 vers l'Italie; au total : 86,150 tonnes.

En 1913, l'Angleterre a expédié les quantités suivantes des mêmes produits :

20,217 tonnes vers les États-Unis; 19,675 tonnes vers les Indes; 7,820 vers l'Australie; 2,541 vers l'Italie; 990 vers l'Espagne et le Portugal.

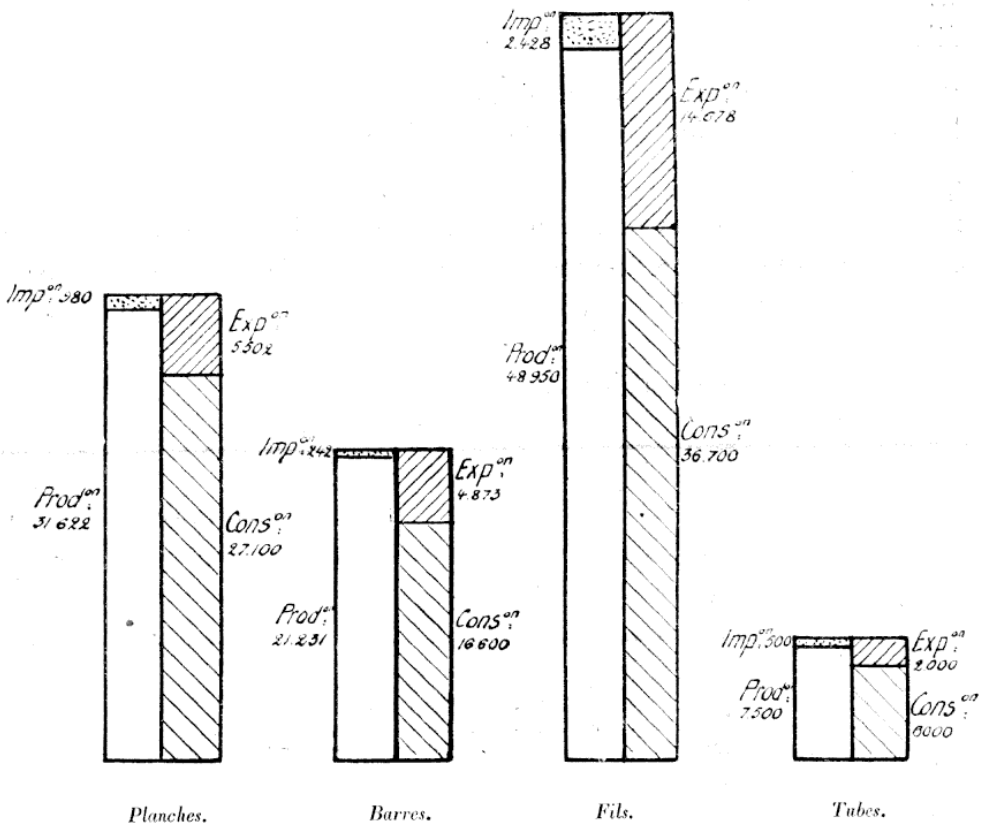


Fig. 99. — Alliages de cuivre laminés et étirés. (Production et consommation en France en 1913.)

Les modifications apportées par la guerre dans la situation du cuivre en France. — 1° *Au point de vue économique.* — L'invasion a supprimé 95 p. 100 de nos moyens de production de 1913 en cuivre métal, par suite de l'arrêt des usines de Givet (Compagnie française des Métaux) et des usines de Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais).

Dès que les programmes des fabrications de guerre se sont développés, les laitonneries existantes ne se sont pas contentées de la production maximum correspondant à leurs moyens de production; mais elles ont aussi augmenté ceux-ci. D'autre part, se sont créées d'importantes usines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouvelles, entre autres celles de la Manufacture des Munitions qui peut produire 15,000 tonnes de barres et 20,000 tonnes de planches par an.

Le traitement des déchets s'est aussi beaucoup amélioré : les laitonneries ont monté des laveries; les usines traitant par voie sèche les résidus ont augmenté leurs moyens de production et peuvent ou pourront incessamment absorber toute la production française, dont une grande partie, nous le savons, gagnait l'étranger en 1913.

Le raffinage électrolytique était bien peu développé en France : à peine comptait-on deux ou trois ateliers d'importance relativement faible produisant environ 2,400 tonnes; actuellement trois usines nouvelles et importantes sont en marche : celle de Pauilhac (Gironde), de Saint-Tour appartenant à la Société des Etablissements Grammont et celle du Palais, appartenant à la Société électrométallurgique de Dives. La production totale de ces trois usines doit atteindre 25,000 tonnes. Elles sont actuellement alimentées par du cuivre du Japon. Il ne faut pas oublier qu'en marche courante, aux cours normaux, la récupération des métaux précieux est un élément capital du prix de revient de l'opération d'électrolyse.

Malgré des progrès importants, la France n'a pu entièrement satisfaire ses besoins si importants de guerre; il est juste d'ajouter que, pour différentes raisons, les laitonneries n'ont pas donné leur production maximum.

Tandis que la capacité de production actuelle des usines existantes s'élève au total pour les barres, les planches et les fils, à 408,800 tonnes environ par an, la production de 1917 n'a atteint que 317,744 tonnes, soit 78 p. 100 environ.

Le tableau suivant indique le détail de ces deux chiffres :

DÉSIGNATION.		PRODUCTION EN 1917.	CAPACITÉ DE PRODUCTION.
		tonnes.	tonnes.
Cuivre..	en barres	3,790	6,000
	en barrettes pour ceintures d'obus	18,007	20,000
	en planches	9,259	14,400
	pour plaques de foyer	1,126	4,800
	en tubes	3,494	6,240
	en ceintures pour obus	12,626	13,000
Fils de cuivre et de laiton à chaud		40,354	55,000
Fils de bronze		2,804	3,500
Laiton..	en barres et jets d'étampage	101,725	125,000
	en planches	14,756	21,600
	en bandes à cartouches et flancs pour douilles	106,027	130,000
	en tubes	1,585	5,700
	pour fils à froid	2,193	3,600

La capacité de production comprend d'ailleurs celle des usines situées en pays envahis, notamment à Givet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les besoins de la guerre ont été tels qu'en 1917 on a importé :

	TONNES.		TONNES.
En minerai et demi-produits	4,030	au lieu de	9,653 en 1913 (1).
En lingots, cathodes, etc.	188,889	—	94,860
En barres	28,971	—	242
En planches	31,261	—	980
En fils	8,082	—	2,428
En limailles et débris	12,770	—	17,944

Il est évident que cette situation est toute momentanée.

Nous devons retenir que la guerre a déterminé :

a) Une augmentation de production du cuivre métal provenant d'une meilleure récupération des sous-produits. Ce sera relativement peu de chose : 8,000 à 10,000 tonnes;

b) Une augmentation considérable de notre production en laiton, du moins en barres et en planches.

On a vu que cette production pourrait atteindre les chiffres suivants que l'on peut rapprocher de la 1re colonne du tableau de 1913 :

	TONNES.		TONNES.
Planches	170,800	contre	31,600 en 1913.
Barres	151,000	—	21,300 —
Fils	62,000	—	49,000 —
Tubes	25,000	—	7,500 —

Une partie de la surproduction des planches de laiton pourrait être considérée comme matière première pour la fabrication des fils par le procédé dit « d'escargotage »; il faut cependant noter que ce procédé n'est utilisé que pour les titres se laminant à chaud (fil à cheville).

2° *Au point de vue technique.* — Les modifications apportées par la guerre ne sont pas très profondes ; elles méritent cependant d'être notées :

a) La fabrication des profilés à la presse à filer s'est beaucoup développée et a donné les meilleurs résultats;

b) Le matriçage du laiton a pris un essor d'une grande importance, et est appelé assurément à un certain avenir; il entraîne, signalons-le, une économie de métal considérable; on peut admettre, en effet, que les opérations de décolletage, partant de barreaux, ne donnent qu'une utilisation moyenne de 55 p. 100 du métal initial, 45 p. 100 se retrouvant sous forme de tournures, chutes, etc., tous ces produits devant être refondus avec pertes très appréciables. La fabrication des pièces partant des produits matricés ne donne que 15 à 20 p. 100 de pertes.

(1) Cette diminution s'explique aisément : par la situation de nos principales usines de production en pays envahis et par la nécessité d'importer les produits les plus finis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation du cuivre et de ses alliages à l'après-guerre. — *a) Au point de vue de la production.* — Nous avons indiqué que l'on pouvait ainsi chiffrer la production du cuivre en France à l'après-guerre, sans parler de l'utilisation de nos richesses coloniales, à :

Production de 1913	12,000 à 15,000 tonnes.
Augmentation de production par les installations nouvelles ou en cours	10,000 à 12,000 tonnes.

Production d'après-guerre : 25,000 tonnes environ.

Mais il ne faut pas omettre ce que l'on est en droit d'espérer de nos gisements coloniaux encore peu connus. On peut cependant indiquer qu'on envisage de façon très positive la création d'une usine qui utilisera les richesses de notre bassin méditerranéen.

Les ateliers de transformation pourront atteindre la production suivante :

	TONNES.		TONNES.
Barres	151,000	au lieu de	21,300
Planches	170,000	—	31,600
Fils	62,000	—	49,000
Tubes	25,000	—	7,500

On notera que les productions possibles envisagées ont trait à des produits de forte épaisseur que l'on employait pendant la guerre et, par conséquent, de grand débit, notamment pour les planches et les tubes (ceintures).

b) Au point de vue de la consommation :

On peut admettre que, par suite de l'extension de nos industries mécaniques, notre consommation sera doublée.

On aurait alors, en rapprochant la production maximum de la consommation, les chiffres suivants pour les exportations, en supposant nos importations nulles et la même proportion qu'avant-guerre entre les produits en cuivre et ceux en laiton :

DÉSIGNATION.	À L'APRÈS-GUERRE.			EN 1913.
	PRODUCTION.	CONSOMMATION.	EXPORTATION.	EXPORTATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Barres	151,000	34,500	116,500	5,000
Planches	170,000	55,500	114,500	5,500
Fils	62,000	45,000	17,000	14,700
Tubes	25,000	13,000	12,000	2,300

Le rapprochement de ces chiffres est extraordinairement frappant.

Il est donc incontestable qu'une grande partie de nos laitonneries devront cesser leur fabrication, notamment celle des barres et des planches de laiton. Nous ne pouvons évidemment espérer exporter 116,000 tonnes de cuivre et laiton en barres, ni 114,000 tonnes de planches. Sans doute, augmenterons-nous notre commerce extérieur, mais nous ne pouvons songer à le faire dans une telle proportion, d'autant plus que les ateliers étrangers, ceux d'Amérique et d'Angleterre, ont augmenté considérablement leur production.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'ailleurs il faut compter avec les produits de remplacement du cuivre et de ses alliages. De nombreux essais ont été faits dans cette voie; la plupart n'ont conduit qu'à des produits de guerre.

Cependant, il semble que l'acier doux doive être utilisé spécialement comme plaques de foyer de locomotive, et que l'aluminium doive être de plus en plus employé pour les canalisations électriques aériennes, surtout celles qui sont éloignées de la mer.

Les laminoirs, étireries et tréfileries de laiton seront utilisés pour l'aluminium, bien que ce métal demande plus de précautions au travail; nos fabricants français, qui ne sont que des transformateurs, ne demandent qu'à travailler un métal d'origine française comme l'aluminium, plutôt qu'un métal d'importation comme le cuivre.

On admet que la France consommait : 2,500 à 3,000 tonnes de plaques de foyer et environ 30,000 tonnes de fil de cuivre rouge. Il est raisonnable de penser que ces chiffres n'augmenteront pas, malgré l'expansion industrielle, par suite de la substitution de l'acier et de l'aluminium au cuivre.

Que seront nos approvisionnements ?

Il n'est guère possible de les préciser, puisque nous ne pouvons prévoir nos exportations. Il apparaît cependant que nos fabrications ne pourront dépasser les chiffres suivants :

DÉSIGNATION.		CONSOMMATION INTÉRIEURE.	EXPORTATION VRAISEMBLABLE.	PRODUCTION À PRÉVOIR.	PRODUCTION POSSIBLE maximum.
		tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Barres	Cuivre rouge	4,500	1,000	5,500	151,000
	Laiton	30,000	5,000	35,000	
Planches	Cuivre rouge	14,500	5,000	19,500	170,000
	Laiton	41,000	5,000	46,000	
Tubes	Cuivre rouge	6,000	2,000	8,000	25,000
	Laiton	7,000	3,000	10,000	
Fils	Cuivre rouge	33,000	14,000	47,000	62,000
	Laiton	12,000	3,000	15,000	

Ces données sont représentées dans les graphiques de la figure 100.

Ainsi les usines à tubes et à fils fonctionneraient à rendement élevé tandis que les laminoirs à barres et à planches tomberaient à un rendement d'environ 30 à 35 p. 100.

Il est bon de noter que les chiffres de production maximum donnés plus haut correspondaient à une marche en double équipe, qui n'existait point en 1913.

Quant aux approvisionnements, on peut, de façon très approximative, les indiquer de la façon suivante :

Vieilles matières (tournures, planches, etc.)		65,000 à 70,000 tonnes.	
Cuivre rouge	Pour les produits en cuivre rouge	68,000 tonnes	85,000 —
	Pour les produits en laiton	17,000 —	
Zinc métal		14,000 à 16,000 —	

D'autre part, il faut ajouter les quantités de matières nécessaires aux fonderies de moulage.

Il est bien difficile d'avoir des chiffres précis, car les usines sont extrêmement nombreuses et ne sont souvent que des annexes aux ateliers de constructions mécaniques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De l'enquête que nous avons poursuivie, il résulte que la production en pièces moulées d'alliages de cuivre, avant-guerre, s'élevait à environ 12,000 tonnes par an, correspondant approximativement à une consommation de :

Vieilles matières	8,000 tonnes.
Cuivre rouge	4,000 —
Étain	400 —
Zinc	500 —

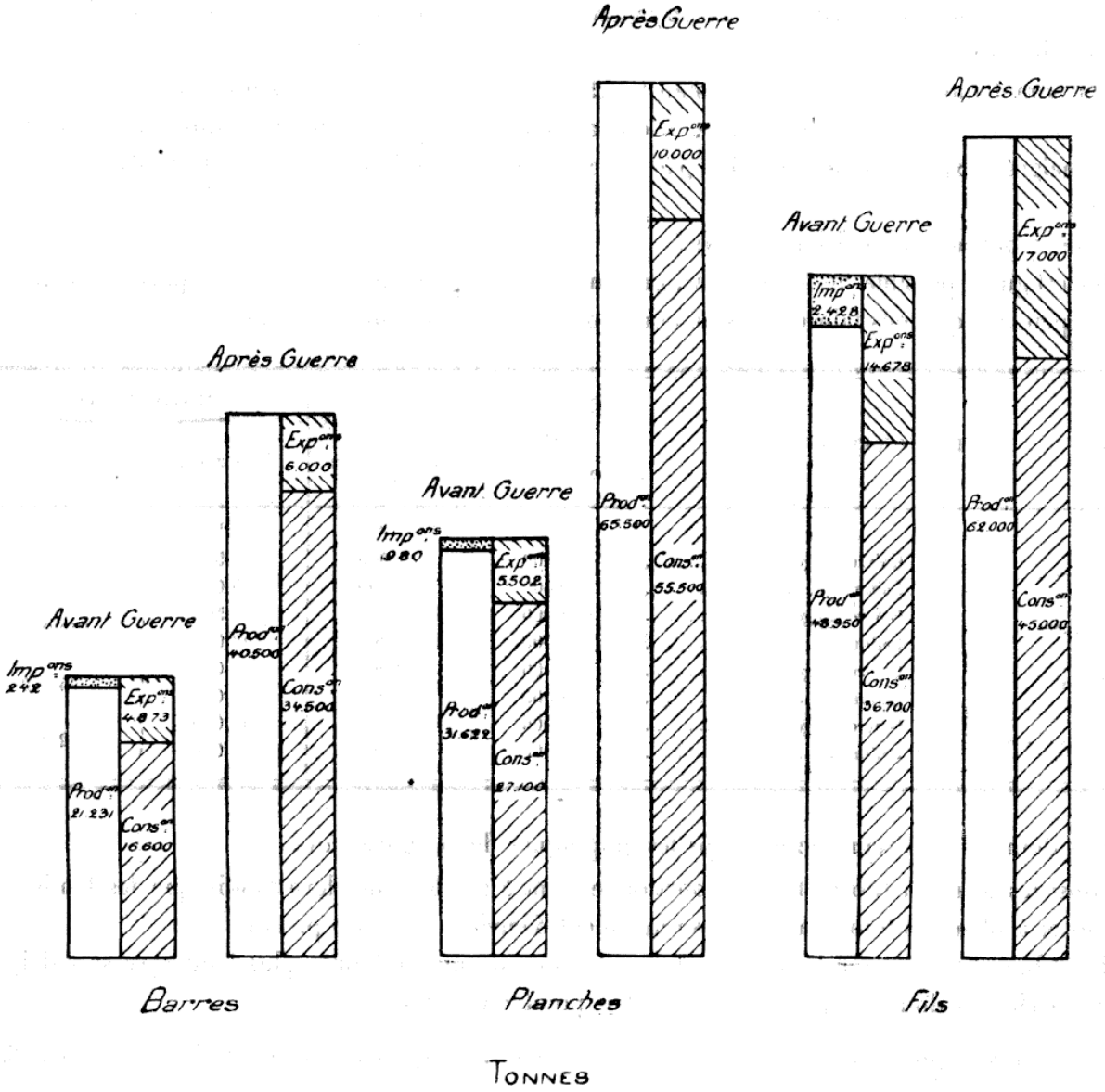


Fig. 100. — Comparaison de la situation française du cuivre en barres, planches et fils avant et après la guerre.

En laissant de côté la question de l'étain dont nous parlerons plus loin, nos approvisionnements s'élèveraient donc à :

Vieilles matières	75,000 à 80,000 tonnes.
Cuivre rouge	85,000 à 90,000 —
Zinc	14,000 à 16,000 —

A ce chiffre de notre consommation de cuivre, il convient d'ajouter les besoins de l'industrie du sulfate de cuivre et autres sels employés en agriculture, spécialement en viticulture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous verrons au chapitre des produits de l'industrie chimique minérale que la production du sulfate de cuivre, qui était avant la guerre de 45,000 tonnes environ, pourra être portée à 75,000 tonnes, ce qui demanderait 19,200 tonnes de cuivre; avec les autres sels de cuivre, on peut compter sur une consommation de 25,000 tonnes de cuivre à ajouter aux 90,000 tonnes ci-dessus, d'où un total de 115,000 tonnes, nécessitant une importation de 90,000 tonnes environ de cuivre. C'est ce que représentent les graphiques de la figure 101.

Remarquons de suite que nos besoins d'importation de cuivre ne seraient pas supérieurs à ceux d'avant-guerre, par suite de l'utilisation de plus en plus grande de l'aluminium.

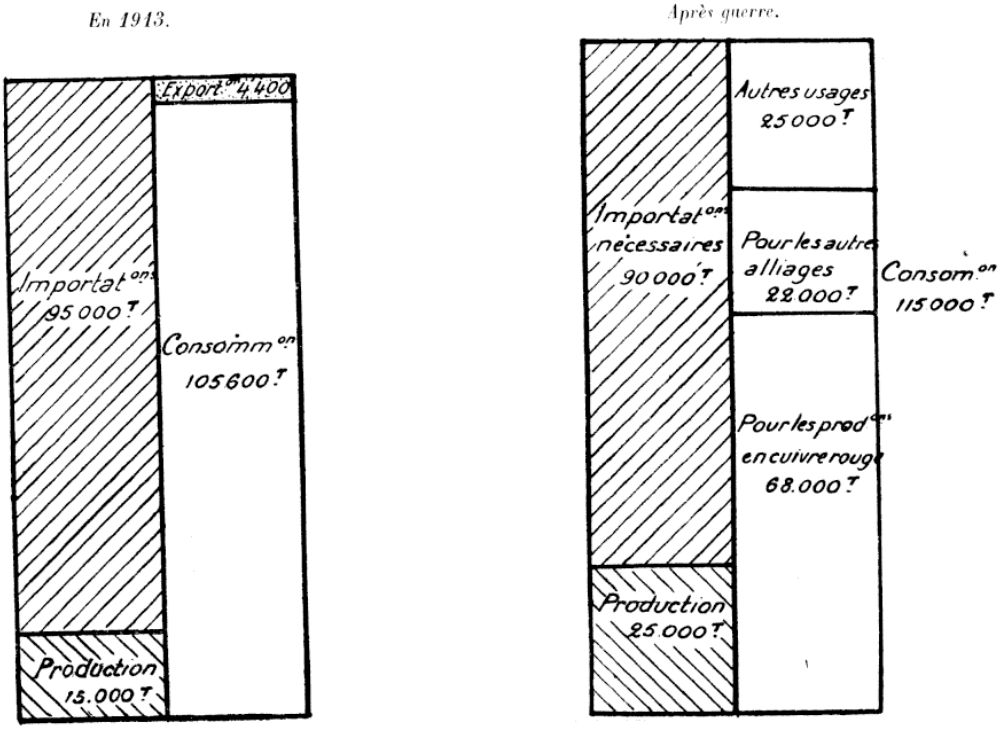


Fig. 101. — Comparaison de la situation française du cuivre brut avant et après la guerre.

Il est probable d'ailleurs que les bronzes, alliages de cuivre et d'étain, seront en partie remplacés par le bronze d'aluminium et que, de ce fait, notre consommation d'étain diminuera.

Si les approvisionnements en cuivre et en zinc ne peuvent nous préoccuper, il n'en est pas de même pour les vieilles matières qui nous étaient fournies à l'avant-guerre principalement par l'Allemagne.

On peut admettre que l'on obtient, dans l'usinage des différents produits consommés en France, les quantités suivantes de vieilles matières.

	TOURNURES ET DÉCHETS.
Usinage de barres	18,000 tonnes.
Usinage des planches	15,000 —
Tubes	1,000 —
Fils	3,000 —
Soit environ	37,000 —

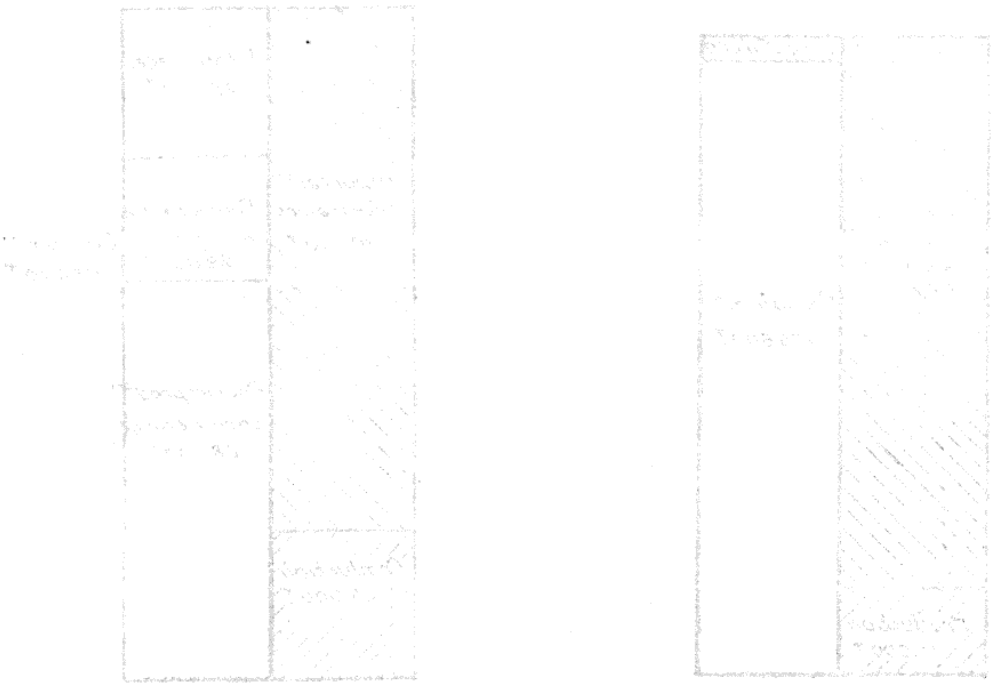
Il faut y ajouter les vieilles matières que l'on peut trouver dans le commerce, ce qui peut ramener le chiffre à demander aux importations à 30,000 tonnes de vieilles matières et 75,000 tonnes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuivre; d'ailleurs, pendant de longs mois, nos champs de bataille vont nous fournir la plus grande partie des vieilles matières nécessaires.

De toute façon, nous serons grands importateurs de cuivre et de vieilles matières cuivreuses.

C'est pour cela que si notre industrie des alliages de cuivre, si brillante et qui a rendu de si importants services à la Défense nationale, veut vivre, elle se doit avant tout d'opérer un groupement important de tous ses participants, pour opérer en commun ses achats de matières premières, et peut-être aussi pour constituer un comptoir d'exportation.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE V.

LE PLOMB.

Situation du minerai avant la guerre. — *Situation mondiale.* — Les statistiques relatives à la production mondiale des minerais de plomb n'existent pas.

Situation française.— Métropole. — La courbe de la figure 102 donne la variation de la production du minerai de plomb en France. La production française en minerai de plomb est extrêmement faible. Elle a été de 13,953 tonnes en 1912 et de 17,081 tonnes en 1913. La répartition de cette production a été la suivante [1] :

DÉPARTEMENTS.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Gard	5,174	30.3
Hérault	3,660	21.4
Lozère	2,472	14.5
Ardèche	2,219	13.0
Tarn	1,535	9.0
Hautes-Pyrénées	967	5.6
Savoie	385	2.3
Ariège	380	2.2
Autres départements	289	1.7
Total	17,081	100.0

Colonies et pays de protectorat. — Les mines d'Algérie et de Tunisie sont entrées dans la voie d'un très grand développement qui est nettement indiqué par les chiffres suivants (en tonnes) [2] :

COLONIES OU PROTECTORATS.	1900.	1910.	1912.	1913.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Algérie	3,000	13,800	19,500	21,600
Tunisie	2,583	28,600	51,300	52,200

[1] Statistiques de l'Industrie minérale.

[2] D'après la Statistique de l'Industrie minérale. D'autres statistiques donnent des chiffres un peu différents, suivant que l'on tient compte de l'extraction ou de l'exportation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

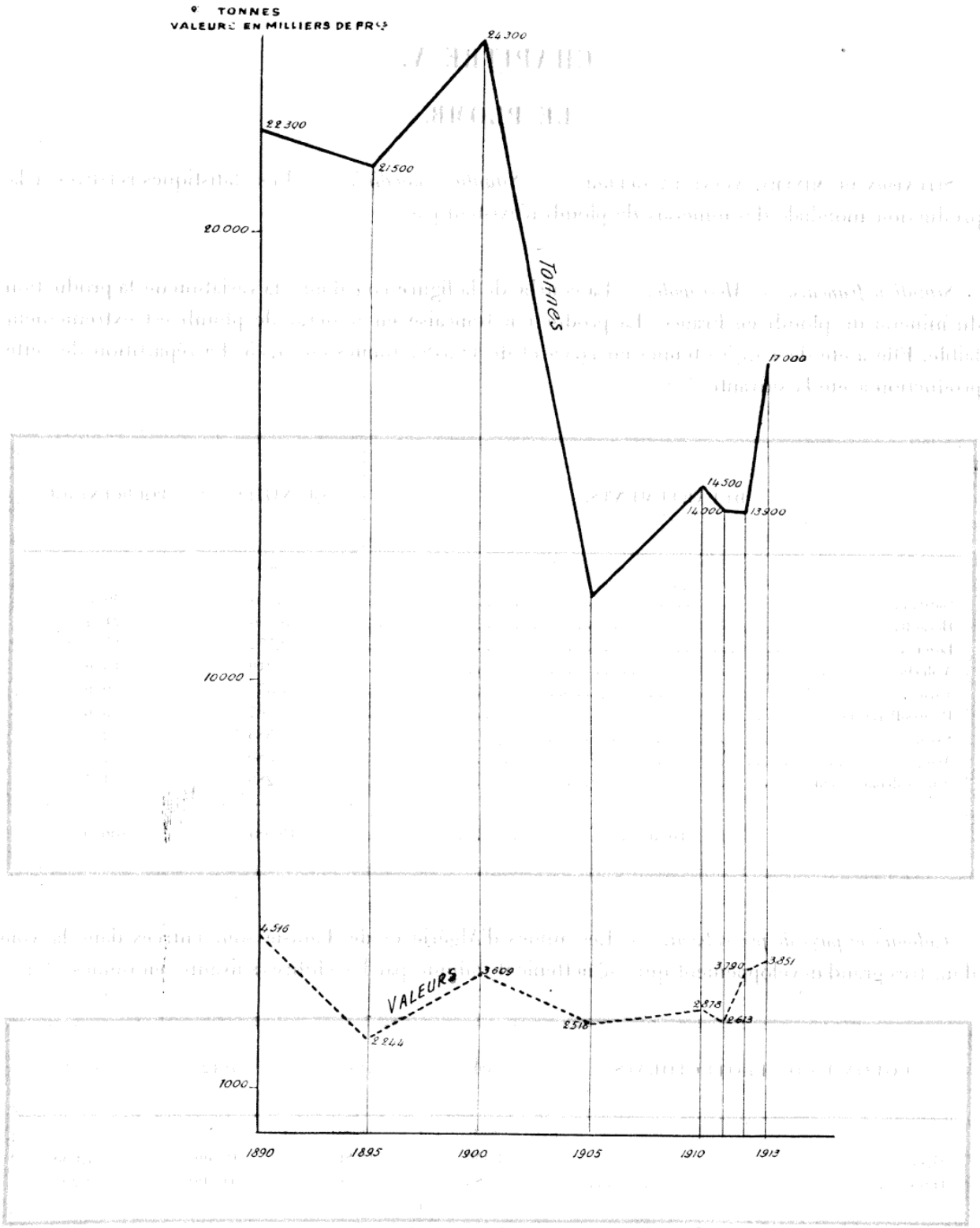


Fig. 102. — Variation de la production du minerai de plomb en France de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

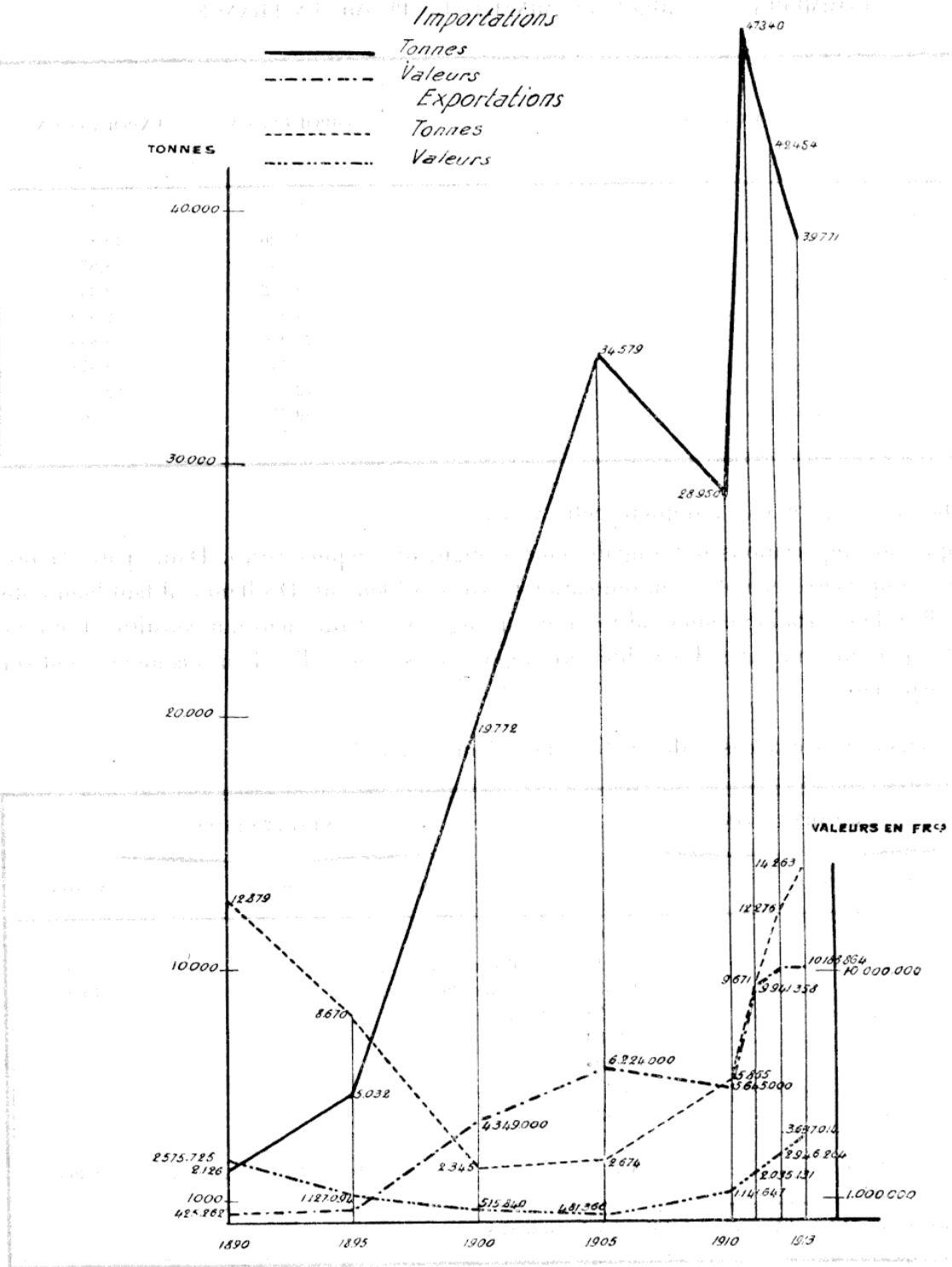


Fig. 103. — Variation des importations et exportations françaises du minerai de plomb de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Importations et exportations. — D'après les statistiques douanières, les importations et les exportations de minerai de plomb ont été les suivantes, y compris celles d'Algérie et de Tunisie :

COMMERCE EXTÉRIEUR DU MINERAI DE PLOMB EN FRANCE.

ANNÉES.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
	tonnes.	tonnes.
1890	2,126	12,879
1895	5,032	8,670
1900	19,772	2,345
1905	34,579	2,674
1910	28,950	5,855
1911	47,340	9,671
1912	42,454	12,276
1913	39,771	14.263

Les courbes de la figure 103 indiquent cette variation.

On voit que nos importations ont singulièrement augmenté depuis 1890. D'une part, la production a beaucoup baissé et notre consommation a crû sensiblement. D'ailleurs, il faut bien noter que notre chiffre d'importation comprend les minerais algériens et tunisiens qui constituent environ 60 p. 100 des quantités entrantes. En réalité, nos importations (hors celles de nos colonies) sont voisines de nos exportations.

Voici le détail des provenances et destinations pour l'année 1913 :

IMPORTATION.		EXPORTATION.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Algérie	17,813	Belgique	12,530
Italie	13,951	Grande-Bretagne	1,056
Tunisie	2,378	Autres pays	677
Autriche-Hongrie	2,088		
Espagne	1,908		
Belgique	1,213		
Autres pays	420 (1)		
TOTAL	39,771	TOTAL	14,263

(1) Non compris les concentrés d'Australie qui s'élèvent à 4,000 tonnes.

On remarquera que la presque totalité du minerai algérien, soit 82 p. 100, a été consommée en France (17,813 tonnes sur 21,600) tandis que le minerai tunisien a été presque entièrement traité à l'étranger (2,378 tonnes traitées en France sur une production de 52,200, soit 4.5 p. 100).

On note qu'en 1913 12,530 tonnes ont été exportées en Belgique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

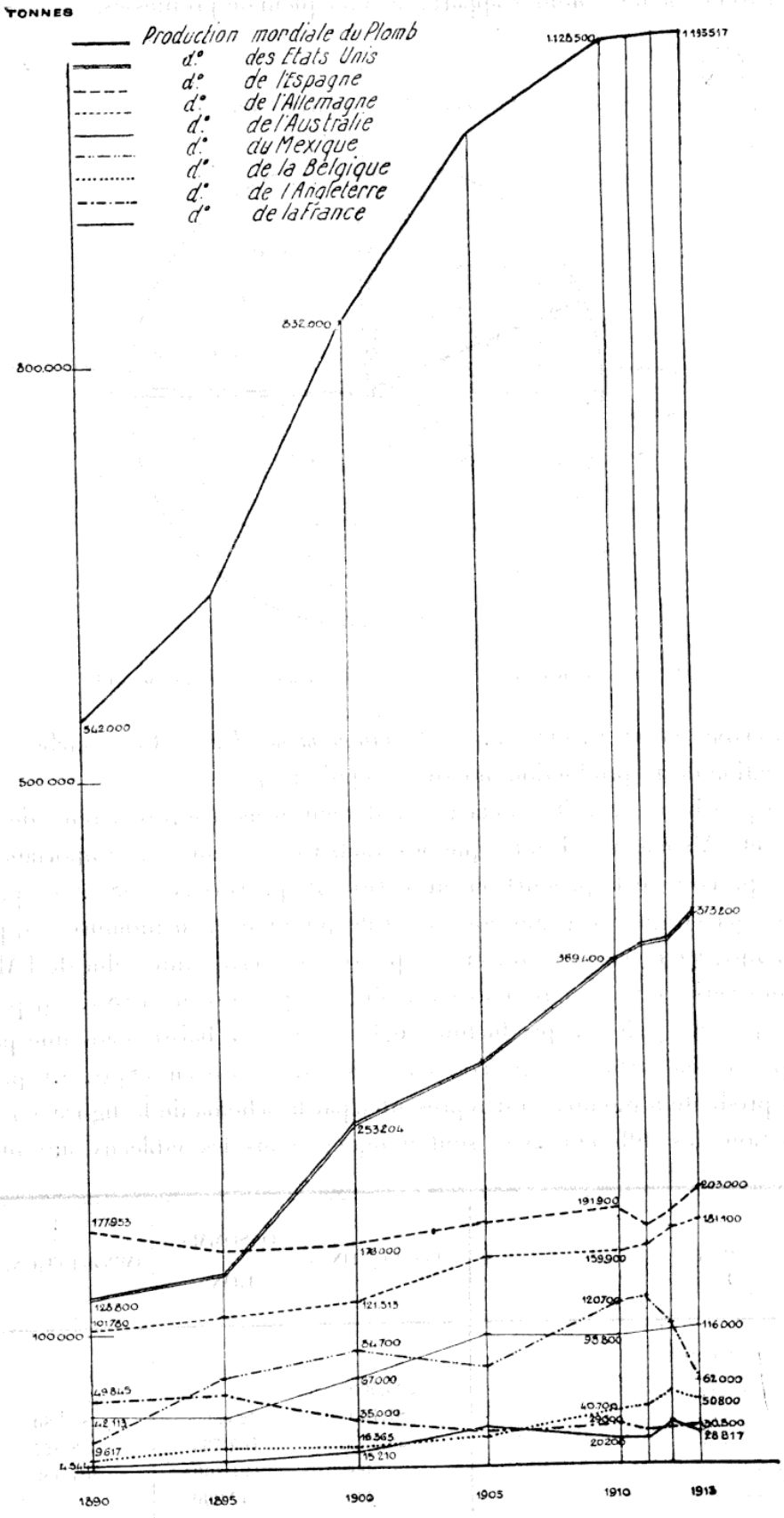


Fig. 104. — Variation de la production mondiale du plomb de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Réserves mondiales. — On est peu fixé sur les réserves mondiales en minerai de plomb. Cependant, l'avenir de nos colonies apparaît comme plein de promesses.

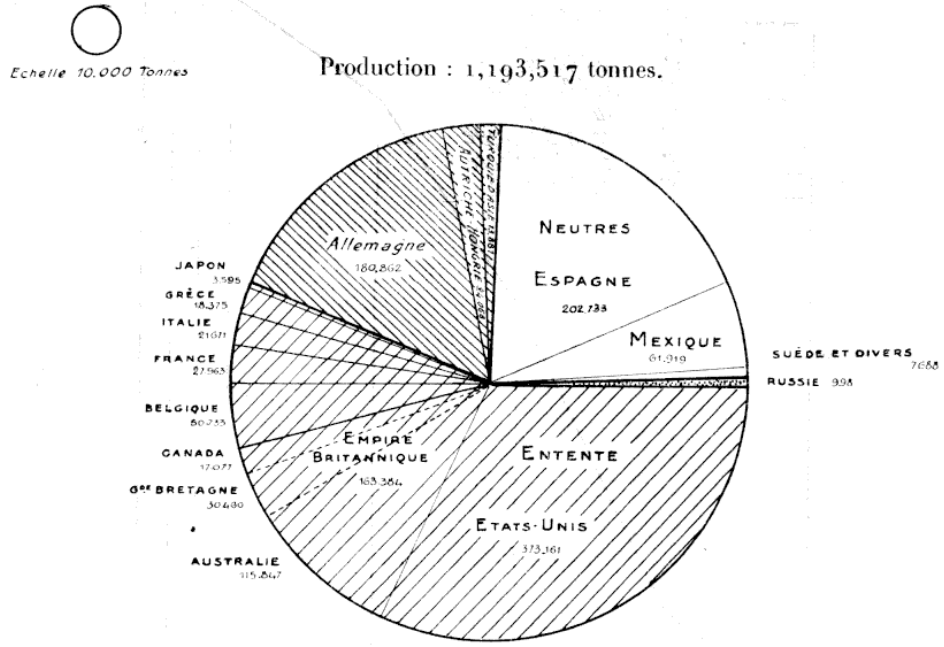


Fig. 105. — Répartition de la production mondiale du plomb en 1913.

Situation du plomb avant la guerre. — *Situation mondiale.* — Les courbes de la figure 104 indiquent la variation de la production mondiale depuis 1890.

En remontant plus haut, on voit se détacher nettement trois gros producteurs de métal : les États-Unis, l'Espagne et l'Allemagne. Tandis que les États-Unis voient leur importance croître considérablement (6 p. 100 de la production en 1860, 26 p. 100 en 1880, 32 p. 100 en 1900, 34,4 p. 100 en 1913), que l'Espagne joue un rôle plutôt un peu moindre (29 p. 100 en 1860, 33 p. 100 en 1890, 21 p. 100 en 1900 et 17 p. 100 en 1913), que celui de l'Allemagne a passé par un maximum vers 1880 (13 p. 100 en 1860, 25 p. 100 en 1880, 19 p. 100 en 1890, 15 p. 100 en 1900 et 1913), la production anglaise, elle, a baissé dans une proportion extraordinaire (29 p. 100 en 1860, 17 p. 100 en 1880, 9 p. 100 en 1890, 2.6 p. 100 en 1913).

En 1913, la production mondiale est représentée par le schéma de la figure 105; la production et la consommation des différents pays sont indiquées dans les tableaux suivants[1] :

PAYS.	PRODUCTION.	CONSOMMATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
Europe.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Espagne	203,000	//	//	//
Allemagne	181,100	223,500	83,780	41,369
France	28,817	104,764	78,527	2,580
Grande-Bretagne	30,500	191,400	207,559	49,261
Belgique	50,800	42,900	//	//

[1] D'après *Mineral Industry*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PAYS.	PRODUCTION.	CONSOMMATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
Italie	21,700	32,600	11,494	577
Autriche-Hongrie	24,100	35,500	12,455	1,055
Grèce	18,400	//	//	//
Hollande	//	9,500	//	//
Suède et Norvège	1,500	4,485	3,730	745
Russie	1,000	58,800	//	//
Suisse	//	5,800	//	//
Turquie (y compris la Turquie d'Asie)	13,900	//	//	//
Divers	//	6,300	//	//
TOTAL (*Europe*)	574,817	718,385		
Amérique.				
États-Unis	407,800	380,300	376	73,000
Mexique	62,000	//	//	//
Canada	17,100	22,900	11,898	93
TOTAL (*Amérique*)	486,900	403,200		
Asie-Japon	3,600	18,500	//	//
Australie	116,000	9,600	//	//
Divers	12,200	30,000	//	//
TOTAL	1,193,517	1,196,200		

Situation française. — *Production.* — La production française a été, en 1912, de 31,086 tonnes et, en 1913, de 28,817. En voici le détail par départements pour 1913 [1] :

DÉPARTEMENTS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Loire-Inférieure (Couëron)	14,700	51.1
Pas-de-Calais (Noyelles-Godault)	7,067	24.5
Bouches-du-Rhône (Escalette)	3,660	12.7
Haute-Loire (Langeac)	2,174	7.5
Tarn (Peyrebrune)	964	3.3
Isère (Vienne)	252	0.9
TOTAL	28,817	100.0

[1] D'après les Statistiques de l'Industrie minérale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut bien noter qu'une partie de cette production provient simplement de la désargentation des plombs espagnols et grecs, qui se fait sur une large échelle, notamment à Marseille (usine de l'Escalette). La France possédait quelques fonderies dont deux très importantes et très modernes :

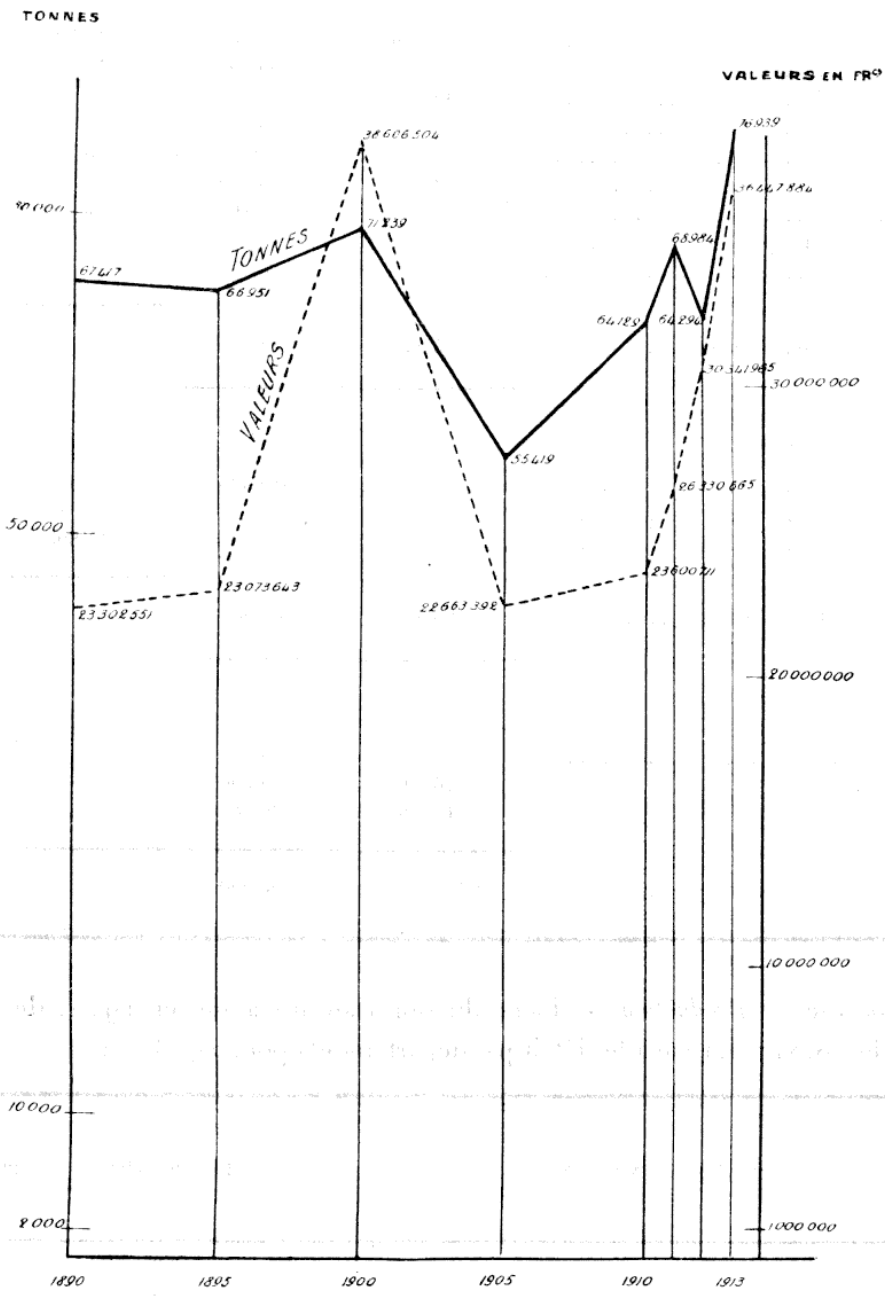


Fig. 106. — Variation des importations de plomb brut en France de 1890 à 1913.

celle de Couëron, à la Société de Pontgibaud, et celle de Noyelles-Godault, à la Société de Malfidano; d'autres, moins importantes, à Langeac (Haute-Loire), Peyrebrune (Tarn).

Notre consommation, en 1913, a été de 104,764 tonnes; le déficit a donc atteint 76,000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

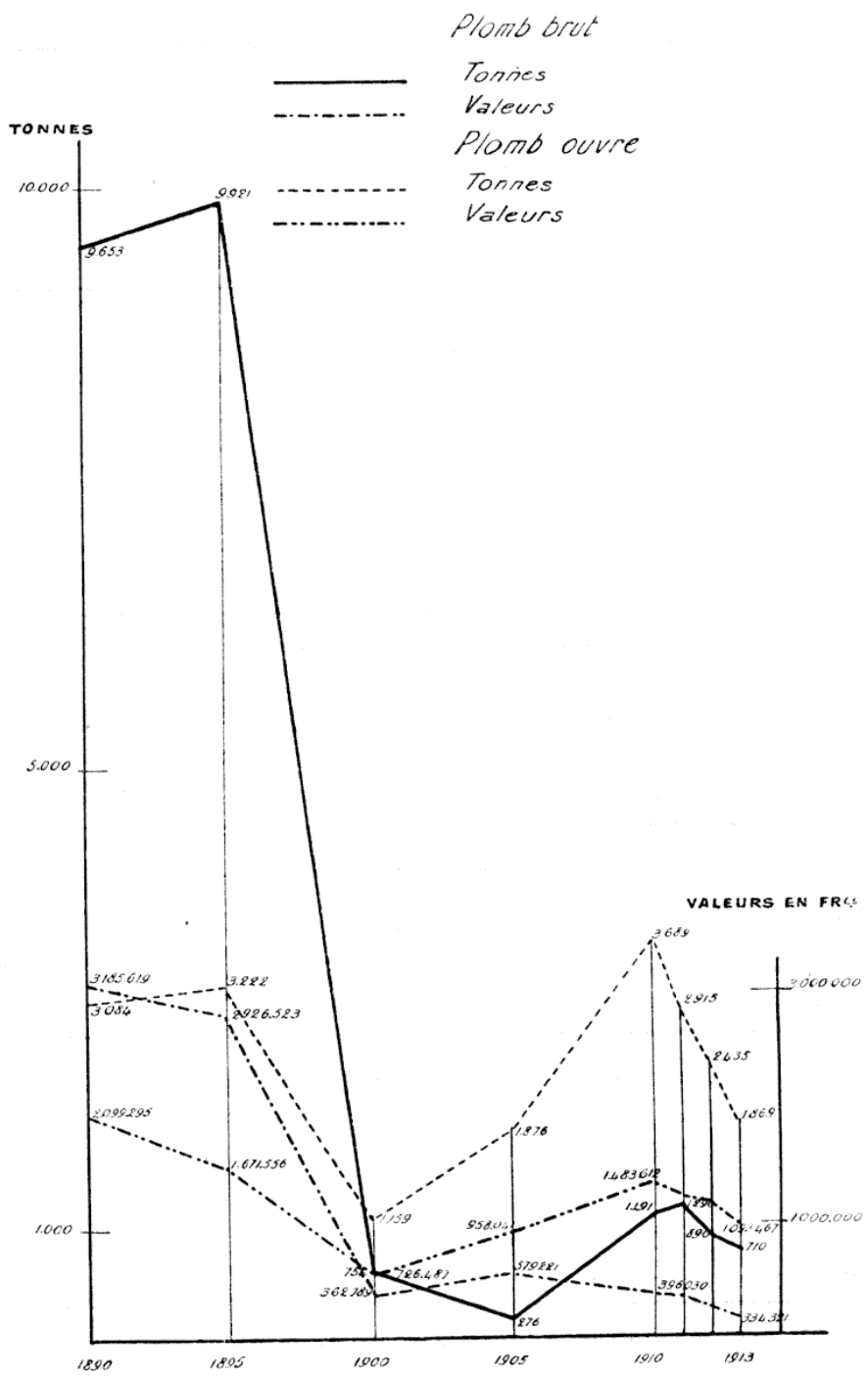


Fig. 107. — Variation des exportations de plomb brut et de plomb ouvré de France, de 1890 à 1913.

Il a été comblé par les importations. Voici la balance de notre commerce extérieur, qui se chiffre par : 78,527 tonnes d'importations et 2,580 tonnes d'exportations totales pour 1913, et dont les courbes des figures 106 et 107 donnent le mouvement depuis 1890.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IMPORTATION.		EXPORTATION.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
PLOMB ARGENTIFÈRE.			
Espagne	4,145		
Grèce	1,908		
Autres pays	5	Néant.	
TOTAL	6,058		
PLOMB NON ARGENTIFÈRE.			
Belgique	47,675	Algérie	294
Grande-Bretagne	7,107	Colonies	72
Espagne	5,975	Autres pays	273
Mexique	4,248		
Allemagne	3,669		
Australie	1,914		
Autres pays	226		
TOTAL	70,814	TOTAL	639
PLOMB ALLIÉ À L'ANTIMOINE.			
Grande-Bretagne	34	Italie	41
Allemagne	20	Autres pays	30
Autres pays	16		
TOTAL	70	TOTAL	71
PLOMB BATTU OU LAMINÉ.			
Allemagne	13	Algérie	162
Autres pays	12	Autres colonies	60
		Autres pays	64
TOTAL	25	TOTAL	286
LIMAILLES ET DÉBRIS DE VIEUX OUVRAGES.			
Belgique	292	Suisse	58
Suisse	116		
Autres pays	166		
Algérie	170		
Autres colonies	80		
TOTAL	824		
TUYAUX EN PLOMB ET AUTRES OUVRAGES DE TOUTE SORTE.			
Pays-Bas	363	Belgique	112
Allemagne	158	Grande-Bretagne	95
Grande-Bretagne	105	Espagne	60
Autres pays	57	Argentine	56
Colonies	51	Autres pays	191
		Algérie	732
		Indo-Chine	122
		Autres colonies	158
TOTAL	734	TOTAL	1,526

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On remarque que la Bèlgique (60 p. 100), l'Espagne (12 p. 100) et la Grande-Bretagne (9 p. 100) étaient les principaux fournisseurs tandis que nous n'exportions guère que dans nos colonies.

Peut-être n'est-il pas inutile de rappeler que le plus gros producteur espagnol est la Société de Peñarroya, à capitaux français.

Les modifications apportées à la situation du plomb par la guerre. — Au point de vue économique, des modifications très importantes ont été apportées par la guerre.

L'usine de Mégrine qui, en 1913, était sous la dépendance de la Metallgesellschalft, dont nous aurons à analyser le rôle capital dans les métallurgies autres que la sidérurgie, est entre les mains de la société de Peñarroya; en pleine production, elle peut produire 20,000 tonnes avec des minerais indigènes. La même firme vient d'édifier à Marseille une grande fonderie qui est appelée évidemment à traiter surtout le minerai de l'Afrique du Nord.

Cette usine, essentiellement moderne, sera capable de produire 30,000 tonnes de métal.

En outre, une usine est projetée dans les Pyrénées, où la même compagnie doit installer la fabrication du zinc par électrolyse. L'usine à plomb ne sera que le complément de la précédente dans le traitement des minerais mixtes.

Notons que la guerre a privé la France d'une de ses plus importantes usines, celle de Noyelles-Godault, et a fait ainsi baisser sa production à 78 p. 100 de celle du temps de paix.

Il ne peut être indifférent de savoir ce qui se passe chez nos alliés: en Birmanie de nouvelles usines vont produire 30,000 tonnes en partant de minerai indien.

En Australie, en 1913, la production était de 116,000 tonnes, les exportations en Asie de 25,100 tonnes, celles en Europe et en Amérique de 80,700 tonnes. En outre, de fortes quantités de minerai étaient exportées, spécialement en Allemagne. En 1913, sur la demande du Gouvernement australien, les mines rachetèrent la fonderie de la Broken Hill Proprietary C°; la production visée est de 150,000 tonnes de plomb.

Les statistiques de production au cours de la guerre sont très incomplètes. On peut dire que la plupart des pays ont seulement maintenu leur production antérieure, souvent avec de grandes difficultés. Ainsi l'Espagne n'a produit en 1916 que 173,343 tonnes contre 203,000 tonnes en 1913. Par contre, les États-Unis ont considérablement accru leur puissance, leur production montant à 485,000 tonnes en 1914 et 1915 et à 540,892 tonnes en 1916.

Situation du plomb à l'après-guerre. — *a*) *Au point de vue de la production*, nous avons vu que, avant la guerre, la France produisait environ 30,000 tonnes. Avec les nouvelles usines, si l'approvisionnement en minerai était assuré, la France pourrait produire après la guerre 120,000 tonnes.

L'approvisionnement de minerai peut se faire par :

La Métropole pour	15,000	tonnes environ.
L'Algérie pour	20,000	—
La Tunisie pour	50,000	—
Soit	85,000	—

en tablant sur la production d'avant-guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais les mines tunisiennes se sont beaucoup développées depuis les hostilités et on peut admettre facilement qu'elles fourniront 100,000 tonnes de minerai. Nous arriverons donc à 135,000 tonnes, sans parler des autres richesses coloniales qui, d'ici peu, formeront un gros appoint.

Ces 135,000 tonnes de minerai correspondent à environ 80,000 tonnes de métal.

b) *Au point de vue de la consommation*, le chiffre de 108,000 tonnes d'avant-guerre sera sans doute augmenté, mais dans une proportion relativement modeste. Il faut noter, en effet, que les alliages antifriction se sont remarquablement développés au détriment des bronzes de frottement. Bien entendu, nous ne parlons pas ici de quantités importantes de plomb qui seront absorbées pour la mise en état des pays détruits, notamment sous forme de tuyaux.

La consommation du plomb atteindra certainement 125,000 à 130,000 tonnes, en ordre normal.

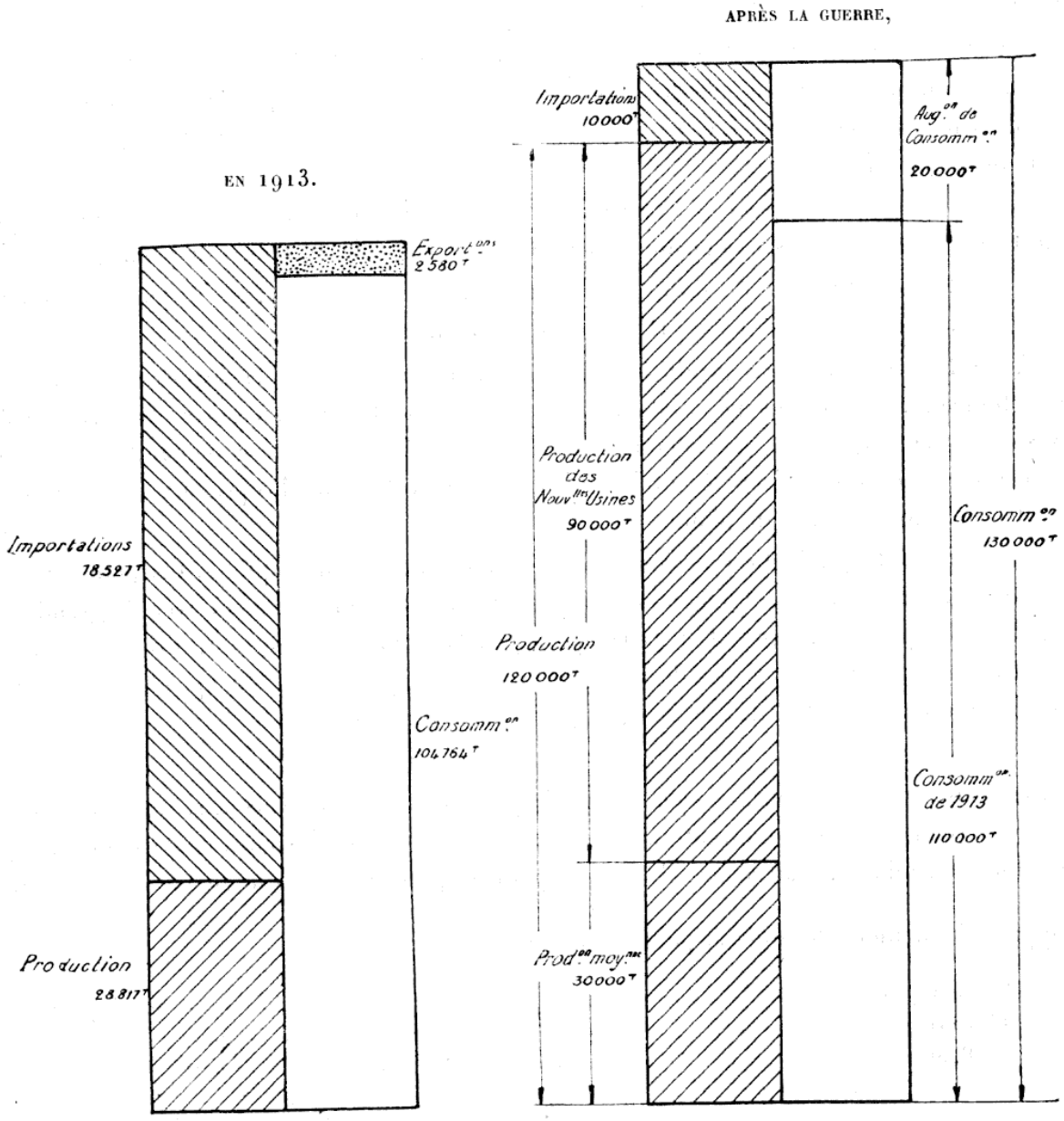


Fig. 108. — Comparaison de la situation de la métallurgie du plomb avant et après la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résumé de la situation de la métallurgie du plomb en France. — La situation probable de la métallurgie du plomb en France se résumera comme suit (fig. 108) :

Production d'avant-guerre en plomb métal	30,000 tonnes.
Production des nouvelles usines	90,000 —
Total	120,000 —

correspondant à une consommation de minerai d'environ 200,000 tonnes, dont on se procurera aisément en France, Algérie et Tunisie, 130,000 à 140,000 tonnes et dont on devra importer 70,000 tonnes tant que nos richesses coloniales ne seront pas exploitées.

Consommation d'avant-guerre	110,000 tonnes environ,
Augmentation de consommation	20,000 —
Total	130,000 —
Déficit	10,000 tonnes environ.

Il paraît aisé de combler ce déficit, mais il faut avant tout développer notre production coloniale en minerais pour alimenter nos usines.

Il est à noter que la métallurgie du plomb, contrairement à bien d'autres métallurgies, spécialement celle du zinc, consomme des quantités faibles de charbon.

Nous avons bien fait ressortir ce point important dans le Chapitre I^er^, page 44.

En un mot, notre métallurgie du plomb, avec les moyens dont elle dispose actuellement, laisserait un déficit dans notre consommation de 10,000 tonnes à condition d'alimenter convenablement nos usines par nos mines coloniales, et, en attendant leur développement, par du minerai allié.

On remarquera que les transformateurs de plomb brut, c'est-à-dire les lamineurs, les fabricants de tubes, de plomb de chasse, etc..., occupent, dans notre pays, une place importante et que la France est exportatrice de ces produits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI.

LE ZINC.

Situation du minerai de zinc avant la guerre. — *Situation mondiale.* — Le minerai de zinc ne donne pas lieu à des statistiques utilisables.

Situation française. — *Métropole.* — La production française en minerai de zinc a été de 46.000 tonnes en 1913. Ce sont les départements du Gard et des Hautes-Pyrénées qui sont les producteurs les plus importants. Voici la production, d'après la Statistique de l'Industrie minérale.

DÉPARTEMENTS.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Gard	18,561	40,0
Hautes-Pyrénées	10,959	23,5
Ariège	4,710	10,1
Lozère	4,447	9,5
Lot	3,627	7,8
Haute-Garonne	1,347	2,9
Var	1,185	2,5
Autres départements	1,741	3,7
Totaux	46,577	100,0

Colonies. — Nos colonies et pays de protectorat fournissent des quantités notables de ce minerai.

PAYS.	ANNÉES.		
	1910.	1912.	1913.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Algérie	94,445	84,495	82,256
Tunisie	32,500	37,400	30,300
Tonkin et Indo-Chine	//	//	33,430

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Importations et exportations. — La France faisait ordinairement un appel important aux minerais étrangers. Voici quelques chiffres d'importations et d'exportations.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
ANNÉES.	QUANTITÉS.	ANNÉES.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
1900	66,178	1900	54,663
1905	104,768	1905	72,223
1910	193,358	1910	56,802
1911	160,179	1911	51,737
1912	158,429	1912	60,007
1913	178,719	1913	58,203

La figure 109 donne une représentation de l'importance de ce commerce extérieur. Les minerais exportés ou importés en 1913 avaient la provenance et la destination suivantes :

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Suède	10,990	Russie	600
Espagne	59,295	Grande-Bretagne	4,592
Italie	45,679	Allemagne	3,925
Grèce	4,152	Belgique	45,221
Australie	29,381	Suisse	111
Autres pays	4,801	Égypte	3,649
Algérie	6,769	Autres pays	105
Tunisie	6,198		
Indo-Chine	11,454		
TOTAL	178,719	TOTAL	58,203

Les minerais algériens et tunisiens ne venaient donc qu'en petites quantités dans nos usines; les usines allemandes les utilisaient sur une large échelle. L'Espagne, l'Italie et l'Australie étaient nos principaux fournisseurs; nous exportions surtout sur la Belgique.

Nous voyons que la situation en 1913 se résumait comme suit :

	TONNES.
Minerais de la métropole	51,000
Minerais importés : Algérie, Tunisie, Indo-Chine	24,400
— : Étranger	154,300
dont 38 p. 100 Espagne; 30 p. 100 Italie; 19 p. 100 Australie.	
Total	229,700

Les minerais italiens proviennent en grande partie des mines de Sardaigne, dont les principales appartiennent à la Société française de Malfidano et aux Sociétés belges de la Vieille-Montagne et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

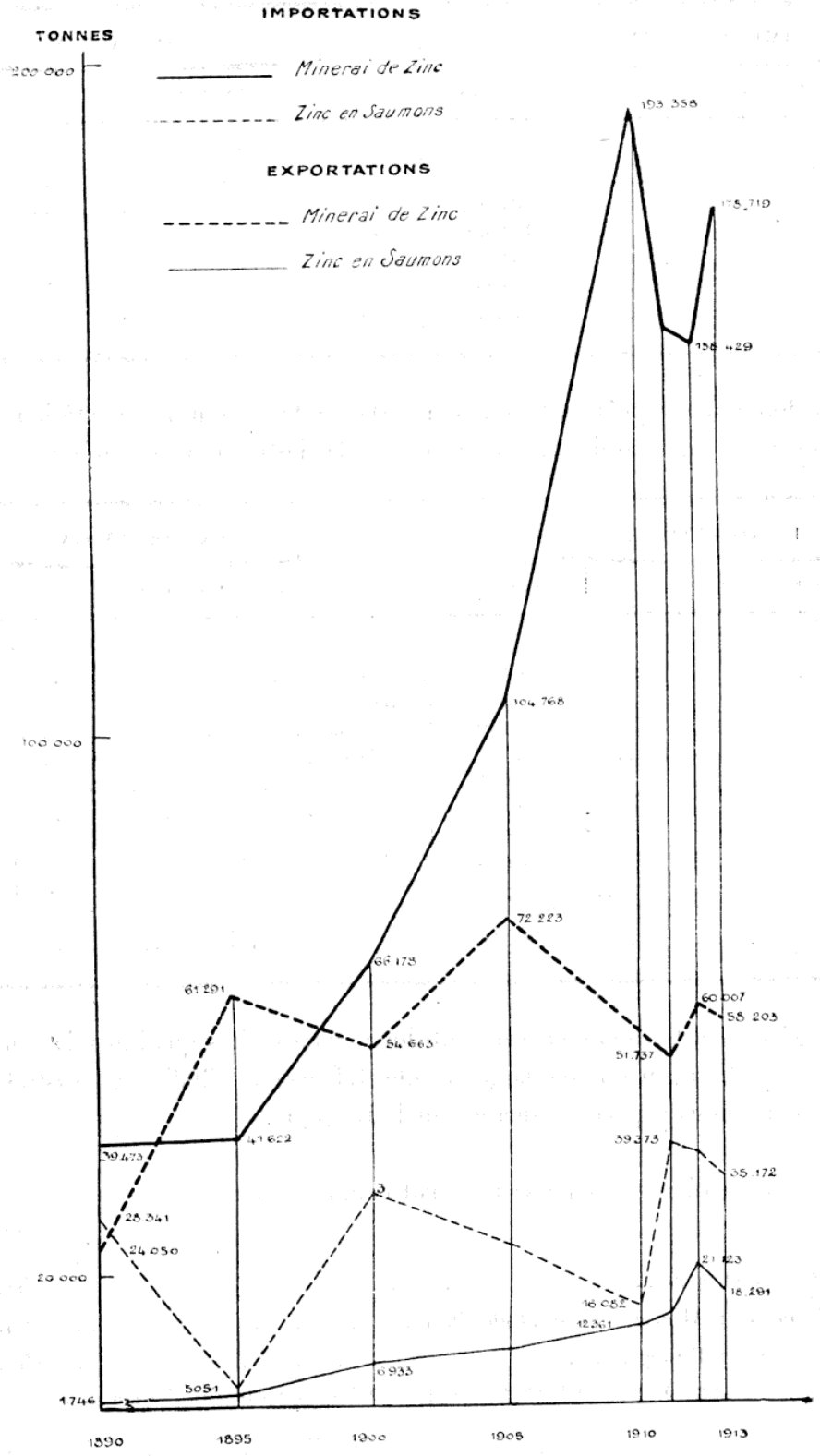


Fig. 109. — Variation des importations et exportations du zinc en France de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Nebida. En un mot, les minerais importés constituaient plus de 67 p. 100 de notre approvisionnement. Mais, comme l'indique le schéma de la figure 110, les minerais d'origine française (métropole, colonies, mines françaises à l'étranger) constituaient environ 50 p. 100 du tonnage à la disposition de la France.

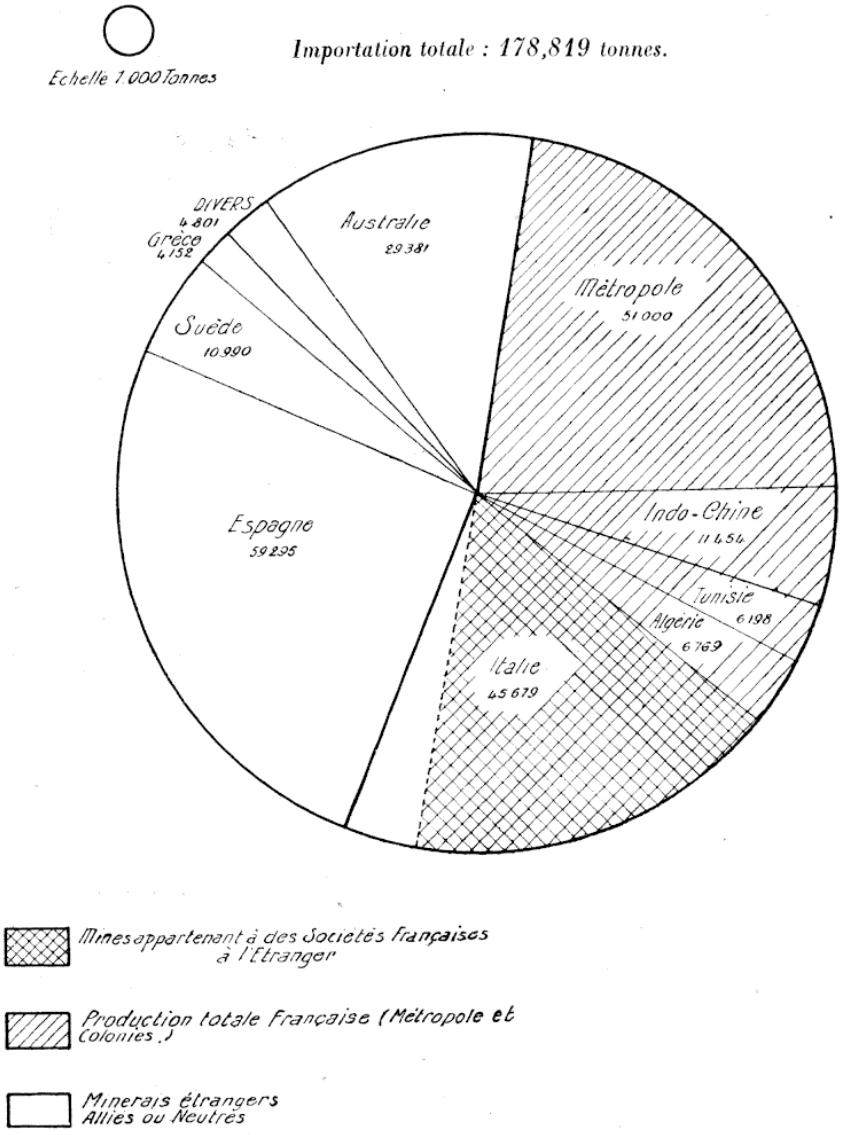


Fig. 110. — Provenance des minerais de zinc importés en France en 1913.

Situation du minerai de zinc depuis la guerre. — Sous l'influence de la guerre, l'extraction du minerai de zinc a subi d'abord un arrêt presque complet. Puis graduellement, à partir de 1915, le travail a repris dans une certaine mesure et, en 1917, la métropole a produit 25 p. 100 du tonnage de 1913, et l'Algérie, la Tunisie et l'Indo-Chine environ 50 p. 100.

Les productions de l'Algérie sont les suivantes :

En 1915	19,981	tonnes.
En 1916	37,752	—
En 1917	40,020	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

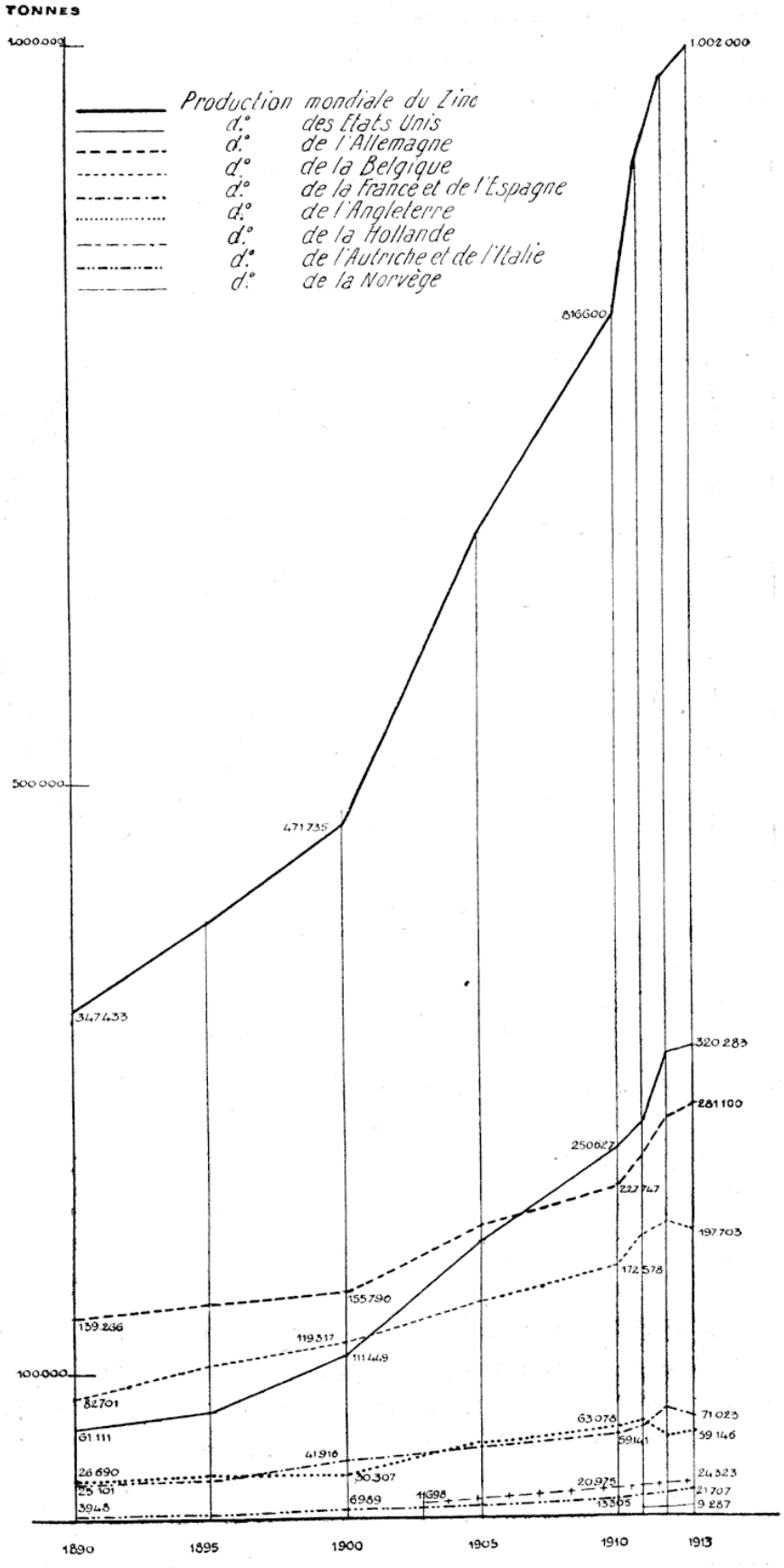


Fig. 111. — Variation de la production mondiale du zinc de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de sorte qu'en 1917 la production française de minerai de zinc s'est élevée à 67,624 tonnes se répartissant ainsi :

	TONNES.	
Mines de France	12,604	67,624 tonnes.
— d'Algérie	40,020	
— Tunisie	15,000	

Situation du zinc avant la guerre. — *Situation mondiale.* — Les courbes de la figure 111 donnent la variation de la production du métal depuis 1890. La métallurgie du zinc est principalement entre les mains de trois pays : les États-Unis, l'Allemagne et la Belgique, qui, à eux trois, ont fourni en 1913 plus de 80 p. 100 de la production mondiale. En 1880, les États-Unis produisaient des quantités faibles, moins de 10 p. 100 de la production totale; dès 1890, ils donnent près de 18 p. 100; en 1900, plus de 23 p. 100 et, en 1913, près du tiers de ce que fournit le monde entier. Nous verrons que ce développement s'est accentué dans des proportions formidables pendant la guerre.

L'Allemagne et la Belgique ont vu leur importance diminuer sensiblement : produisant 45 p. 100 en 1880, l'Allemagne, dès 1900, ne donnait que 33 p. 100 et, en 1913, 28,3 p. 100, obtenant tout au moins pour ses usines de Westphalie les minerais par importation, spécialement d'Australie; la

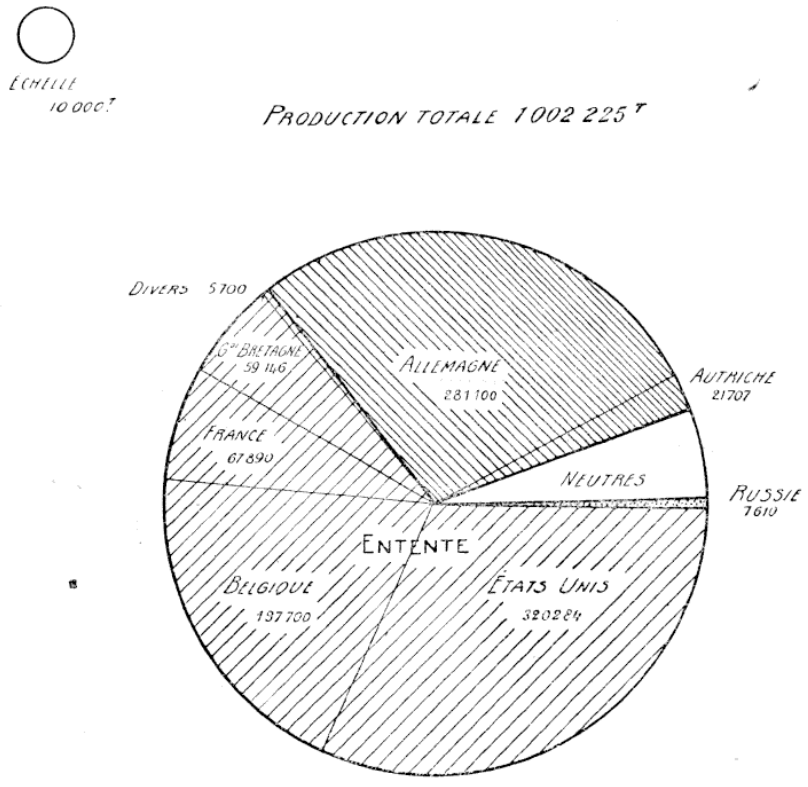


Fig. 112. — Répartition de la production mondiale du zinc en 1913.

Belgique, pays d'origine de la métallurgie du zinc, autrefois riche en minerais, demande la quasi-totalité de ses blendes et calamines à l'étranger et voit ainsi son rôle baisser de 27 p. 100 en 1886 à 19,8 p. 100 en 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La situation en 1913 est résumée dans le tableau suivant et les schémas des figures 112 et 113.

PAYS.	PRODUCTION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	CONSOMMATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
États-Unis	320,300	5,500	12,500	313,500
Allemagne	281,100	55,964	105,107	232,000
Belgique	197,700	20,300	141,600	76,400
France	67,890	39,995	29,732	78,153
Espagne	9,461	//	//	5,900
Grande-Bretagne	59,146	147,300	11,818	194,600
Hollande	24,300	//	//	4,000 (1)
Italie	//	12,448	1,566	10,900 (1)
Autriche-Hongrie	21,707	//	//	40,400 (1)
Norvège	9,287	//	//	//
Russie	7,610	25,700	//	33,300
TOTAL (Europe)	998,501	//	//	//
Australie	3,724	Divers		20,900
Poduction mondiale	1,002,225	Consommation mondiale...		1,012,700

(1) Estimation.

Situation française. — La production française en 1913 a été de 67,890 tonnes. Elle se décompose comme suit, d'après la Statistique de l'Industrie minérale :

DÉPARTEMENTS.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Nord	37,489	55,2
Aveyron	20,450	30,2
Pas-de-Calais	9,951	14,6
TOTAUX	67,890	100,0

La presque totalité des usines sont situées sur le charbon : Viviez dans l'Aveyron; Noyelles-Godault dans le Pas-de-Calais; Auby, Mortagne et Saint-Amand dans le Nord.

Notre consommation en 1913 a atteint 78,153 tonnes.

Notre déficit a donc été de 10,263 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

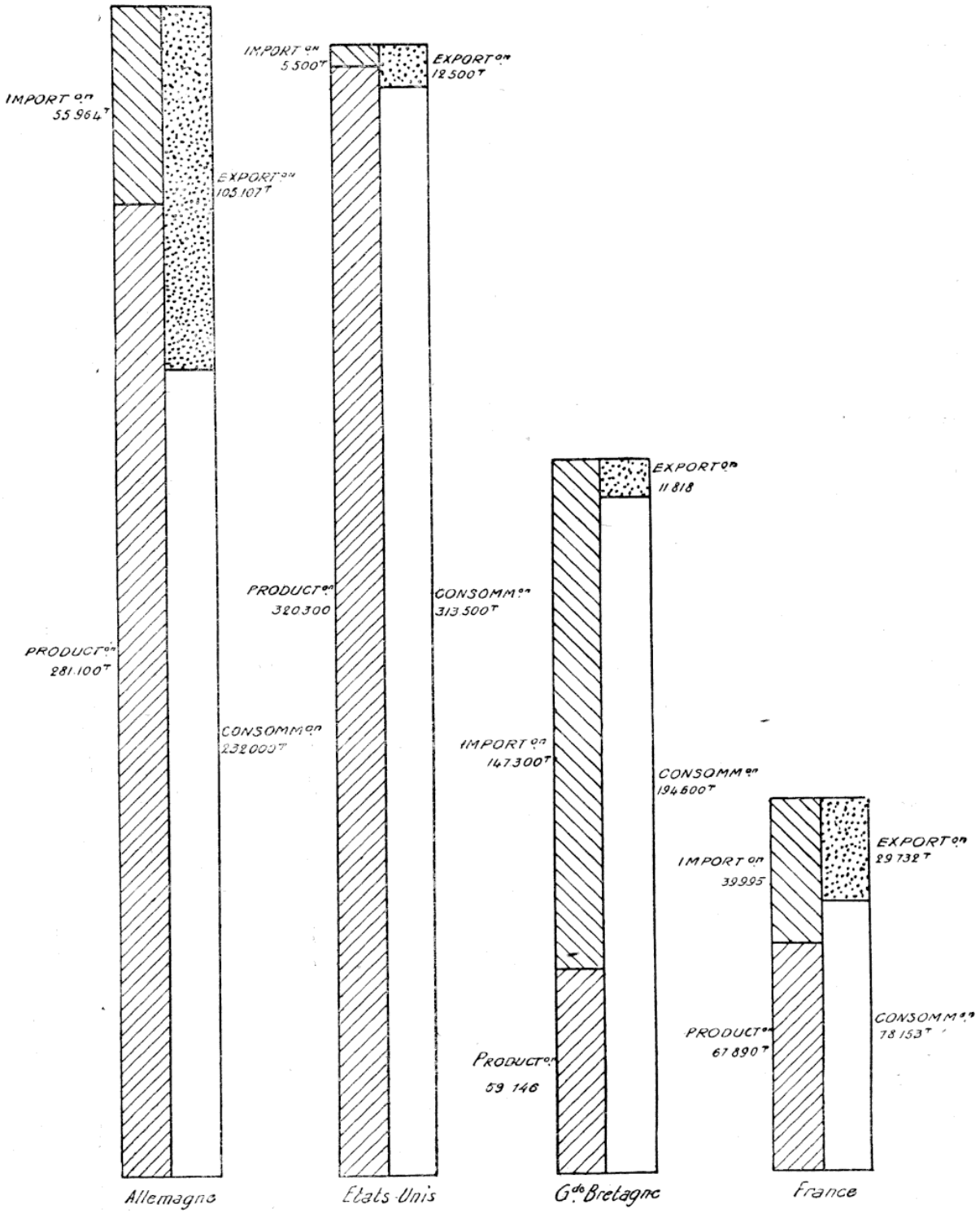


Fig. 113. — Comparaison de la situation de la métallurgie du zinc dans les principaux pays en 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos importations et nos exportations se sont décomposées comme suit, cette même année :

ZINC EN SAUMONS, BARRES ET PLAQUES.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Allemagne	353	Grande-Bretagne	5,767
Pays-Bas	1,090	Allemagne	59
Belgique	29,465	Belgique	9,964
Espagne	2,176	Suisse	798
Italie	1,377	Italie	1,392
Autres pays	705	Autres pays	189
Colonies	66	Colonies	122
TOTAL	35,172	TOTAL	18,291

ZINC LAMINÉ.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Grande-Bretagne	6	Grande-Bretagne	99
Belgique	1,571	Belgique	3,452
Suisse	11	Suisse	994
Autres pays	6	Italie	2,231
		République Argentine	484
		Autres pays	318
		Algérie	1,000
		Tunisie	130
		Indo-Chine	911
		Autres colonies	160
TOTAL	1,594	TOTAL	9,779

LIMAILLES ET DÉBRIS DE VIEUX OUVRAGES.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Allemagne	153	Allemagne	123
Belgique	1,809	Belgique	1,479
Suisse	135	Autres pays	59
Italie	26	Colonies	1
Grèce	82		
Turquie	158		
Égypte	235		
Autres pays	99		
Algérie	389		
Tunisie	59		
Guadeloupe	35		
Autres colonies	49		
TOTAL	3,229	TOTAL	1,662

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les figures 109 et 114 représentent le mouvement de notre commerce extérieur de 1890 à 1913.

La Belgique nous envoyait 84 p. 100 de nos importations en zinc brut et la presque totalité du métal laminé. Mais nous étions fortement exportateurs de zinc en feuilles, ce qui prouve à nouveau la vitalité remarquable de notre industrie de transformation de métal, quel qu'il soit. C'est ainsi que nous expédiions en Belgique, en zinc laminé, un poids double de celui que nous recevions; de plus, la refonte du vieux zinc est très développée en France et il ne faut pas négliger cet appoint.

En résumé, en 1913, la situation française était la suivante :

Production	67,890 tonnes.
Importation (Belgique 84 p. 100, Espagne 6 p. 100).	39,996 tonnes.
Exportation (Belgique 50 p. 100).	29,733 tonnes.
Consommation, environ	78,153 tonnes.

Les modifications apportées à la situation du zinc par la guerre. — *a*) *Au point de vue économique*, la France a été privée par l'invasion de la plus grande partie de ses usines productrices de zinc; sa production possible n'était plus, après la bataille de la Marne, que 23,5 p. 100 de sa production de 1913.

Des usines nouvelles ou des augmentations de fonderies existantes ont permis de compenser une partie de ces pertes. Les nouvelles usines sont celles de :

Rochefort à la Compagnie Asturienne d'Auby, ayant une capacité de production de 6,000 tonnes;

Salindres à la Société des Zincs purs, produisant 1,200 tonnes par an.

D'autre part, les usines de Viviez ont accru leurs moyens de production permettant de fournir, en plus de l'ancien tonnage, 24,000 tonnes par an.

Toutes ces améliorations correspondent donc à un surplus de production de plus de 30,000 tonnes.

Mais les autres pays ne sont pas restés inactifs devant les besoins considérables créés par la guerre même. La production des États-Unis est devenue formidable; en voici la progression, d'après « Mineral Industry » :

1913	320,300
1914	336,500
1915	457,500
1916	616,000
1917	711,680

La production du Canada, où des installations électrolytiques ont été créées, a atteint 14,177 tonnes en 1917.

D'autre part, la production anglaise est passée de 59,000 tonnes à 120,000 tonnes. En Australie même, ont été montées deux ou trois usines électrolytiques pouvant produire 45,000 tonnes par an, utilisant ainsi les minerais mixtes de zinc et de plomb concentrés sur place et dont le commerce était en 1914 entre les mains des ennemis.

On construit au Mexique 2 fours de 300 cornues chacun pouvant traiter 40 à 50 tonnes de minerai et produire 15 tonnes de zinc par jour. Ces fours utilisent les pétroles bruts et leurs gaz font marcher les générateurs.

b) *Au point de vue technique*, on ne saurait négliger les progrès effectués : le four électrique ne paraît pas être encore parvenu à des résultats réellement pratiques malgré les nouveaux procédés,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

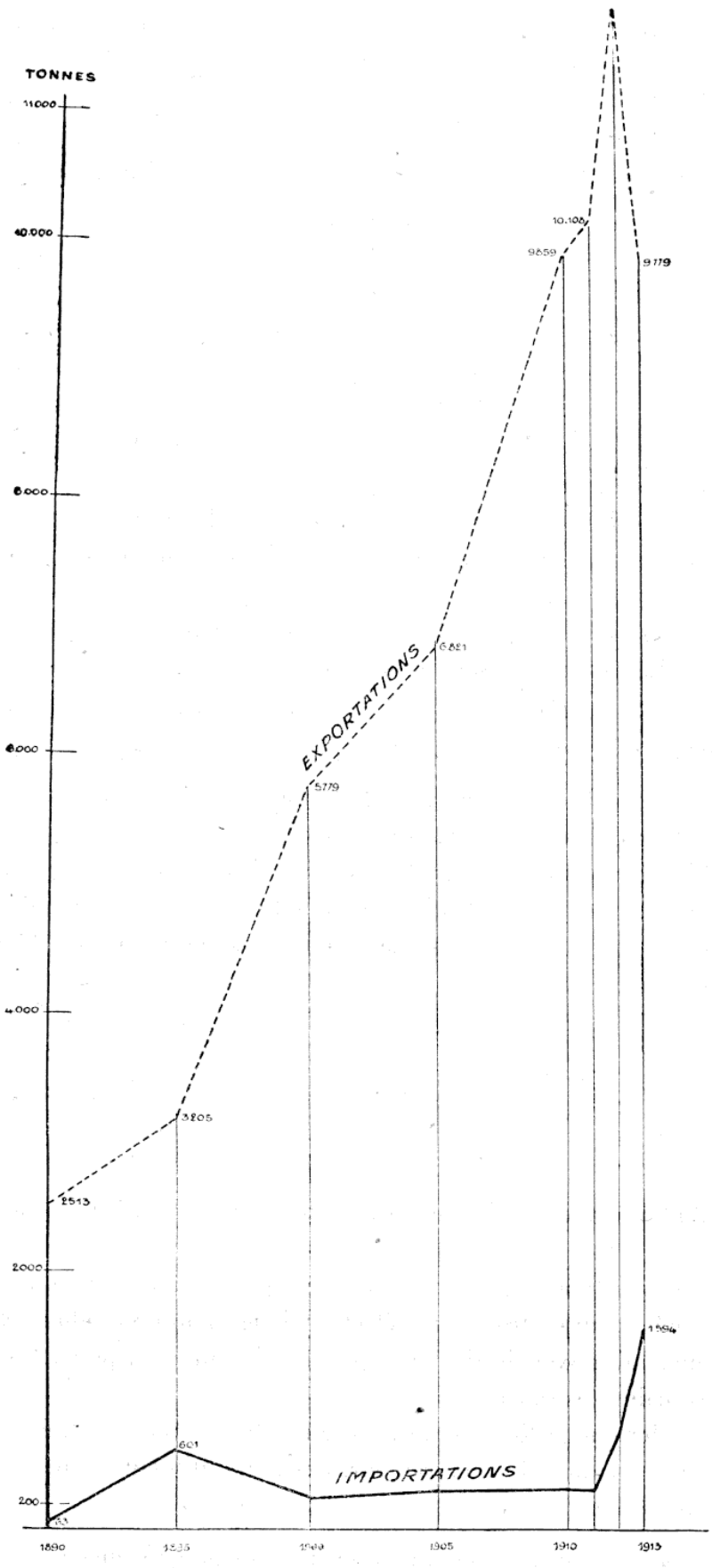


Fig. 114. — Variation des importations et des exportations du zinc laminé en France de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

notamment celui d'IMBERT; les échantillons parvenus sur le marché parisien ont présenté une irrégularité de composition extraordinaire.

Un procédé nouveau, susceptible d'apporter des changements importants dans la métallurgie du zinc, est actuellement à l'essai à Bartlesville (Oklahoma, États-Unis). Il consiste à distiller de forts tonnages de minerais (préalablement grillés) dans des cornues avec des quantités relativement faibles de combustible réducteur, permettant d'utiliser une main-d'œuvre peu expérimentée. On se contente d'une faible extraction de zinc, 60 p. 100, mais on doit veiller à ne pas brûler de zinc pendant l'opération. Le résidu de la cornue, riche en plomb et zinc, est brûlé dans des fours à grille Wetherill, en vue de l'obtention d'oxyde de zinc. On obtient ainsi une extraction relativement forte du zinc par une méthode moins délicate et moins coûteuse que celle utilisée à présent.

Un autre procédé actuellement en essais consiste dans une préparation convenable de la charge pour introduire une grande quantité de minerai dans la cornue et restreindre le gros excès de combustible réducteur généralement employé. Il y a là une source très importante d'économie.

La méthode d'électrolyse par voie humide a donné aux États-Unis des résultats tels qu'elle apparaît comme un moyen de production intéressant, même avec les cours normaux du métal.

Le procédé est essentiellement basé sur un grillage fait à une température telle que l'on transforme le sulfure de zinc en sulfate, sans que la transformation ait lieu pour les sulfures de fer. L'opération est facile : elle se fait à basse température, mais, en même temps, une partie du sulfure de cuivre se transforme en sulfate, de telle sorte que l'on doit faire passer les eaux de lavage du minerai grillé sur du zinc pour opérer la précipitation du cuivre. Une certaine quantité de manganèse se trouve dans les liqueurs; elle est indispensable à la bonne marche des opérations; lorsqu'elle n'est pas en quantité suffisante, il faut en ajouter; c'est une condition absolue pour obtenir du zinc compact Le zinc ainsi obtenu est à 99,5 p. 100 de zinc, mais l'avenir du procédé est essentiellement fonction du prix du courant, une tonne de zinc exigeant 4,000 kwh.

L'emploi des cathodes circulaires rotatives essayées à la Judge Mining and Smelting C°, de Park City, ne paraît pas avoir donné des résultats satisfaisants. Elles ont été remplacées par des cathodes fixes.

Les installations utilisant l'électrolyse sont (d'après « Mineral Industry », 1916) :

SOCIÉTÉS.	EMPLACEMENT.	PRODUCTION JOURNALIÈRE.	REMARQUES.
		tonnes.	
American Smelting Refining C°.....	Murray (Utah).....	En essais.	Installée en 1916.
Anaconda Copper Mining C°.....	Anaconda (Montana).....	25	Installée en 1915-16, en inactivité.
— —	Great Falls (Montana).....	200 (100 fin 1916.)	Installée en 1916.
Basin Salvage C°.....	Basin (Montana).....	En essais.	Installée en 1916.
Bully Hill Copper.....	Bully Hill (Californie).....	En essais.	Installée en 1915-16.
Electrolytic Zinc C°.....	Baltimore (Maryland).....	10	Terminée en 1917.
Mammoth Copper Mining C°.....	Kennett (Californie).....	25	Terminée en 1917.
Reed Zinc C°.....	Palo Alto (Californie).....	En essais.	Installée en 1914-15, en inactivité en 1916.
River Smelting and Refining C°.....	Keokuk (Iowa).....	10	Installée en 1916.
Western Metals C°.....	Georgetown (Colorado).....	100 (minerai.)	En installation en 1916.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1917, la capacité de production de zinc électrolytique aux États-Unis était de 85,000 tonnes environ. La production réelle a été de 12,916 tonnes en 1916; 29,451 tonnes en 1917, dont la plus grande partie a été fournie par l'usine de l'Anaconda.

Notre pays trouvera dans cette méthode un moyen économique de traiter les minerais de la métropole et des colonies avec une dépense de charbon infime, au contraire de ce qui se passe dans la méthode ordinaire (5 tonnes de charbon par tonne de métal).

Comme il est dit plus loin, la Société de Peñarroya projette d'installer en France une usine produisant 20,000 tonnes.

Situation du zinc en France à l'après-guerre. — a) *Au point de vue de la production.*

Peut-on envisager une forte augmentation de la production?

En métallurgie du zinc par voie sèche, il y a trois facteurs qui dominent le prix de revient : le charbon, la main-d'œuvre, les matériaux réfractaires; ici le minerai n'apparaît pas au premier plan.

Les usines ne peuvent s'établir que sur le charbon; la main-d'œuvre sera en plus difficile à trouver après la guerre et, jusqu'ici du moins, les appareils automatiques de chargement et de déchargement des cornues ne se sont point vulgarisés; pour les produits réfractaires, nos producteurs, aidés par la Belgique, ne doivent pas avoir de craintes.

Nos nouveaux moyens de production permettent une augmentation de 30,000 tonnes. De plus, il est probable, nous l'avons noté avec soin, que les nouvelles méthodes électrolytiques permettront une extension de la métallurgie du zinc en France de 20,000 tonnes.

En 1913 nous produisions 67,893 tonnes.

Notre production serait donc de près de 120,000 tonnes.

Comment serait fait notre approvisionnement en minerai?

La production de la métropole était en 1913, de	51,000 tonnes.
La production de nos colonies de	146,000 tonnes.
La production des mines étrangères appartenant à des Sociétés françaises en 1913 était de	40,000 tonnes.
Augmentation de production pendant la guerre	20,000 tonnes.
Total	257,000 tonnes.

correspondant à 100,000 à 110,000 tonnes de zinc.

La France serait donc assurée de trouver à peu près l'approvisionnement en minerai correspondant à sa capacité de production. D'ailleurs, la Société de Peñarroya projette d'installer en France une usine pour traiter sur place les minerais des Pyrénées par électrolyse; sa production annuelle serait de 20,000 tonnes de zinc pur.

b) *Au point de vue de la consommation.*

En 1913, la consommation du zinc était de 78,153 tonnes.

Il y aura une augmentation très nette par suite de l'accroissement de nos laitonneries. On peut l'estimer sans exagération à 50,000 tonnes. La consommation sera donc d'environ 130,000 tonnes. Nous aurons ainsi un déficit de 10,000 tonnes. Il apparaît bien qu'on puisse le combler par le développement de nos usines et probablement par l'emploi de nouvelles méthodes métallurgiques. L'approvisionnement en minerais correspondant à ce supplément de production serait facilement obtenu par le développement de nos mines pyrénéennes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

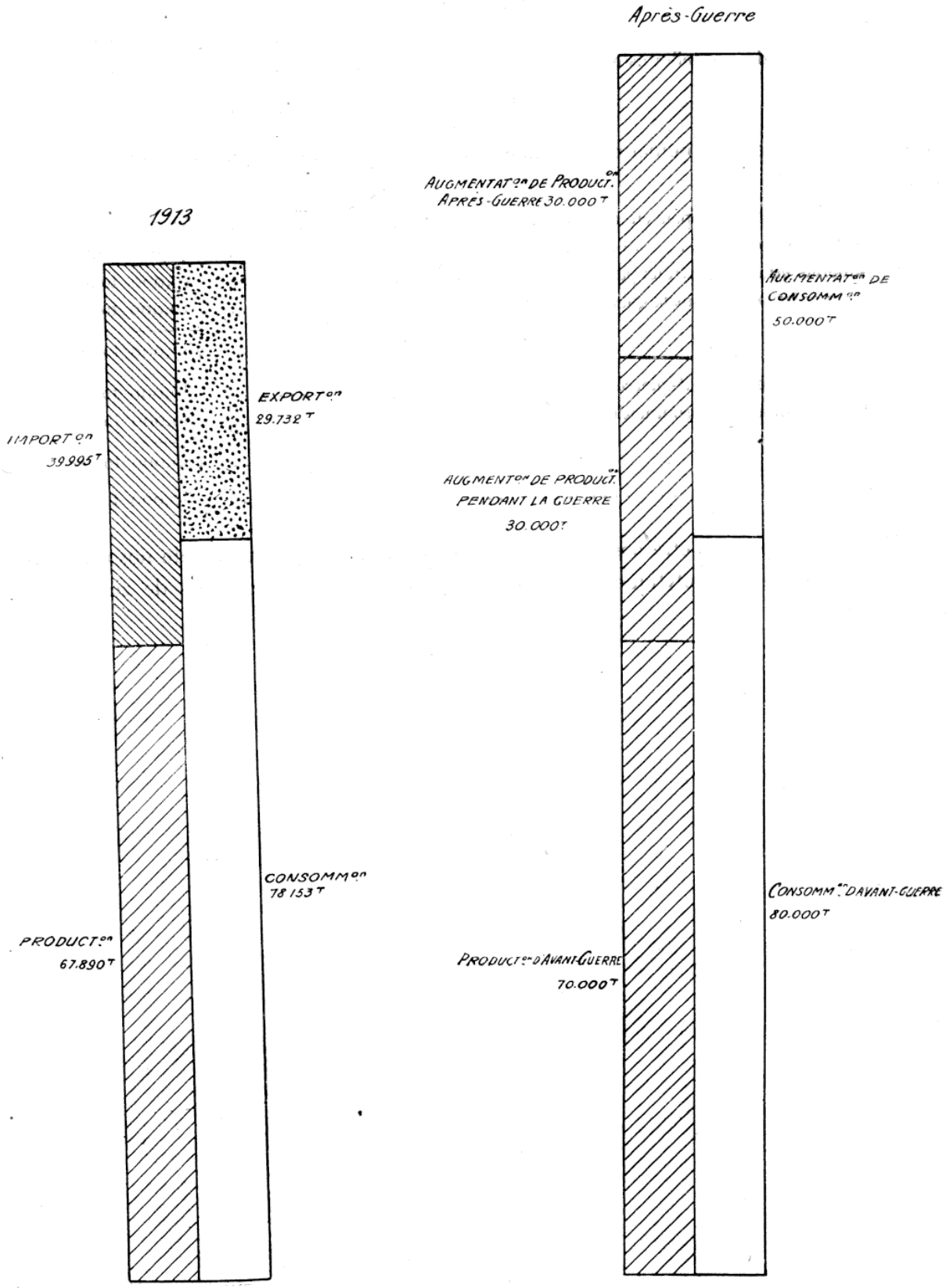


Fig. 115. — Comparaison de la situation de la métallurgie du zinc en France avant et après la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résumé de la situation de la métallurgie du zinc en France. — La situation probable de la métallurgie du zinc en France, représentée par la figure 115, se résume comme suit :

Production d'avant-guerre en zinc		67,000 tonnes;
Production des nouvelles usines		30,000 tonnes;
Total	90,000 à	100,000 tonnes,

correspondant à une consommation de minerai de 250,000 tonnes que l'on pourra se procurer comme suit :

Minerais de la métropole en 1913	51,000 tonnes.
Minerais coloniaux	146,000 tonnes.
Minerais étrangers extraits par des Sociétés françaises	40,000 tonnes.
Augmentation pendant la guerre	20,000 tonnes.
Total	257,000 tonnes.
Consommation d'avant-guerre	80,000 tonnes.
Augmentation de consommation	50,000 tounes.
Total	130,000 tonnes.
Déficit	30,000 tonnes.

Ce déficit paraît pouvoir être comblé par une augmentation de production de nos usines et l'emploi de la méthode électrolytique; nous ne serons donc plus importateurs de zinc métal dans quelques années.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII.

L'ALUMINIUM.

LES MINERAIS D'ALUMINIUM AVANT LA GUERRE. — *Situation mondiale.* — Les bauxites desquelles on extrait l'aluminium se classent en trois catégories [1] :

1° *Les bauxites rouges* (Al^2O^3 = 60 p. 100 environ; Fe^2O^3 = 20 p. 100; SiO^2 = 5 p. 100; TiO^2 = 3 p. 100); elles constituent la matière première de la fabrication de l'alumine, donc de l'aluminium.

2° *Les bauxites blanches* (Al^2O^3 = 60 à 70 p. 100; Fe^2O^3 = 2 à 3 p. 100) surtout utilisées dans la fabrication du sulfate d'alumine et des aluns.

3° *Les bauxites intermédiaires* dites *bauxites réfractaires*, entrant dans la composition des produits réfractaires et qui, fondues au four électrique, donnent le corindon artificiel.

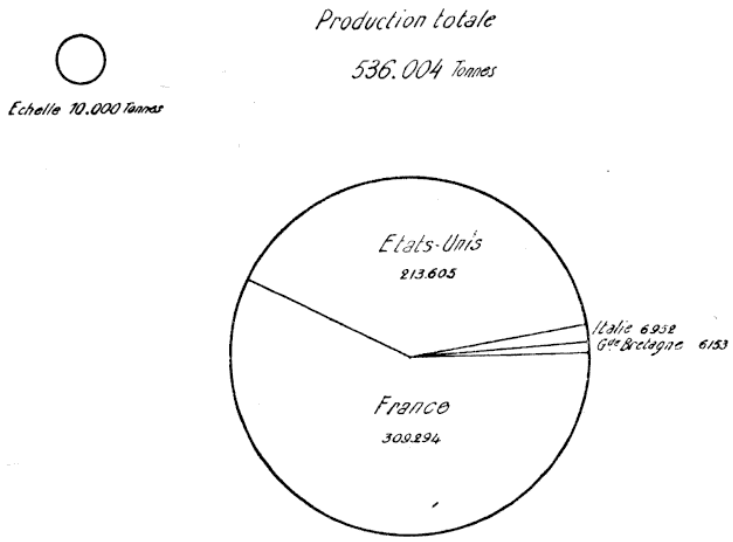


Fig. 116. — Répartition mondiale de la production des bauxites en 1913.

Jusqu'en 1914 il n'y avait que deux centres de production de bauxites dans le monde entier : la France et les Etats-Unis, et encore, ceux-ci ne faisaient-ils que commencer l'exploitation de leurs gisements. Le tableau suivant donne la production pour les dernières années d'avant-guerre (en tonnes) :

ANNÉES.	ÉTATS-UNIS.	FRANCE.	ANGLETERRE.	ITALIE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1910	152,070	196,056	4,208	//
1911	158,107	254,831	6,103	//
1912	162,685	258,929	5,882	//
1913	213,605	309,294	6,153	6,952

Le schéma de la figure 116 donne la répartition de la production en cette dernière année.

[1] BOYOUD. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici quelques consommations intéressantes pour 1913 :

PAYS.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.	CONSOMMATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
États-Unis	21,800	//	233,405
France	873	168,439	141,729
Angleterre	52,660	//	58,813
Allemagne	38,452	//	//

Elles sont représentées dans la figure 117.

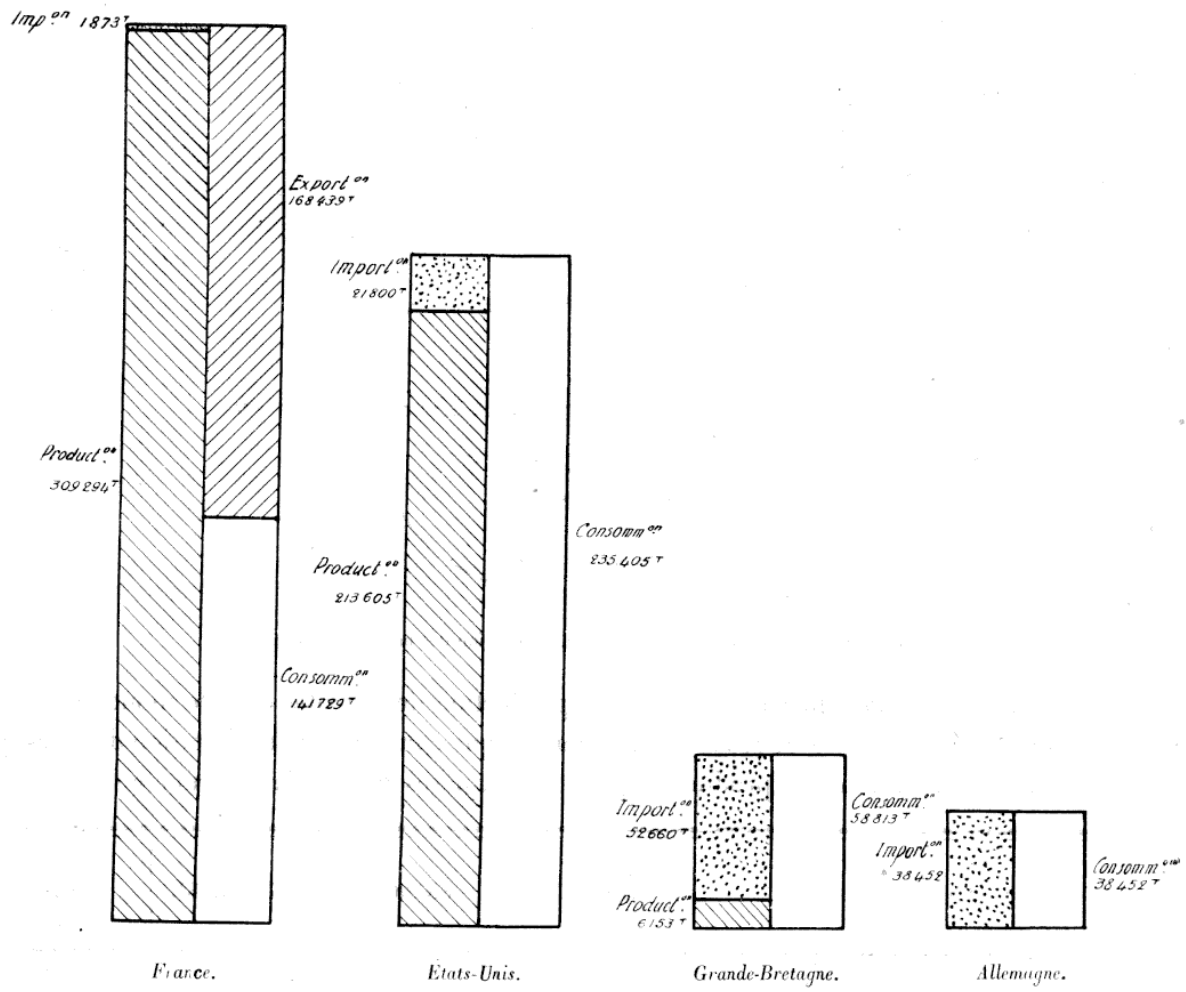


Fig. 117. — Production et consommation des bauxites dans les principaux pays en 1913.

Situation française. — La France joue donc un rôle très important dans la production des bauxites.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici pour 1913 la répartition de notre extraction.

DÉPARTEMENTS.	TONNES.	POURCENTAGE.
Var	258,074	83,4
Hérault	43,800	14,2
Bouches-du-Rhône	4,270	1,4
Ariège	3,150	1,0
TOTAL	309,294	100,0

Cette production très élevée nous a conduits à une forte exportation dont il est intéressant de noter les pays de destination.

BAUXITE.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PROVENANCE.	QUANTITÉS.	DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Belgique	439	Pays-Bas	51,333
Indes	434	Allemagne	31,156
		Angleterre	49,695
		Belgique	10,980
		États-Unis	12,173
		Suisse	1,823
TOTAL	873	TOTAL	168,439

ALUMINE.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PROVENANCE.	QUANTITÉS.	DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Pays divers	2	Suisse	5,960
		Pays divers	1,523
TOTAL	2	TOTAL	7,483

On voit que 65 p. 100 de notre production allaient à l'étranger et que la moitié de nos exportations étaient dirigées, directement ou indirectement, vers l'Allemagne.

De plus, nous exportions 7,483 tonnes d'alumine, dont près de 80 p. 100 alimentaient les usines suisses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il semblera, sans nul doute, fort intéressant de noter les importations de bauxite faites par l'Allemagne avant la guerre [1] (en tonnes) :

ANNÉES.	IMPORTATIONS TOTALES.	PROVENANCE FRANÇAISE.	
		TONNAGE.	P. 100 DU TOTAL.
	tonnes.	tonnes.	
1910	56,287	54,513	96.8
1911	37,155	35,762	96.2
1912	36,448	34,297	94.1
1913	38,452	36,490	94.9

D'autre part, voici ce que nous fournissions en bauxites :

1° A la Grande-Bretagne :

1910	22,966 tonnes.
1911	40,621 —
1912	37,240 —
1913	52,660 —

2° Aux États-Unis :

1910	14,465 tonnes.
1911	33,189 —
1912	15,240 —
1913	12,173 —

On sent bien ici, la décroissance de nos fournitures provenant de l'exploitation de nouveaux gisements en Amérique.

En résumé, nous étions les gros fournisseurs de bauxite du monde, tout particulièrement de l'Allemagne. L'alumine était surtout exportée vers la Suisse pour alimenter directement les usines d'aluminium, lesquelles, d'ailleurs, fournissaient ce métal à l'Allemagne.

INFLUENCE DE LA GUERRE SUR LA SITUATION DES BAUXITES. — La production de bauxite en France a été la suivante pendant les hostilités :

ANNÉES.	BAUXITE POUR ALUMINIUM.	BAUXITE pour AUTRES USAGES.	TOTAL.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1915	37,894	18,628	56,522
1916	68,866	37,334	106,200
1917	101,748	19,168	120,916

[1] Chambre de Commerce de Toulon et du Var, rapport de M. A. de Keppen.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

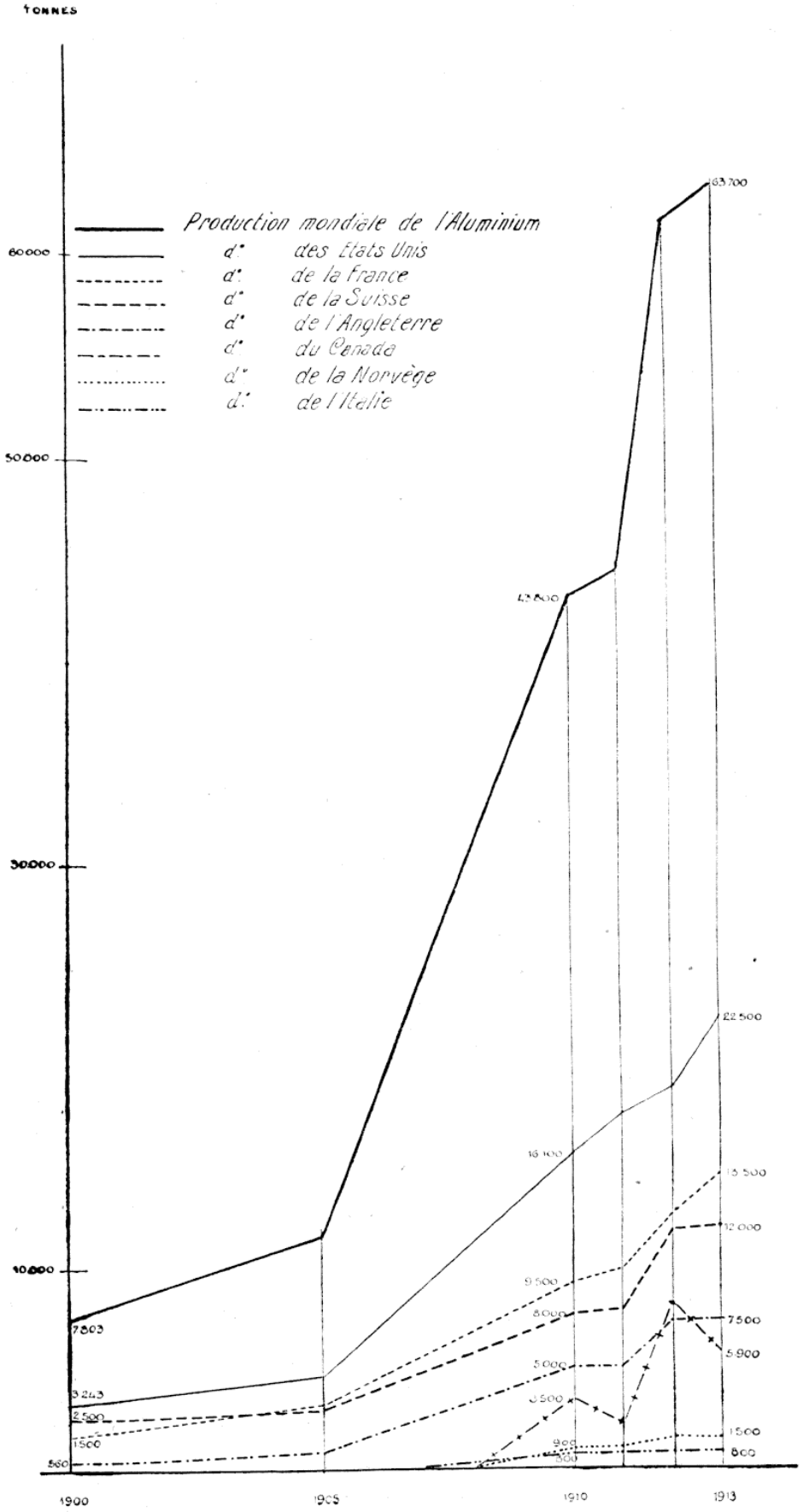


Fig. 118. — Production de l'aluminium dans le monde et dans les principaux pays de 1900 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que la production pendant les années de guerre a atteint seulement le tiers de la production du temps de paix et est même restée inférieure à la consommation de 1913. Mais la guerre a créé des besoins d'aluminium tels que la plupart des nations belligérantes ont cherché de nouveaux centres miniers; cette question mérite que nous nous y arrêtions.

Les États-Unis ont continué l'exploitation de leurs gisements d'Alabama, d'Arkansas, — ce dernier fournissant 80 p. 100 de la bauxite utilisée aux États-Unis, — et de Georgie. En Tennessee et en Caroline du Nord, on a ouvert de nouvelles mines.

Il a été extrait :

En 1915	297,041	tonnes de bauxite.
En 1916	425,359	— —
En 1917	568,690	— —

En outre, les États-Unis se sont intéressés à l'exploitation des gisements des Guyanes anglaise et hollandaise.

L'Angleterre ne trouve chez elle que des quantités très faibles de bauxite provenant de mines d'Irlande et du comté d'Antrim particulièrement, exploitées par l'Aluminium Corporation et la British Aluminium C°. Elle a continué à faire venir des quantités très importantes de bauxite du Var.

En 1915, elle a produit 11,914 tonnes de bauxite et elle en a reçu la même année de France 35,969 tonnes.

En 1917, sa production a atteint 14,950 tonnes.

Il se peut, d'ailleurs, qu'un changement survienne dans la préparation de l'aluminium en Angleterre, à la suite de la découverte de gisements en Guyane anglaise, où se trouvent d'importantes chutes d'eau.

Les usines italiennes utilisent des bauxites indigènes et des bauxites françaises, la production des mines italiennes ne dépassant guère 7,000 à 8,000 tonnes. Des gisements intéressants ont été découverts en Espagne, dans la province de Barcelone; on les dit déjà concédés à une société allemande.

L'Allemagne, avant guerre, n'exploitait que des gisements insignifiants dans la Hesse-Nassau; c'était la bauxite française qui était sa matière première. Depuis la guerre, elle a mis en exploitation des gisements situés près de Francfort-sur-le-Mein.

Quant à l'Autriche-Hongrie, au moment même de la déclaration de guerre, elle s'apprêtait à exploiter des gisements que l'on venait de découvrir. C'est elle qui pourvoit aux besoins de tous nos ennemis. Des gisements très importants que l'on estime à plus de 20 millions de tonnes se trouvent en Hongrie, dans les Siebenbergen. Une usine est en construction pour le traitement du minerai sur place. Actuellement, il est envoyé dans les usines allemandes. Bien d'autres mines sont en exploitation ou vont y entrer, en Dalmatie, en Herzégovine, en Istrie, en Croatie, où l'on crée actuellement sur place toute la métallurgie de l'aluminium, sans parler d'une autre usine à Bereg, en Hongrie. Toutefois, il semble bien que la plupart de ces minerais soient de qualité nettement inférieure aux bauxites françaises.

Situation de l'aluminium avant la guerre. — *Situation mondiale.* — Les courbes de la figure 118 donnent l'évolution remarquable de la production de l'aluminium de 1900 à 1913. Depuis 1900, la production mondiale a été multipliée par 8,8; le rôle de la France a été primordial dans cette augmentation de production : en 1900, les États-Unis produisaient 41,5 p. 100 de la production mondiale et, en 1913, 33,0 p. 100; la France donnait 19,2 p. 100 en 1900 et 26,4 p. 100 en 1913; la Suisse 32,1 p. 100 en 1900 et 17,6 p. 100 en 1913; l'Angleterre 7,2 p. 100 en 1900; 11,0 p. 100 en 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La situation en 1913 était la suivante [1] (voir fig. 119) :

PAYS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
États-Unis	22,500	35.4
France	13,500	21.2
Suisse	12,000	18.8
Grande-Bretagne	7,500	11.8
Canada	5,900	9.2
Norvège	1,500	2.3
Italie	800	1.3
TOTAL	63,700	100.0

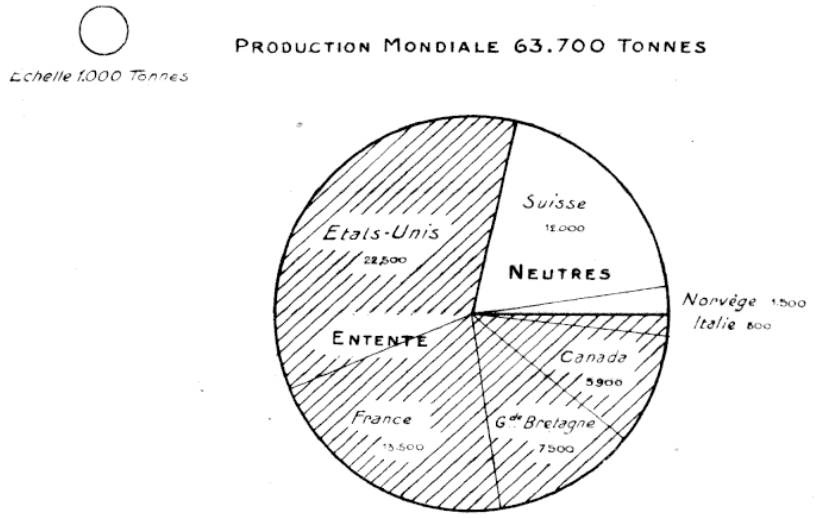


Fig. 119. — Situation mondiale de la production de l'aluminium en 1913.

Situation française. — La production française a été de 13,500 tonnes en 1913. Elle s'est répartie de la façon suivante ; les usines sont généralement au voisinage des chutes d'eau :

DÉPARTEMENTS.	PRODUCTION.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Savoie	8,683	64.5
Hautes-Alpes	2,600	19.2
Ariège	1,300	9.6
Haute-Savoie	900	6.7
TOTAL	13,483	100.0

Les usines hydroélectriques, toutes groupées dans le Syndicat de l'Aluminium français, étaient alimentées en alumine avant la guerre par cinq ateliers traitant la bauxite, à Gardanne, près d'Aix,

[1] D'après les statistiques de la Metallgesellschaft, sauf pour la France où l'on a adopté le chiffre de la Statistique de l'Industrie minérale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Salindres (Gard), à Barasse près de Marseille, à Mennesis (Aisne) et à Selzaete (Belgique); au cours de la guerre, les usines de Mennesis et de Selzaete ont été complètement détruites par les armées allemandes; par contre, une nouvelle usine d'alumine a été construite à Saint-Aubain (Basses-Alpes).

Nous étions fortement exportateurs de métal brut ou laminé. Voici pour 1913 les statistiques officielles.

ALUMINIUM EN LINGOTS ET DÉCHETS.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PROVENANCE.	QUANTITÉS.	DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Sensiblement nulles	//	Allemagne	1,023
		États-Unis	827
		Suisse	359
		Belgique	224
		Grande-Bretagne	140
		Italie	100
		Divers	265
TOTAL	//	TOTAL	2,938

ALUMINIUM BATTU, ÉTIRÉ, LAMINÉ, FILÉ OU EN POUDRE.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PROVENANCE.	QUANTITÉS.	DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Allemagne	60	Allemagne	681
Suisse	12	Belgique	165
Grande-Bretagne	11	Suisse	225
		Grande-Bretagne	165
		États-Unis	153
		Divers	188
TOTAL	93	TOTAL	1,577

Ces chiffres ne coïncident pas avec ceux indiqués par la Metallgesellschaft donnés plus loin, et il paraîtrait plus vraisemblable d'admettre que le chiffre des exportations d'aluminium en lingots ou déchets a atteint 5,000 tonnes environ dont 3,000 tonnes pour l'Allemagne.

Nos exportations en lingots et déchets allaient donc principalement vers l'Allemagne (3,000 tonnes) et les États-Unis (1,000 tonnes). Nous exportions au total 6,500 tonnes d'aluminium par an, soit environ la moitié de notre production. Il est de plus à remarquer que si nous n'importions aucune quantité de métal brut, du moins laissions-nous entrer près de 100 tonnes de métal battu ou laminé, provenant surtout d'Allemagne, et cela sans parler des objets en aluminium, destinés à tous les bazars: couverts, coquetiers, ronds de serviettes, etc., de provenance entièrement germanique. En 1913, il est entré, suivant les statistiques douanières, 237 tonnes d'ouvrages en aluminium autres que la bijouterie, et nous en avons exporté 179 tonnes. On voit que le développement de l'industrie de l'aluminium et de ses transformations peut largement se produire en notre pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'ailleurs, on peut donner quelques indications précises sur les importations de l'Allemagne. Les voici, pour les dernières années (aluminium brut et déchets en tonnes) [1] :

DÉSIGNATION.	1910.	1911.	1912.	1913.
Importations totales	9,892	10,454	18,112	15,323
Dont de provenance française	3,095	2,893	3,388	4,165
— suisse	3,639	3,431	8,018	6,064
— autrichienne	1,587	1,561	2,361	1,257
— anglaise	651	1,285	1,686	1,809
— italienne	103	255	159	11
— norvégienne	164	521	297	741
— américaine	432	357	1,546	837

LES MODIFICATIONS APPORTÉES PAR LA GUERRE DANS LA SITUATION DE L'ALUMINIUM. — *a) Au point de vue économique.* — D'après les dernières statistiques [2], la production mondiale de l'aluminium pendant la guerre serait devenue la suivante, en 1917 :

États-Unis	90,700 tonnes.
France	20,000 —
Suisse	15,000 —
Grande-Bretagne	6,000 —
Canada	14,300 —
Norvège	18,000 —
Italie	7,000 —
Autriche	5,000 —
TOTAL	176,000 tonnes.

Notons les rapides progrès de la production mondiale qui est passée, d'après *Mineral Industry,* de 78,790 tonnes en 1913 (le chiffre de 63.700 tonnes précédemment donné à la page 267 est celui de la « Metallgesellschaft ») à 84,857 tonnes en 1914; 86,394 tonnes en 1915; 11,2626 tonnes en 1916 et 176,000 tonnes en 1917.

Ces chiffres nous semblent d'ailleurs excessifs et il est plus probable que la production mondiale en 1917 a été de 130,000 tonnes environ, réparties de la façon suivante :

États-Unis	70,000 tonnes.
France	12,000 —
Suisse	12,000 —
Grande-Bretagne	6,000 —
Canada	12,000 —
Norvège	8,000 —
Italie	5,000 —
Autriche	5,000 —
TOTAL	130,000 tonnes.

[1] D'après Metallgesellschaft.
[2] *Mineral Industry,* 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit donc les modifications extraordinaires survenues dans cette industrie. La totalité des usines prévues aux États-Unis permettraient, avec les firmes actuelles, de produire 225,000 tonnes d'aluminium par an. Toutefois, il faut bien noter que l'on est encore bien loin de ce chiffre.

La Norvège, qui possédait avant la guerre trois usines, celle d'Arendal à la Société norvégienne des Nitrates, celle de Vigeland et de Stangfjord à la British Aluminium C°, a vu construire deux nouveaux centres de production, l'un à la Société norvégienne des Nitrures, et l'autre à Hoyangsfjord. De ce fait, la production doit atteindre 16,000 tonnes à l'après-guerre.

En Suisse, deux groupes d'usines à Neuhausen près Schaffouse, Chippis (Valais) disposent de 75,000 H.P. et peuvent produire environ 15,000 tonnes de métal.

D'autre part, nous savons que l'industrie allemande a développé considérablement ses moyens de production, au cours de la guerre. Une seule usine, près de Cologne, alimentée par une centrale à vapeur, peut fournir 12,000 tonnes d'aluminium; d'autres usines sont en construction dont une pourrait, dit-on, produire 24,000 tonnes.

b) *Au point de vue technique,* on ne peut que noter le très grand développement de l'emploi du métal et de ses alliages, spécialement des moulages et des tubes; le duralumin, cet alliage si curieux qui prend la trempe avec le temps et qui était à peine connu en 1914, a fait maintenant toutes ses preuves. Nous n'insisterons pas sur les nouveaux modes de production de métal que nos ennemis auraient mis à profit; les indications connues sont très sujettes à caution. On extrairait l'aluminium de l'argile, de l'émeri. Ces procédés semblent, s'ils existent, n'être que des méthodes de guerre.

Situation de l'aluminium à l'après-guerre. — *a*) *Au point de vue de la production.* — Si la France a vu baisser sa production pendant la guerre, du moins l'aménagement d'importantes forces hydrauliques permet d'escompter une très forte augmentation; dans le rapport spécial de la Première Section du Comité consultatif des Arts et Manufactures, nous l'avons estimé à plus du double de la production actuelle, soit à environ 40,000 tonnes.

Dans la discussion qui a suivi notre exposé, ce chiffre a paru trop élevé et les précisions semblent se rallier au chiffre de 25,000 à 30,000 tonnes.

Quoi qu'il en soit, l'augmentation de production des diverses nations, spécialement des États-Unis, fait prévoir une lutte très vive.

En effet, on prévoit les possibilités de fabrication suivantes (Allemagne et Autriche non comprises) :

États-Unis et Canada (Production en 1917 : 81,500 tonnes.)		300,000 tonnes.
France	25,000 à	30,000 —
Grande-Bretagne		12,000 —
Italie		5,000 —
Norvège		16,000 —
Suisse		15,000 —
Total		378,000 tonnes.

contre une production en 1913 de ..... 63,700 tonnes.

Même en admettant que les moyens de production des États-Unis se maintiennent seulement au niveau actuel, la production mondiale serait de 130,000 tonnes environ. On voit que ce métal sera abondant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b) *Au point de vue de la consommation.* — La consommation française d'avant-guerre était d'environ 7,000 tonnes; les applications du métal se sont développées pendant la guerre; certains alliages à haute résistance contenant de l'aluminium en proportion importante, tel le duraluminium, ont fait leur preuve, et sont appelés à rendre de très grands services dans les constructions mécaniques. Le câble d'aluminium prendra certainement de l'importance et devra remplacer de plus en plus le câble de cuivre. D'autre part, les appareils culinaires et de multiples objets d'usage courant, nous venant en presque totalité d'Allemagne avant la guerre, devront être faits en France. Enfin, et surtout, le développement de l'industrie automobile conduira à une consommation bien plus élevée qu'avant la guerre. Pour ces diverses raisons, nous croyons pouvoir évaluer l'augmentation de consommation à 8,000 tonnes, ce qui la porterait à 15,000 tonnes.

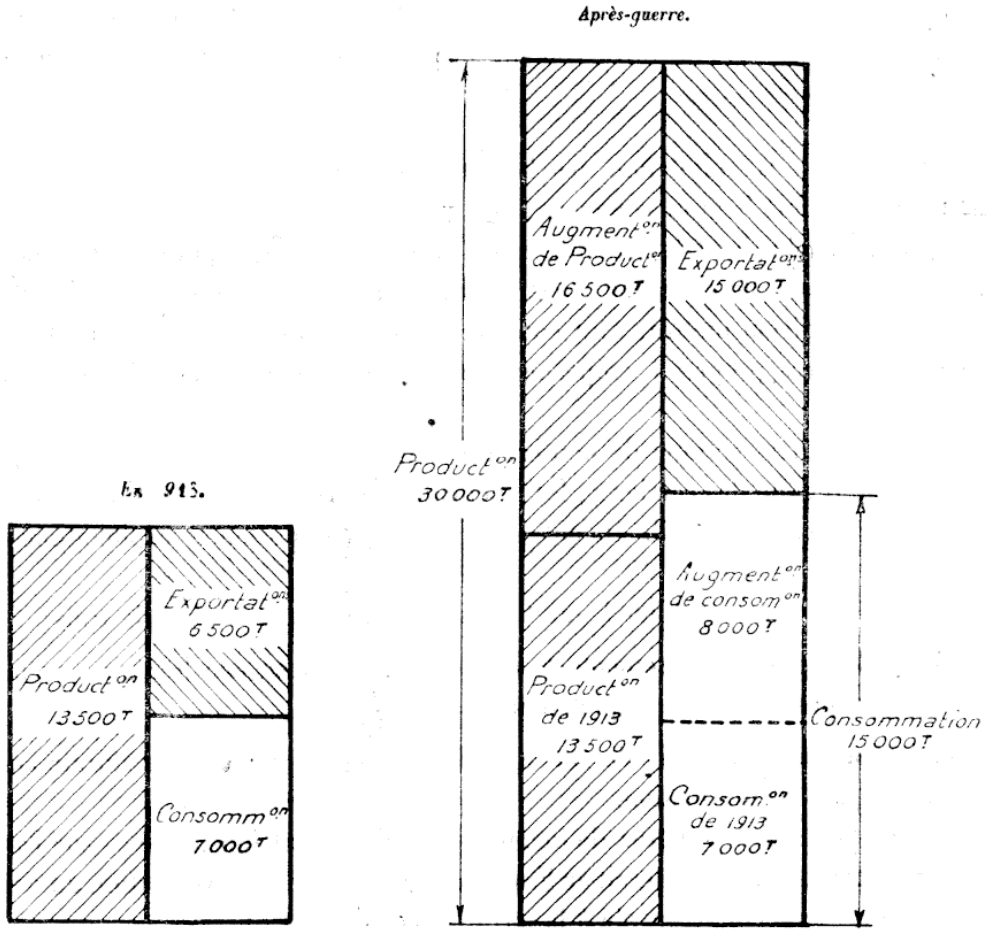


Fig. 120. — Composition de la production et de la consommation de l'aluminium en France avant et après la guerre.

Résumé de la situation de la métallurgie de l'aluminium. — La situation de l'aluminium en France semble donc devoir se présenter de la façon suivante (voir fig. 120) :

MINERAI.

Production d'avant-guerre	310,000 tonnes.
Consommation d'avant-guerre	142,000 —
Consommation d'après-guerre	200,000 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTAL.

Production d'avant-guerre	13,500	tonnes [1].
Augmentation de production	16,500	—
Production probable	30,000	—
Consommation d'avant-guerre	7,000	—
Augmentation de consommation dont une grande partie remplaçant le cuivre	8,000	—
Consommation probable	15,000	—
On arrive ainsi à une possibilité d'exportation de	15,000	—

Il faudra chercher à développer en France les usines d'emboutissage qui étaient si imporantes en en Allemagne et en Suisse, ce qui nous permettra d'exporter sous une forme bien plus avantageuse [2].

Mais il faudra compter avec la forte concurrence étrangère, notamment avec celle des États-Unis.

Question minière. — L'exploitation des bauxites soulève une très grave question, que le rapporteur, M. Boyoud, a fort bien mise en vue :

Nous avons indiqué plus haut les craintes que l'on peut avoir de l'épuisement de nos gisements : « Il y a donc plus de raison de chercher à restreindre l'exportation que de chercher à l'augmenter ». Les puissances alliées doivent mettre, c'est entendu, leurs ressources en commun. Mais ne doit-on pas examiner les mesures propres à empêcher nos ennemis de tirer parti de nos richesses nationales?

On sait que les bauxites, comme de nombreuses autres matières, sont placées au point de vue administratif sous le régime des carrières; les Allemands pourraient donc aisément entrer en possession des gisements et, de fait, ils étaient propriétaires d'importantes exploitations de bauxites dans le Sud-Est.

Les moyens proposés pour remédier à une telle situation sont au nombre de trois :

1° Transformer le régime des gisements de bauxites et les placer sous le régime de la concession. On craint ainsi de ne pas atteindre complètement le but visé;

2° Frapper la bauxite d'un droit de sortie analogue à celui que paye le nitrate au Chili, droit variable suivant les pays de destination.

(Mais il faudrait avoir soin d'opérer de même — avec un droit plus élevé — sur l'alumine, sans quoi la transformation du minerai se ferait en France et serait suivie de l'exportation du demi-produit).

Ou tout au moins exercer un contrôle à la sortie;

3° Adopter des mesures — rappelant un peu celles qui sont en vigueur en Angleterre — interdisant à toute personne ou société d'extraire, exploiter, fondre, raffiner ou vendre les minerais ou les produits métallurgiques sans une licence accordée par le Gouvernement.

La Troisième Section du Comité consultatif s'est prononcée en faveur de ces derniers moyens, ainsi que l'exprime un vœu dont on trouvera le texte dans la Troisième partie.

---

[1] Nous avons déjà fait remarquer que ce chiffre officiel parait faible. Les statistiques étrangères indiquent 18,000 tonnes.

[2] En 1913, l'Allemagne a exporté, 5,667 tonnes d'objets en aluminium.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VIII.

LES MÉTALLURGIES DU NICKEL, DE L'ÉTAIN, DE L'ANTIMOINE ET DU MERCURE.

A. LE NICKEL.

Minerais. — *Situation mondiale.* — La production a été, en 1913, la suivante, d'après les statistiques de *Mineral Industry :*

Nouvelle-Calédonie	164,406 tonnes.
Canada	711,720 —
Norvège	49,900 —
Total	926,116 tonnes.

La production se répartit donc presque totalement entre le Canada (76,8 p. 100) et la Nouvelle-Calédonie (17,7 p. 100).

Situation française. — Voici les chiffres de la production de la Nouvelle-Calédonie dans ces dernières années (en tonnes) d'après *Mineral Industry :*

MINERAI PRODUIT.	tonnes.	MINERAI EXPORTÉ.	tonnes.
1900	100,319	1900	100,315
1905	125,289	1905	125,289
1910	99,000	1909	82,937
1911	142,000	1910	115,342
1912	74,312	1911	120,059
1913	164,406	1912	72,315
		1913	93,190

Le nombre des exploitations, qui était de 11 en 1901, avait atteint 32 en 1910.

Depuis 1910, une partie des minerais est traitée sur place pour mattes et celles-ci sont exportées en Europe pour fin de traitement (déferrage, grillage et réduction),

Ainsi, en 1913, il a été exporté 5,893 tonnes de mattes à 45 p. 100 de nickel.

Voici, d'ailleurs, les importations et exportations françaises pour 1913 :

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Nouvelle-Calédonie	5,790	Belgique	133
Grèce	4,470	Divers	2
Divers	32		
Total	10,292	Total	135

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les courbes de la figure 121 représentent le mouvement des importations du minerais de 1890 à 1913. Les exportations n'ont jamais dépassé 250 tonnes.

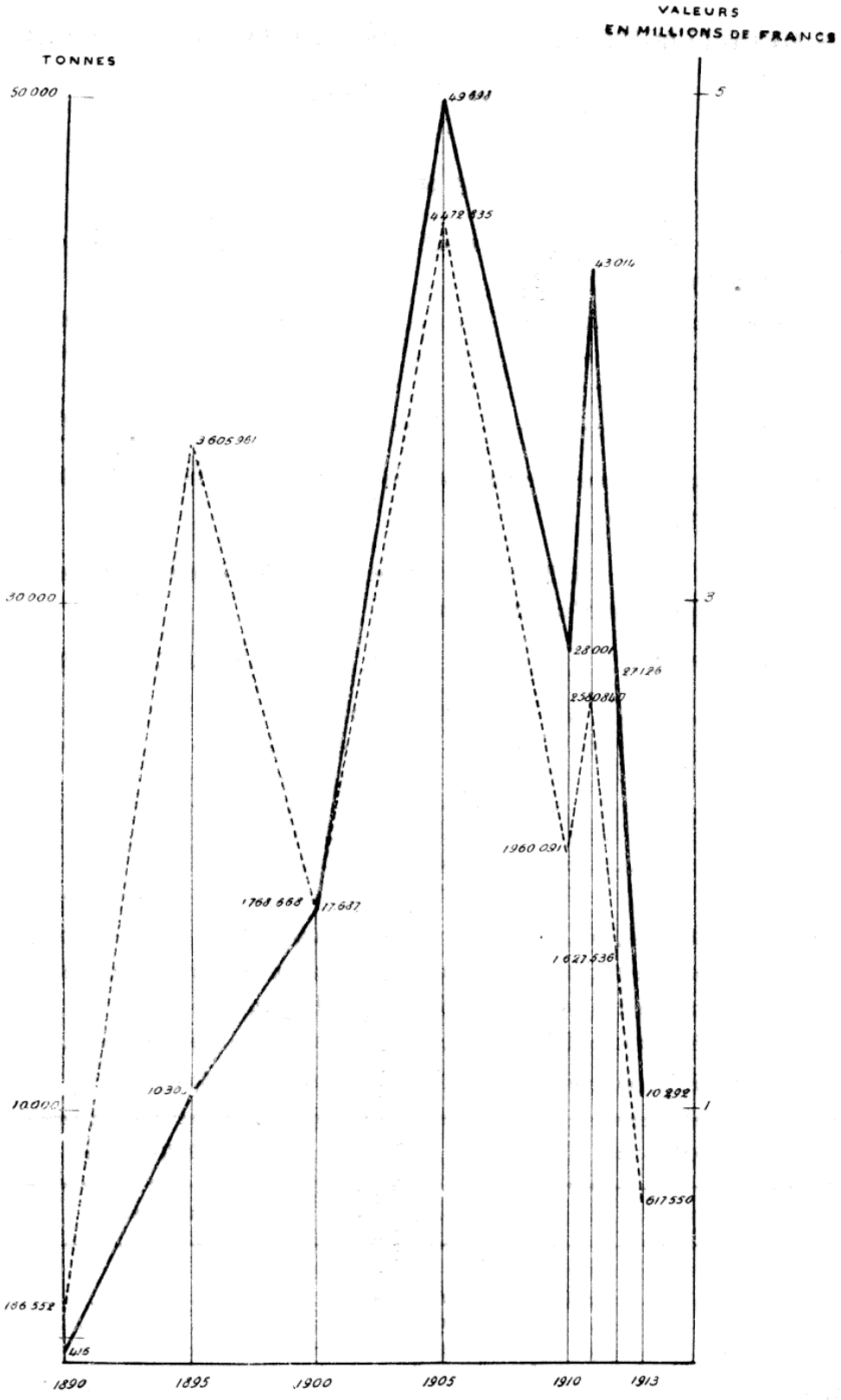


Fig. 121. — Minerais de nickel. (Importations en France de 1890 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Réserves mondiales. — Les réserves de la Nouvelle-Calédonie sont estimées à environ 160,000 tonnes de nickel métal. Celles du district de Sudbury, au Canada, peuvent être évaluées à 150,000,000 tonnes de minerais dont 50,000,000 tonnes ont été identifiées. Les réserves de l'International Nickel C° se montent à elles seules à 57,000,000 tonnes de minerais, réparties en trois exploitations. La teneur variable de ces minerais ne permet pas de préciser les réserves de métal.

Situation du nickel avant la guerre. — *Situaton mondiale.* — La variation de la production mondiale du nickel entre 1890 et 1913 est donnée dans les courbes de la figure 122.

On remarquera qu'en 21 ans la production a été multipliée par 44.

Les États-Unis et le Canada ont toujours tenu la tête des producteurs, mais, avec l'extension des mines, leur rôle s'est accru : 40 p. 100 de la production totale en 1900; 52,6 p. 100 en 1912, tandis que le rôle de l'Angleterre et de l'Allemagne s'est maintenu constant entre 18 p. 100 et 17,5 p. 100 aux mêmes années. Le rôle de la France a sans cesse diminué : de 32 p. 100 en 1892, il est descendu à 21,5 p. 100 en 1900 et à 7,4 p. 100 en 1912.

Ces chiffres ne sont pas sans étonner quand on les compare à ceux de l'Allemagne, pays qui ne possède que des mines insignifiantes.

Quant à la production des États-Unis, elle était obtenue par traitement de mattes riches (80 p. 100 de nickel) produites et bessemérisées à Sudbury (Ontario). De même, une partie de la production anglaise (celle de la Mond Nickel C°) était due au traitement de mattes canadiennes.

En 1913, le nickel n'était produit que par une seule usine française, celle du Havre, appartenant à la Société « Le Nickel »; on y traitait des minerais et des mattes provenant de la Nouvelle-Calédonie, un peu de minerai de Grèce. Mais bien que très gros producteurs de minerai par nos colonies, nous ne produisions pas en métal une quantité suffisante pour notre consommation; celle-ci atteignait en effet 3,800 tonnes environ. Notre déficit était comblé par des importations, notamment des États-Unis. Le tableau suivant donne le détail des importations et exportations :

PRODUITS DE PREMIÈRE FUSION, MATTES, SPEISS.

IMPORTATIONS.	tonnes.	EXPORTATIONS.	tonnes.
Nouvelle-Calédonie	931	Pays-Bas	1,817
États-Unis	163	Divers	13
Divers	56		
Total	1,150	Total	1,830

MÉTAL PUR EN LINGOTS.

États-Unis	1,492	Russie	446
Grande-Bretagne	470	Allemagne	230
Divers	174	Divers	54
Total	2,136	Total	730

MÉTAL PUR, LAMINÉ OU BATTU.

Allemagne	113	Allemagne	6
Divers	50		
Total	163		

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

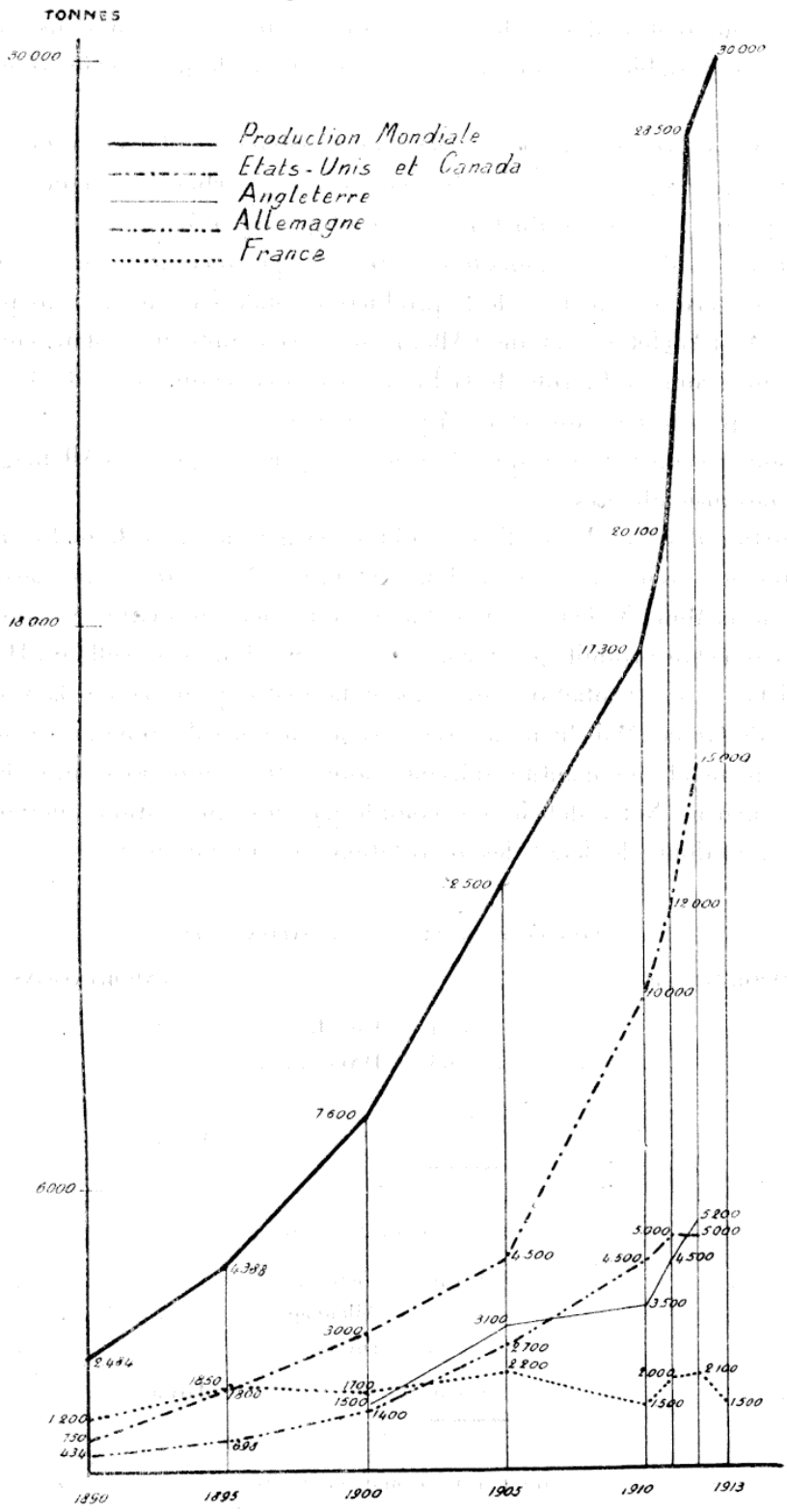


Fig. 122. — Nickel. (Production des principaux pays de 1890 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTAL PUR ÉTIRÉ.

	Tonnes.		Tonnes.
Allemagne	46	Allemagne	2,5
Autriche-Hongrie	48		
Divers	2		
TOTAL	96		

ALLIAGE CUIVRE-NICKEL, LINGOTS.

Grande-Bretagne	18	Grande-Bretagne	6

ALLIAGE CUIVRE-NICKEL, BATTU OU LAMINÉ.

Allemagne	236	Allemagne	55
Autriche-Hongrie	132		
Divers	35		
TOTAL	403		

ALLIAGE CUIVRE-NICKEL ÉTIRÉ.

Allemagne	40	Allemagne	5
Autriche-Hongrie	39		
Divers	10		
TOTAL	89		

Les courbes de la figure 123 donnent le mouvement des importations et des exportations de métal, de mattes, etc., de 1890 à 1913.

En dehors du rôle des États-Unis, on voudra bien remarquer celui de l'Allemagne spécialement au point de vue du métal laminé et de ses alliages. En ce qui concerne les États-Unis, il est juste d'ajouter qu'une partie des mattes des hauts fourneaux de Nouméa étaient soumises à la bessemerisation aux usines de la Nèthe, près d'Anvers, ou expédiées à l'United States Nickel C°, de New-Brunswick; celle-ci achevait le traitement.

LES MODIFICATIONS APPORTÉES PAR LA GUERRE À LA SITUATION DU NICKEL. — A. *Au point de vue économique.* — Les productions, en 1916, ont été les suivantes :

Le Canada a produit 41,298 tonnes (nickel contenu dans les mattes traitées et exportées).

La Nouvelle-Calédonie a exporté 33,000 tonnes de minerai et 5,750 tonnes de mattes à 45 p. 100.

Une très grosse modification à signaler est la suivante : les usines de la Nouvelle-Calédonie ont monté des ateliers de déferrage, question qui, jusqu'à la guerre, avait été repoussée comme trop délicate.

D'autre part, le Canada n'a plus laissé exporter ses mattes et l'International Nickel C° a pratiqué l'affinage sur place.

Enfin, une nouvelle Société canadienne s'est outillée pour utiliser le procédé Hybinette[1] déjà appliqué aux usines du Christiansed, qui ont été détruites par un incendie.

Elle produira 5,000 tonnes.

[1] Ce procédé consiste dans la séparation électrolytique du nickel, les anodes solubles étant formées de mattes nickel-cuivre partiellement grillées. Quant à l'emploi du four électrique, il ne paraît pas encore réaliser tous les desiderata exprimés: le nickel obtenu est encore trop riche en silicium malgré de très sérieux progrès. Sans doute est-ce la méthode de l'avenir et cela sauvera la Nouvelle-Calédonie de la rude concurrence du Canada.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

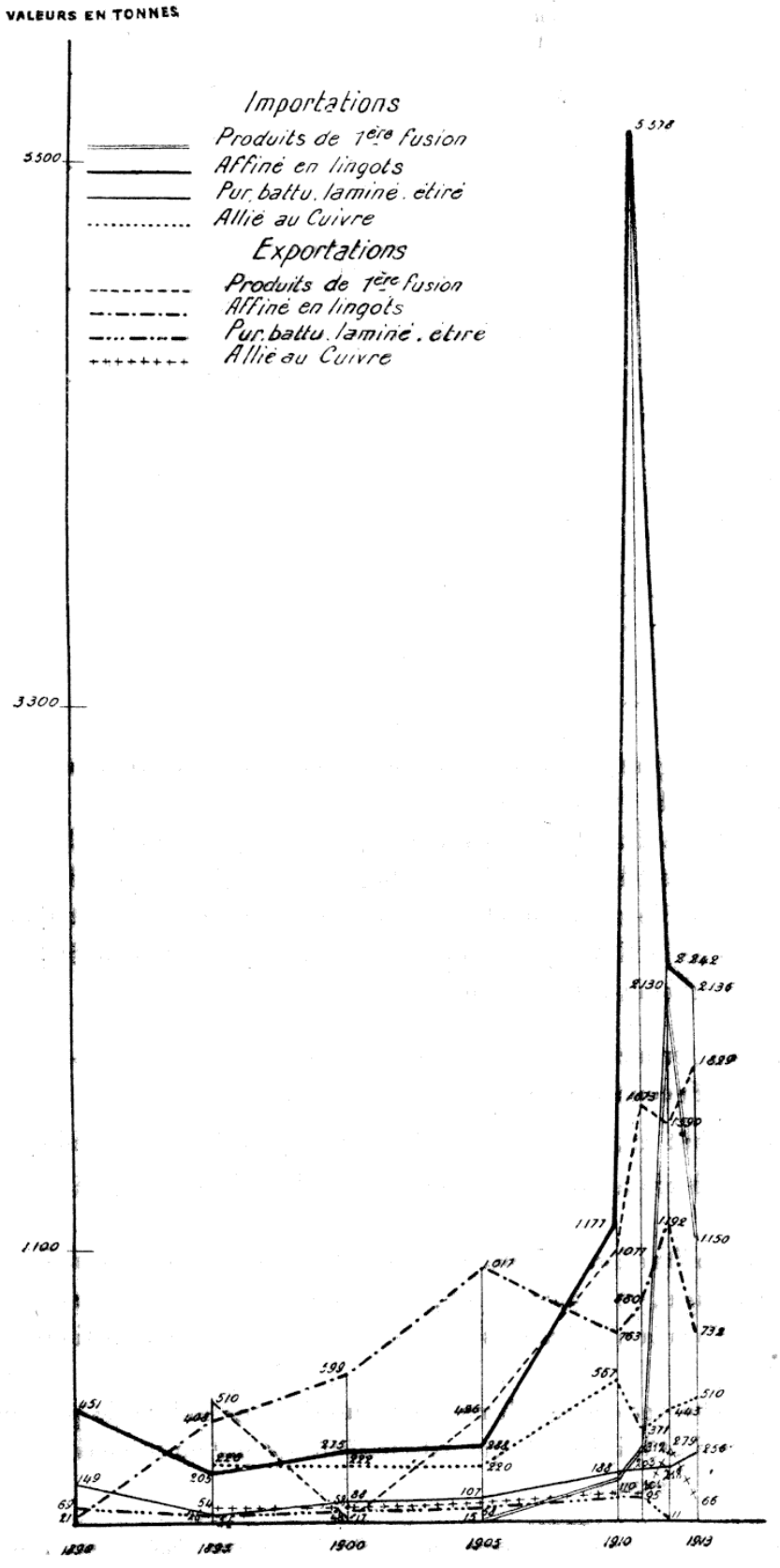


Fig. 123. — Importations et exportations de nickel de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. *Au point de vue technique.* — Le procédé Hybinette semble entrer dans la phase industrielle.

Situation du nickel à l'après-guerre. — *a) Au point de vue de la production.* — Il y a lieu de penser que, soit sur place, soit en France, le traitement de nos minerais nous permettra d'augmenter nettement notre production et d'atteindre 7,000 à 8,000 tonnes, surtout si le four électrique peut être définitivement utilisé.

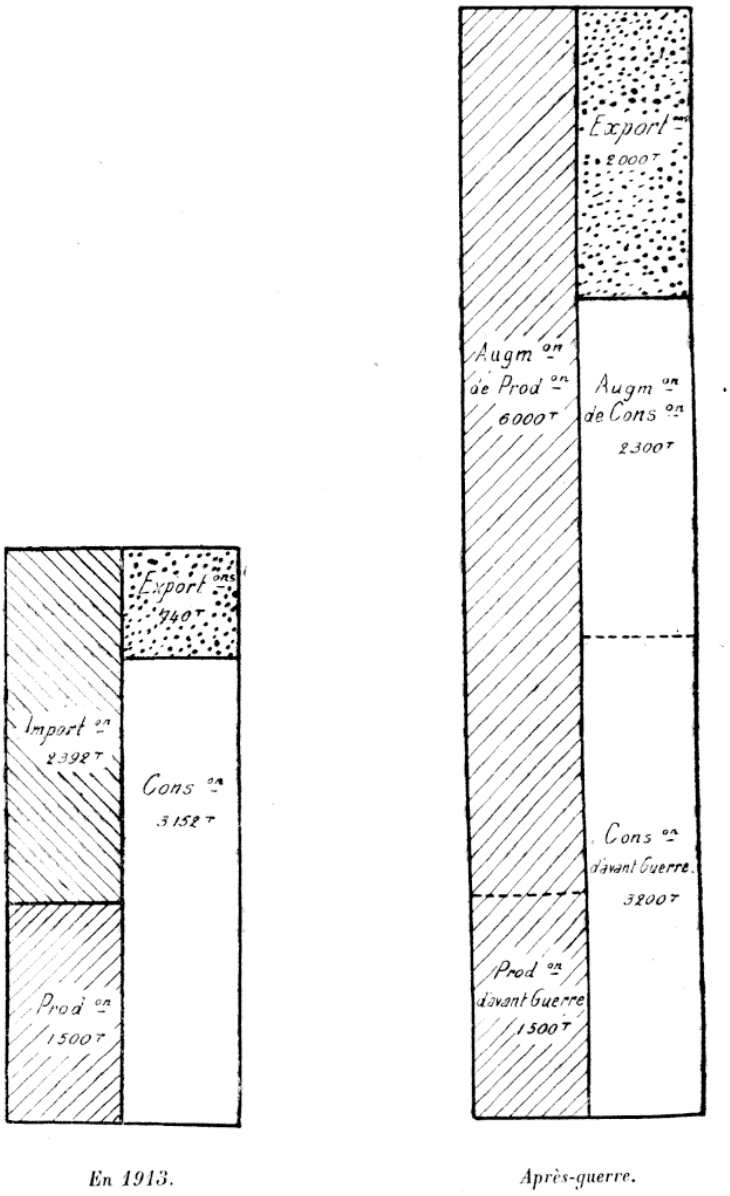


Fig. 124. — Nickel. (Situation comparée de la France en 1913 et après la guerre.)

b) Au point de vue de la consommation. — Par suite de la vulgarisation des aciers au nickel, il y aura assurément une augmentation de consommation. Le métal laminé et les alliages que nous importions, particulièrement d'Allemagne, devront être préparés dans nos usines.

On peut, de ce fait, escompter une augmentation de consommation de 2,000 à 2,200 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résumé de la situation de la métallurgie du nickel.

En résumé, la métallurgie du nickel doit se présenter à l'après-guerre comme suit (voir la figure 124) ;

Production d'avant-guerre	1,500 tonnes
Augmentation de production (en Nouvelle-Calédonie ou en France)	6,000 —
TOTAL	7,500 tonnes environ.
Consommation d'avant-guerre	3,200 tonnes.
Augmentation de consommation	2,300 —
TOTAL	5,500 tonnes.

Nous aurions donc à exporter 2,000 tonnes de métal. Cela ne sera possible qu'avec un prix de revient convenable permettant de lutter contre la production canadienne et ceci est, avant tout, une question de fret ou d'entente interalliée, fort désirable à tous points de vue.

B. L'ÉTAIN.

MINERAI. — *Situation mondiale.* — Le plus gros producteur de minerai est l'Empire britannique avec les États Malais du Malacca, l'Australie et l'Afrique occidentale.

Les plus importants gisements sont ceux des États Malais où une certaine quantité est traitée sur place ; la majeure partie arrive à l'état de concentré à 70 p. 100 (environ 90 p. 100 de la production) et est envoyée aux Straits Settlements qui, d'ailleurs, fournissent 50 p. 100 de la production mondiale. L'Australie est un centre producteur important, spécialement la Tasmanie (mines de Mount Bixloff, 50 p. 100 de la production australienne). L'Afrique occidentale anglaise avec la Nigeria et le Sud-Africain, avec surtout le Transvaal, ont pris une grande importance. Quant aux mines anglaises, leur production a beaucoup diminué : elle n'atteignait en 1913 que 5,370 tonnes de métal.

En somme, en 1913, l'Empire britannique produisait en minerai, évalué en étain métal :

Les États Malais	50,928 tonnes.
L'Australie	6,788 —
L'Afrique occidentale anglaise	5,110 —
Le Sud-Africain	2,681 —
La Grande-Bretagne (Cornouailles et Devonshire)	5,373 —
EMPIRE BRITANNIQUE	68,880 tonnes.

Après l'Empire britannique, le principal producteur de minerai est la Bolivie, qui fait preuve d'un développement extraordinaire, puisqu'en 1900 la production était de 970 tonnes et qu'elle atteignait 26,750 tonnes en 1913. Pendant longtemps, on s'est contenté de concentrer le minerai jusqu'à 60 p. 100 ; actuellement, nous le verrons plus loin, on en traite une petite partie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Malaisie hollandaise vient ensuite avec une production de 20,000 tonnes, dont 16,000 par les mines appartenant au Gouvernement hollandais. La Chine a jeté sur le marché 8,390 tonnes en 1913, soit près du triple de sa production en 1900.

Le Siam a donné 6,670 tonnes en 1912.

Les États-Unis donnent peut-être 100 tonnes annuellement, de même le Japon.

En Europe, l'Angleterre mise à part avec ses mines de Cornouailles et du Devonshire dont nous avons parlé et dont les productions ont beaucoup diminué, il n'y a aucune mine importante : l'Allemagne et l'Autriche donnent au maximum 300 tonnes annuellement, le Portugal 100 tonnes, l'Espagne 150 tonnes et enfin la France avait une production sensiblement nulle en 1913.

En résumé, la production mondiale du minerai d'étain en 1913, représentée par la figure 125, est de 131,440 tonnes (en tonnes d'étain métal), dont 52.5 p. 100 provenant de l'Empire britannique (38.7 p. 100 des États Malais, 5.1 p. 100 d'Australie, 4.4 p. 100 d'Afrique et seulement 4.3 p. 100 de l'Angleterre); 20.4 p. 100 provenant de Bolivie; 15.2 p. 100 provenant des colonies hollandaises; 6.4 p. 100 provenant de Chine; et 5.1 p. 100 provenant du Siam.

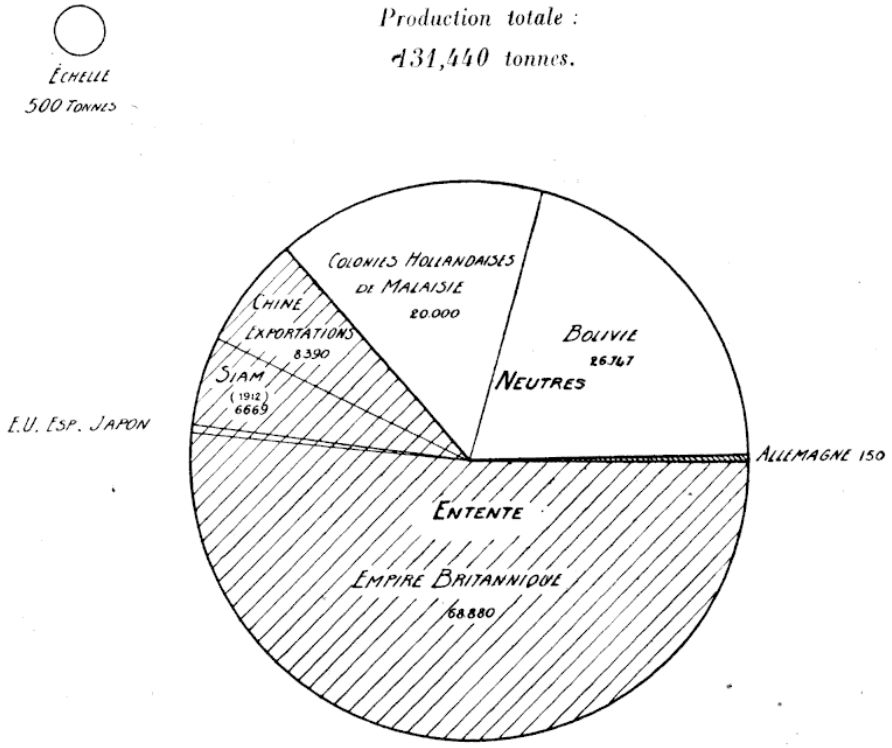


Fig. 125. — Production mondiale des minerais d'étain en 1913.

On voit notamment que les Empires centraux ne disposent que d'une quantité infime de minerais, alors qu'ils ont grand besoin de ce métal, soit pour la fabrication du fer-blanc (83,000 tonnes en 1913), soit pour la préparation d'objets en alliages, tels que les couverts. Les chiffres ci-dessus sont résumés dans le diagramme de la figure 125.

Situation française. — Nous avons déjà dit qu'en 1913 la production française de minerais était sensiblement nulle : de petites mines, situées dans la Creuse et l'Allier, produisaient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

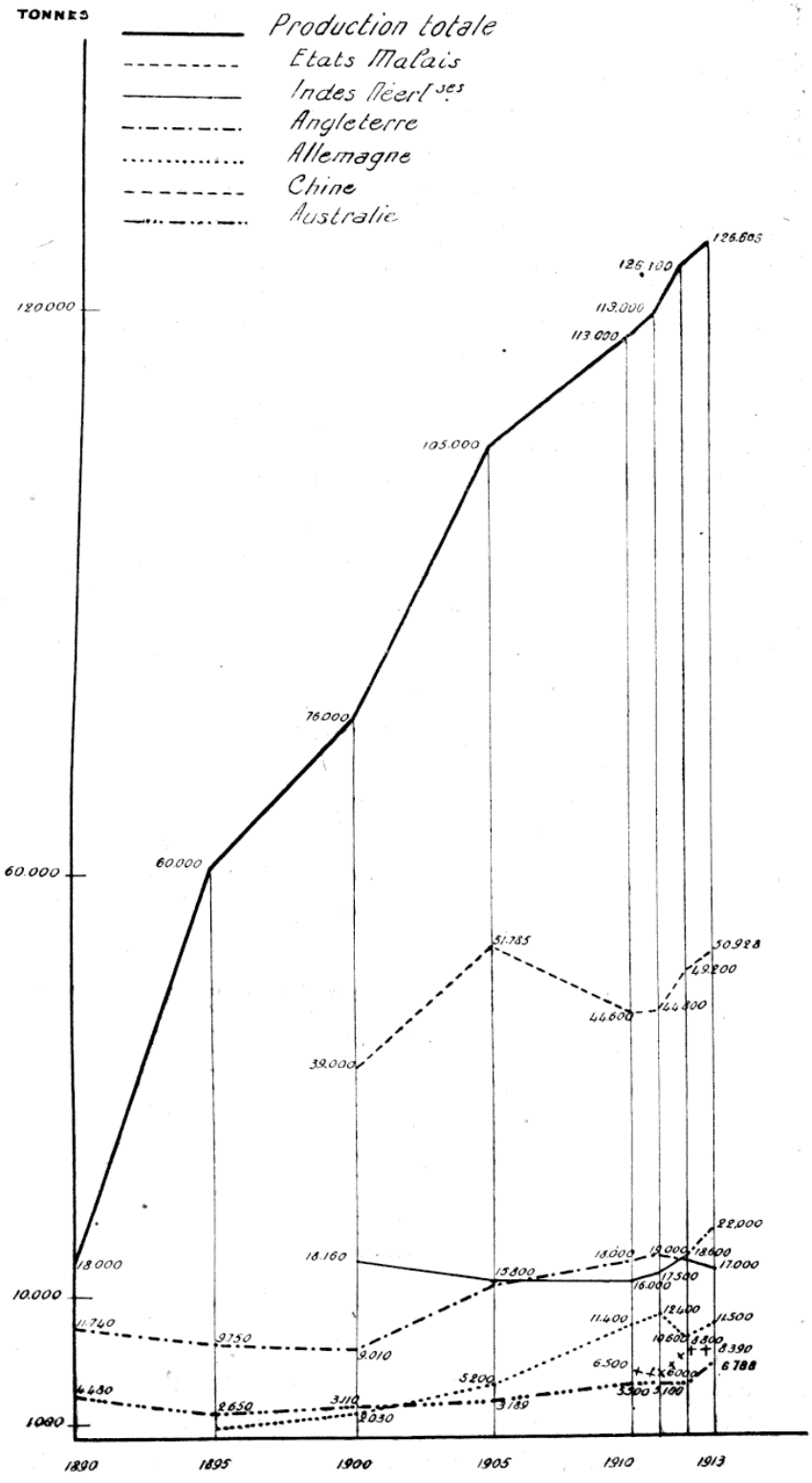


Fig. 126. — Production en étain métal des différents pays de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques tonnes de minerais. Toute notre production en métal, d'ailleurs faible, est basée sur les importations, surtout de concentrés boliviens. Voici les chiffres pour 1913 :

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Chili	1,720	Grande-Bretagne	950
Grande-Bretagne	374	Allemagne	144
Portugal	190	Divers	78
Indo-Chine	128		
Divers	130		
TOTAL	2,542	TOTAL	1,172

SITUATION DE L'ÉTAIN AVANT LA GUERRE. — *Situation mondiale.* — Le tableau ci-dessous et les courbes de la figure 126 donnent la variation de la production de 1890 à 1913. On voit que la production a plus que doublé en 23 ans.

PRODUCTION DANS LES PRINCIPAUX PAYS (1890-1913[1]).

PAYS.	1890.	1895.	1900.	1905.	1910.	1911.	1912.	1913.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
États Malais	//	//	39,000 (1899)	51,785 (1904)	44,600	44,800	49,200	50,928
Indes Néerlandaises	//	//	16,160 (1899)	15,989 (1904)	16,000	17,500	18,500	17,000 [2] (courbe).
Angleterre	11,740	9,750	9,010	15,800	18,000	19,000	18,600	22,000 [3]
Allemagne	//	884	2,030	5,200	11,400	12,400	10,600	11,500 [3]
Australie	4,480 (1889)	2,650 (1894)	3,110 (1899)	3,189 (1904)	5,500	5,100	5,100	6,788
Chine (Exportation)	//	//	//	//	6,500	6,000	8,800	8,390
Divers	//	//	//	//	11,000	14,200	15,300	10,000 [2]
TOTAUX	18,000 [2]	60,000 [2]	76,000 [2]	105,000 [2]	113,000	119,000	126,100	126,606 [2]

(1) Statistique de l'Industrie minérale.
(2) Estimation.
(3) D'après la « Metallgesellschaft. »

La figure 127 résume ce résultat pour l'année 1913.

On note d'autre part que les pays consommateurs ne sont pas les pays producteurs; cependant on remarque que l'Allemagne a produit, en 1913, 11,500 tonnes d'étain métal — il ne s'agit pas ici

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de désétamage — soit 60 p. 100 de sa consommation, bien qu'ayant une production insignifiante de minerais.

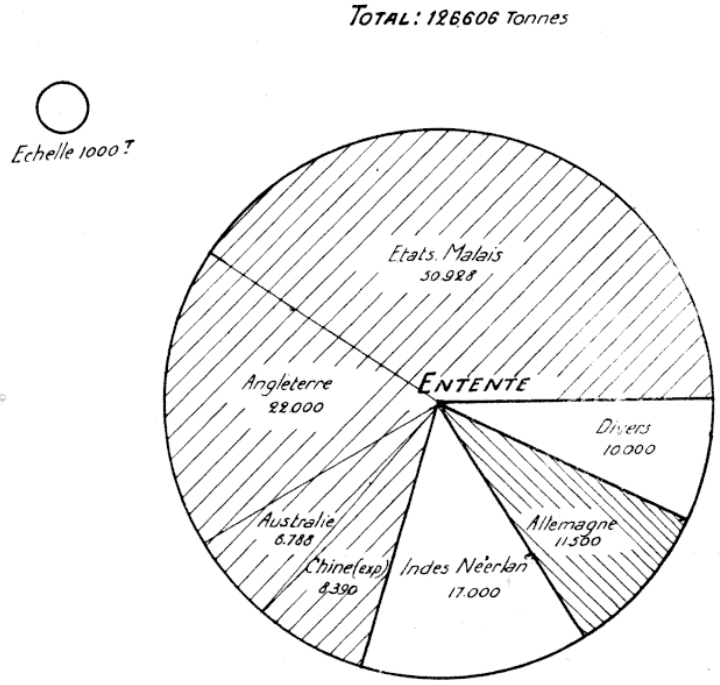


Fig. 127. — Étain. (Répartition de la production mondiale en métal, en 1913.)

Le tableau suivant donne la répartition de la production et de la consommation en 1913 :

PAYS.			PRODUCTION.	CONSOMMATION.
			tonnes.	tonnes.
Expédition des Détroits	Europe et Amérique	63,466	65,640	//
	Indes anglaises et Chine	2,174		
Angleterre	Minerais indigènes		5,300	//
	Minerais étrangers		16,700	24,400
Allemagne			11,500	12,500
France			1,200	8,300
Ventes de Banka en Hollande			15,173	//
Ventes de Billiton et Java en Hollande			2,243	//
Australie			6,788	1,400
Chine	Importations		3,566	//
	Exportations		8,390	//
Autres pays d'Asie			//	3,000
Bolivie			300	//
Autriche-Hongrie			//	3,200
Belgique			//	2,300
Russie			//	6,000
Italie			//	2,900
Suisse			//	1,400
Espagne			//	1,600
Norvège, Suède, Danemark			//	1,500
Pays-Bas			//	250
Autres pays d'Europe			//	1,200
États-Unis d'Amérique			//	45,000
Autres pays d'Amérique			//	3,300
Afrique			//	600
TOTAUX ESTIMÉS			130,920	125,600

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les Détroits donnent à peu près 50 p. 100 de la production mondiale; leurs exportations se font : 50 p. 100 vers la Grande-Bretagne, 20 p. 100 vers les États-Unis, le reste vers la France, l'Italie et l'Autriche.

Le schéma de la figure 127 met en évidence cette répartition.

Situation française. — La production française en 1913 s'est élevée à 1,200 tonnes produites aux usines de la Société électro-métallurgique de Dives et à celles de MM. Bassot et Cie, à Harfleur. Le complément des besoins a été demandé à l'importation.

Le commerce extérieur, pour 1913, a été le suivant :

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS (tonnes.)	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS. (tonnes.)
ÉTAIN PUR EN SAUMONS.			
Grande-Bretagne	1,320	Russie	51
Allemagne	828	Grande-Bretagne	46
Pays-Bas	428	Pays-Bas	55
Belgique	54	Belgique	300
Indes anglaises	3,770	Suisse	59
Indes néerlandaises	1,354	Espagne	172
Chine	697	Indes	166
Autres pays	69	États-Unis	27
Colonies	30	Autres pays	92
		Colonies	160
	7,950		858
ÉTAIN ALLIÉ D'ANTIMOINE.			
Grande-Bretagne	45	Grande-Bretagne	26
Allemagne	28	Allemagne	12
Autres pays	11	Autres pays	9
		Colonies	15
	84		62
ÉTAIN LAMINÉ OU BATTU.			
Allemagne	338	Grande-Bretagne	16
Pays-Bas	16	Allemagne	29
Belgique	30	Pays-Bas	15
Suisse	10	Suisse	89
Autres pays	5	Espagne	27
		Autres pays	31
		Colonies	22
	399		230
LIMAILLES ET DÉBRIS DE VIEUX OUVRAGES.			
Belgique	29	Grande-Bretagne	89
Suisse	10	Allemagne	56
Espagne	77	Belgique	123
Italie	160	Autres pays	3
Autres pays	11		
	287		271

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a un autre point sur lequel il nous faut attirer toute l'attention : *le désétamage*. Cette industrie, qui consiste à extraire l'étain des résidus ou déchets de fer-blanc, ceci soit par action du chlore, soit par électrolyse, était essentiellement allemande; elle était pratiquée dans des usines extrêmement importantes, notamment celles de Goldschmidt, à Essen. En 1913, plus de 100,000 tonnes de déchets de fer-blanc sont entrées en Allemagne, dont 40,000 venant de l'Empire britannique, 8,000 de Belgique, 6,000 des États-Unis. La rafle de ces déchets en France était importante, le désétamage n'étant fait que par une usine de la région de Lyon, et encore sur une faible échelle. Nous verrons que là encore la guerre nous a permis de nous ressaisir.

La consommation française, en 1913, a atteint 8,500 tonnes environ, réparties de la façon suivante :

Marine et artillerie	300 tonnes.
Fers-blancs	1,500 —
Étameries	1,000 —
Compagnies de chemins de fer	1,000 —
Soudures	1,500 —
Fonderies	1,700 —
Soieries (pour charger les soies)	1,000 —
Divers	500 —
TOTAL	8,500 tonnes.

MODIFICATIONS APPORTÉES PAR LA GUERRE À LA SITUATION DE L'ÉTAIN. — *a) Au point de vue économique.* — En France, une seule fonderie a continué à traiter les minerais d'étain. Elle a produit, en 1916, 267 tonnes de métal, dont :

Avec des minerais du Tonkin	79 tonnes.
— minerais de Bolivie	157 —
— cendres et crasses d'étain	26 —
— minerais indigènes	5 —

La situation mondiale s'est sensiblement modifiée : dans de nombreux pays la production a augmenté. Voici les chiffres pour 1914 à 1917, d'après « Mineral Industry » :

ÉTAIN.

	1914.	1915.	1916.	1917.
États malais	49,042	46,766	43,870	39,833 (2)
Bolivie	22,356	21,794	21,145 (2)	25,754 (2)
Banka	13,973	13,773	14,548	13,246
Siam	6,800	7,800	7,800	9,000 (1)
Cornouailles	5,056	4,968	4,500	4,100 (1)
Billiton, etc.	4,000	5,750	5,000 (1)	5,000 (1)
Nigeria	4,517	4,555	5,075	6,510
Chine	1,824 (2)	3,012 (2)	3,800 (1)	9,133 (2)
Espagne et Portugal	"	"	250 (1)	750 (1)
Australie	1,544 (2)	2,312 (2)	5,000 (1)	4,632 (1)
Sud-Africain	2,094	2,089	2,003	1,632
Inde	300 (1)	500 (1)	900 (1)	1,200 (1)
TOTAL	111,506	113,319	113,891	120,790

(1) Estimation.
(2) Expédié en Europe et aux États-Unis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le fait principal est donné par les États-Unis qui avaient reculé jusqu'ici devant le traitement des concentrés du Sud-Amérique. Deux importantes usines sont terminées : l'une à Naurer, près de Perth Amboy (New Jersey), appartenant à l'American Smelting and Refining Cº, qui peut produire 7,000 tonnes par an; l'autre à la Société Nationale.

En 1917, le Chili a commencé le traitement des minerais de Llallague à l'usine d'Arica : on peut atteindre 6,000 tonnes d'étain par an.

b) *Au point de vue technique,* un point important est à signaler qui peut avoir les plus grosses répercussions sur l'avenir de la métallurgie de l'étain : il s'agit de l'introduction du four électrique pour traiter la cassitérite. La Whirl Electric Furnace Company, de Pittsbourg, a monté trois fours électriques de 10 tonnes. L'étain ainsi obtenu est plus pur que celui préparé au réverbère.

Cette méthode de traitement permettra sans doute de traiter de nombreux gisements sur place.

Situation de l'étain après la guerre. — *a*) *Au point de vue de la production.* — On ne peut compter sur une grande augmentation de production; il ne semble pas que ce soit de ce côté que l'effort puisseet doive se faire. Toutefois, quelques gisements français ou coloniaux pourraient peut-être donner lieu à une fabrication régulière.

Le minerai d'étain représentant 89 p. 100 des exportations du Yunnan, une fonderie d'étain est en voie d'installation à Haïphong pour traiter sur place une partie de ces minerais. La production se maintiendrait probablement entre 1,200 et 2,000 tonnes.

b) *Au point de vue de la consommation.* — Celle-ci devrait augmenter par suite de l'extension de certaines fabrications, spécialement le fer-blanc et les constructions mécaniques. Dans quelques usages, l'étain doit être remplacé par des métaux français. Le papier d'étain est appelé à disparaître et à être remplacé par le papier d'aluminium déjà fabriqué en France avant la guerre; le bronze d'aluminium, le fameux alliage d'Henri Sainte-Claire-Deville (Cu = 90, Al = 10), remplacera assurément certains alliages de cuivre et d'étain, car les difficultés de fabrication paraissent être définitivement vaincues. Cependant, on ne pourra pas remplacer l'étain dans les bronzes durs à frottement dont le constituant Δ est caractéristique, ni dans certains antifrictions dont les propriétés sont dues en grande partie au composé SbSn, ni dans les alliages plomb-étain utilisés en « poterie d'étain ».

Sa consommation augmentera mais dans des proportions faibles ne dépassant pas 12,000 tonnes.

RÉSUMÉ DE LA SITUATION DE LA MÉTALLURGIE DE L'ÉTAIN.

Production de l'étain en 1913	1,200 tonnes.
Augmentation possible de production	800 —
Total	2,000 tonnes.
Consommation de l'étain en 1913	8,500 tonnes.
Augmentation de consommation	3,500 —
Total	12,000 tonnes.
Déficit	10,000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce déficit ne peut être comblé que par l'importation. Il n'apparaît pas que le développement de nos richesses coloniales actuellement connues nous permette d'augmenter la production, du moins dans les conditions voulues.

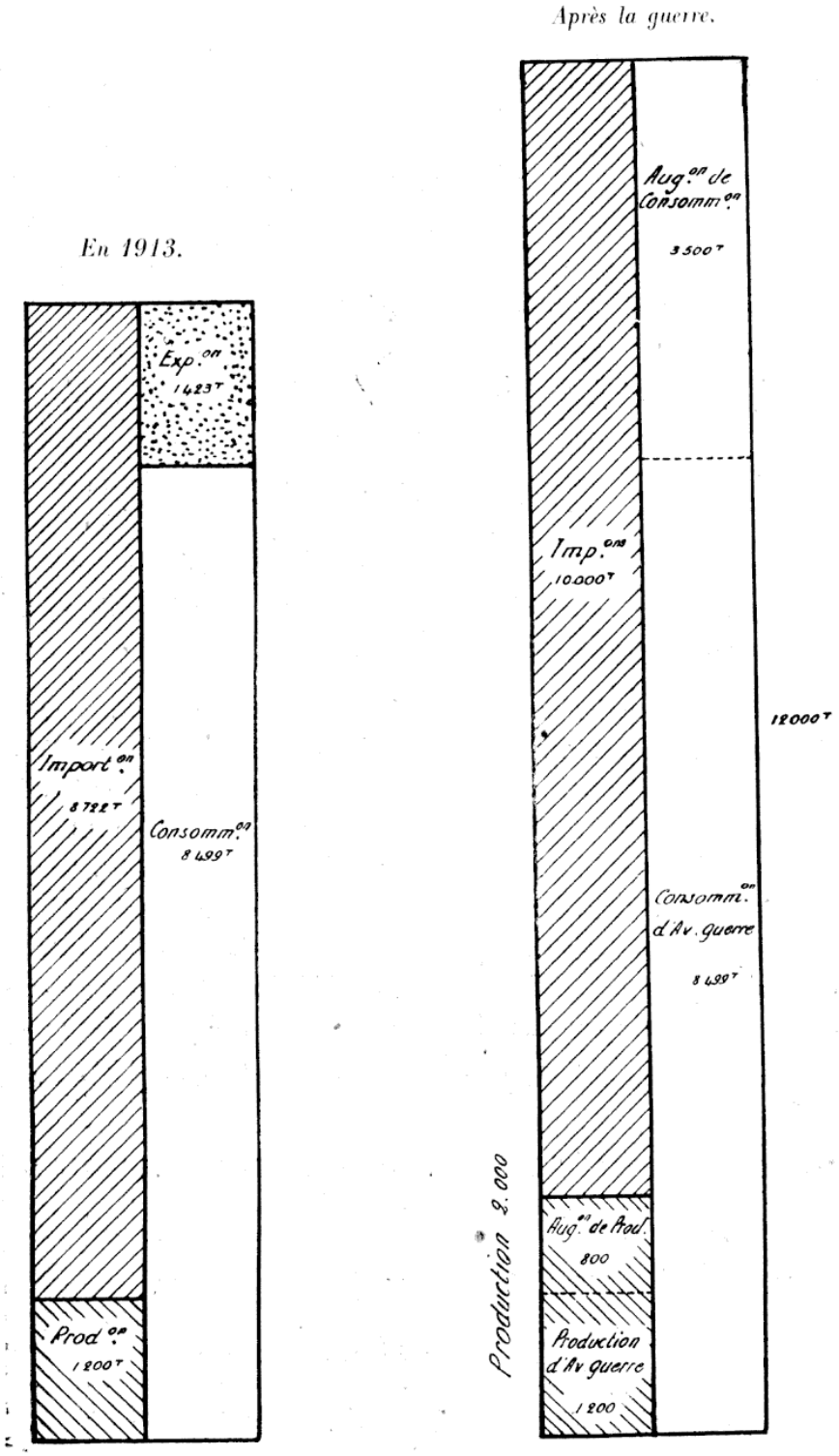


Fig. 128. — Étain. (Situation comparée de la France en 1913 et après-guerre.)

Le schéma de la figure 128 indique la situation de la France en 1913 et à l'après-guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C. L'ANTIMOINE.

Les minerais. — *Situation mondiale.* — La Chine est actuellement le plus gros producteur de minerais d'antimoine; viennent ensuite la France, l'Algérie, le Mexique, la Nouvelle-Galles du Sud. Les productions hongroise, autrichienne et américaine sont beaucoup plus faibles. Voici quelques chiffres intéressants (en tonnes) [1] :

PAYS.	1900.	1908.	1913.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Chine (Exportation)	//	//	4,351
France et Algérie	7,963	26,190	21,452 [2]
Mexique (Exportation)	2,313 [1]	36	//
Australie	252	3,900	6,278
Italie	7,600	2,820	1,822
Hongrie	2,373	969	11,017
Autriche	200	450	1,270
États-Unis	300	100	//
Bolivie	//	734	62 [3]

[1] Ce chiffre d'exportations de minerai d'antimoine du Mexique est monté à 7,302 tonnes en 1903 pour redescendre à 6 tonnes en 1910.
[2] France : 20,872 tonnes; Algérie : 580 tonnes.
[3] Cette production s'est élevée à 5,000 tonnes en 1915.

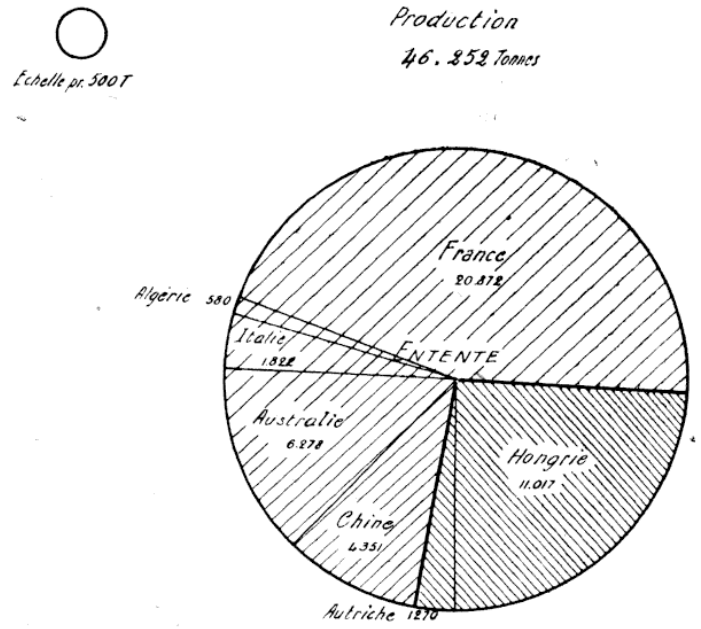


Fig. 129. — Antimoine. (Répartition de la production du minerai en 1913.)
(La Chine et le Mexique ne figurent que pour les quantités exportées.)

Le schéma de la figure 129 donne la répartition en 1913.

[1] D'après *Mineral Industry*, 1913, et la Statistique de l'Industrie minérale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation française. — Nous avons indiqué qu'en 1913 la France avait fourni 20,872 tonnes de minerai et l'Algérie 580 tonnes.

La production française a été réalisée dans 11 exploitations qui se répartissent ainsi quant aux lieux d'extraction :

Vendée	11,300 tonnes.
Mayenne	3,800 —
Haute-Loire, Cantal	4,400 —
Lozère et Allier	1,372 —
TOTAL	20,872 tonnes.

Malgré sa production élevée, la France importait des minerais d'antimoine; la courbe de la figure 130 indique le mouvement des importations et des exportations de minerais de 1890 à 1913; voici les détails pour l'année 1913 :

IMPORTATION.		EXPORTATION.	
Chine	4,440 tonnes.	Allemagne	264 tonnes.
Turquie	205 —	Espagne	231 —
Belgique	66 —	États-Unis	88 —
Algérie	52 —	Divers	25 —
Indo-Chine	416 —		
Divers	79 —		
TOTAL	5,258 tonnes.	TOTAL	608 tonnes.

Il est à noter que la France utilisait très peu de minerais algériens puisque sur 580 tonnes produites, moins d'un dixième venait en France; la plus grande partie (370 tonnes en 1913) allait vers la Belgique.

L'ANTIMOINE. — *Situation mondiale.* — Il n'existe pas de statistiques officielles. Cependant, en combinant les chiffres donnés par la Statistique de l'Industrie minérale et Mineral Industry, on peut donner avec quelque certitude les chiffres suivants (en tonnes) :

PAYS.	1908.	1910.	1912.	1913.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Chine (Exportation)	9,300	5,800	13,531	13,032 (1)
France	3,850	4,640	5,406	6,390
Mexique (Exportation)	1,000	3,700	3,491	2,340
Hongrie	670	782	859	1,048
Autriche	162	//	689	//
Japon	198	120	80	21
États-Unis	2,037	3,551	4,133	4,804
Italie	345	//	//	76
TOTAUX	20,562	18,593	25,573	27,711

(1) Ces chiffres comprennent à la fois le métal (régule) et l'oxyde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

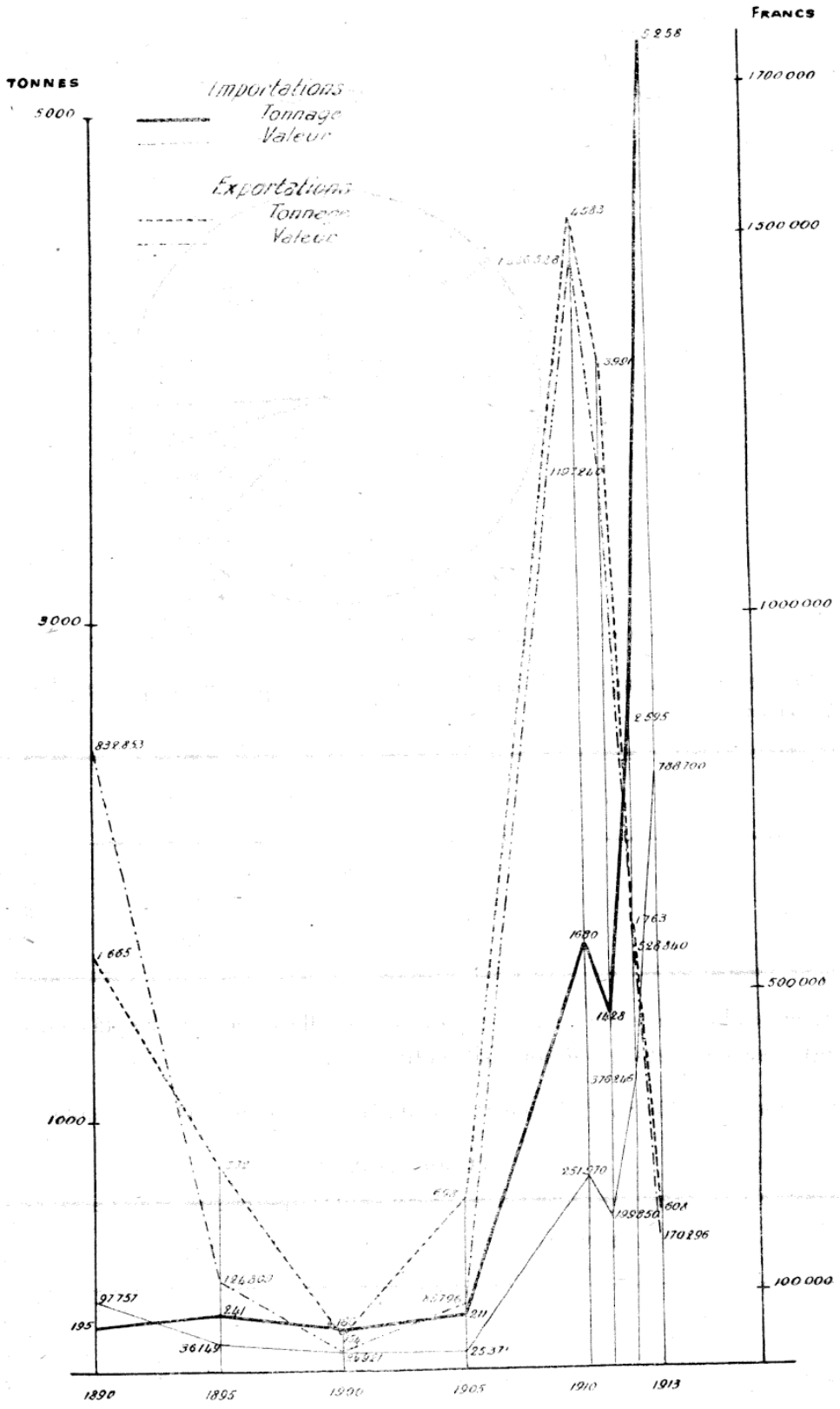


Fig. 130. — Minerais d'antimoine. (Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 131 indique la répartition de cette production en 1913.

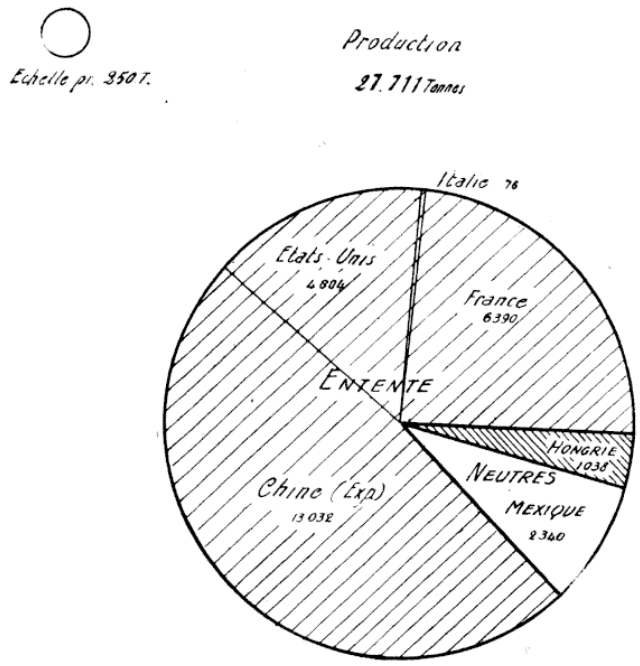


Fig. 131. — Antimoine. (Répartition de la production mondiale en métal en 1913.)

On voit donc que le partage de la production entre les principaux pays se fait comme suit, en 1912 et 1913 :

PAYS.	1912.	1913.
Chine	53 p. 100.	48 p. 100.
France	21 p. 100.	23 p. 100.
Mexique	14 p. 100.	8,4 p. 100.

En 1902, la production totale était de 5,750 tonnes. Elle a donc quadruplé en dix ans. Ceci est dû aux exportations chinoises qui se sont fait sentir en 1905.

Situation française. — En 1913, la répartition de la production a été la suivante :

PRODUCTION.

DÉPARTEMENTS.	MÉTAL.	OXYDE.
	tonnes.	tonnes.
Mayenne	1,158	805
Haute-Loire	1,354	1,169
Vendée, Lozère, Cantal	882	1,022
	3,394	2,996
TOTAL	6,390	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les courbes de la figure 132 indiquent le mouvement des importations et des exportations de 1890 à 1913.

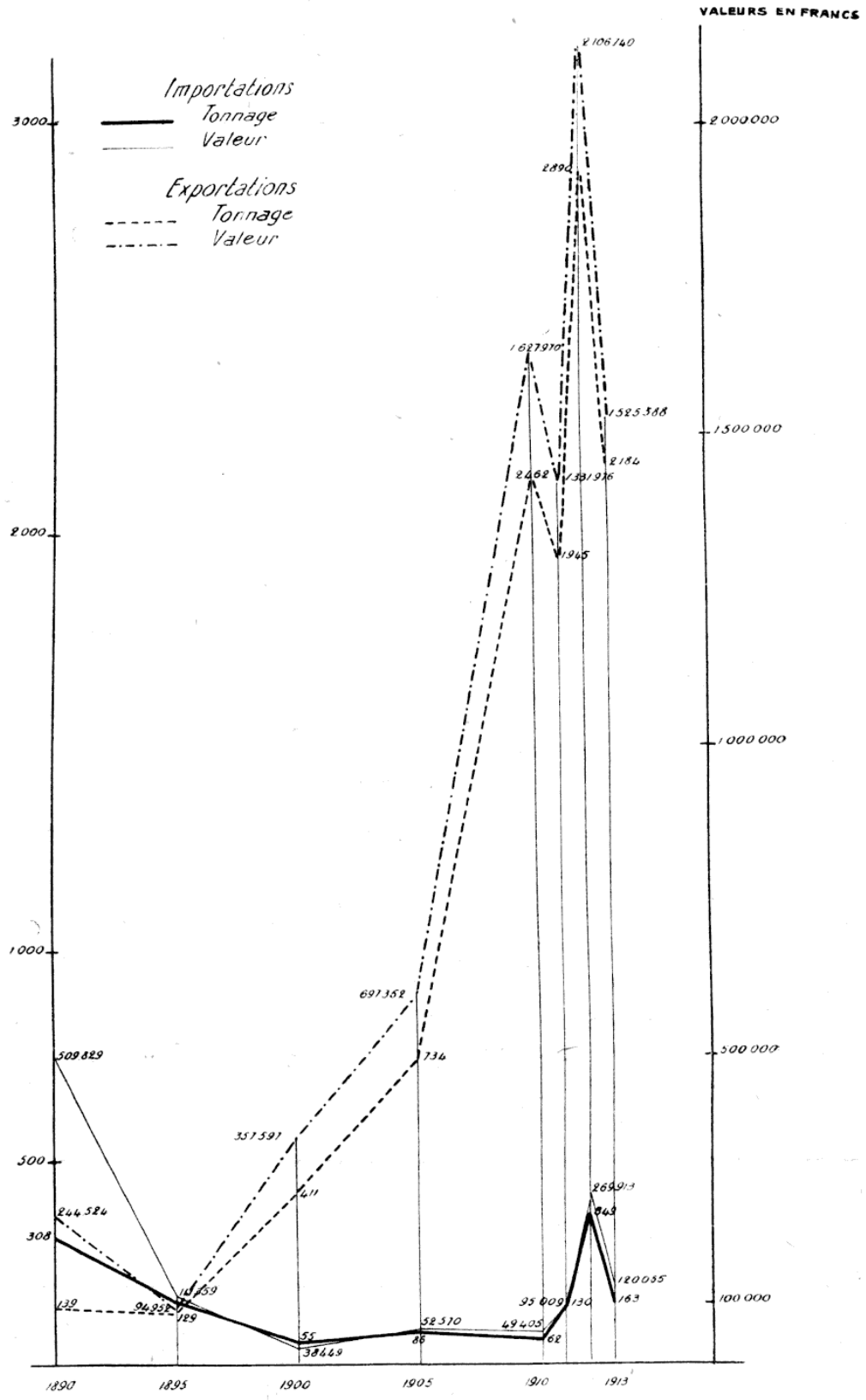


Fig. 132. — Antimoine. (Mouvement des importations et des exportations françaises de 1890 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici les détails pour l'année 1913 :

SULFURE D'ANTIMOINE FONDU.

Importation	152 tonnes.
dont :	
Provenant de Chine	148 tonnes.
Exportation	376 tonnes.
dont :	
Allant en Grande-Bretagne	46 tonnes.
— Allemagne	39 —
— Italie	29 —
— États-Unis	226 —

ANTIMOINE MÉTAL (Régule).

Importation	11 tonnes.
Exportation	1,807 tonnes
dont :	
Allant en Allemagne	501 tonnes,
— Pays-Bas	202 —
— Italie	193 —
— États-Unis	603 —

La consommation française a été en :

1910	2,500 tonnes environ.
1911	3,000 —
1912	3,000 —
1913	4,400 —

On peut donc considérer que la consommation française en métal et oxyde a été, aux stocks près, en 1913, de 4,000 tonnes.

Modifications apportées par la guerre. — *a) Au point de vue économique,* il faut signaler que le gisement de la Lucette s'étant épuisé, la production de la métropole s'est trouvée sensiblement diminuée par rapport à 1913. La production de nos mines françaises s'est élevée à :

ANNÉES.	MINERAI.	MÉTAL régule seul à l'exclusion de l'oxyde.
	tonnes.	tonnes.
1915	11,259	3,426
1916	29,362	4,598
1917	33,462	5,200

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b) ***Au point de vue technique***, un très grand progrès a été réalisé, grâce à M. Marcel Biver, par le traitement direct au four à cuve des minerais oxydés d'Algérie. Ce traitement se fait à Langeac (Haute-Loire); on ne peut savoir si la méthode pourra subsister lorsque le métal sera descendu à un cours normal; mais, d'un autre côté, il est bien à penser que le four électrique pourra permettre à la métallurgie de l'antimoine de s'établir dans le voisinage des mines.

En tous cas, le traitement des minerais algériens a donné 300 tonnes de métal par mois en 1917, soit environ 50 p. 100 de la production française et il semble que l'avenir de la métallurgie de l'antimoine se trouve dans l'utilisation des minerais oxydés.

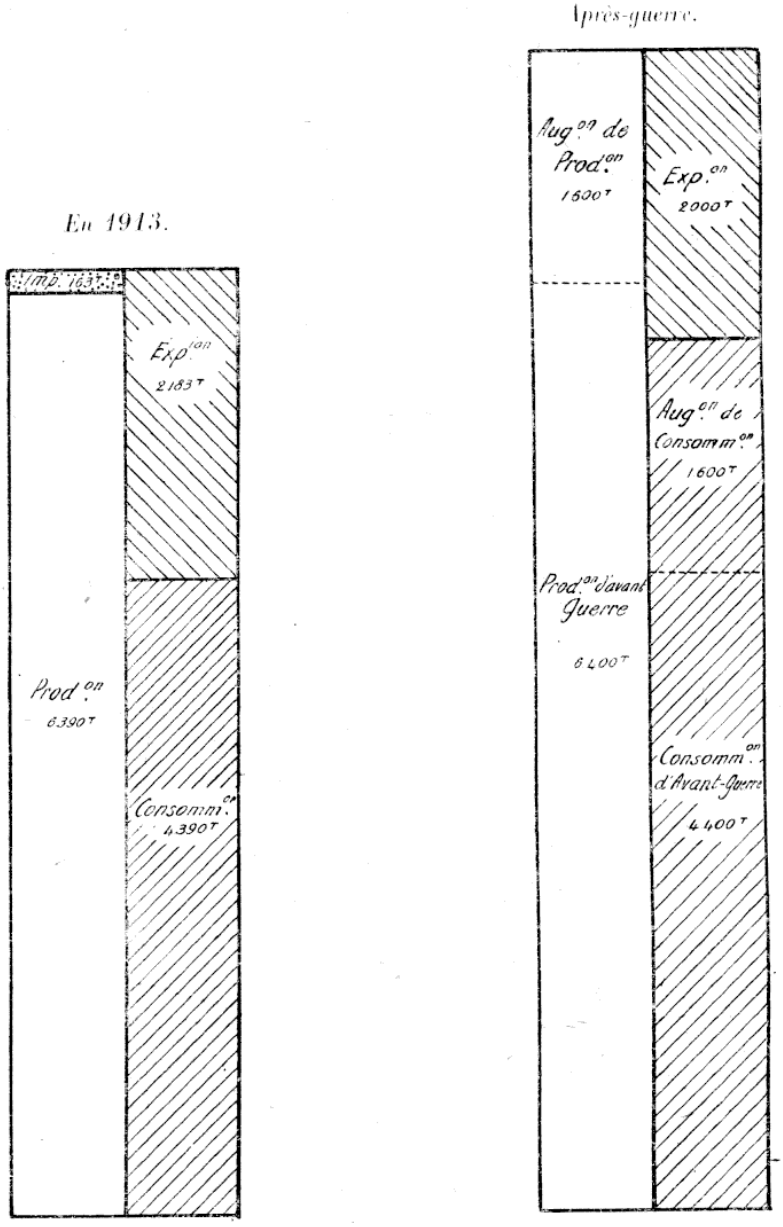


Fig. 133. — Antimoine. (Situation comparée de la France en 1913 et à l'après-guerre.)

Situation à l'après-guerre. — *a*) ***Au point de vue de la production.*** — On peut admettre que la production de guerre se maintiendra avec une augmentation sur la production du temps de paix de 1,600 tonnes environ, soit 8,000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b) *Au point de vue de la consommation.* — Celle-ci croîtra par développements très certains et

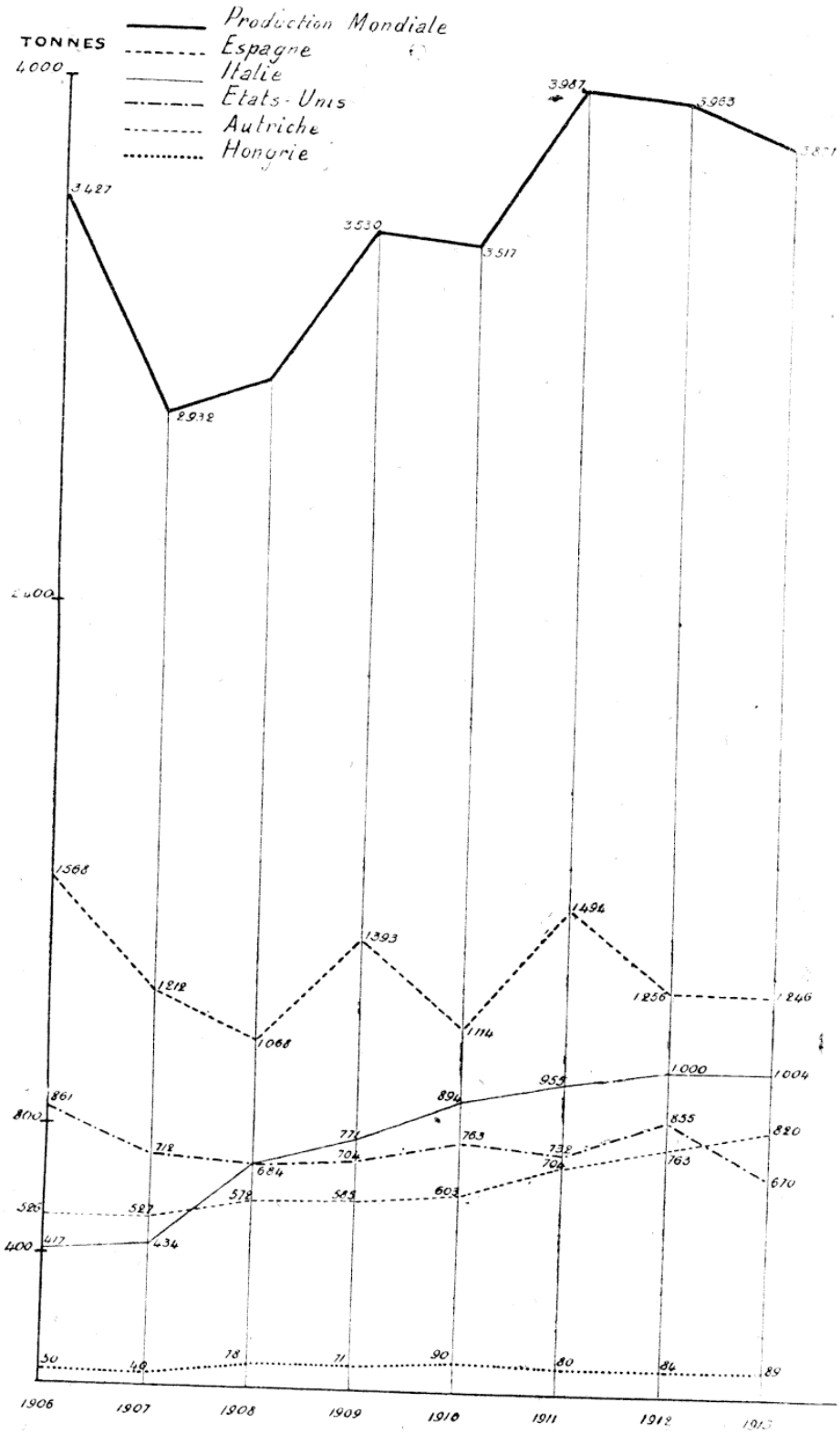


Fig. 134. — Mercure. (Production des principaux pays, de 1890 à 1893.)

très importants des alliages, notamment des antifrictions et des alliages étain-antimoine servant à confectionner de multiples objets dont les empires centraux, moins bien placés que nous au point

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de vue du métal, inondaient le monde. On peut admettre une augmentation de consommation de 1,200 à 1,400 tonnes.

Résumé de la situation de la métallurgie de l'antimoine. — On arrive ainsi à la situation suivante :

Production d'avant-guerre	6,400 tonnes
Augmentation de production	1,600 —
Production probable	8,000 tonnes
Consommation d'avant-guerre	4,400 tonnes
Augmentation de consommation	1,600 —
Consommation probable	6,000 tonnes

que résume la figure 133.

Nous serons donc exportateurs de 2,000 tonnes.

Il conviendra de défendre la production française contre les importations de Chine où le prix de revient est très inférieur à celui des producteurs français. Il suffirait pour cela de mettre en harmonie le droit d'entrée du régule (teneur de 100 p. 100) avec celui de l'oxyde (teneur peu inférieure à 80 p. 100).

D. LE MERCURE.

Situation avant la guerre. — *Situation mondiale.* — Le tableau suivant donne la production de 1906 à 1913 :

PAYS.	1906.	1907.	1908.	1909.	1910.	1911.	1912.	1913.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Autriche	526	527	572	585	603	704	763	820
Hongrie	50	40, 4	78	71, 5	90	79, 7	84, 5	88, 8
Chine (exportation)	//	//	//	//	48, 5	18, 5	4, 3	2, 1
Allemagne	5	5	4, 4	5, 2	4, 5	2, 8	//	//
Italie	417	434	684	771	894	455	1,000	1,004
Japon	0, 3	0, 4	0, 8	0, 3	0, 4	1	//	//
Pérou	//	1, 5	1, 8	0, 3	0, 3	0, 5	0, 4	0, 4
Espagne	1,568	1,212	1,068	1,393	1,114	1,494	1,256	1,246
États-Unis	861	712	685	704	763	732	855	670
Total	3,427, 3	2,932, 3	3,094, 0	3,530, 3	3.517, 7	3,487, 5	3,963, 2	3,831, 3

Les courbes de la figure 134 reproduisent ces chiffres et le schéma de la figure 135 donne la répartition en 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

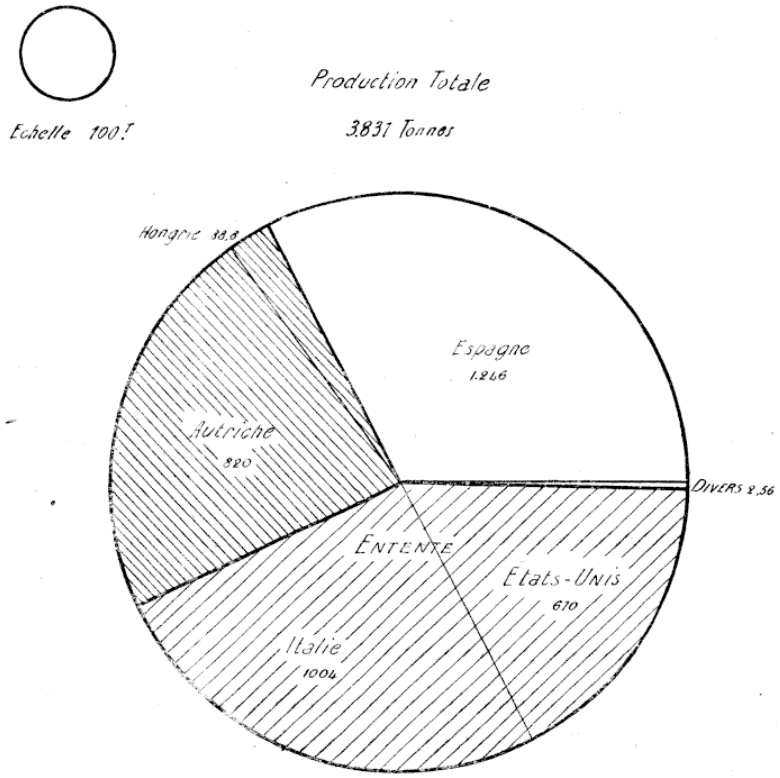


Fig. 135. — Mercure. (Répartition de la production des principaux pays en 1913.)

Voici d'ailleurs la production du minerai en Europe :

PAYS.	1906.	1907.	1908.	1909.	1910.	1911.	1912.	1913.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Autriche	91,494	89,370	90,145	92.337	100,899	111,018	117,780	130,608
Italie	80,638	73,561	82,534	97,592	87,129	97,808	88,200	109,379
Espagne	28,963	28,789	42,210	37,398	22,014	19,940	21,889	19,960

Ces chiffres correspondent à la figure 136.

On voit que l'Espagne fournit 35 p. 100 de la production mondiale et l'Italie 22,3 p. 100.

D'ailleurs les mines d'Almaden fournissent 30 p. 100 de la consommation mondiale et celle de Monte-Amiata (Toscane) 20 p. 100.

Situation française. — La France n'est pas productrice de mercure et doit recourir à l'importation pour satisfaire ses besoins. Il existe cependant une usine en Algérie, aux mines de Taghit.

La figure 137 donne le mouvement des importations de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

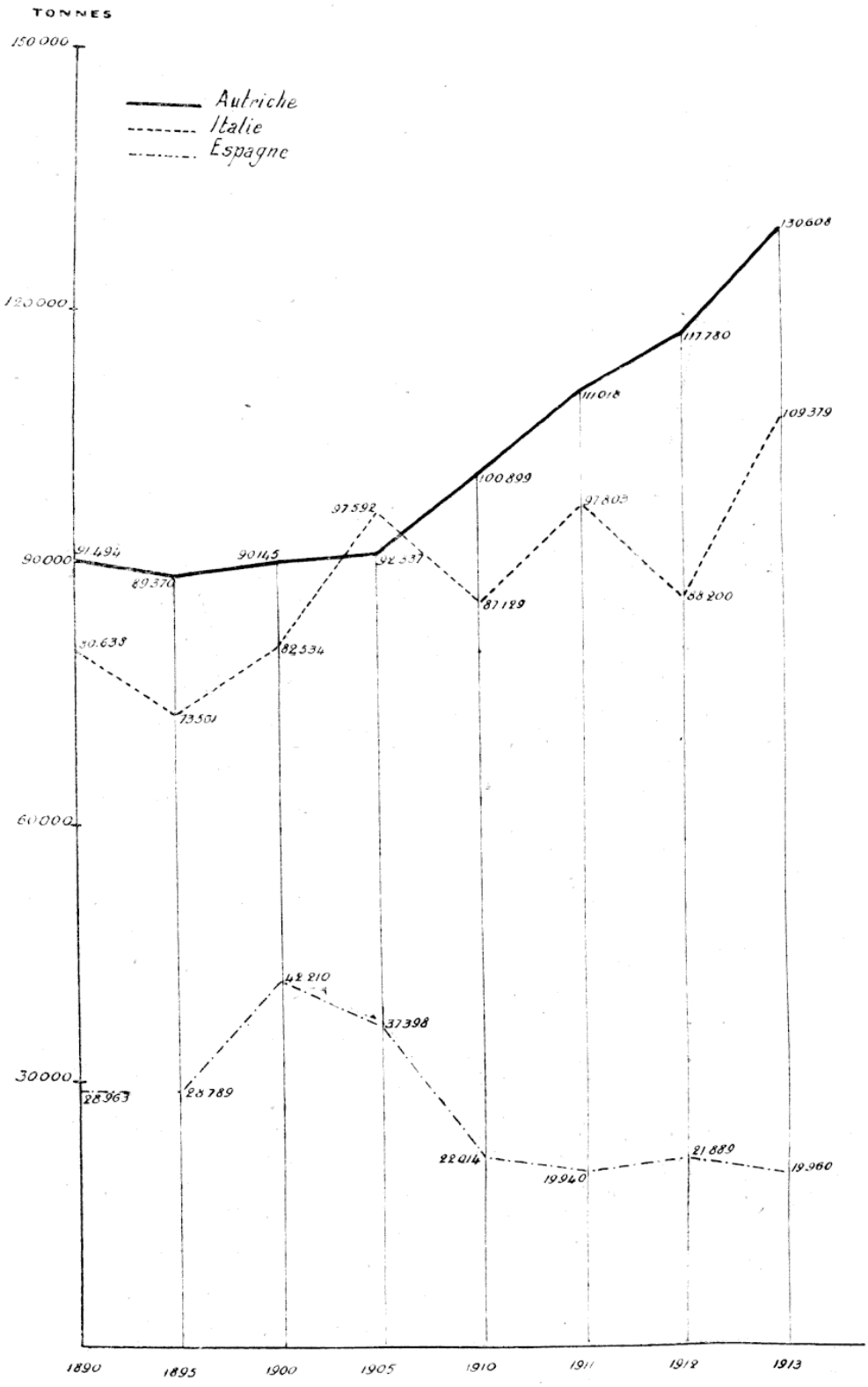


Fig. 136. — Mercure. (Production en minerais des principaux pays d'Europe de 1890 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

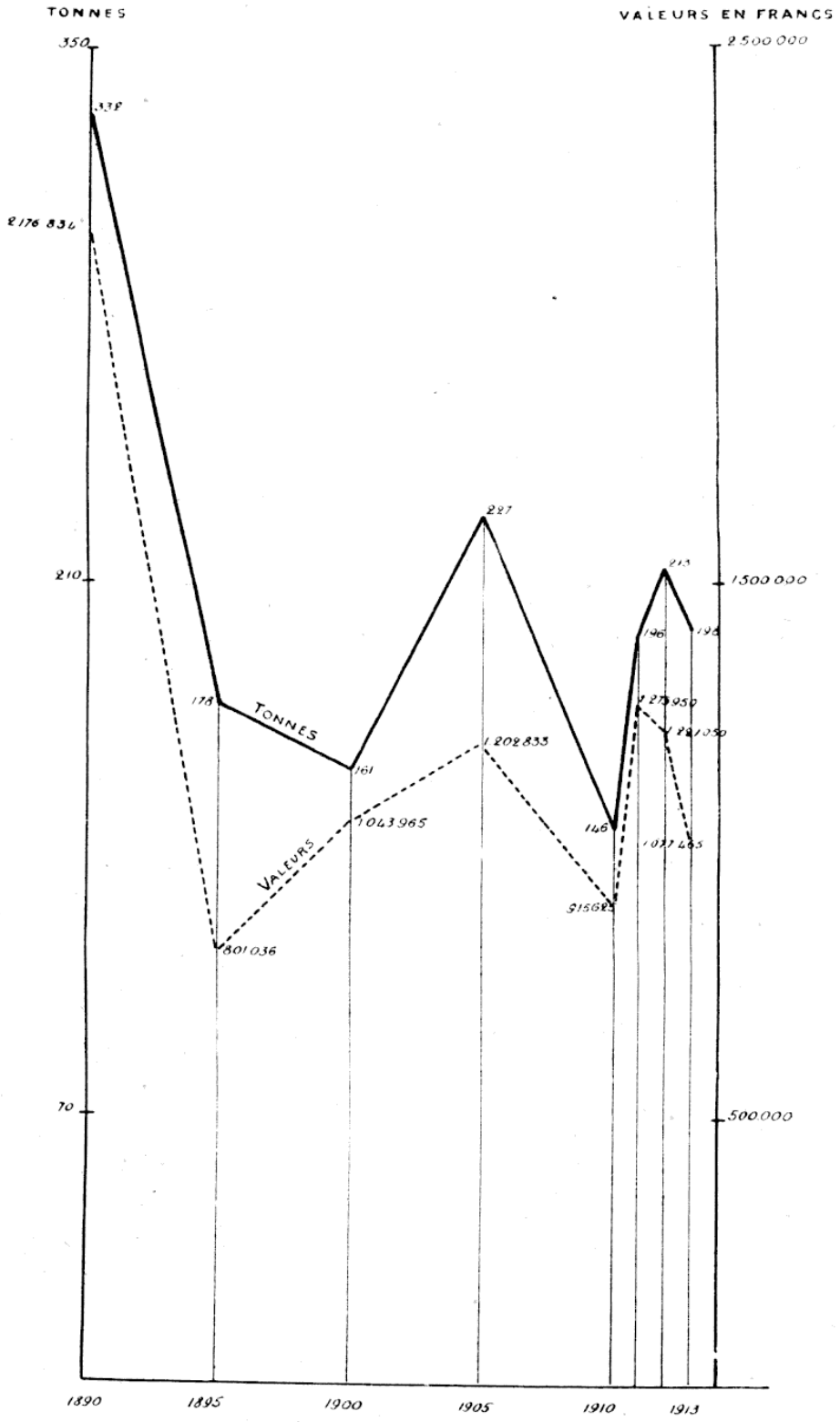


Fig. 137. — Mercure. (Importations françaises de 1890 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913 les importations ont été de 198 tonnes des provenances suivantes :

Grande-Bretagne	31 tonnes.
Espagne	53 —
Italie	48 —
Turquie	46 —
Algérie	12 —
États-Unis	8 —

Quant aux exportations, elles se sont élevées à 9 tonnes dont 5 pour la Guyane, destinées sans aucun doute aux exploitations aurifères.

Modifications apportées par la guerre. — Les principaux pays producteurs ont fait de grands efforts pour améliorer leur production.

L'Espagne a produit en 1917 environ 2,000 tonnes.

L'Italie a produit en 1915 environ 985 tonnes.

Les États-Unis ont atteint 1,018 tonnes en 1916.

Situation à l'après-guerre. — Aucune modification ne paraît devoir être apportée dans la production et la consommation du mercure en France. Cependant, une entente interalliée permettra peut-être à nos transformateurs, aux fabricants de sels, de vermillon, etc., d'obtenir la matière première dans des conditions meilleures et plus régulières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IX.

L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE.

AVANT-PROPOS.

HISTORIQUE[1].

La France a toujours montré dans l'industrie de la construction mécanique, depuis son origine, ses qualités maîtresses : la clarté, l'originalité et la profondeur dans les vues théoriques, l'ingéniosité dans l'application des principes à la réalisation des mécanismes, l'esprit d'invention le plus caractérisé dans toutes les branches de la mécanique appliquée, toujours marqué néanmoins par une vision réaliste des choses, l'ensemble constituant un mélange d'imagination et de raison si particulièrement propre au génie français.

Travaux théoriques.

Depuis deux siècles, les travaux de nos savants ont permis de préciser les lois de la mécanique rationnelle en rattachant toujours les données fournies par le raisonnement à l'observation des faits naturels.

Cinématique. — En cinématique, Descartes, Roberval, le Père Mersenne et Ravignon ont fixé les règles de la composition des mouvements.

Plus tard, Ampère, Chasles, Poncelet, De Saint-Venant ont montré que la cinématique est le préliminaire de l'étude de la mécanique théorique ou appliquée.

Le théorème de Coriolis est indispensable pour l'étude des mouvements relatifs.

Poinsot a analysé de la manière la plus remarquable les mouvements d'un corps solide autour d'un point fixe.

Chasles a découvert le déplacement hélicoïdal instantané et la représentation du mouvement le plus général d'un corps solide à l'aide de surfaces réglées.

Kœnigs a donné une théorie générale des mécanismes.

Enfin Hadamard a exposé magistralement la cinématique des fluides en analysant, plus complètement qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, les discontinuités au contact des surfaces enveloppes.

Ces résultats nouveaux ont encore étendu les théories si originales dues à Hugoniot.

Statique. — Bien que Lagrange ne soit pas né en France, notre pays a le droit de le revendiquer, car sa formation est entièrement française. Lagrange, dans ses équations célèbres, a pu montrer comment le principe du travail virtuel, qui ramène la statique à la géométrie, donne une solution générale de tous les problèmes d'équilibre.

---

[1] Renseignements dus principalement à M. Jean Rey.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La théorie des corps flottants, qui n'est qu'une application de la statique des fluides, bien qu'elle remonte à Archimède, a été considérablement perfectionnée, à notre époque, par Dupin et, plus récemment, par Guyou.

La théorie du navire, fondement de la construction navale, est due au chevalier Renau, de la fin du XVII^e siècle, puis perfectionnée par le Père Fournier, Duhamel du Monceau et Bouguer. A notre époque, Bertin a fixé la théorie du mouvement de la mer et développé ses applications.

Henri Poincaré a étendu magistralement les lois de l'équilibre des corps fluides en montrant comment on pouvait calculer toutes les figures relatives d'une masse liquide homogène en rotation.

Ces vues générales, qui donnent le moyen de calculer la stabilité des figures liquides en mouvement, ont eu une répercussion originale sur les théories astronomiques de la formation des mondes.

Plus récemment, MM. Hamy et Véronnet ont perfectionné la théorie en ce qui concerne les figures hétérogènes.

Mentionnons encore le nom d'un célèbre astronome français, Clairaut, qui a ouvert cette voie au XVIII^e siècle, en calculant l'aplatissement terrestre.

Dynamique. — Après l'Italien Galilée et l'Anglais Newton, le premier grand homme qu'il faut citer est D'Alembert, dont le célèbre théorème a permis de ramener toute la mécanique analytique à une formule unique. Le théorème de D'Alembert a été étendu plus récemment par Appell et d'autres savants français.

Nous ne devons pas passer sous silence l'illustre Lagrange.

En astronomie, Laplace a appliqué, d'une manière de plus en plus précise, à tout le système solaire les théorèmes de la dynamique.

Poincaré a renouvelé, on peut dire, la mécanique céleste, par son étude du problème des trois corps, en généralisant un théorème de Liouville.

Foucault, par ses recherches sur le pendule et le gyroscope, a ouvert une voie entièrement nouvelle. On sait que les appareils gyroscopiques sont de plus en plus employés en mécanique pour une série d'applications extrêmement variées.

Sauvage a conçu le premier l'hélice propulsive dont les applications furent nombreuses.

En aérodynamique, les savants français ont à leur actif les travaux les plus célèbres.

La théorie des tourbillons est due à Cauchy qui, dès 1815, en avait établi les bases.

Les théories mathématiques de l'aéroplane sont dues à Painlevé et ont été développées par Bothezat et de Gramont de Guiche.

Duhem et Hadamard ont publié des travaux remarquables sur la mécanique des fluides.

Hugoniot a étudié, le premier, la propagation des ondes dépassant la vitesse critique.

Enfin on doit à Boussinesq les travaux les plus remarquables sur les équations de l'hydrodynamique et leurs applications aux eaux courantes, aux théories de l'onde solitaire, au mouvement des corps dans un fluide visqueux, au déversoir et, plus récemment, au mouvement des terres dans des terrains sableux, etc. Les expériences capitales de l'ingénieur Bazin ont permis de préciser la théorie dans ses parties les plus difficiles.

Citons enfin le travail de De Saint-Venant sur la vitesse d'écoulement des fluides élastiques qui a été le point de départ des études sur les machines motrices à fluides, telles que les turbines à vapeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résistance des matériaux. — Élasticité. — C'est Navier qui, en 1821, dans un mémoire célèbre, a établi les lois de la mécanique moléculaire développées successivement par Cauchy, Poisson, Lamé, De Saint-Venant, Résal et Boussinesq.

La théorie de la résistance des matériaux est essentiellement française; elle a été perfectionnée par Clapeyron, Bellanger, Bresse, Maurice Lévy. Les cours professés à la Sorbonne par Poincaré résument, d'une manière admirable, les résultats obtenus dans cette science de l'élasticité si importante pour l'art de l'ingénieur.

Enfin nous pouvons rattacher à ces études les travaux sur le frottement, où les noms de Coulomb, de Poncelet doivent être inscrits en première ligne.

L'étude du frottement se rattache, d'ailleurs, aux phénomènes irréversibles si importants dans la théorie physique de la chaleur.

Thermodynamique. — Il est indispensable de relier à la mécanique théorique proprement dite cette branche capitale, la thermodynamique, dont la création est entièrement française.

C'est au génie de Sadi-Carnot qu'est due la découverte, non seulement du théorème qui porte son nom et que l'on désigne d'habitude sous le nom de « second principe de la chaleur », mais également la découverte de l'équivalent mécanique attribuée à l'Allemand Robert Mayer. Les notes manuscrites qui ont servi à la rédaction de son fameux ouvrage « Réflexions sur la puissance motrice du feu », publié en 1824, ne laissent aucun doute à cet égard.

Plus récemment, Henry Le Chatelier a établi un principe qui, moins général que le second principe de la thermodynamique, permet d'indiquer le sens des phénomènes auxquels donne lieu une transformation quelconque.

Le Chatelier a montré que ce principe s'applique tout particulièrement aux phénomènes chimiques.

Citons encore, en thermodynamique, les noms de Regnault pour ses mesures relatives à la vapeur d'eau, de Clapeyron dont le théorème a une importance pratique considérable, et ceux de Moutier et Massieu; enfin de Bertrand, dont les travaux ont donné une précision toute particulière à la dynamique de la chaleur.

Mécanique pratique.

Il paraît utile d'essayer de résumer, au moins à grands traits, la contribution des ingénieurs et savants français à la mécanique appliquée.

Machines motrices à vapeur ou hydraulique. — Dans les locomotives, deux noms dominent tous les autres : Séguin, l'ingénieur lyonnais, qui créa la première locomotive plusieurs années avant Georges Stephenson, et, à notre époque, Mallet qui appliqua, pour la première fois, la détente multiple de la vapeur ou compoundage aux locomotives. N'oublions pas Cugnot qui réalisa, dès 1770, la première automotrice à vapeur.

En ce qui concerne la machine à vapeur elle-même, c'est Denis Papin qui, il y a trois siècles environ, en fit la première application aux navires.

La turbine à vapeur du genre Parsons a été correctement prévue, pour la première fois, en 1853, en France, par Tournaire, ingénieur au Corps des Mines. Plus tard, Rateau créa la première turbine multicellulaire d'action, dans les Ateliers Sautter-Harlé, et les turbines à basse pression et mixtes avec accumulateur de vapeur permettant d'utiliser les vapeurs autrefois perdues

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'atmosphère. C'est à lui que sont dues également les premières formules pratiques pour le calcul des turbo-machines.

En général, les roues à cuillers, premier essai d'une combinaison rationnelle, en dehors des roue planes employées de tout temps, sont dues à Tardy et Piobert, officiers d'artillerie, qui les inventèrent à Toulouse en 1821.

La turbine proprement dite, avec distributeurs et roues cloisonnées, est due à Burdin, ingénieur au Corps des Mines, en 1826.

En 1827, Fourneyron combine la première turbine centrifuge avec vannage, diffuseurs, distributeurs cloisonnés et plusieurs couronnes d'aubages mobiles. Le rendement atteignait déjà 70 p. 100.

En 1839, Fontaine-Baron établit la roue sans réaction, et Jonval, en 1841, la roue à réaction.

La première turbine centripète à injection totale fut installée à la poudrerie du Bouchet en 1845.

Les roues à injection partielle sont dues à Poncelet, en 1826, et à Girard, en 1851.

Enfin, l'étude de la résistance des conduites est due à Prony, Darcy et Bazin, et celle, plus récente, des coups de bélier, à l'Italien Allievi, à Rateau et de Sparre.

On voit que, dans le domaine des machines hydrauliques, presque tout est dû à la France.

Chaudières. — Séguin invente la première chaudière de locomotive. Plus tard, Normand établit la première chaudière tubulaire de marine; Belleville, d'Allest et Niclausse, les chaudières multitubulaires. Les chaudières tubulaires à petits éléments sont dues à Du Temple, Normand et Sigaudy.

L'ingénieur Giffard réalise, en 1860, son célèbre injecteur, le premier exemple d'une machine à jet pour l'élévation de la pression.

Moteurs à gaz. — C'est Lenoir qui a inventé, en 1860, le premier moteur à gaz et Beau de Rochas le cycle à quatre temps. Récemment, Letombe a indiqué l'avantage des moteurs à grande compression. Pour les moteurs à gaz de hauts fourneaux, la théorie en est due à Aimé Witz, et les premiers exemplaires ont été construits en France par Bailly, Matter, Delamare et De Boutteville.

Moteurs à essence. — On peut dire que tous les perfectionnements des moteurs à essence, dont le principe avait été déjà indiqué par Lenoir dans son moteur à gaz, sont dus à Forest qui, en 1890, établit le premier modèle de moteur polycylindrique, le moteur en étoile, et invente le renversement de marche et les soupapes commandées.

Phénomènes des cylindres de machines à vapeur. — Léonce Thomas, en 1838, dans son Cours de l'École Centrale de Lyon, établit tous les phénomènes de condensation et de rosée qui se produisent dans les cylindres des machines à vapeur; il les montrait à ses élèves au moyen d'un cylindre en verre dans lequel se mouvait un piston.

La théorie de ces phénomènes a été donnée, pour la première fois, par Hirn, en 1876. Elle a été développée par l'École Alsacienne. Les Anglais l'ont, plus tard, attribuée à Bryan-Donkin, en 1889.

L'emploi de la surchauffe s'est dégagé immédiatement de ces expériences théoriques. Toutefois, deux précurseurs, De Quille et Moncheuil, l'avaient déjà indiqué dès 1850, pour les locomotives.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pompes et ventilateurs. — En ce qui concerne les compresseurs d'air, c'est en France qu'ont été réalisés les premiers appareils de ce genre, déjà au commencement du XIXe siècle.

Plus tard, le compresseur à choc de Sommeiller permet de commencer le percement du Mont-Cenis.

Les appareils à colonne oscillante ont été décrits, pour la première fois, par le marquis de Caligny, en 1860.

Colladon a inventé son premier compresseur à piston en 1875 (modèle Sautter-Lemonnier).

Citons également, parmi ce genre d'appareils, les machines pneumatiques du chemin de fer atmosphérique de Saint-Germain, en 1840, et les machines d'extraction de Blanchet aux mines d'Épinac.

Sur les mêmes principes furent établies les premières grandes machines soufflantes pour la métallurgie.

Enfin, les moteurs à air raréfié ou à air comprimé, dont le prototype est la locomotive à air comprimé, d'Andraud et Tessié du Motay, exécutée en 1840, se sont développés en France pour toute une série d'applications, et leur théorie a fait l'objet de nombreux travaux de savants français.

Presque tous les perfectionnements apportés aux ventilateurs sont dus à des Français. C'est Combes qui introduisit, dans les ventilateurs à aubes planes, les ailes courbes. Plus tard, Tournaire, Guibal, Ser et Farcot perfectionnèrent considérablement les ventilateurs centrifuges. Enfin, les travaux de Murgue et ceux de Rateau, auxquels sont dus les ventilateurs hélicoïdaux centrifuges, permirent d'atteindre les rendements tout à fait remarquables obtenus dans les installations modernes.

Citons également, parmi les ingénieurs qui ont perfectionné ces appareils, Mortier, puis Lecœur qui a appliqué l'amortisseur à disques, inventé par Fourneyron, aux pompes centrifuges.

Plus récemment, il y a une vingtaine d'années, Rateau imagina les ventilateurs et pompes centrifuges à grande élévation, ainsi que les appareils multicellulaires dont il détermina toutes les conditions de fonctionnement.

Ces appareils sont maintenant fort répandus et ils constituent un des progrès les plus considérables qui aient été réalisés dans la compression des fluides, aussi bien pour l'industrie des mines que pour la métallurgie et, d'une manière générale, pour toutes les industries qui emploient les liquides ou les gaz sous pression.

En terminant, rappelons que le bélier hydraulique, cet outil si remarquable et dont les applications sont innombrables, est dû à un Français, M. de Montgolfier.

Automobiles. — En juillet 1771, Nicolas-Joseph Cugnot fit ses premiers essais à Meudon avec sa fameuse « voiture à feu »; l'invention parut diabolique et l'on ne s'y intéressa que médiocrement.

Le XVIIIe siècle et le début du siècle dernier ne nous apportèrent aucun progrès dans la science de la locomotion automobile. Il y a environ quarante ans, de Dion et Serpollet appliquèrent pour la première fois la vapeur à la propulsion rationnelle d'un véhicule et Amédée Bollée fit son voyage sensationnel Le Mans-Paris, avec une « voiture à vapeur ne faisant aucun bruit, s'arrêtant subitement, allant à droite et à gauche, et tournant sur elle-même avec une merveilleuse précision » [1].

La deuxième voiture construite par Bollée réalisa une vitesse de 35 kilomètres en palier et faisait une moyenne de 25 kilomètres à l'heure; ce fut un succès et les ateliers manceaux construisirent ainsi plusieurs modèles.

---

[1] Compte rendu du *Figaro* du 17 octobre 1875.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, en 1885, un ingénieur allemand, Daimler, prend en France un premier brevet concernant un moteur à gaz et à pétrole; le 27 décembre 1886, un deuxième brevet lui assure le monopole des « véhicules à roues mues par un moteur à gaz ou à pétrole : omnibus sur rails, moteur à un cylindre placé au milieu du véhicule ». Et c'est la maison Panhard-Levassor qui, le 1er novembre 1889, obtint le droit d'exploiter les brevets Daimler, moyennant une redevance de 20 p. 100 par moteur.

Après une série d'essais, en août 1891, les ateliers de l'avenue d'Ivry construisirent une voiture à forme rationnelle.

Armand Peugeot et Serpollet réussirent, de leur côté, un voyage Paris-Lyon.

Mais il y a encore de grands progrès à réaliser : tout le poids des voitures est à l'arrière; le moteur est sous le siège du conducteur, pas de bas-côté à la carrosserie; de plus, une direction rudimentaire amplifiant les cahots de la route et désarticulant les bras les plus solides. Nous sommes loin de l'école moderne!

Une nouvelle maison, celle des Frères Peugeot, s'aiguille vers la nouvelle industrie, et, au concours du *Petit Journal*, entre Paris et Rouen, elle partage le premier prix avec MM. Panhard et Levassor.

En 1895, c'est la course Paris-Bordeaux: le vainqueur, Levassor, réalise cette performance en 48 heures 47 minutes. L'élan était donné à l'industrie automobile : Delahaye se révèle à la course Paris-Marseille; les études de Michelin conduisent au remplacement du caoutchouc plein par le pneu; en 1898, à l'épreuve internationale Paris-Amsterdam, apparaissent les premiers modèles conçus uniquement en vue de la vitesse; la direction à base fait place au volant, le châssis s'allonge et le centre de gravité de la voiture est considérablement abaissé. Au classement de Paris-Amsterdam figurent les marques de Dion, Panhard, Bollée, Peugeot, Mors, Georges Richard, Phébus.

En 1899, Panhard et Levassor gagnent le Tour de France.

Puis, c'est l'Exposition de Paris en 1900 : l'automobile est prise au sérieux; elle ne va plus être uniquement un appareil d'essais : ce sera l'objet de luxe et bientôt l'outil indispensable qui révolutionnera nos méthodes de travail. De nouvelles usines surgissent de terre, c'est l'entrée en ligne de Darracq, de Clément, des Renault, de Rochet-Schneider.

A partir de 1900, on peut considérer que l'automobile est lancée, et dès lors, chaque année, de grandes épreuves, entre autres la coupe Gordon-Benett et les « Salons » viennent intéresser le grand public aux progrès de la construction. Dans les concours, la lutte se circonscrit entre Français et Allemands, et, le plus souvent, nous sortons vainqueurs des grands tournois; ainsi, avant la guerre, l'automobile de luxe et de course est presque une propriété française.

Cycles. — L'invention du cycle est entièrement française.

Le premier vélocipède, qui s'appelait le célérifère, a été imaginé en 1790 par M. de Civrac. En 1818, le baron Drais invente la draisienne, d'abord construite en bois et à laquelle les Anglais substituèrent un modèle en fer. En 1855, le serrurier Michaud inventa, à Paris, le vélocipède. Cet appareil, dont la puissance motrice était due, pour la première fois, à des pédales, se transforma assez rapidement par les perfectionnements apportés aux roues dont les rayons, d'abord directs, furent montés, à partir de 1878, en rayons tangents.

Le Français Renard eut l'idée de donner aux rayons tangents leur forme actuelle beaucoup plus solide et d'un montage rationnel. C'est Truffault qui employa, pour la première fois, des tubes en acier dans la construction du cycle. Le coussinet à billes date de Suriray qui l'inventa en 1869.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la bicyclette dont la caractéristique est la commande par chaîne, elle date de 1884 et il est difficile de dire si c'est une invention française ou anglaise.

Le bandage pneumatique semble avoir été imaginé dès 1845 par Thomson, mais c'est Michelin qui lui donna sa forme actuelle de bandage détachable.

Aéronautique et aviation. — L'aéronautique est une science toute française. C'est à Montgolfier qu'est dû le premier ballon, et les noms de Guyton de Morveau, du physicien Charles et des frères Robert sont restés célèbres.

L'application des ballons à l'art de la guerre rappelle les armées de la 1re République et le siège de Mayence, ainsi que le général Meunier.

Plus tard, citons, parmi les inventeurs qui ont enrichi l'aéronautique, Giffard avec son ballon captif qui renfermait plusieurs dispositifs caractéristiques; puis le colonel Renard, le premier qui ait réalisé avec la « France » un ballon dirigeable.

Le premier avion qui ait quitté terre est dû à Ader, les frères Wright n'ayant fait que suivre la voie indiquée par ce grand précurseur.

Les moteurs à essence légers ont tous été construits en France. Citons celui de Levavasseur, le moteur Antoinette, prototype des machines actuelles, et le moteur Gnôme dû à Séguin, prototype des moteurs rotatifs en étoile. Blériot, Voisin, le capitaine Ferber, Esnault-Pelterie perfectionnèrent à leur tour les formes d'avions et créèrent le monoplan et les multiplans. Garros eut l'idée de faire tirer la mitrailleuse au travers de l'hélice.

C'est en France également que furent inventés les dispositifs qui permettent à l'avion de démarrer et d'atterrir sans danger.

Les premières hélices d'avions furent également calculées en France, et c'est dans notre pays que l'on a créé le matériel de moulinets à vitesse constante (Drzewiecki et Sautter-Harlé) pour la commande des dynamos de télégraphie sans fil.

Rappelons enfin que c'est M. Rateau qui, tout récemment, a inventé le dispositif remarquable qui permet d'alimenter, à de grandes hauteurs, le moteur à essence à l'aide d'air comprimé obtenu par un turbo-compresseur utilisant les gaz d'échappement. Cette invention rend pratiquement la puissance du moteur indépendante de la densité de l'air d'alimentation et, par suite, de l'altitude.

Applications marines des moteurs à pétrole. — Les applications marines des moteurs à pétrole sont dues aux ingénieurs français. La plus considérable est l'application à la propulsion des sous-marins.

Les moteurs à combustion interne, dont le prototype est le moteur réalisé en 1893 par l'Allemand Diesel, ne pouvaient, tels qu'ils étaient conçus par leur inventeur, être employés sur les navires à cause de leur poids considérable et de leur faible vitesse angulaire.

C'est la maison Sautter-Harlé, en France, qui a réalisé, pour la première fois, le moteur à huile lourde de marine, dont la première application fut faite sur l'*Opale*, sous-marin français, dont les essais remontent à l'année 1907.

Depuis lors, ce type de moteur a été non seulement imité et développé en Allemagne, mais également en Suisse et aux États-Unis.

Les moteurs à combustion, à huile lourde, sont employés pour la production de l'électricité dans des groupes électrogènes dont la puissance atteint jusqu'à 1,500 chevaux. On a cherché également à les appliquer à la commande des locomotives.

Les moteurs à essence sont d'un emploi général pour les petites puissances : commande de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dynamos, production de l'électricité, commande de pompes et de ventilateurs centrifuges, pompes à incendie, épuisements de toute nature, commande d'appareils de levage, commande de tracteurs agricoles, etc.

Les moteurs à pétrole lampant sont employés, avec carburateur, pour la propulsion de petites embarcations et de chalutiers.

Le développement de ces machines dépend essentiellement du prix du combustible et, par suite, des droits de douane.

C'est en France qu'ont été réalisées, pour la première fois, la plupart de ces applications, en ce qui concerne notamment les moteurs à essence dont nos usines d'automobiles avaient créé des types d'un fonctionnement sûr et qui ont pu s'appliquer rapidement à d'autres usages.

Industries alimentaires et agricoles. — *Sucrerie.* — Les procédés pour la fabrication du sucre de betterave sont entièrement dus à la France. C'est Napoléon Ier qui encouragea cette industrie que Delessert créa en établissant la première sucrerie.

Ces procédés, très primitifs, furent perfectionnés considérablement par Mathieu de Dombasle qui inventa, en 1830, l'extraction du sucre de la betterave par diffusion.

L'évaporateur à effets multiples est dû à Rillieux qui l'employa, pour la première fois, vers 1830; il fut beaucoup perfectionné par la Maison Cail.

L'épuration des jus sucrés par la carbonatation fut créée, vers 1840, par Rousseau, Périer et Possoz.

On sait que les appareils à effets multiples ont été employés seuls, jusqu'à ces dernières années, où l'évaporateur du système Prache et Bouillon, avec thermo-compresseur, leur a été substitué avec avantage dans un certain nombre d'usines ainsi que pour la cuite en grains de la raffinerie.

Distillerie. — L'appareil à distiller, à effet continu, a été inventé en 1850 par Cellier et Blumenthal.

Le rectificateur discontinu d'alcool est dû à Savalle, qui l'a fait entrer dans la pratique en 1880, et le rectificateur continu d'alcool est dû à Barbet qui l'a breveté vers 1885.

Les procédés imaginés pour la sucrerie et la distillerie ont été sensiblement copiés pour les extraits végétaux de colles et de gélatines. Toutefois, dans ces dernières années, le système Prache et Bouillon a permis de réaliser une économie considérable dans l'évaporation des liqueurs végétales ou salines, et il se répand actuellement, non seulement dans la distillerie, mais dans la fabrication des extraits tannants, dans celle de la glycérine ainsi que dans l'évaporation des liqueurs pour la fabrication des colles et gélatines, enfin dans la concentration du lait.

Ce procédé est basé sur la compression de la vapeur produite par le liquide à évaporer, compression obtenue à l'aide d'un appareil à jet d'un rendement mécanique élevé, appareil qui a permis d'appliquer ainsi un cycle fermé. Le système Prache et Bouillon (le principe du thermo-compresseur est dû à M. J. Rey) constitue, à l'heure actuelle, le perfectionnement le plus important qui ait été apporté aux industries alimentaires et agricoles.

Machines à froid. — Enfin, nous ne devons pas passer sous silence les noms français de ceux qui, par leurs études, sont arrivés à donner à l'industrie du froid le développement qu'elle a pris ces dernières années et que l'avenir lui réserve.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1860, Charles Tellier est parvenu à obtenir mécaniquement du froid sec par l'évaporation d'un gaz liquéfiable; en 1868, il créa la première machine à compression d'ammoniaque sur laquelle est basé tout l'outillage frigorifique actuel.

A la suite de cette découverte, Cailletet et Claude étendirent industriellement la construction des machines frigorifiques.

APERÇU GÉNÉRAL.

Que la construction mécanique soit à la base de tout développement industriel, nul ne saurait en douter. Mais, nous le verrons plus loin, il est extrêmement difficile de chiffrer, même approximativement, l'importance de ses fabrications, Aussi, si nous cherchons à jeter un coup d'œil d'ensemble sur la situation de la construction mécanique en France, nous ne pouvons que résumer les importations et les exportations relatives à ses produits, et encore est-il très nécessaire de bien préciser les articles considérés.

Toutefois, le rapport présenté au Comité estime que la production française devait atteindre 1,200 à 1,500 millions par an [1].

Le tableau suivant et la figure 138 donnent le résumé des importations et exportations de cinq en cinq ans de 1890 à 1910, ainsi qu'en 1913 pour tous les articles depuis 510 à 537 inclus (machines et mécaniques, y compris les pièces détachées) à l'exception des nos 524, 524 *bis*, 533 *sexiès*, 533 *ter*, 536, 536 *bis*, qui regardent la construction électrique.

IMPORTATIONS.			EXPORTATIONS.		
ANNÉES.	TONNAGE en tonnes.	VALEUR en francs.	ANNÉES.	TONNAGE en tonnes.	VALEUR en francs.
1890	43,074	55,804,786	1890	40,669	55,051,673
1895	48,498	60,461,880	1895	30,229	41,408,842
1900	113,807	131,164,252	1900	46,298	58,194,382
1905	101,371	126,720,765	1905	58,560	71,622,165
1910	177,215	227,985,744	1910	75,541	84,871,300
1913	204,800	297,013,780	1913	82,261	106,343,791

On remarque que, de 1890 à 1913, nos importations ont été multipliées par 5 et nos exportations par 2. De plus, la valeur de la tonne a varié comme suit :

ANNÉES.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.
	francs.	francs.
1890	1,276	1,353
1900	1,152	1,257
1913	1,293	1,292

[1] Rateau. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

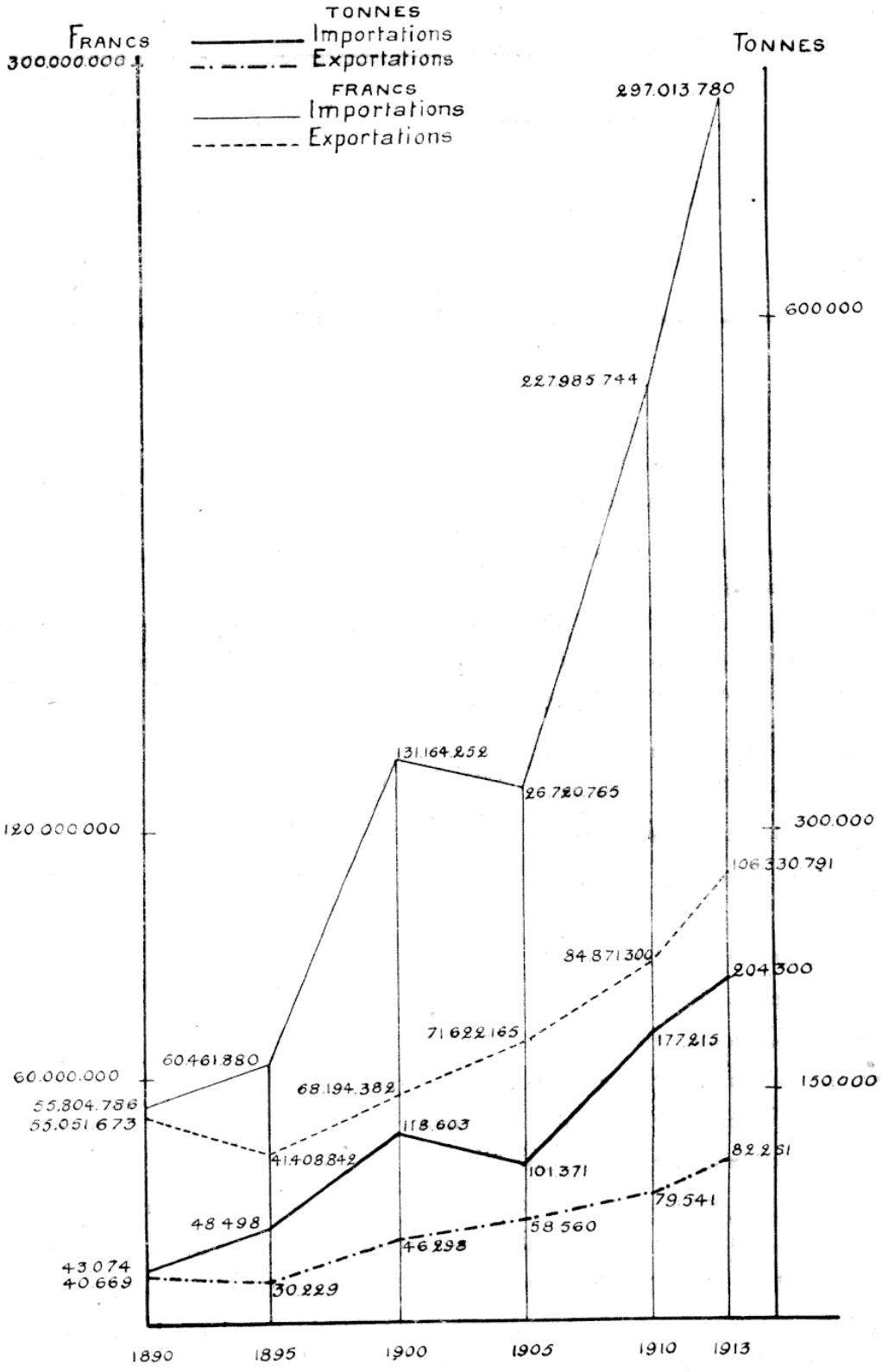


Fig. 138. — Machines et mécaniques. (Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Remarquons aussi immédiatement la part prépondérante de l'Allemagne dans ces importations.

Voici, en effet, pour 1900, 1905 et 1913, la répartition du tonnage des produits importés, pour l'Allemagne, l'Angleterre et les États-Unis :

PAYS.	1900.		1905.		1913.	
	IMPORTATION.	EXPORTATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Allemagne.....	30,027	3,701	34,294	4,304	338,319	5,246
Grande-Bretagne.....	30,274	2,398	24.400	2,558	138,754	2,813
États-Unis.....	26,266	74	40,321	401	147,194	413

Donc, de 1900 à 1913 :

Les importations allemandes ont été multipliées par 10;

Les importations anglaises ont été multipliées par 4;

Les importations des États-Unis ont été multipliées par 5.

D'ores et déjà, on aperçoit, dans l'ensemble de la construction mécanique, une grande insuffisance de notre production.

Il nous a semblé indispensable de pénétrer plus complètement dans la question, et nous nous sommes livrés à une enquête prolongée et minutieuse sur les différentes industries suivantes, dont l'ensemble constitue la construction mécanique proprement dite :

A. Les appareils de force motrice;

B. Les machines-outils et l'outillage;

C. Le matériel des industries textiles;

D. Les machines agricoles;

E. Le cycle;

F. La construction automobile;

G. Le matériel aéronautique;

H. Le matériel de chemins de fer;

I. Le matériel des industries minières et métallurgiques;

J. Le matériel des industries alimentaires (minoterie, brasserie, sucrerie, distillerie);

K. Le matériel des industries chimiques;

L. Les machines diverses (imprimerie, machines à coudre, machines à écrire, etc.);

M. Résumé de la situation des principales constructions mécaniques avant la guerre. — Conclusion au point de vue de l'utilisation des usines de guerre pour l'après-guerre.

Il est bon de noter de suite que d'autres chapitres sont consacrés à des industries très voisines de celles qui nous préoccupent ici, à savoir :

Les constructions électriques;

Les constructions navales;

Les constructions métalliques (y compris les appareils de manutention).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ajoutons que, dans toutes les études que nous avons faites, nous avons été conduits à admettre un très grand développement de la construction mécanique.

« Nous [1] nous croyons fondés à conclure que, pour couvrir seulement les besoins de matériel de mécanique qui apparaîtront après la guerre, il faut envisager une augmentation de la puissance productrice totale de nos ateliers de l'ordre de 50 p. 100 au moins, peut-être 75 p. 100. Voilà le résultat à atteindre pour éviter d'énormes importations de machines.

« Cela peut paraître beaucoup. S'il fallait construire et équiper entièrement les nouveaux ateliers, la dépense de premier établissement serait du même ordre. Mais, heureusement, le formidable outillage installé pendant la guerre pourra, en grande partie, être utilisé. Beaucoup de tours et de machines-outils sont, il est vrai, très usés et hors d'état de servir aux travaux ordinaires des ateliers. Pourtant, même en les laissant de côté, il en restera probablement assez pour les ateliers de petite et de moyenne mécanique. Il n'y aura guère qu'à les compléter par du gros outillage.

« C'est la fabrication de ce gros outillage ou son acquisition à l'étranger, et aussi la reconstruction et la réadaptation des usines qui entraîneront les dépenses principales.

« D'autre part, notre ancien outillage devra être rénové en grande partie, remplacé par les machines les plus modernes,

« Beaucoup d'usines devront être supprimées, déplacées et reconstruites sur un plan plus vaste. A ce prix seulement, nos ateliers seront mis en état de produire bien et à bon compte; et, lorsqu'ils auront été ainsi réadaptés et réorganisés, en suivant autant que faire se pourra les principes directeurs que nous rappellerons dans les chapitres suivants, la productivité, par machine ou par ouvrier, se trouvera tellement accrue que le personnel nécessaire ne sera certainement pas plus nombreux qu'avant la guerre. Il devrait même l'être moins, afin de laisser le plus possible de la main-d'œuvre disponible pour les autres industries et pour l'agriculture.

« Tel est, dans l'ensemble, le but qu'il faut viser et atteindre. La tâche est grande et complexe, mais elle ne dépasse pas les possibilités de nos chefs d'industries, qui sont maintenant préparés par les enseignements de ces années de guerre à voir juste et large. Souhaitons qu'ils l'accomplissent dans le plus court délai après le retour à l'état de paix ».

Nous pensons d'ailleurs que, loin d'être exagérée, l'appréciation du Rapporteur se trouve plutôt au-dessous de la vérité, et que notre construction mécanique doublera au moins sa production.

A. LES APPAREILS DE FORCE MOTRICE.

Les appareils de force motrice intéressent toutes les industries; leur construction n'exige pas un poids extrêmement considérable de matières, mais, par contre, réclame une main-d'œuvre spécialisée et particulièrement habile.

Les constructeurs d'appareils de force motrice se rencontraient, par suite, dans toutes les régions industrielles de la France.

Le Nord groupait de nombreux constructeurs de machines fixes et de chaudières, principalement de grosses chaudières à bouilleurs et semi-tubulaires. Paris et sa banlieue, Lyon, les régions de la Loire, des Vosges, de Nantes, de Marseille sont également des centres importants.

La région de Vierzon s'est toujours spécialisée dans la petite locomobile agricole; enfin, les

---

[1] Rateau. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

producteurs de machines et de chaudières marines étaient groupés, soit à Paris, soit dans les ports maritimes (Le Havre, Nantes, Saint-Nazaire, Bordeaux, Marseille et Toulon).

L'enquête minutieuse à laquelle nous avons procédé ne nous a pas permis de préciser comme nous l'aurions voulu l'importance de cette construction en France, avant la guerre. Les statistiques confondent en effet sous la désignation de « mécaniciens » tous les constructeurs et tous les réparateurs de machines motrices de tous genres, à vapeur, à essence, à gaz et sous le nom de « chaudronniers » tous ceux qui façonnaient la petite ou la grosse tôle, ceux qui font la tuyauterie, etc. De plus, nombreux sont les ateliers de mécanique générale qui, accessoirement, construisent la machine à vapeur et ceux de chaudronnerie qui livrent des chaudières à vapeur.

Nous allons en conséquence diviser ce très important paragraphe de la façon suivante, en respectant, le plus possible, l'ordre suivi par le tarif douanier.

I	1. Machines à vapeur et turbines à vapeur. 2. Moteurs à combustible gazeux ou liquide. 3. Pompes à vapeur. 4. Compresseurs.
II	5. Chaudières à vapeur industrielles (chaudières fixes et chaudières marines).
III	6. Locomobiles.
IV	7. Turbines hydrauliques.

Examinons donc séparément, autant qu'il nous sera possible de le faire, l'état de la construction des machines à vapeur et des turbines à vapeur, des moteurs à combustible gazeux ou liquide, des pompes à vapeur et des compresseurs.

1. Machines à vapeur. — Situation avant-guerre. — a) *Machines à vapeur fixes.* — Cette construction est concurrencée dans les grandes puissances par la turbine et dans les petites puissances par le moteur à gaz ou à essence.

La clientèle, très disséminée, est difficile à atteindre; le constructeur français est ainsi protégé dans une certaine mesure contre la concurrence étrangère.

Par contre, il est assez difficile d'exporter pour le constructeur de machines fixes. Les quelques machines, mentionnées dans nos statistiques comme exportées, étaient en réalité destinées à des sociétés françaises ayant leur siège en France et leurs usines à l'étranger.

b) *Machines à vapeur marines.* — La machine à vapeur marine est fortement concurrencée par la turbine, moins encombrante et plus économique pour les grandes puissances.

Quoi qu'il en soit, d'après les renseignements que nous avons eus, la construction de la machine à vapeur était poursuivie par une dizaine de constructeurs au maximum.

Trois de ces établissements, dont peut-être le plus important, étaient situés dans le Nord; un autre assez grand, qui par l'annexion de l'Alsace-Lorraine va prendre une très grande extension, est situé dans l'Est de la France; il y en a trois autres dans la région parisienne et un de moindre importance dans la région de Lyon.

Pour les machines à vapeur terrestres, on peut d'ailleurs estimer approximativement en 1913 que la valeur de cette production a été légèrement supérieure à 8 millions, représentant environ 75,000 chevaux.

Pour les machines à vapeur marines, on peut estimer que cette construction a été un peu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supérieure à 7 millions, représentant une puissance de plus de 26,000 chevaux. Nous avons d'ailleurs pour les années 1910 à 1913 les chiffres suivants [1] :

ANNÉES.	PUISSANCE.	PRIX.
	chevaux.	francs.
1910	46,870	13,698,500
1911	60,580	17,583,500
1912	48,010	13,798,000
1913	26,240	7,571,800

Situation pendant la guerre. — Pendant la guerre, l'industrie de la machine à vapeur n'a, pour ainsi dire, pas existé.

En 1916, certains industriels, désireux d'augmenter leurs ateliers travaillant pour la guerre, ont passé des commandes aux constructeurs; mais, par suite de la rareté des matières premières, beaucoup de ces industriels ont dû faire appel à l'étranger.

Situation à l'après-guerre. — Pendant les premiers mois après la guerre, les besoins de force motrice seront immenses. Beaucoup de constructeurs, dont le plus important, situés dans les départements du Nord, seront dans l'impossibilité de produire immédiatement; mais on doit compter sur les constructeurs des régions qui n'ont pas été envahies, aidés de ceux situés en Alsace-Lorraine.

Turbines à vapeur. — A l'avant-guerre, la construction de la turbine à vapeur était poursuivie en France par une dizaine de constructeurs qui exploitaient des licences françaises ou étrangères (Laval-Électra, Lyungstrom, Curtis-Zoelly, Rateau, Brown Boweri, Parsons) et qui possédaient eux-mêmes des sous-licenciés pour turbines terrestres ou turbines marines.

La région parisienne groupait 5 de ces constructeurs, tandis que parmi les autres cinq se trouvaient dans l'Est et un autre dans l'Ouest de la France.

Les sous-licenciés pour les installations marines comprenaient principalement d'importants chantiers maritimes.

Installations terrestres. — D'après les renseignements que nous possédons, on peut évaluer la production française pour l'année 1913 à environ 300,000 chevaux-vapeur représentant près de 15,000,000 francs environ; ceci comprenant en prix uniquement la valeur de la turbine et des appareils de condensation (la génératrice étant exclue).

---

[1] Chambre syndicale des Constructeurs de Navires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour cette construction, il est intéressant de fixer en gros le poids moyen annuel des différents produits métallurgiques utilisés :

Fonte (Cylindre sans ailettage, plaque de fonte, bâti du palier terminus, détails)....	1,500 tonnes.
Acier (Arbre sans ailettage, roues à action et à réaction, accouplement, détails divers, etc.).....	1,280 —
Acier coulé (boîtes d'admission).....	50 —
Cuivre.....	1 —
Alliages de cuivre ou aciers spéciaux (ailettage).....	70 —
Métal blanc (coussinets).....	7 —

Pendant la guerre, la construction française, très occupée par l'exécution du matériel de guerre, n'a pu livrer qu'un nombre relativement petit de machines et les différents licenciés de brevets étrangers ont dû, en conséquence, faire appel à l'importation pour satisfaire aux besoins des usines travaillant pour la Défense nationale.

Tel constructeur a dû demander à l'étranger les 3/4 de ses livraisons en turbines, soit 500,000 chevaux d'importation, sur 180,000 chevaux de fabrication française.

Nous n'avons pu malheureusement chiffrer, d'une façon exacte, l'importance de cette fabrication pour cette période.

Installations marines. — On peut estimer, en gros, que de 1902 à 1913 inclus, les constructeurs de turbines marines ont produit plus de 500,000 chevaux représentant une valeur supérieure à 30 millions de francs.

Quoique cette estimation soit des plus délicates, on peut évaluer la construction pour 1913 à plus de 5 millions de francs.

Le tableau suivant donne le résumé de la construction des turbines marines pour les années 1910, 1911 et 1912 [1] :

ANNÉES.	PUISSANCE.	PRIX.
	chevaux.	francs.
1910.....	8,000	2,760,000
1911.....	6,000	2,070,000
1912.....	46,500	16,042,500

Pendant les quatre années de guerre, il faut noter une recrudescence dans la construction des turbines à vapeur, que l'on peut évaluer, pour cette période, à près de 600,000 chevaux, représentant une valeur de près de 70 millions de francs.

Situation à l'après-guerre. — De l'étude à laquelle nous nous sommes livrés, on peut conclure que la construction française des turbines à vapeur est parfaitement capable de satisfaire, pour la période de paix, à tous les besoins du pays.

---

[1] Chambre syndicale des Constructeurs de Navires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, pour ce qui concerne les machines à vapeur et les turbines à vapeur, nous avons vu que la production française en 1913 s'est élevée à environ :

15,000,000 francs pour les machines à vapeur;
20,000,000 — turbines à vapeur terrestres;
3,000,000 — — marines,

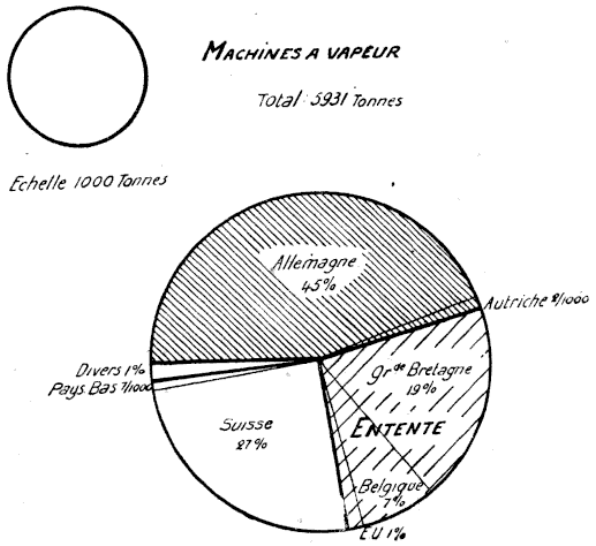


Fig. 139. — Machines à vapeur. (Importations françaises en 1913.)

La fabrication française en 1913 a été, en conséquence, voisine de 40,000,000 francs. Nos importations, en 1913, ont été les suivantes (voir fig. 139) :

Allemagne	2,672 tonnes.
Grande-Bretagne	1,135 —
Suisse	1,510 —
Belgique	421 —
États-Unis	62 —
Pays-Bas	46 —
Autriche	14 —
Divers	71 —
TOTAL	5,931 tonnes.
Valeur	8,904,000 fr.

Nous ne pouvons, d'ailleurs, chiffrer nos exportations, ces dernières étant mélangées avec les exportations de pompes à vapeur et de compresseurs (voir fig. 140 et 141).

Quoi qu'il en soit, nos importations se répartissent entre l'Allemagne (45 p. 100), la Suisse (27 p. 100), l'Angleterre (19 p. 100) et la Belgique (7 p. 100).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

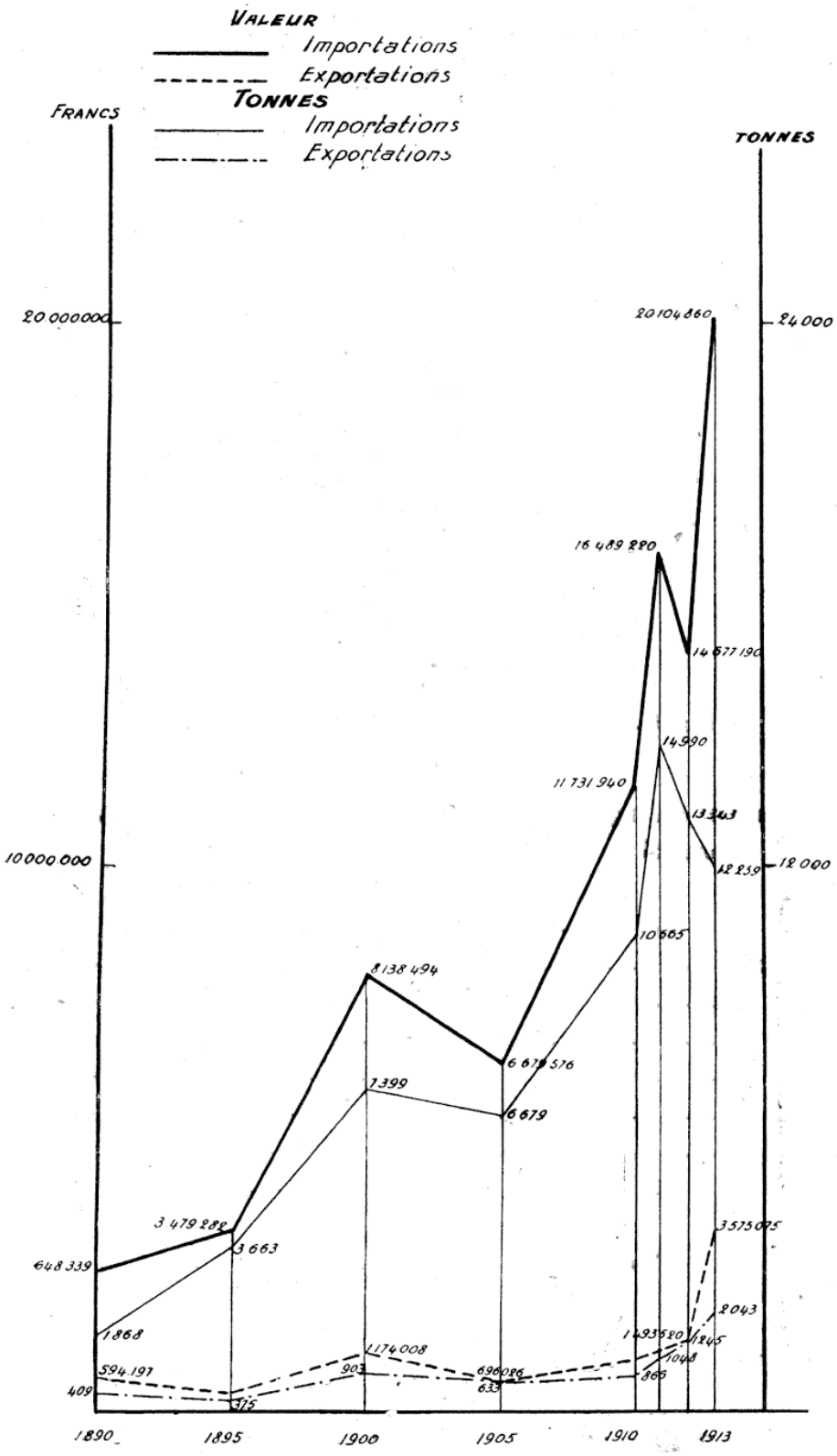


Fig. 140. — Moteurs fixes et de navigation, pompes à vapeur et compresseurs.
(Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons donc, dans cette branche industrielle, un assez gros effort à faire.

Sans pouvoir préciser le chiffre de la fabrication française, pendant la guerre, pour les machines

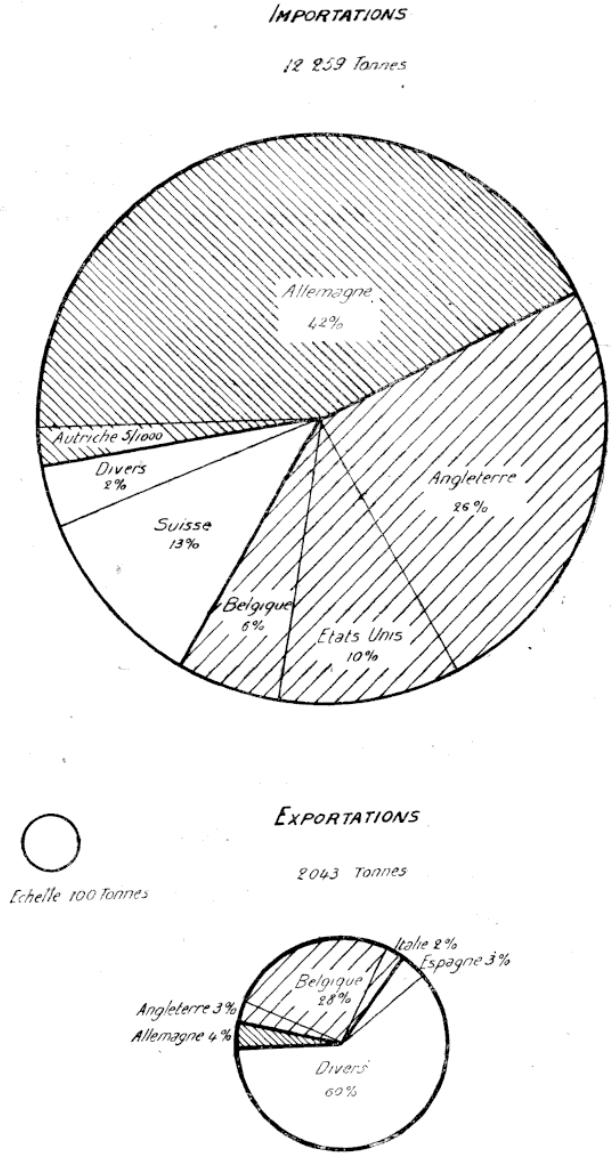


Fig. 141. — Moteurs fixes et de navigation, pompes à vapeur et compresseurs.
(**Importations et exportations françaises en** 1913.)

à vapeur, nous devons indiquer les chiffres d'importation pendant les années 1915, 1916 et 1917.

ANNÉES.	IMPORTATION.	
	QUANTITÉ.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
1915	763	1,580,900
1916	1,680	3,895,000
1917	2,784	5,550,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos importations ont donc été sans cesse en augmentant et l'on peut dire qu'en 1917 elles étaient quatre fois supérieures à ce qu'elles étaient en 1915.

2. Les moteurs à combustibles gazeux ou liquides. — SITUATION À L'AVANT-GUERRE. — La construction de ces moteurs était poursuivie en France par un très grand nombre d'usines. Les moteurs fixes et les moteurs Diesel étaient construits par une douzaine de maisons situées, pour la plupart, à Paris, quoiqu'une des plus importantes se trouvât dans l'Est. Une quarantaine d'autres

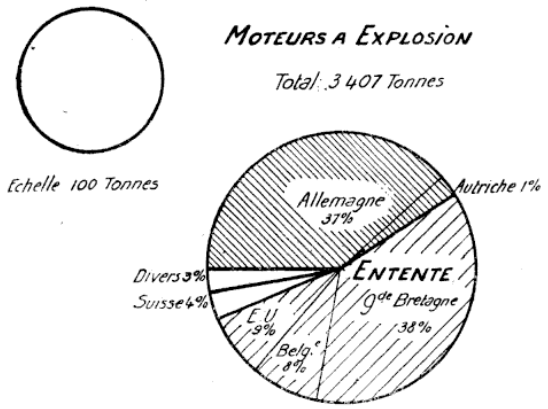


Fig. 142. — Moteurs à explosion. (Importations françaises en 1913.)

constructeurs s'étaient surtout spécialisés dans les moteurs à gaz pauvre, les petits groupes électrogènes et les moteurs agricoles; ces derniers étaient, d'ailleurs, répartis sur tout le territoire.

Cependant, on peut dire que, pour l'année 1913, la situation de nos importations était la suivante (voir fig. 142) :

PAYS.	QUANTITÉ.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Allemagne	1,276	
Grande-Bretagne	1,305	
États-Unis	296	
Belgique	274	Valeur globale : 6,824,730
Suisse	104	
Autriche-Hongrie	56	
Divers	96	
TOTAL	3,407	

Nota. — La Chambre syndicale des Constructeurs de Navires et de Marine marchande fait connaître la production française des moteurs marins, moteurs à combustion, Diesel ou Bolinxer pour les années 1910, 1911, 1912 et 1913 :

ANNÉES.	PRIX.	PUISSANCE.
	francs.	chevaux.
1910	32,000	70
1911	644,000	1,850
1912	64,400	140
1913	52,900	115

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous voyons ici que l'Angleterre et l'Allemagne étaient nos deux gros fournisseurs, l'un pour 38 p. 100, l'autre pour 37 p. 100 du tonnage total de nos importations. Il est à noter, cependant, que les États-Unis importaient en France les 9 p. 100 de notre tonnage d'importation.

Quoi qu'il en soit, cette industrie était, on le voit, fortement concurrencée par les constructeurs anglais et allemands et l'on peut dire qu'en France la vente des moteurs étrangers était bien supérieure à celle des moteurs français.

Situation pendant la guerre. — Pendant la guerre, cette industrie a pris un essor considérable et rendu les plus grands services à la Défense nationale.

Il est assez difficile de préciser d'une manière très exacte le nombre de chevaux-vapeur construits pendant les hostilités, cependant l'on peut dire qu'il dépasse certainement le chiffre énorme de 120,000 H. P., ce nombre ne comprenant ni les moteurs d'aviation, ni les moteurs d'automobile.

En estimant le prix de la construction du cheval-vapeur à 300 francs, on peut dire approximativement que la valeur de cette construction pendant la guerre est élevée à environ 40,000,000 francs.

D'autre part, les statistiques douanières nous donnent la valeur de notre commerce extérieur pendant les hostilités.

ANNÉES.	IMPORTATION.	
	QUANTITÉ.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
1915	452	1,314,000
1916	2,037	5,988,000
1917	3,049	9,943,000

Nous voyons nettement que nos importations ont été sans cesse en augmentant et, en 1917, elles étaient huit fois supérieures à ce qu'elles furent en 1915.

Situation à l'après-guerre. — Le très grand essor qu'a pris pendant la guerre cette construction nous permettra maintenant, sans aucun doute, de satisfaire très largement à la demande intérieure. Nous avons vu qu'avant les hostilités les moteurs étrangers étaient plus nombreux que les moteurs de construction française.

A titre documentaire, il est bon de noter l'effort poursuivi par certaines maisons en vue de la construction du moteur Diesel, qui était, avant guerre, surtout de provenance étrangère.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avant la guerre, alors que la région parisienne groupait trois importants constructeurs de moteurs Diesel, le Centre deux autres, et l'Ouest un chantier maritime fabriquant ces moteurs, nous voyons pendant la guerre, dans la banlieue parisienne, la création d'une société française filiale d'une maison suisse et nous notons trois usines de guerre qui étudient actuellement cette construction et qui permettront à notre pays de satisfaire nos commandes de moteurs Diesel et semi-Diesel [1], voire d'exporter.

3. Pompes à vapeur. — Situation avant la guerre. — Avant la guerre, il existait environ sept constructeurs de pompes à vapeur, dont quatre situés dans la région de Paris et les autres à Rouen, Nantes et Toulon. Il existait en plus un certain nombre de chantiers qui ont fait également de grosses installations de pompes à vapeur.

Quoi qu'il en soit, d'après les renseignements que nous avons eus, on peut estimer pour 1913 la production française à 10,000,000 francs environ.

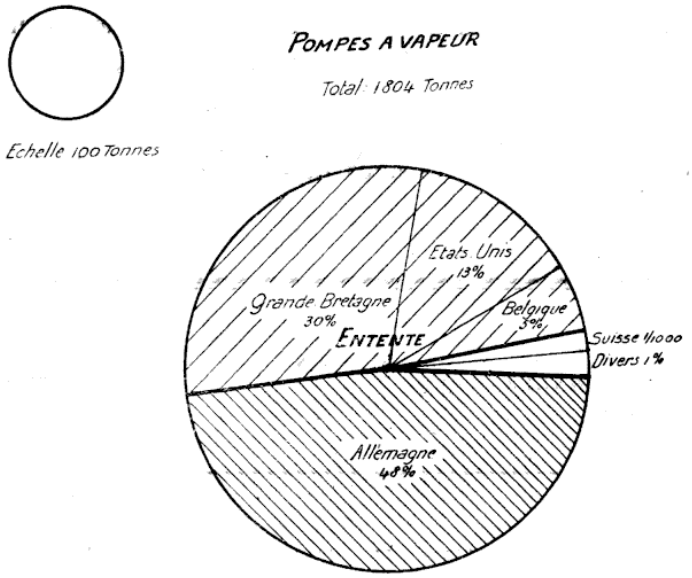


Fig. 143. — Pompes à vapeur. (Importations françaises en 1913.)

Par contre, pour cette année, nos importations se sont élevées à 1,800 tonnes, représentant une valeur de 2,700,000 francs environ et pour lesquelles l'Allemagne entrait pour 48 p. 100, l'Angleterre pour 30 p. 100, les États-Unis nous ayant livré 14 p. 100 de nos importations.

Nous ne pouvons donner le chiffre de nos exportations, les statistiques douanières groupant les machines à vapeur, les pompes à vapeur et les compresseurs.

---

[1] Le moteur Diesel est un moteur à quatre temps et à combustion interne dans lequel un certain volume d'air comprimé à environ 40 atmosphères permet, par l'élévation de température due à la compression, la vaporisation progressive d'un jet de pétrole insufflé dans le cylindre après compression. Le moteur semi-Diesel, au contraire, présente une partie, d'abord chauffée à l'aide d'une lampe, et reçoit un certain volume de pétrole, qui, au contact de la région du cylindre portée à haute température, est vaporisé instantanément, et provoque une explosion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici d'ailleurs la répartition exacte, par pays, de nos importations de 1913 (voir fig. 143) :

IMPORTATIONS.

PAYS	TONNAGE.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Allemagne	880	
Grande-Bretagne	544	
Belgique	91	Valeur globale : 2,706,900
Suisse	1	
États-Unis	258	
Divers	31	

Situation pendant la guerre. — Les premières années de la guerre ont très ralenti la fabrication des pompes, beaucoup de constructeurs ayant été absorbés par des fabrications d'artillerie.

Ce n'est que vers le milieu de 1917 que la marine militaire ayant entrepris la mise en exécution des programmes d'avisos, canonnières, chasseurs de sous-marins et remorqueurs, a provoqué, par des commandes, la remise en construction des pompes à vapeur.

La capacité de la construction française pendant les hostilités ne peut être évaluée; le tableau suivant donne les importations pour les années 1915, 1916 et 1917 :

ANNÉES.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
1915	1,311	1,508,000
1916	2,492	2,866,000
1917	1,377	1,583,000

Il est à remarquer que le maximum de nos importations eut lieu en 1916 et que nos importations de 1917 égalent celles de 1915.

Situation à l'après-guerre. — Certains constructeurs envisagent dans l'ensemble une augmentation de leurs fabrications, les besoins de la marine marchande tout au moins étant appelés à être très importants.

4. Compresseurs d'air et de gaz divers. — Il est ici très délicat, malgré les très nombreuses enquêtes auxquelles nous nous sommes livrés, d'apporter des précisions très nettes sur cette construction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sans pouvoir chiffrer notre fabrication, il est certain que la construction française ne suffisait pas aux nombreuses demandes passées par les aciéries, les usines et tous les ateliers de grosse mécanique.

On peut diviser l'étude des compresseurs de la façon suivante :

1° Compresseurs à pistons;

2° Compresseurs rotatifs ou turbo-compresseurs.

Les premiers étaient surtout construits par les fabricants de pompes, ainsi que par la plupart des grands chantiers et grands ateliers de construction spécialement outillés pour l'exécution des compresseurs de grande puissance.

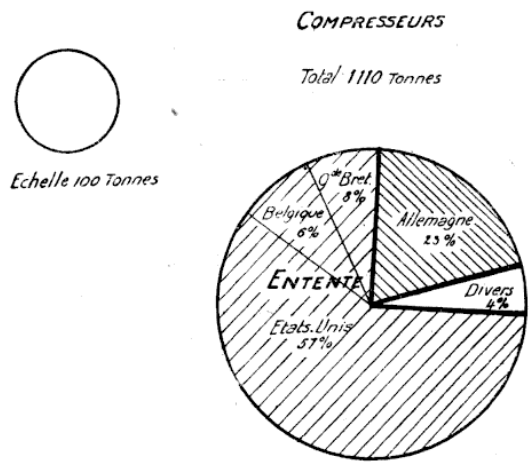


Fig. 144. — Compresseurs. (Importations françaises en 1913.)

Les seconds étaient construits par les fabricants de turbines à vapeur, qui exploitaient une licence française.

Les importations de compresseurs, par pays, pendant l'année 1913 sont d'ailleurs consignées dans le tableau suivant (voir fig. 144) :

IMPORTATIONS.

PAYS.	TONNAGE.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Allemagne	264	
Grande-Bretagne	90	
Belgique	67	Valeur globale : 1,665,750
États-Unis	642	
Divers	47	
TOTAL	1,110	

On voit donc que notre plus gros fournisseur était ici les États-Unis (57 p. 100) après lequel venait immédiatement l'Allemagne pour 23 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant les hostilités la situation française a subi quelques changements; toutefois, le tableau suivant donne les importations de compresseurs pour les années 1915, 1916 et 1917 :

ANNÉES.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
1915	705	1,551,000
1916	1,435	3,157,000
1917	1,695	3,731,000

Ce qui découle nettement de l'aspect de ce tableau, c'est l'augmentation constante des importations de compresseurs pendant ces trois années de guerre; mais quelques constructeurs envisagent ces fabrications et on peut espérer que nous ne serons plus tributaires de l'étranger.

Dans le chapitre de la construction du matériel de mines, nous avons étudié spécialement le compresseur de mines.

5. Les chaudières à vapeur industrielles (chaudières fixes et chaudières marines). — Situation à l'avant-guerre. — Les chaudières à vapeur étudiées ici peuvent se diviser en deux classes :

1° Les chaudières industrielles (les chaudières à basse pression exclues);

2° Les chaudières marines.

La construction des chaudières à vapeur était faite en France par un assez grand nombre de constructeurs dont le capital global pouvait se chiffrer entre 50 et 60 millions. Les constructeurs de chaudières industrielles étaient au nombre d'une douzaine au maximum. Les chaudières marines étaient construites par des chantiers maritimes, quoique deux des constructeurs de chaudières terrestres étaient aussi spécialisés dans la construction de la chaudière marine.

Les usines de construction de chaudières industrielles étaient situées à Paris et dans sa banlieue, à Lille, Nantes, Grenoble, Saint-Étienne, Lyon et dans la région de l'Est.

On évalue la production française des chaudières pour l'année 1913 à un millier de chaudières représentant au minimum 20,000,000 francs pour les chaudières terrestres et 4,000,000 francs pour les chaudières marines.

Les courbes des figures 145, 146 et 147 nous donnent une idée de notre commerce extérieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

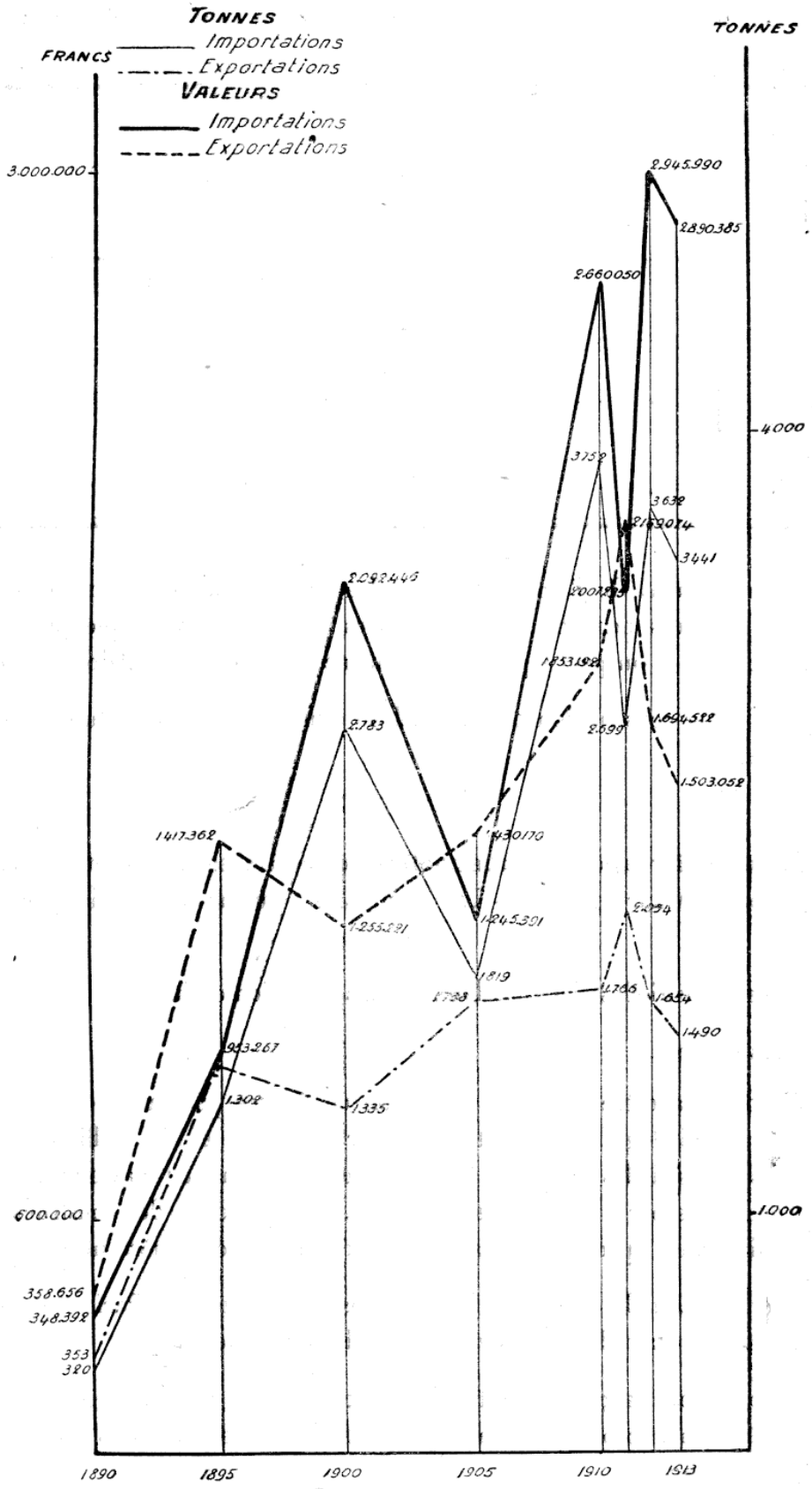


Fig. 145. — Importations et exportations françaises de chaudières à vapeur industrielles de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

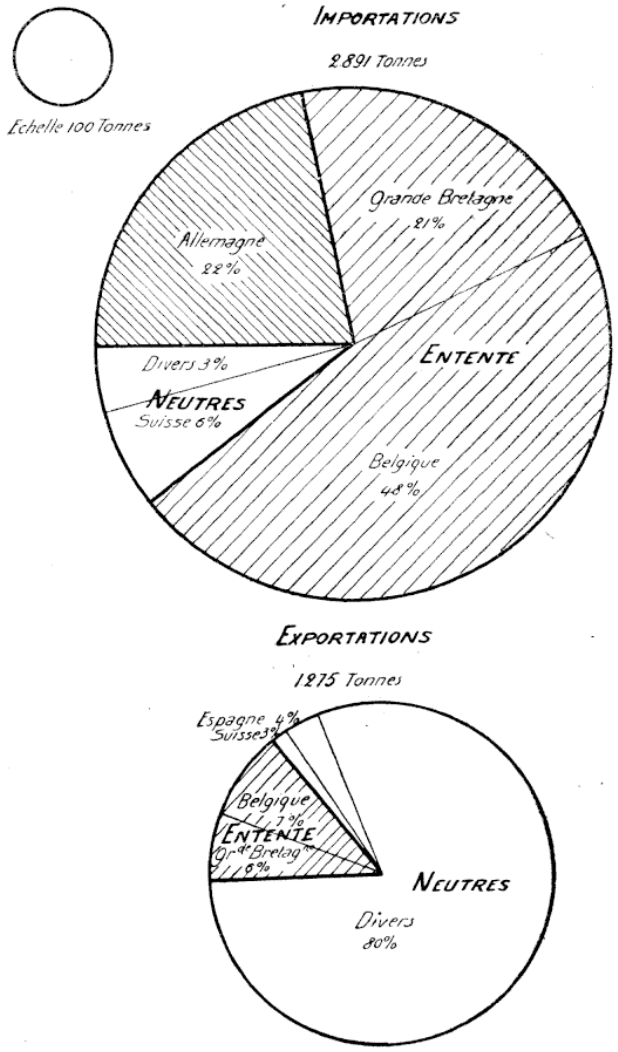


Fig. 146. — Chaudières en tôle de fer ou d'acier. (Importations et exportations françaises en 1913.)

Les détails de l'année 1913 ont été les suivants :

PAYS.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	TONNAGE.	VALEUR.	TONNAGE.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Allemagne	959	"	11	"
Grande-Bretagne	640	"	73	"
Belgique	1,677	"	168	"
Suisse	161	"	"	"
Pays-Bas	75	"	"	"
Colonies et pays de protectorat	"	"	763	"
Russie	"	"	161	"
Divers	29	"	314	"
TOTAL	3,441	2,890,385	1,490	1,503,052

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, les chiffres suivants nous donnent une idée très nette sur la situation de cette industrie avant la guerre :

Production française en 1913, au moins	25,000,000 francs.
Importations	2,900,000 —
Exportations	1,500,000 —

Nos importations ne correspondaient donc qu'à 12 p. 100 de la production; elles venaient surtout de Belgique (40 p. 100), d'Allemagne (20 p. 100) et d'Angleterre (18 p. 100).

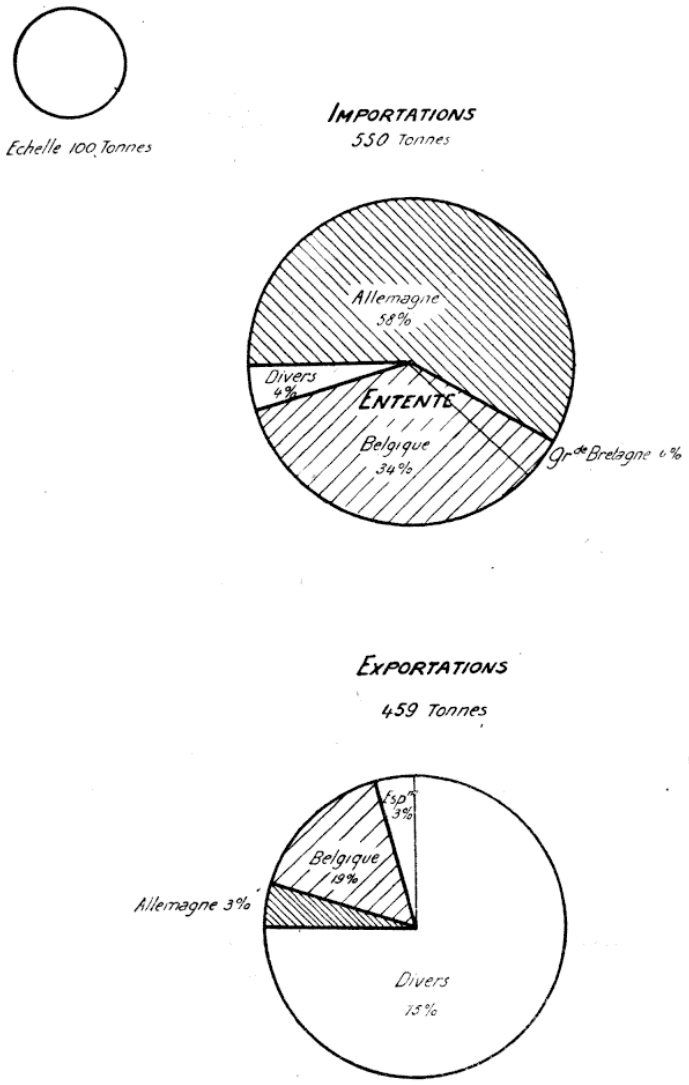


Fig. 147. — Chaudières multitubulaires. (Importations et exportations françaises en 1913.)

Nos exportations s'adressaient surtout à nos colonies ou pays de protectorat pour une valeur de 50 p. 100.

Les marchés étrangers étaient en effet occupés par les Américains et les Anglais, qui nous rendaient extrêmement pénibles nos transactions avec les différents pays.

Quoi qu'il en soit, la différence entre nos importations et nos exportations, soit au maximum 1,400,000 francs, représentait environ 5 p. 100 de notre fabrication.

De cette branche industrielle, on peut donc dire que la construction française satisfaisait à peu près complètement aux besoins de la France et de ses colonies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation pendant la guerre. — Pendant la guerre, plusieurs constructeurs d'avant-guerre virent leur fabrication complètement arrêtée par suite de marchés directs de guerre qu'ils eurent à exécuter. Aussi cette construction se trouva tout entière entre les mains de certains constructeurs et un des plus importants du temps de paix concentra à lui seul les 9/10 de la fabrication.

D'après les renseignements que nous possédons, le nombre des chaudières à vapeur construites fut, pour les quatre années de guerre réunies, à peu près ce qu'il était en 1913, et l'on peut admettre en moyenne et en valeurs les chiffres suivants :

Année 1914	20,000,000 francs.
— 1915	20,000,000 —
— 1916	30,000,000 —
— 1917	45,000,000 —
— 1918	55,000,000 —
Total	170,000,000 francs.

Le capital des constructeurs de chaudières à vapeur qui, avant-guerre, était compris entre 50 et 60 millions s'est trouvé accru et porté à environ 90 millions de francs. Il est bon toutefois de noter que cette augmentation de capital est due non seulement à la construction des chaudières, mais aux marchés de guerre que beaucoup de constructeurs avaient entrepris.

Les statistiques douanières nous donnent d'ailleurs une idée de notre commerce extérieur pendant les années 1915, 1916 et 1917 :

1915.				1916.				1917.			
IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.		IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.		IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
Tonnage.	Valeur.	Tonnage.	Valeur.	Tonnage.	Valeur.	Tonnage.	Valeur.	Tonnage.	Valeur.	Tonnage.	Valeur.
tonnes.	francs.	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
1,269	1,316,000	307	334,000	2,899	3,350,000	238	280,000	3,565	4,234,000	156	177,000

Si nous comparons nos chiffres de construction française d'importations et d'exportations pour les années 1915, 1916, 1917, nous arrivons au tableau suivant :

Année 1915	Production française	20,000,000 francs.
	Importations	1,300,000 —
	Exportations	300,000 —

La différence entre les importations et les exportations est égale environ aux 5/100 de la production française.

Année 1916	Production française	30,000,000 francs.
	Importations	3,000,000 —
	Exportations	300,000 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La différence entre les importations et les exportations est égale environ au 1/10 de la production française.

Année 1917	Production française	45,000,000 francs.
	Importations	4,200.000 —
	Exportations	200,000 —

Nous voyons donc nettement que pendant la guerre nous étions relativement peu tributaires de l'étranger pour les chaudières à vapeur. Ici nos constructeurs ont à peu près satisfait à la demande.

Situation à l'après-guerre. — A l'après-guerre, la reconstitution des régions libérées va demander une très grosse quantité de chaudières à vapeur. La marine marchande va de plus être un intéressant consommateur de chaudières.

Il semble que nous serons en mesure de satisfaire à la consommation intérieure bien qu'elle promette d'être très grande.

Que peut-on souhaiter après la reconstitution des régions envahies ? Nos constructeurs devront essayer, alors que les prix seront égalisés, d'exporter malgré la terrible concurrence qui leur sera faite par l'Amérique et l'Angleterre. Tout au moins ils devront savoir profiter de l'important débouché qui leur sera donné par nos colonies.

Pour terminer cette enquête sur la production française des chaudières à vapeur industrielles, il est bon de signaler la construction à laquelle se livrait exclusivement l'Allemagne [1].

Tandis que l'Angleterre construisait surtout comme grosse chaudière la chaudière « à foyer intérieur », la France construisait la chaudière « semi-tubulaire », et l'Allemagne s'était spécialisée dans la « chaudière à foyers intérieurs ondulés et fonds bombés ». Le foyer ondulé a pour but de ménager la dilatation inévitable des foyers et d'éviter les criques dans les angles que présentent les foyers lisses; il augmente de plus la surface de chauffe. L'Allemagne avait su répandre cette chaudière dans toute l'Europe centrale (Autriche, Italie, Suisse, Russie, etc.) qui l'employait presque exclusivement. En Allemagne, cette construction s'était développée extraordinairement, principalement depuis 1900. Elle était poursuivie par les usines importantes de Thyssen et d'autres grandes usines.

Les foyers intérieurs allemands s'infiltrèrent peu à peu en France, par la Belgique et la Suisse; ils donnèrent d'ailleurs d'excellents résultats.

Il serait en conséquence intéressant de rendre française cette fabrication, exigeant d'ailleurs des capitaux importants.

Signalons d'ailleurs qu'une importante firme située dans le bassin de la Sarre, à Dillingen, procède déjà à la construction de « chaudières à foyer intérieur et fonds bombés ».

Quoique l'exportation porterait plutôt sur les chaudières multitubulaires à éléments démontables, il n'est pas douteux que les débouchés s'ouvriraient tout aussi bien pour les chaudières à foyers intérieurs que pour les chaudières semi-tubulaires à bouilleurs, chacun de ces deux types ayant ses avantages et ses inconvénients.

6. Les locomobiles. — Situation à l'avant-guerre. — La construction des locomobiles était poursuivie en France par un certain nombre de constructeurs. La locomobile de battage était surtout faite du côté de Vierzon par quatre importants constructeurs.

---

[1] M. Compère, ingénieur directeur de l'Association parisienne des Propriétaires d'Appareils à vapeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

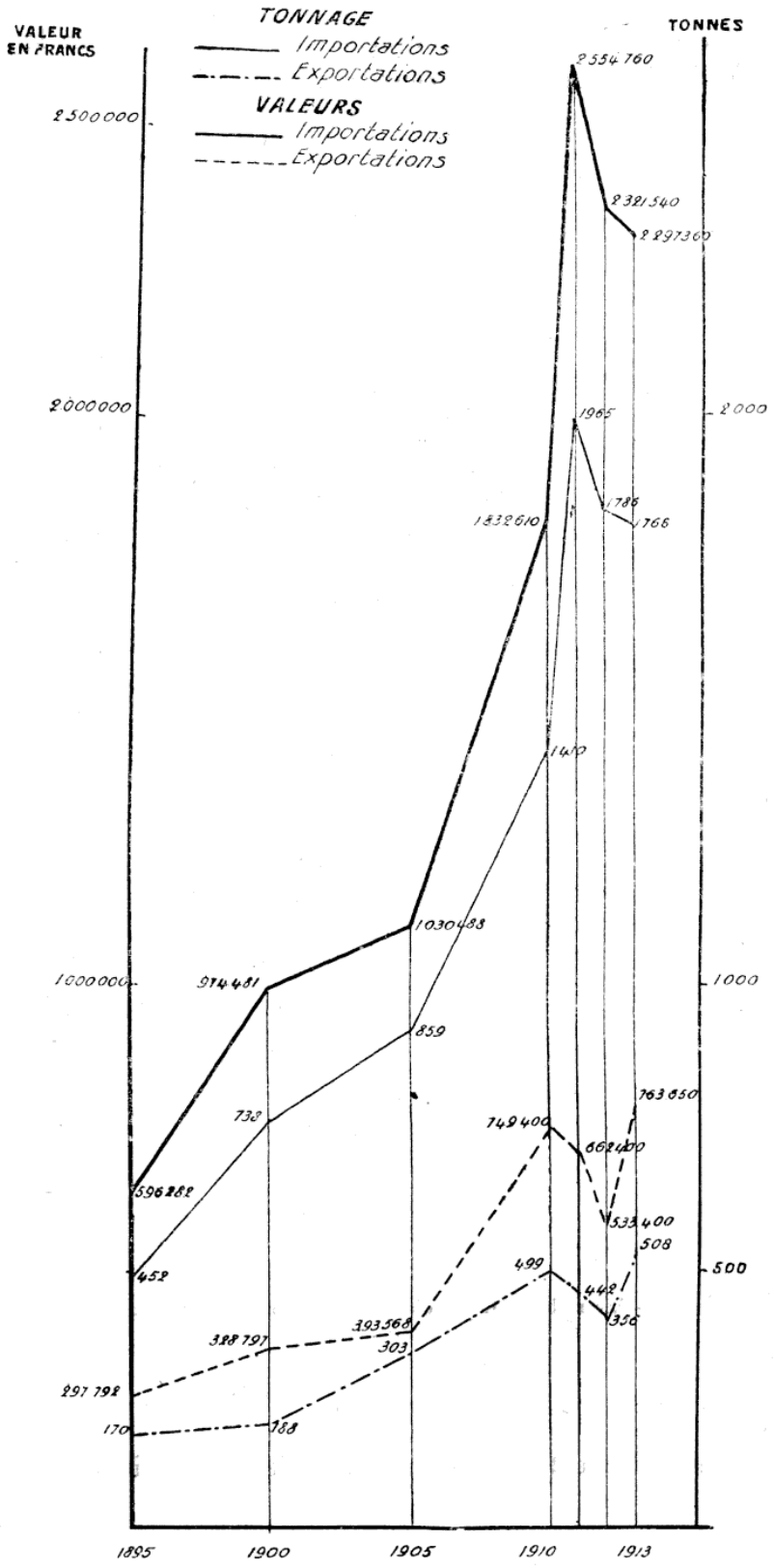


Fig. 148. — Locomobiles. (Importations et exportations françaises de 1895 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut estimer (1) que le capital des constructeurs de locomobiles était avant la guerre de plus de 4,000,000 de francs et que les usines utilisaient près de 800 ouvriers.

En 1913, on peut évaluer la production nationale à environ un millier de locomobiles, dont les deux tiers furent construits dans la région de Vierzon.

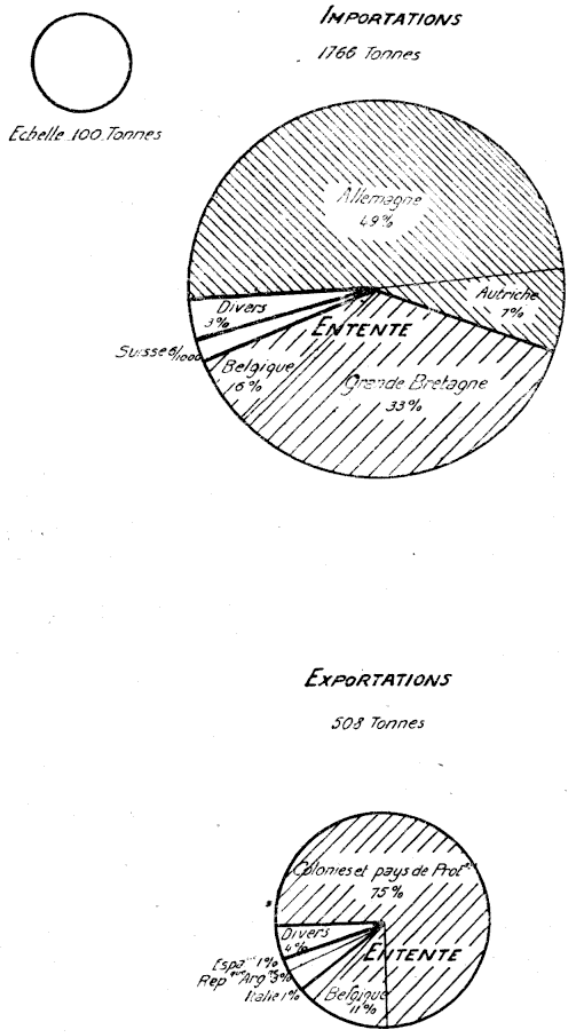


Fig. 149. — Locomobiles. (Importations et exportations françaises en 1913.)

Les fig. 148 et 149 nous donnent d'ailleurs une idée de ce qu'était notre commerce extérieur avant la guerre.

---

(1) Syndicats des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutefois il est bon de préciser par le tableau suivant nos importations et nos exportations en 1913 :

PAYS.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Allemagne	874		//	
Grande-Bretagne	593		5	
Belgique	108		60	
Suisse	10		0,4	
Autriche-Hongrie	125	2,297,360	1	763,650
Espagne	//		10	
Italie	//		19,4	
République Argentine	//		19	
Divers	56		18,7	
Colonies et protectorat	//		374,5	
TOTAUX	1,766	2,297,360	508	763,650

Nos exportations atteignaient péniblement le tiers de nos importations, pour lesquelles nous étions, ici surtout, tributaires de l'Allemagne (49 p. 100); l'Angleterre (33 p. 100), l'Autriche-Hongrie (7 p. 100) et la Belgique (6 p. 100) venaient ensuite par ordre d'importance.

En valeur la différence entre nos importations et nos exportations s'élève à environ 1,500,000 fr.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — Pendant les deux premières années de la guerre la construction de la locomobile a été presque nulle, jusqu'au moment où le Génie militaire a passé des commandes pour les scieries ambulantes du service des bois.

Le tableau suivant nous donne, d'autre part, une idée de notre commerce extérieur pendant les années 1915, 1916 et 1917.

ANNÉES.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
1915	345	690,000	63	146,000
1916	1,154	2,307,000	20	47,000
1917	1,078	2,156,000	69	158,000

Nos importations ont été sans cesse en augmentant et en 1917 elles étaient trois fois supérieures à leur valeur en 1915.

SITUATION À L'APRÈS-GUERRE. — Nous avons vu qu'en 1913 l'Allemagne était à elle seule un aussi important fournisseur que les autres pays réunis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut donc espérer que la construction française prendra de l'extension et remplacera les nombreuses locomobiles allemandes répandues sur notre territoire.

Pour la locomobile agricole particulièrement, les constructeurs spécialisés sont capables d'une importante production utilisable en France, les transmissions de force par l'électricité pour actionner les batteuses n'étant pas encore très répandues.

7. La turbine hydraulique. — Situation de la construction de la turbine hydraulique à l'avant-guerre. — Avant la guerre cette construction était faite en France par une trentaine de constructeurs répartis principalement dans l'Est de la France. Alors que l'on pouvait compter six constructeurs dans la région de Lyon-Grenoble, à peu près autant dans les départements des Vosges et de la Côte-d'Or, cinq environ se trouvaient dans la région des Pyrénées jusqu'à Toulouse. En dehors de ces régions de houille blanche, principaux centres de cette construction, on peut dire qu'une dizaine de constructeurs étaient établis dans les nombreuses régions de houille verte que nous possédons en France.

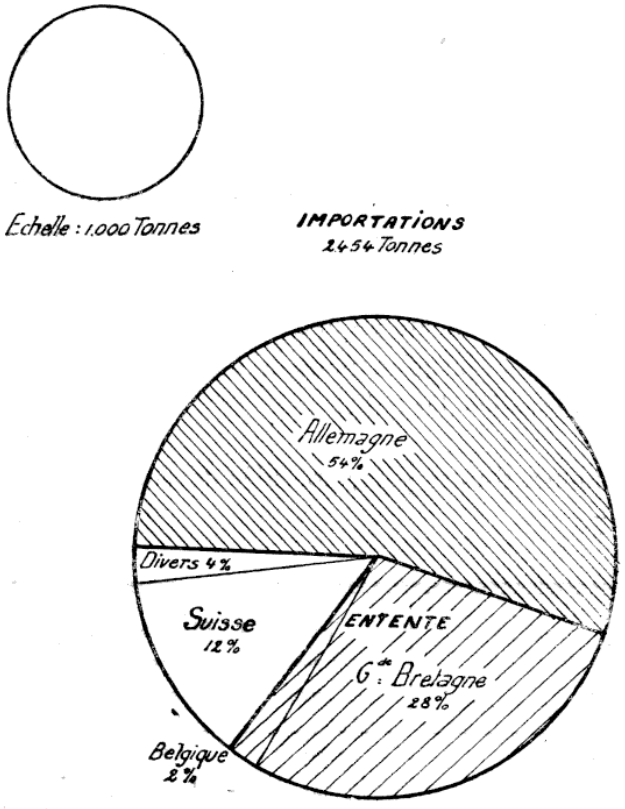


Fig. 150. — Machines hydrauliques. (Importations françaises en 1913.)

D'après les renseignements et les diverses estimations que nous avons eus, nous pouvons dire que la valeur de cette construction, pour l'année 1913, n'était pas très inférieure à 40,000,000 francs.

Nous n'avons pu donner le graphique de nos importations et exportations, les turbines hydrauliques ne figurant explicitement sur nos statistiques douanières que dans ces dernières années.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant, pour l'année 1913, le tableau suivant nous donne une idée de nos importations en turbines hydrauliques (Voir la figure 150).

PAYS.	IMPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Grande-Bretagne	703	
Allemagne	1,343	
Belgique	48	1,963,840
Suisse	312	
Autres pays	49	
TOTAUX	2,454	1,963,840

Sur un tonnage de 2,455 tonnes, l'Allemagne était notre plus important fournisseur (54 p. 100); l'Angleterre et la Suisse venaient ensuite pour 28 p. 100 et 12 p. 100.

Nous n'avons pu donner la valeur de nos exportations en 1913, les turbines ne figurant pas isolément dans le tableau des exportations.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — Pendant la guerre, les différents marchés de guerre que possédaient les constructeurs de turbines hydrauliques ralentirent cette construction, que l'on peut toutefois estimer à plus de 250,000 chevaux.

Nous pouvons d'ailleurs fixer ici nos importations pour les années 1915, 1916 et 1917.

ANNÉES.	IMPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
1915	1,158	1,332,000
1916	2,116	2,433,000
1917	1,499	1,713,000

SITUATION À L'APRÈS-GUERRE. — Différents constructeurs vont augmenter leur production après la guerre; certains ont édifié pendant les hostilités de nouvelles usines dans les pays de houille blanche, d'autres ont apporté des perfectionnements dans leur construction et certains produiront des turbines à grande vitesse.

Dans cette branche industrielle, nous pourrons dire que nos constructeurs, par les progrès qu'ils ont réalisés pendant les hostilités, vont pouvoir satisfaire complètement aux demandes intérieures et nous pouvons espérer que nos exportations seront de plus en plus importantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. LES MACHINES-OUTILS ET L'OUTILLAGE.

SITUATION AVANT LA GUERRE. — Avant d'examiner ce qu'était la construction de la machine-outil avant la guerre, précisons tout d'abord le terme *machine-outil.*

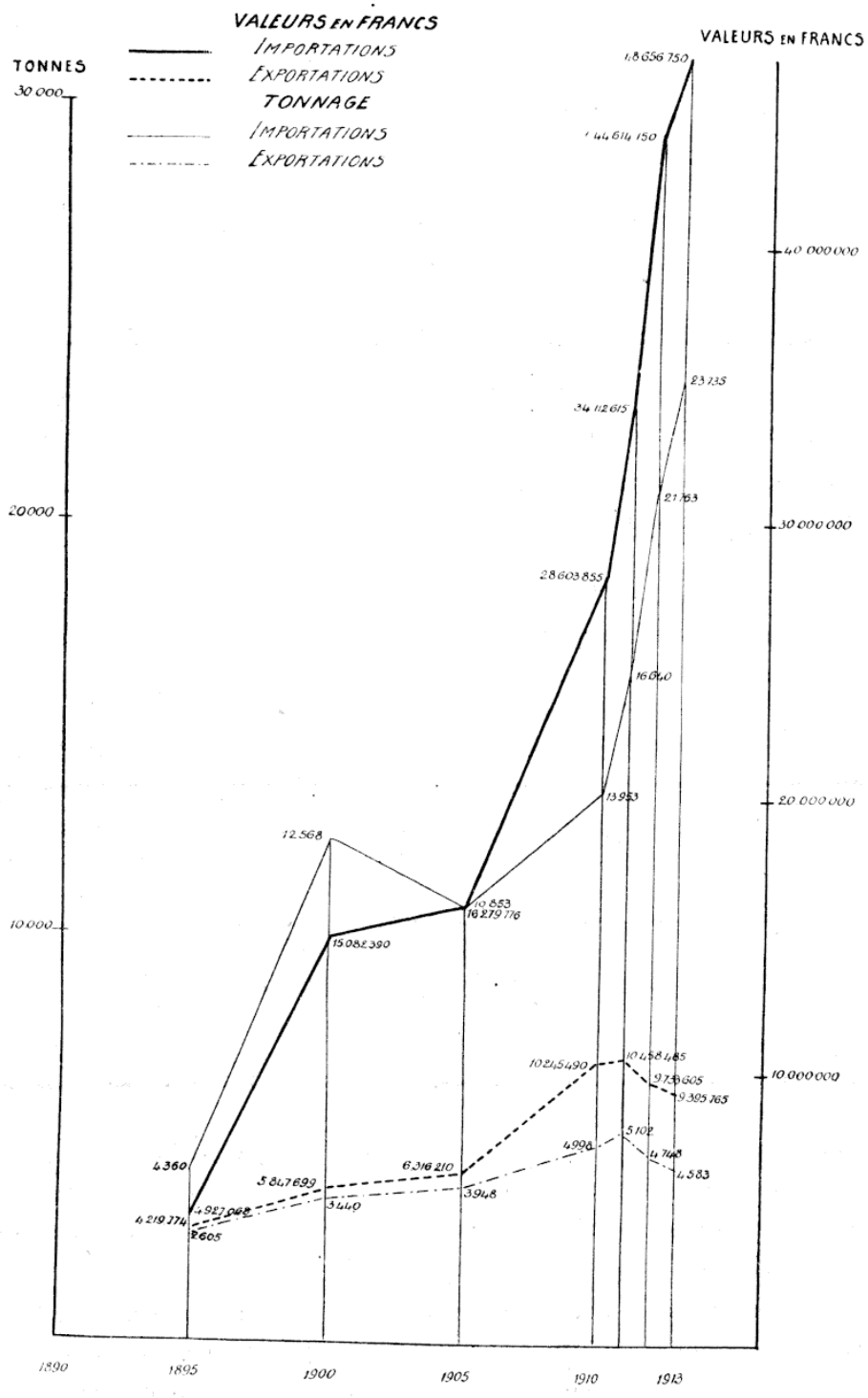


Fig. 151. — Machines-outils. (Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.)

On désigne par machine-outil toute machine travaillant par enlèvement de matière soit le métal, soit le bois, soit même certains autres produits, tel le cuir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut dire que la construction qui nous intéresse dans ce chapitre était poursuivie par une vingtaine de maisons qui employaient au total 3,000 à 3,500 ouvriers.

Elles se trouvaient rassemblées en deux centres : Paris et la région du Nord.

Leur production peut être évaluée à environ 10 millions de francs au maximum.

Nous avons étudié la variation du commerce extérieur de la France. Ce travail se trouve résumé dans les graphiques de la figure 151. On voit nettement que les importations de machines-outils ont été chaque année en augmentant et que la construction française était dans l'impossibilité de répondre aux besoins nationaux.

En 1913, alors que les importations de machines-outils atteignaient une valeur de plus de 48 millions de francs, pour un tonnage de 23,000 tonnes environ, les exportations atteignaient péniblement 9 millions de francs pour un tonnage correspondant de 4,500 tonnes. (Voir fig. 151.)

La production des ateliers français ne dépassant pas 10 millions de francs, nous étions largement tributaires de l'étranger. En valeur, la différence importations-exportations, soit 39 millions de francs, est bien supérieure à la valeur de la production française. Nous avons donc, dans cette branche de l'industrie mécanique, un très gros effort à faire.

Le tableau suivant donne d'ailleurs, d'une façon très nette, la situation du commerce extérieur français pour l'année 1913.

IMPORTATIONS.			EXPORTATIONS.		
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	VALEUR.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.		tonnes.	francs.
Allemagne	11,908	//	Allemagne	284	//
Grande-Bretagne	4,937	//	Grande-Bretagne	326	//
Belgique	2,187	//	Belgique	869	//
Suisse	309	//	Suisse	143	//
États-Unis	4,101	//	Espagne	203	//
Divers	293	//	Italie	202	//
			Brésil	800	//
			République Argentine	345	//
			Divers	1,411	//
TOTAUX	23,735	48,656,500	TOTAUX	4,583	8,395,765

Ces résultats sont représentés dans la figure 152.

Nos importations comportaient de très nombreux types de machines, les principales sont les machines à affûter et à rectifier, les tours automatiques ou semi-automatiques et les machines à tailler les engrenages.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — Le nombre des constructeurs est à peu près le même que celui du temps de paix, de nouvelles maisons ayant remplacé celles des régions qui furent envahies (Maubeuge, Albert), et d'autres usines ayant ajouté à leurs fabrications courantes celle de la machine-outil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre commerce extérieur fut le suivant pour les années 1915, 1916 et 1917 :

IMPORTATIONS.			EXPORTATIONS.		
ANNÉES.	QUANTITÉS.	VALEUR.	ANNÉES.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.		tonnes.	francs.
1915	28,287	173,966,000	1915	903	5,558,000
1916	45,640	280,687,000	1916	1.691	10,405,000
1917	51,163	326,955,000	1917	1,326	8,156,000

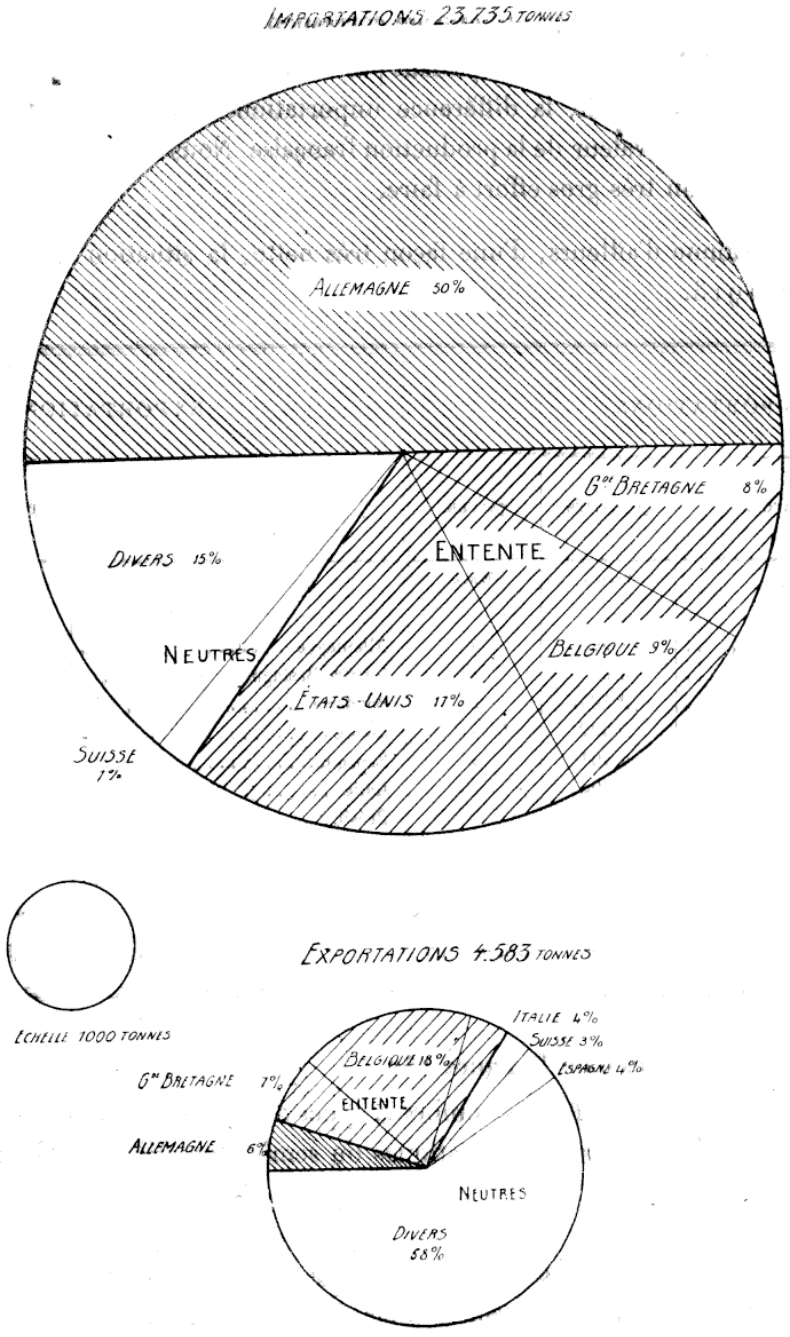


Fig. 152. — Machines-outils. (Importations et exportations françaises en 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'après-guerre. — La construction de la machine-outil étant la base du développement d'industries diverses, il est à souhaiter que notre pays devienne le plus rapidement possible producteur d'au moins la plus grande partie du matériel nécessaire au développement de sa vie économique.

Rappelons d'ailleurs en passant, très brièvement, dans ce chapitre, la conception de la création [1] d'un Office de Dessins industriels, chargé d'étudier les types de machines dont l'emploi doit répondre à un besoin certain.

En effet, beaucoup de machines spéciales nous étaient fournies par l'Allemagne, l'étude et la construction de celles-ci s'imposent donc.

Bien que la liste contienne des machines qui ne rentrent pas dans le présent paragraphe, il semble intéressant, à titre documentaire, d'indiquer les machines dont la fabrication en France est désirable :

Machines pour le mercerisage, le blanchiment, la teinturerie, les apprêts et les impressions;

Machines à affûter et à rectifier;

Machines pour la fabrication d'articles en fil de fer et autres métaux;

Machines pour la fabrication de la bijouterie;

Machines pour la fabrication des chaînes, des boulons, des briques;

Machines à broder;

Machines pour la fabrication des brosses, des pinceaux;

Machines à calculer;

Machines pour la fabrication des cartonnages, du celluloïd;

Machines à faire les clous;

Machines pour fabriques de colle, gélatines;

Machines à comprimer;

Machines à coudre; à coudre la bonneterie, les enveloppes de paille, à couper les tissus;

Machines pour la fabrication des crayons, pour la fabrication d'épingles, la fabrication de feuilles d'étain, le façonnage du papier;

Machines pour la filature, la fonderie de caractères;

Machines pour l'industrie optique;

Machines pour fabriquer la pâte de paille;

Machines pour produits chimiques et produits pharmaceutiques;

Machines à reproduire les dessins; machines à souffler le verre (malaxeurs, broyeurs, etc., sécheuse à vide);

Machines à tricoter, etc.

---

[1] M. L.-Louis Lévy, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La simple lecture de cette liste nous montre l'orientation vers laquelle il serait utile d'engager les constructeurs français.

Petit outillage. — Le paragraphe suivant ne comprend que la fabrication du petit outillage proprement dit :

Tarauds et filières;

Mèches à forets;

Fraises;

Alésoirs;

Calibres;

Petit outillage de traçage et de vérification.

La martellerie et tout le petit outillage de taillanderie seront étudiés avec la quincaillerie.

Situation d'avant-guerre. — Avant la guerre, une trentaine de constructeurs poursuivaient la fabrication du petit outillage; leur production en 1913, calculée sur le prix de vente des usines de production, s'est élevée à environ 5 millions de francs.

La fabrication française, que l'on pouvait estimer en 1913 à environ un quart de la consommation totale, était localisée dans le Nord (principalement à Maubeuge), à Paris, à Saint-Étienne, à Nantes et dans le Doubs (les deux centres les plus importants étant Paris et le Nord).

Notre pays était, ici comme ailleurs, surtout tributaire de l'Allemagne et de l'Amérique, l'action de l'Angleterre, de la Suisse et de la Suède étant déjà moins importante.

Les statistiques douanières ne donnent aucun renseignement précis pour les importations et les exportations du petit outillage, qui rentrait en France, non seulement sous le numéro 537 du tarif douanier, mais sous divers autres numéros. En conséquence, la valeur des importations donnée par les statistiques douanières est beaucoup plus faible que dans la réalité et on peut l'estimer pour l'année 1913 à 15 millions de francs au minimum.

Situation pendant la guerre. — Pendant les hostilités, l'importation du petit outillage a subi une réduction considérable.

D'abord, l'importation allemande, qui était très importante, a été supprimée. D'autre part, les importations anglaises et américaines ont subi un grand ralentissement, surtout dans les premières années de la guerre.

Dans ces conditions, on peut donc dire que l'industrie française a été dans l'obligation de fabriquer la presque totalité du petit outillage dont elle avait besoin. Un développement correspondant s'est donc produit dans cette branche et on peut, sans hésiter, affirmer que la production a dépassé, en 1918, une valeur de 70 à 75 millions.

Il est vrai qu'il y a lieu de tenir compte de l'augmentation des prix, mais la production a, au minimum, quintuplé en quantité. De plus, les fabricants situés dans le nord de la France se sont trouvés en région envahie et, par conséquent, n'ont pu alimenter le marché national; leur production a donc

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dû encore être compensée par les autres industriels français. Aussi, un très grand nombre de fabrications nouvelles ont été entreprises pendant cette période et d'autres, ayant débuté un peu avant la guerre, se sont développées de façon importante.

Les principaux développements ont eu lieu à Paris et dans la région Lyon-Saint-Étienne.

Dans la région parisienne, on peut citer la fabrication des mèches à forets. Une société qui fabriquait environ 4,000 mèches par jour en 1913 a vu sa production atteindre jusqu'à 80,000 mèches par jour dans le courant de cette année.

La fabrication des calibres, qui était presque insignifiante en France avant la guerre, a subi également un développement considérable. Un constructeur, qui occupait une trentaine d'ouvriers en 1913, en emploie actuellement 450.

Situation à l'après-guerre. — On voit que nous serons en mesure de satisfaire la plupart de nos besoins en petit outillage. Ceci est tout à fait intéressant; car, en dehors de la question de l'utilisation de la main-d'œuvre importante que cette industrie emploie, il est pour ainsi dire essentiel qu'un pays produise lui-même la plus grande partie de son outillage.

Outillage. — Situation à l'avant-guerre. — Nous étudierons ici l'outillage proprement dit (outils de forge, de traçage, d'ajustage, de taillanderie, de finissage, outils industriels divers), hormis les petits outils agricoles et le petit outillage déjà étudiés.

Le nombre des fabricants d'outillage en France, dont quelques-uns sont très importants, est très grand. Ils étaient surtout groupés dans certaines régions, situées en général à proximité des usines.

La fabrication de l'outil de taillanderie était localisée dans l'Est; la fabrication des outils de martellerie, de finissage, etc., avait principalement son centre dans la région de la Loire; la Normandie groupait un certain nombre de fabricants d'outillage ainsi que la région parisienne.

Quoi qu'il en soit, on peut estimer à plus de 50 millions de francs la fabrication de l'outillage pour l'année 1913. Si nous y ajoutons la valeur du petit outillage pour cette même année, soit 5 millions de francs, nous pouvons estimer cette fabrication supérieure à 55 millions de francs.

Les diagrammes des fig. 153, 154 et 155 nous donnent d'ailleurs une idée très nette de notre commerce extérieur avant la guerre.

Ils montrent que nos importations et nos exportations d'outillage pendant l'année 1913 sont les suivantes :

DÉSIGNATION.	ANNÉE 1913.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Importations	4,154	3,595,325
Exportations	6,594	6,622,915

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre plus gros fournisseur était l'Allemagne (46 p. 100), puis les États-Unis (18 p. 100) et l'Angleterre (14 p. 100). Nos différents clients étaient très variés, quoique la Belgique (10 p. 100) et l'Espagne (9 p. 100) fussent les plus importants.

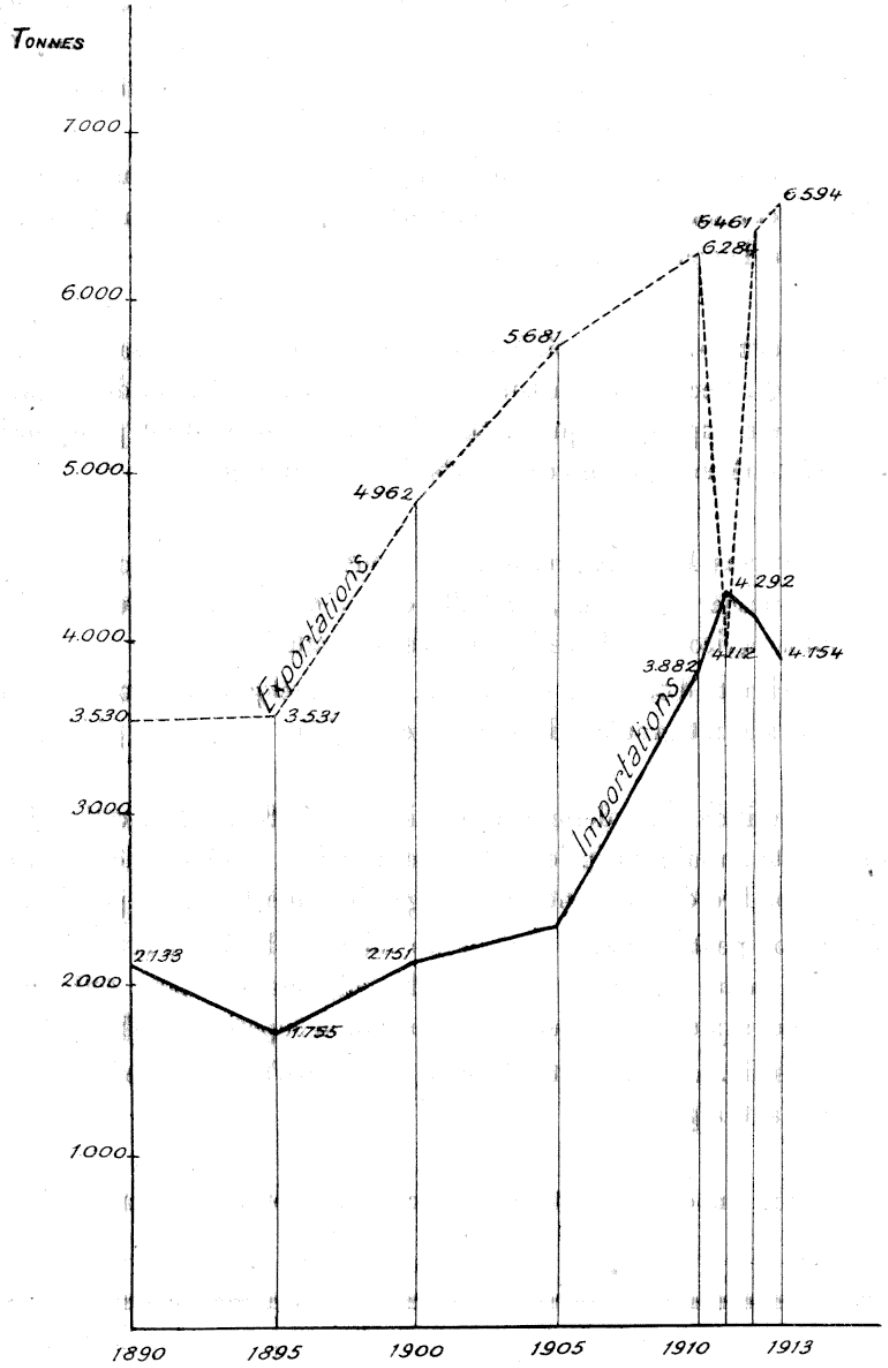


Fig. 153. — Outillage (Tonnage). — Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

En résumé, nous pouvons comparer, pour l'année 1913, à l'estimation de notre production les valeurs de notre commerce extérieur.

	VALEUR.
Production (chiffre estimé)	55,000,000 francs.
Importation	3,525,325 —
Exportation	6,622,000 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation pendant la guerre. — Pendant la guerre, la fabrication de l'outillage a plutôt diminué, différents fabricants ayant été soit complètement arrêtés, soit très ralentis dans leurs fabrications.

De plus, la fabrication de certains outils, tels les outils de tailanderie, a complètement disparu

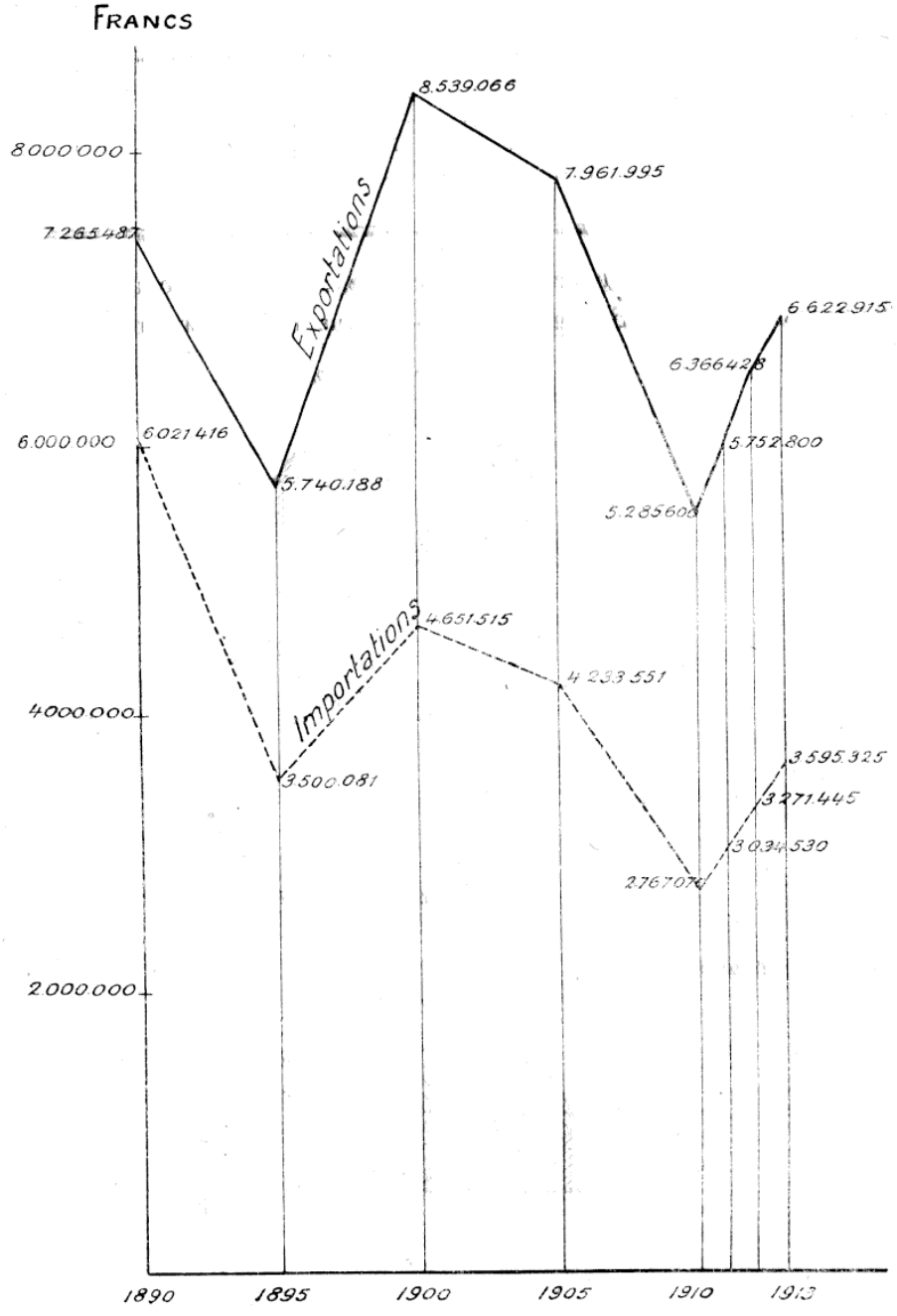


Fig. 154. — Outillage (Valeur). — Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

pendant les hostilités. La fabrication du petit outillage, comme nous l'avons vu, a pris un intéressant essor pendant la guerre ; la fabrication de l'outillage proprement dit a été moins intense pendant les hostilités qu'avant la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quoi qu'il en soit, le tableau ci-dessous nous donne la valeur de nos importations pendant les années 1915, 1916 et 1917 :

DÉSIGNATION.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Importations 1915	3,051	7,713,000
Importations 1916	4,743	16,844,000
Importations 1917	5.778	25,367,000

Nous ne pouvons donner une idée de nos exportations, les statistiques douanières publiées pendant la guerre ne séparant pas ici les outils agricoles (dont nous nous occupons plus loin) des autres

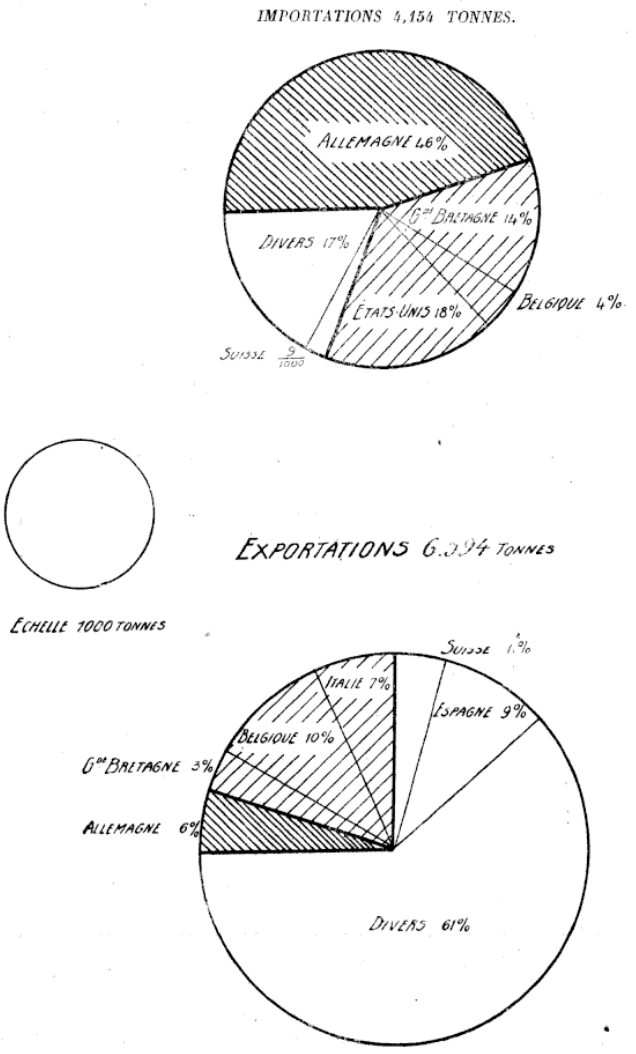


Fig. 155. — Outillage. (Importations et exportations françaises en 1913.)

outils comme elles le font pour les importations. Nous voyons donc que nos importations ont été sans cesse en augmentant pendant la guerre et qu'en 1917 elles étaient, en tonnage, le double de ce qu'elles furent en 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'après-guerre. — Nous avons vu qu'à l'avant-guerre, nous étions exportateurs d'outillage. Nous pouvons reprendre rapidement notre place d'avant-guerre et développer même notre commerce extérieur, grâce aux nouvelles méthodes de travail utilisées pendant la guerre.

C. LE MATÉRIEL DES INDUSTRIES TEXTILES.

Situation à l'avant-guerre. — Les mêmes machines ou des machines analogues pouvant servir au travail du coton, de la laine, de la soie et même du lin, du chanvre et du jute, nous classerons simplement l'étude de la construction de ce matériel dans l'ordre où il se présente pour la préparation du textile :

Machines de cardage avec lavage préparatoire;

Machines de peignage;

Métiers de filage avec leur préparation;

Métiers à tisser.

Cependant, avant d'examiner successivement la construction de chacun de ces matériels, disons ce qu'était la situation dans son ensemble avant la guerre.

Cette construction était divisée entre une vingtaine de maisons, dont près des deux tiers situées dans la région de Roubaix; les autres dans le Nord et l'Est de la France et même dans la région parisienne. Toutefois, nous pouvons estimer que la production française ne fut pas très inférieure, en 1913, à 20 millions de francs.

Les courbes des figures 156 à 159 nous donnent d'ailleurs une idée très nette de notre commerce extérieur en matériel des industries textiles (métiers, cardes et accessoires).

Néanmoins, précisons par le tableau suivant ce que furent nos importations et nos exportations (métiers, cardes et accessoires) pour l'année 1913.

Les figures 158 et 159 nous donnent, pour cette année, la répartition par pays (importations et exportations) de notre commerce extérieur.

	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Allemagne	8,140	//	64	//
Grande-Bretagne	10,197	//	//	//
Belgique	1,159	//	1,373	//
Suisse	1,599	//	//	//
États-Unis	288	//	//	//
Italie	//	//	146	//
Espagne	//	//	69	//
Russie	//	//	28	//
Brésil	//	//	18	//
Mexique	//	//	21	//
Colonies	//	//	38	//
Divers	171	//	125	//
	21,554	22,862,915	1,882	2,539,225

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, nous voyons que si nous évaluons notre production à 20 millions de francs environ, nos importations s'élevaient à 22,600,000 francs et nos exportations à 2,500,000 francs; notre production équivalait, en conséquence, à la moitié de nos besoins.

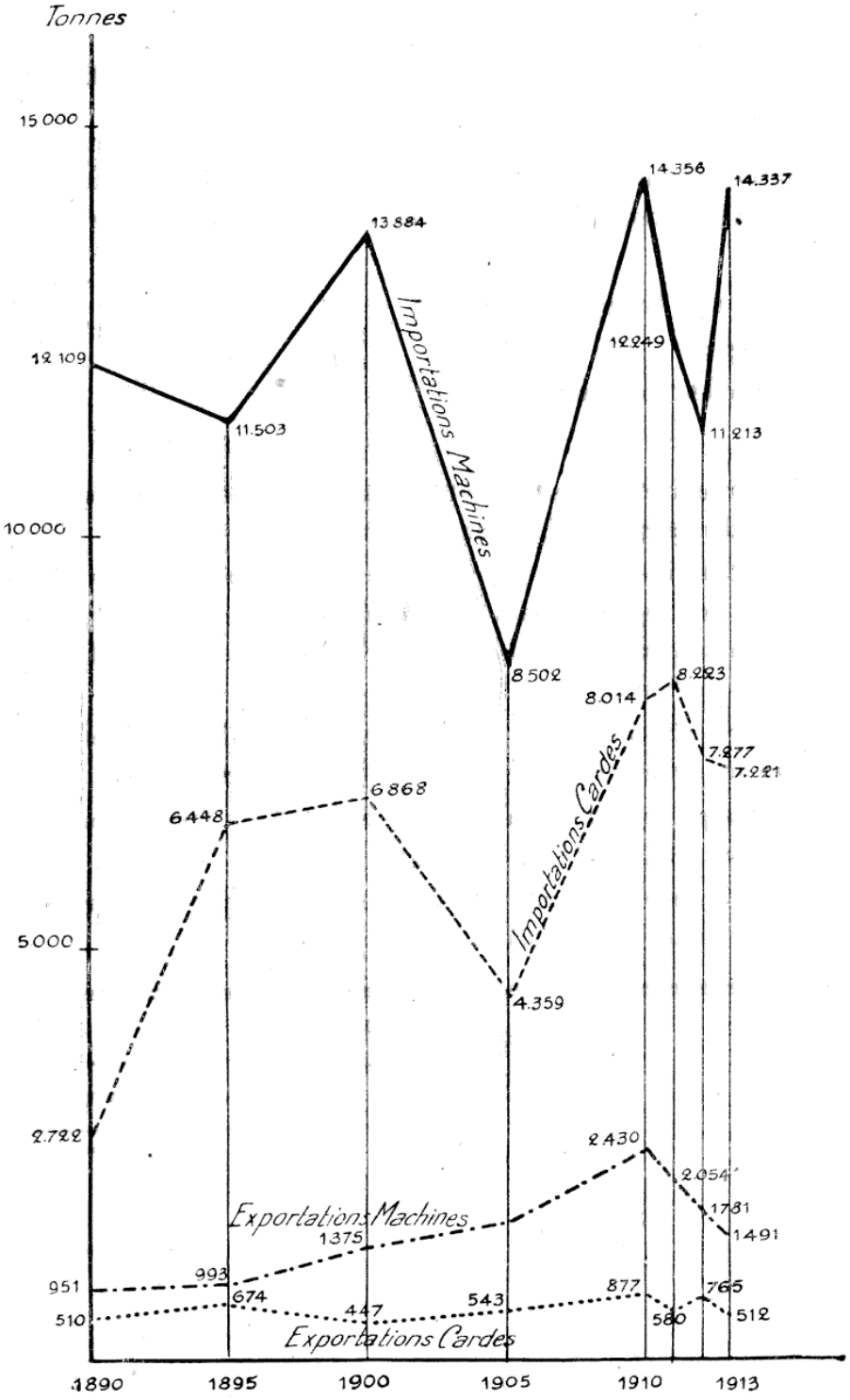


Fig. 156. — Cardes, plaques, rubans de cardes et diverses machines de filatures (tonnage). Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

D'une façon générale, avant 1870, la construction des machines était partagée entre la France et l'Angleterre. Nos constructeurs se trouvant alors dans l'Est, la séparation de l'Alsace nous priva de la plupart de nos fournisseurs nationaux; quelques maisons d'Alsace vinrent alors s'établir chez

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

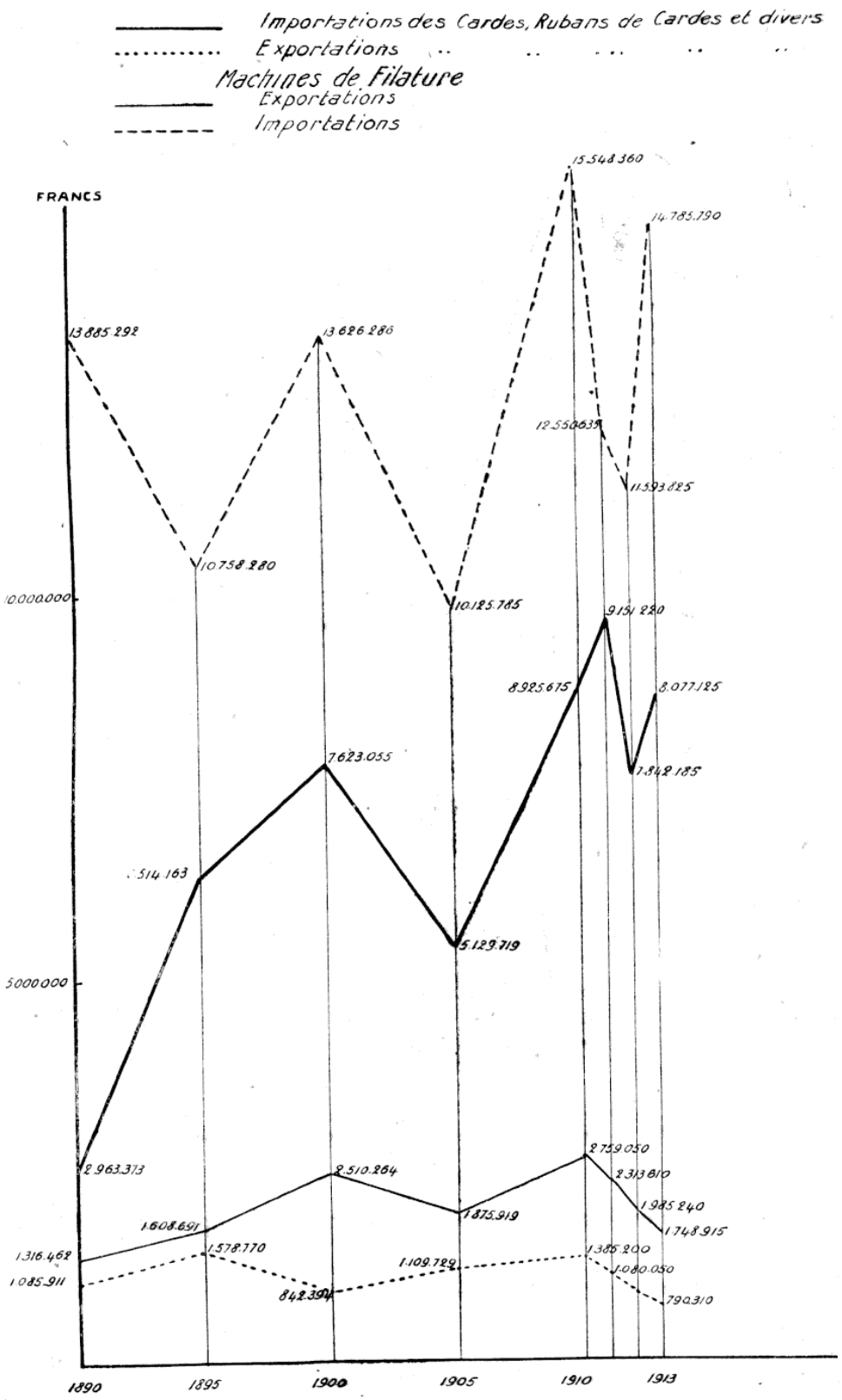


Fig. 157. — Cardes, plaques, rubans de cardes et diverses machines de filatures (valeurs). Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous, à Lure notamment. D'autres se fondèrent à Lille ou à Roubaix, mais se bornèrent au matériel de lavage et au matériel de préparation. La construction des peigneuses et des métiers à filer resta en Angleterre et en Alsace.

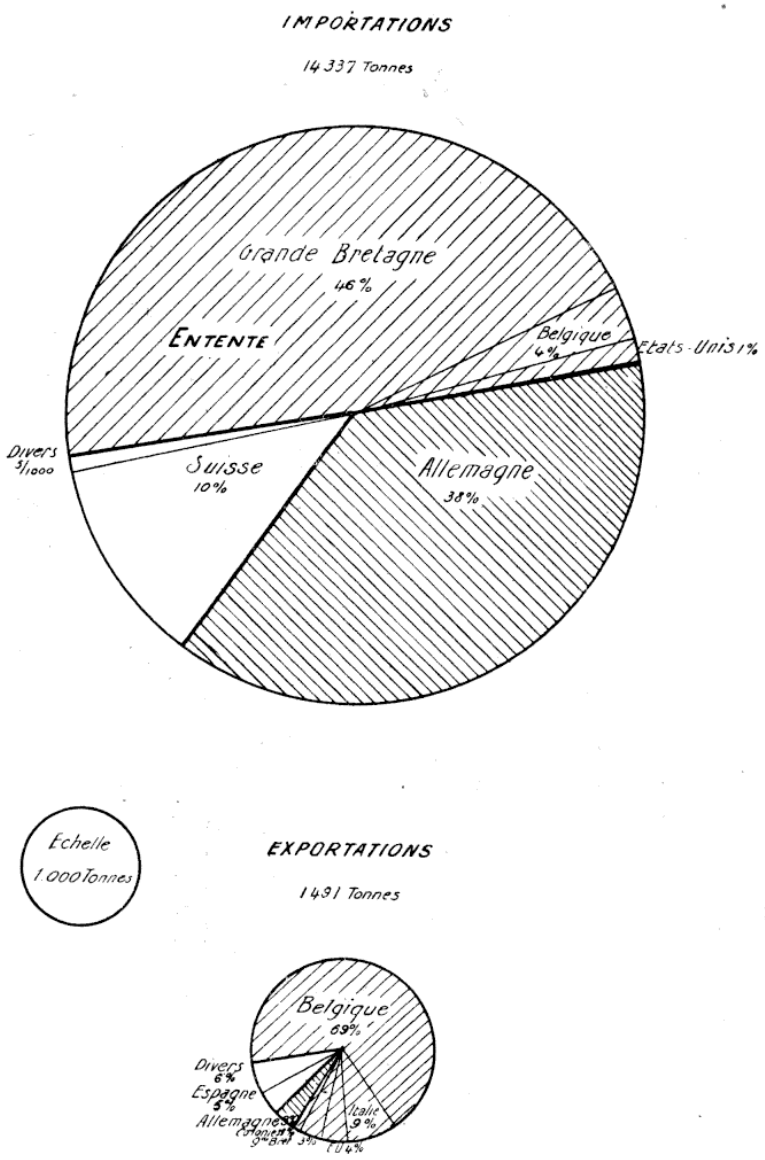


Fig. 158. — Machines à filature. (Importations et exportations en 1913.)

Ceci rappelé, examinons donc successivement chaque matériel important de l'industrie textile :

A. Matériel de préparation. — 1° *Cardes.* — La fabrication des cardes était presque entièrement française.

2° *Peigneuses.* — On peut les diviser en deux catégories :

a) Peigneuses circulaires, dites Lister, ou peigneuses anglaises toutes fabriquées en Angleterre; ces peigneuses, à mouvement continu, ont un grand rendement.

b) Peigneuses françaises ou alsaciennes, d'invention absolument française et perfectionnées par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les Français Meunier, de Fourmies, Schlumberger, de Mulhouse, et Delette, d'Avesnes. Leur production est moins forte que celle des peigneuses anglaises; elles sont surtout employées pour les matières fines.

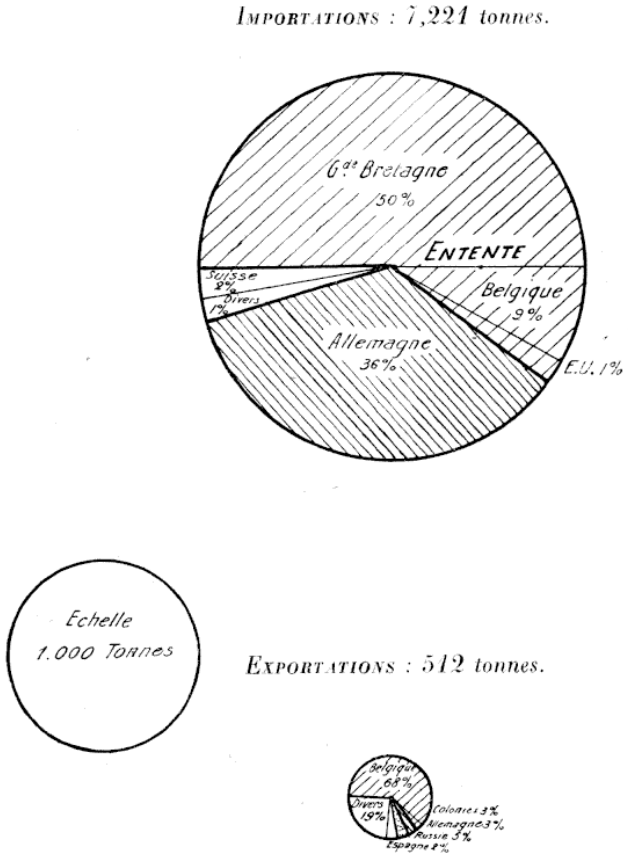


Fig. 159. — Cardes, rubans de cardes et divers.

B. Matériel de filature. — *Métiers à filer.* — Les métiers à filer sont de deux sortes :

1° Métier renvideur;

2° Métier continu.

Le premier, très compliqué, fut inventé, au commencement du XIX^e^ siècle, en Angleterre; le deuxième, plus récent (1830), fut inventé par un Français du Nord, Fostier, qui eut l'idée d'appliquer à un métier un certain nombre de broches fonctionnant comme le fuseau du rouet à ailettes; ce métier est très simple, facile à surveiller et tient peu de place; il peut être conduit par une femme.

En résumé, nous pouvons dire qu'avant la guerre la construction des métiers à filer le coton était surtout anglaise; un important constructeur français, situé dans l'Est, satisfaisait à lui seul le cinquième de la consommation française.

Pour les métiers à filer la laine, nous les prenions presque complètement en Alsace-Lorraine, où trois constructeurs (dont un possédant une succursale en France) suffisaient à notre consommation.

Pour les métiers à filer le lin, nous possédions un seul constructeur dans le Nord, aidé par les maisons anglaises. Nous pouvons aussi estimer que notre seul constructeur français, situé à Lille, satisfaisait environ un cinquième de notre consommation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les métiers à filer la laine et le coton étaient surtout d'origine anglaise (75 p. 100); la France ne produisait que 25 p. 100 de nos besoins.

Les métiers à filer la soie, si employés dans l'Isère, venaient surtout de Lille.

Métiers à tisser. — Le métier à tisser est extrêmement ancien. Il a été perfectionné par le Français Jacquart.

Ces métiers étaient fabriqués en France; cependant nous étions aussi tributaires de l'Angleterre et de l'Allemagne.

N'oublions pas les métiers automatiques (le Northrop par exemple) d'origine américaine.

Enfin, les métiers à bonneterie nous venaient principalement d'Allemagne et un peu d'Angleterre.

Les métiers à broder étaient tous d'origine anglaise.

Situation pendant la guerre. — Nos industries textiles eurent à souffrir de l'invasion par suite de leur situation. Nous donnons toute précision utile dans les chapitres XIII (Laine), XV (Coton) et XVI (Lin).

Les constructeurs d'Alsace ne purent plus rien fournir, si ce n'est les Établissements de Bitschviller qui travaillèrent d'ailleurs sous les obus. Quelques autres usines françaises, situées en région non envahie, purent poursuivre leur fabrication.

Aussi, les constructeurs anglais, ayant quelques disponibilités, purent entretenir notre matériel surmené par une production intensive.

Les Américains, malgré le développement formidable de leurs usines textiles, nous fournirent quelques métiers.

Quelques propositions nous furent faites par l'Espagne dont les moyens de productions étaient très faibles.

Le tableau suivant nous donne, d'ailleurs, le résumé de nos importations pendant les années 1915, 1916 et 1917 :

ANNÉES.	IMPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
1915	3,580	6,931,000
1916	7,262	14,720,000
1917	4,820	10,044,000

Situation à l'après-guerre. — L'industrie textile ayant particulièrement souffert pendant les hostilités, on doit souhaiter la reconstitution rapide des usines de construction de ce matériel.

Cependant, il est heureux de constater qu'un assez grand nombre de constructeurs espèrent sous peu reprendre leur activité; ces derniers, aidés des maisons de Mulhouse, Thann et Bitschviller, vont pouvoir rapidement, avec l'aide des constructeurs anglais, permettre à nos usines textiles la reprise de leurs affaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on admet [1] que la puissance annuelle de production des constructeurs anglais et français ne dépasse pas 1 à 1/2 p. 100 des broches existantes, le nombre total de ces dernières étant de 20 millions, nous aurions annuellement une puissance productive de 250,000 à 300,000 broches.

A ce sujet, il y aurait lieu d'encourager [2] nos constructeurs français et alsaciens à poursuivre la construction des organes les plus délicats (celui des renvideurs et de certains organes de métier à tisser, par exemple), et de confier à certaines usines de guerre la construction de la partie restante du matériel textile, beaucoup moins délicate que le matériel de guerre qui leur était confié.

En résumé, nous possédons en France, comme nous l'avons vu, un certain nombre de constructeurs susceptibles de nous fournir la majeure partie de notre matériel.

A titre documentaire, nous pouvons d'ailleurs citer les spécialités de nos différents constructeurs.

La Société Alsacienne, fondée par Grün, Martinot et Galland, qui, pendant les hostilités, a construit un important atelier au Bourget, est surtout spécialisée dans les machines de préparation, les métiers à filer renvideurs, les métiers continus et les métiers à retordre destinés au travail de la laine. De plus, elle construit les machines de préparation et le matériel de filature employés pour le coton d'Amérique. Elle possède aussi une spécialité de métiers à tisser la toile.

Nous pouvons citer ensuite la Maison Ryo-Catteau, spécialiste des métiers à retordre, des métiers à tisser la laine et des métiers à tisser le coton. De plus, elle construit les machines de préparation pour le tissage de la toile et les machines de finissage pour la laine cardée. Citons d'ailleurs, pour le travail de la laine cardée, la Maison Antoine Thiébeau, de Tourcoing; Forthomme, de Sedan; Alexandre et Antoine, d'Harancourt, et Boistay, de Louviers.

La maison Walker construit les dévidoirs de lin, les machines de préparation et les métiers à tisser la toile; la Maison Vandamme construit le matériel de tissage de coton, les machines de préparation de tissage de la laine et du coton, les machines de préparation de tissage de la toile; les Maisons Olivier, Diédrich de Bourgoin, Grosselin, Gaillard, Verdol, Charvet, Warem, Honoré, Nuyts, Quiévrain, etc., pour le coton et la toile.

Enfin, les Maisons Quilliet, Malahieude, Johnson pour les métiers à tulle, à dentelles, à guipures.

En dehors des constructeurs français anciens bien au courant de ces machines, il y aurait lieu d'encourager les essais des nouvelles maisons, qui se montrent disposées à entreprendre cette construction.

Cependant, à l'exception des métiers renvideurs et cardeurs fins qui sont une spécialité anglaise à laquelle tiennent les industriels, la plupart des machines semblent pouvoir être fabriquées en France et notamment par le Groupement des Constructeurs de la Société « l'Aéronautique ».

Cette Société fabriquerait en France, avec une licence, le métier « Hadgson » qui est très en faveur.

Il y a lieu de tenir compte que beaucoup d'industriels, pour remédier à la pénurie de la main-d'œuvre après la guerre, se proposent d'augmenter le nombre des métiers automatiques. Ces métiers (système Northrop) peuvent être faits en France, à Belfort, par la Société Alsacienne qui en a déjà construit.

De plus, la presque totalité des métiers à tulle et à guipure était fabriquée en Angleterre, à Nottingham.

---

[1] M. Dantzer. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

[2] M. Dantzer. Technique moderne (juin 1918).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Certaines maisons françaises envisagent la construction de ces métiers et leurs références au point de vue mécanique permettent d'espérer qu'elles solutionneront rapidement le problème.

La plus grande partie des métiers à broder se faisait en Suisse dans la Maison Saurer. Actuellement se constitue un consortium pour faire monter en France la construction de ces métiers.

Pour toutes ces machines textiles, un groupement de douze spécialistes du Nord s'est constitué pour construire en France ce matériel. Ce groupement demande que, sur les dommages de guerre, il lui soit alloué des avances et que le concours des constructeurs français lui soit assuré de façon à lui permettre de commencer immédiatement et d'intensifier ses fabrications.

D. LES MACHINES AGRICOLES.

Situation à l'avant-guerre. — Aucune statistique ne permet de fixer l'importance de la construction française. Il résulte cependant d'une enquête faite par la Chambre syndicale des Constructeurs de Machines agricoles [1] que le nombre de machines produites, leur tonnage et leur valeur (pour l'année 1913) peuvent être résumés comme suit :

PRODUCTION DES MACHINES AGRICOLES EN FRANCE EN 1913.

MACHINES.	NOMBRE de MACHINES PRODUITES.	TONNAGE CORRESPONDANT.	VALEUR MARCHANDE.
		tonnes.	francs.
Charrues Brabant	40,000	6,000	7,800,000
Charrues diverses	200,000	10,000	13,000,000
Cultivateurs, herses, râteaux	150,000	21,000	17,850,000
Rouleaux	50,000	18,000	5,940,000
Distributeurs, semoirs	18,000	4,500	4,850,000
Faucheuses	10,000	3,700	3,700,000
Moissonneuses et lieuses	3,000	1,300	1,500,000
Matériel de battage	3,000	14,400	1,800,000
Presses à fourrage	100	//	3,600,000
Moteurs agricoles	2,800	400	4,100,000
	3,200	460	6,600,000
Pompes	40,000	55,400	15,200,000
Instruments d'intérieur de ferme	230,000	15,200	9,000,000
Pressoirs, broyeurs, pulvérisateurs	180,000	10,000	4,850,000
Appareils de laiterie	30,000	2,850	16,200,000
Instruments divers	//	16,200	2,500,000
Instruments de toutes catégories	//	//	//

Elle se répartissait entre 500 constructeurs syndiqués, 2,000 petits constructeurs et 15,000 charrons et maréchaux de village, utilisant environ 20,000 ouvriers d'usine et 15,000 ouvriers maréchaux et charrons [2].

---

[1] Coupan. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

[2] Il est bon d'indiquer que la construction des États-Unis est répartie entre 172 usines, dont 6 forment un trust qui produit à lui seul pour 680,000,000 francs de machines-outils, la production totale s'élevant à 1 milliard environ. (Note Maris-Besnard au Comité consultatif des Arts et Manufactures.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit ainsi qu'avant la déclaration de la guerre la production française en machines agricoles représentait environ 120 millions de francs. Cependant, nous étions largement tributaires de l'étranger, bien que nos exportations fussent assez élevées.

Voici, d'ailleurs, les courbes de nos importations et de nos exportations, avant la guerre, de l'année 1895 à 1913 (voir figures 160 à 162).

Il est très intéressant de fixer les détails pour 1913, afin de bien connaître les pays dont nous étions tributaires et les nations auxquelles nous fournissions du matériel. Voici les chiffres :

IMPORTATIONS.			EXPORTATIONS.		
PAYS.	QUANTITÉS.	VALEUR.	PAYS.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.		tonnes.	francs.
Grande-Bretagne	2,907.7		Russie	1,504.3	
Allemagne	2,946.0		Grande-Bretagne	229.2	
Belgique	1,617.4		Allemagne	675.2	
Suisse	164.0	45,268,850	Belgique	1,817.5	
États-Unis	21,188.3		Suisse	738.2	
Canada	5,180.9		Portugal	112.5	9,616,920
Autres pays étrangers	818.5		Espagne	736.7	
Colonies et protectorats	4.9	6,370	Italie	974	
			Turquie	93	
			République Argentine	98	
			Chili	462.6	
			Autres pays étrangers	389	
			Zones franches	183.8	
			Algérie	3,396.0	
			Tunisie	563.2	5,156.160
			Indo-Chine	222	
			Autres colonies	115.6	
	34,827.7	45,275,220		12,310.8	14,773,080

En résumé, la situation en 1913 est la suivante :

DÉSIGNATION.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Production française	179,000	118,000,000
Importations	34,800	45,000,000
Exportations	12,300	15,000,000 dont 5,000,000 pour nos colonies.

On remarque que les importations allemandes représentent 8 p. 100 des importations totales, celles des États-Unis représentent 60 p. 100 et celles du Canada 15 p. 100. En revanche, nos plus gros clients étaient la Belgique (15 p. 100) et la Russie (12 p. 100).

En valeur, la différence des importations et des exportations égale 30,000,000 francs, c'est-à-dire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

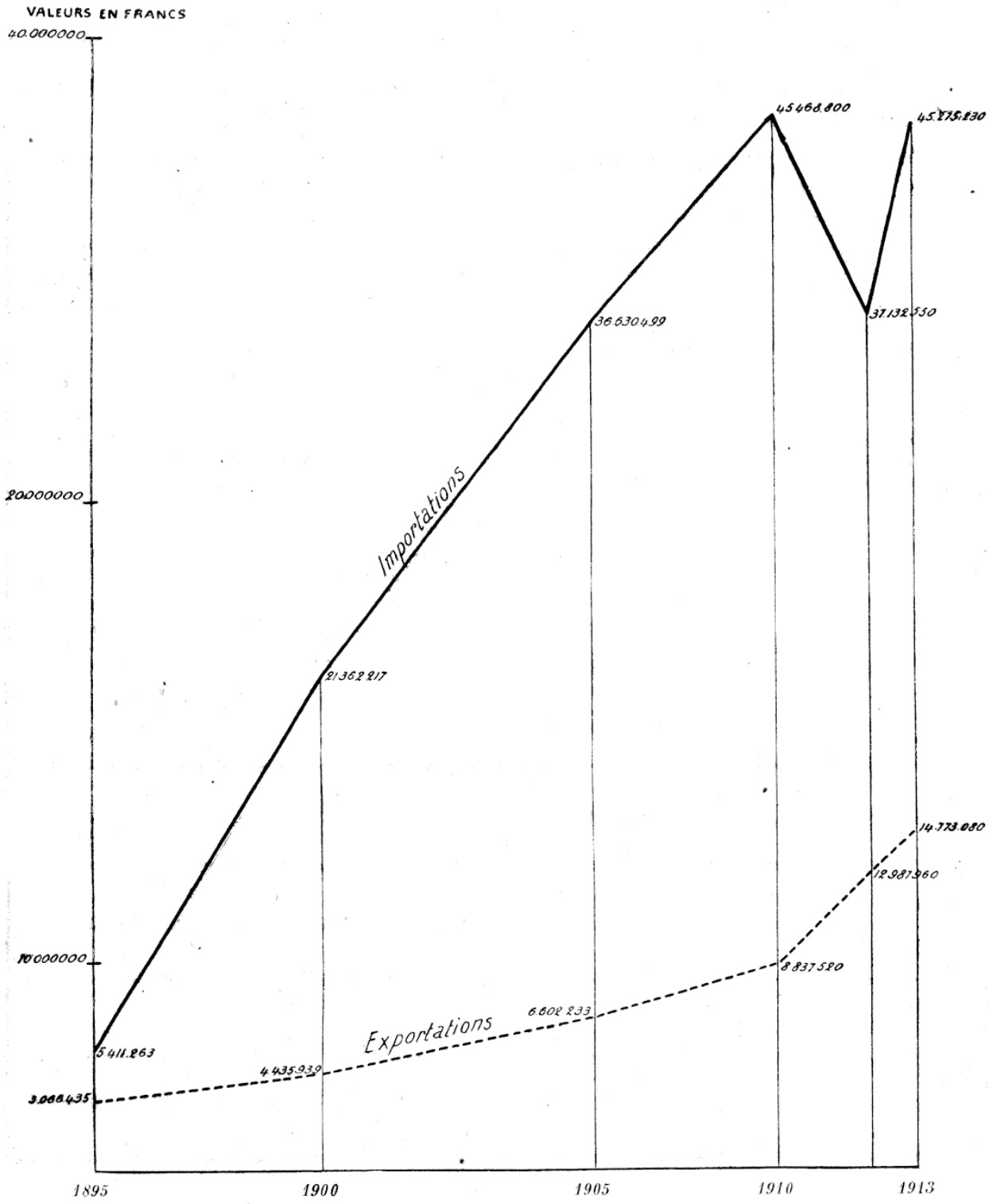


Fig. 160. — Machines agricoles. Importations et exportations françaises de 1890 à 1915 (valeurs).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

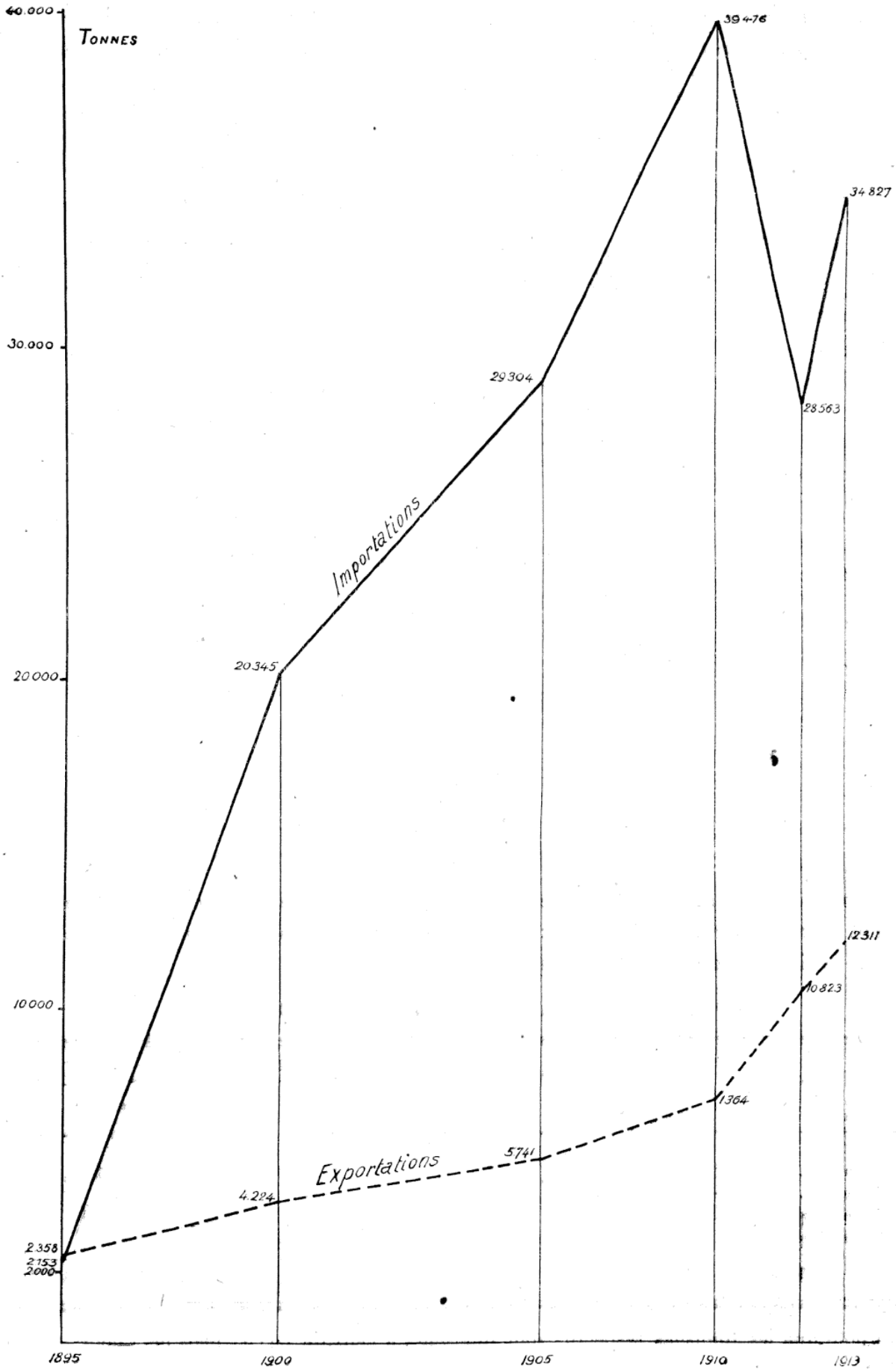


Fig. 161. — Machines agricoles. Importations et exportations françaises de 1895 à 1913 (tonnage).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le quart de la production française. Nous avons donc, de ce côté, un champ d'activité très important. Les importations ont trait surtout au matériel destiné à la récolte des fourrages et des céréales.

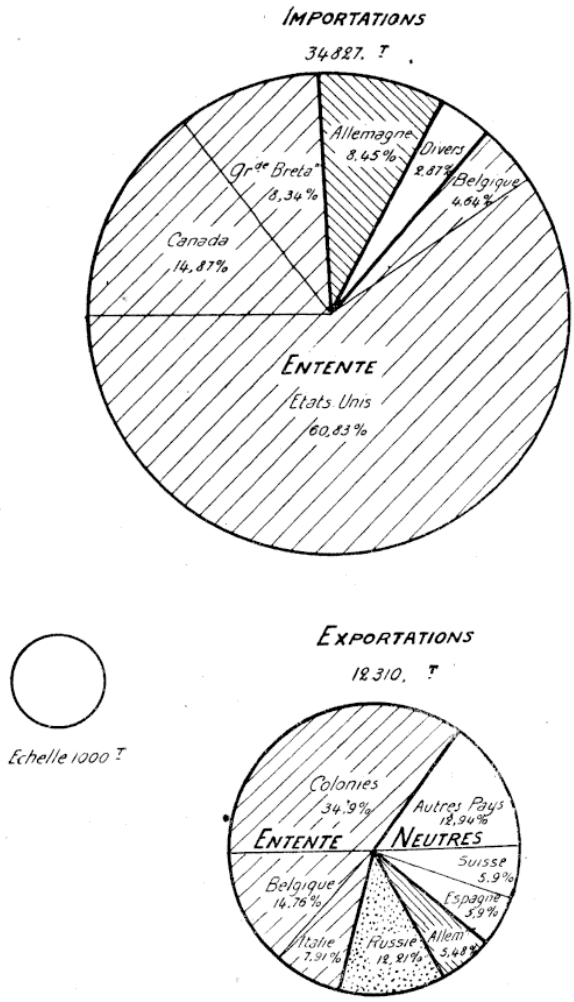


Fig. 162. — Machines agricoles. (Importations et exportations en 1913.)

Situation pendant la guerre. — Il est de toute évidence que les exigences de la Défense nationale ont conduit à demander des quantités importantes de machines à l'étranger durant ces dernières années. Voici les importations de guerre :

IMPORTATIONS PENDANT LES ANNÉES 1915, 1916 ET 1917.

MACHINES.	QUANTITÉS.	1915. VALEURS.	1916. QUANTITÉS.	1916. VALEURS.	1917. QUANTITÉS.	1917. VALEURS.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Faucheuses	5,188	//	11,112	//	5,875	//
Moissonneuses	507	//	2,433	//	617	//
Moissonneuses-lieuses	682	//	2,793	//	1,962	//
Autres machines	1,843	//	3,253	//	7,427	//
Total	8,220	32,060,000	19,591	76,405,000	15,881	61,937,000

On note que les tonnages respectifs sont inférieurs à ceux de 1913, mais les valeurs bien plus élevées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'après-guerre. — Le tableau suivant précise ce que doit être l'outillage agricole français [1].

MATÉRIEL NÉCESSAIRE A L'AGRICULTURE FRANÇAISE.

MACHINES.	NOMBRE NORMAL D'HECTARES par machine	NOMBRE D'HECTARES auquel la machine s'applique.	NOMBRE DE MACHINES devant être en usage simultanément.	DURÉE NORMALE de la machine (ans)	NOMBRE DE MACHINES à construire par an	NOMBRES INDIQUÉS par la chambre syndicale.
Charrues	7	24,000,000	3,400,000	7	486,000	240,000
Scarificateurs	20	24,000,000	1,200,000	10	120,000	//
Herses	10	24,000,000	2,400,000	8	300,000	140,000
Rouleaux divers	24	24,000,000	1,000,000	200	50,000	50,000
Épandeurs de purin	100	10,000,000	100,000	20	5,000	//
Distributeurs d'engrais pulvérulents	50	24,000,000	450,000	10	45,000	//
Semoirs à graines	50	15,000,000	300,000	15	20,000	18,000
Faucheuses	50	10,000,000	200,000	75	30,000	10,000
Faneuses	100	10,000,000	100,000	10	10,000	//
Râteaux	100	10,000,000	100,000	10	10,000	//
Moissonneuses	75	15,000,000	200,000	5	40,000	3,000
Batteuses	130	15,000,000	150,000	20	7,500	3,000

On remarque les discordances importantes entre les deux dernières colonnes qui donnent l'une l'appréciation du rapporteur, l'autre celle de la Chambre syndicale.

Toutefois, en rapprochant ce tableau du nombre des machines construites, on voit de suite ce que nous sommes conduits à demander à l'étranger.

Ces chiffres ne font pas mention du matériel agricole nécessaire à la remise en état des régions envahies. En 1916, on l'évaluait à :

	NOMBRE.
Charrues	35,000
Buttoirs	1,000
Herses diverses	52,000
Extirpateurs et scarificateurs	28,000
Rouleaux	28,000
Semoirs divers	15,000
Distributeurs d'engrais	3,000
Moissonneuses-lieuses	20,000
Moissonneuses simples	3,000
Faucheuses	14,000
Faneuses	7,000
Râteaux à cheval	7,000
Batteuses et leur moteur	3,500

Voyons donc comment notre industrie pourra au moins faire face à nos besoins.

De façon générale, on peut dire que la plupart des machines étaient construites en France, mais la production en charrues pour tracteur, en lieuses et en écrémeuses était absolument insuffisante.

[1] Coupan. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures. Les nombres ont été établis d'après la superficie de la France d'avant-guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est incontestable que « en mettant à part les usines, malheureusement trop peu nombreuses, où la fabrication est véritablement organisée, l'outillage est très rudimentaire et, en outre, suranné »[1].

De plus, il y a peu d'usines importantes. Un second reproche que l'on adresse à l'industrie dont nous nous occupons, c'est le manque absolu de spécialisation. D'autre part, il n'y a généralement aucune corrélation entre la situation des ateliers et les facilités d'écoulement des machines. Enfin, pour une même machine, il y a une variété de types extraordinaire, qui rend les fabrications beaucoup plus onéreuses et difficiles.

Il y a donc de grands efforts à faire dans la construction de la machine agricole. Il faut que les constructeurs cherchent à appliquer dans leurs usines les grands principes que nous étudierons dans la seconde partie de ce rapport. Mieux que toute autre, elle doit en faire son profit.

D'ailleurs, des progrès ont été faits pendant la guerre même de façon à produire dès la paix, dans les meilleures conditions voulues, le matériel dont nous aurons si grand besoin. Un grand nombre de constructeurs vont augmenter leur production. D'importantes sociétés, des groupements puissants se sont même formés en vue de la construction de matériel agricole.

On peut se demander si, parmi les usines édifiées en vue des fabrications du matériel de guerre, il n'y en aurait pas de particulièrement désignées pour entreprendre la construction des machines agricoles. Nous ferons remarquer de suite que, dans la plupart de ces machines, le mécanisme est assez grossier, la part de l'ajustage faible, la nécessité de machines-outils précises presque insignifiante, cela en laissant de côté certains appareils plus précis, notamment les écrémeuses. Il est cependant à noter que les constructeurs qui ont procédé à la fabrication des tanks envisagent la transformation de leur industrie pour poursuivre la construction des machines agricoles, principalement des tracteurs. Par contre, la fabrication en grande série demandera de nombreuses machines à estamper, matricer, emboutir, avec quelques machines-outils ordinaires de finissage.

En tous cas, la plupart des usines de guerre ne pourront s'adapter à ces fabrications qu'après une transformation au moins partielle.

Reste à examiner la fabrication du matériel de culture mécanique[2]. Incontestablement il est appelé à un grand et rapide développement : raréfaction du personnel et du bétail moteur, prix élevés de la main-d'œuvre, importance prise par la grande culture, insuffisance des soins donnés à la terre pendant les hostilités, tout cela conduira au machinisme. On sait d'ailleurs l'effort considérable fait à ce sujet et dont les derniers concours, principalement celui de la Verrière, ont été la preuve la plus précise.

Le premier concours de Noisy-le-Grand, en avril 1918, vit 14 appareils français contre 22 étrangers; le second, de la Verrière, en septembre, vit 18 appareils français contre seulement 7 étrangers.

Examinons rapidement les résultats des essais de la commission technique. A la Verrière, tous les appareils étaient à essence ou à pétrole. Leur consommation variait de 23 litres à 33 litres à l'hectare.

a) *Appareils à un seul conducteur.* — La surface travaillée à l'heure, pour une profondeur de 18 à 20 centimètres, a été de 20 à 35 ares.

---

[1] Coupan. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

[2] Ministère de l'Agriculture, Service de la Motoculture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b) *Appareils à plusieurs conducteurs.* — Certains treuils ont donné des résultats des plus intéressants : 2 treuils de 25 H P ont pu faire 40 ares à l'heure; 2 treuils de 50 HP, 61 ares à l'heure.

Dans tous les cas, la vitesse du travail était de 2 à 5 kilomètres à l'heure.

Toutefois, la France possédant environ 23,500,000 hectares de terre cultivable, on peut considérer que la moitié de cette superficie est labourable et que seul le quart de la surface totale peut être cultivé par un appareil de motoculture, soit 3,000,000 d'hectares effectifs.

Si l'on admet qu'un tracteur puisse faire un travail de 1 hectare par jour et puisse être utilisé annuellement pendant 100 jours de travail en moyenne, la surface labourée par un tracteur serait environ de 100 hectares par an, ce qui nécessiterait pour notre pays 30,000 tracteurs mis à la disposition de la culture française. La durée d'un tracteur serait de 3 ans environ. D'après les renseignements que nous possédons sur la production de nos usines de construction de tracteurs, on peut considérer, sans faire appel à l'importation, que dans dix ans la France possédera les tracteurs nécessaires à l'exploitation de sa culture.

Bref la motoculture n'est pas encore complètement au point; cependant on doit attendre beaucoup de ce nouveau procédé; il commence en effet déjà à rendre les plus grands services : il est appelé, lorsque l'éducation de nos cultivateurs sera faite, à constituer la base d'une grande partie de l'exploitation agricole.

Résumé de la situation. — En résumé, la construction des machines agricoles en France doit subir des changements profonds, en s'inspirant des grands principes que nous étudierons; elle doit prendre autant que possible une allure de grande industrie, en s'appuyant sur des groupements plus étroits, en recherchant la spécialisation dans la fabrication et l'unification des types de machines ou tout au moins des éléments, en organisant suivant les méthodes modernes ses ateliers, en faisant un appel suivi aux grands organismes qui peuvent les aider, spécialement aux stations agronomiques et aux laboratoires d'essais. De plus, cette fabrication est parmi celles que l'État doit le plus seconder, car elle peut jouer dans le pays un rôle d'un intérêt primordial.

Il y aura lieu sans doute de revoir en temps voulu le tarif douanier, de façon à mieux équilibrer les droits du produit fini et de la matière première; il sera nécessaire d'encourager les exportations dans nos colonies, par tous les moyens utiles, transports faciles, primes d'étude pour le matériel particulier.

Enfin le Comité consultatif a particulièrement retenu les idées suivantes :

a) Création d'un Musée général de l'Agriculture, dont une partie serait consacrée aux machines agricoles et où seraient faites devant les modèles eux-mêmes des conférences démonstratives;

b) L'organisation d'une maison syndicale avec exposition permanente des machines agricoles construites par ses membres.

E. LE CYCLE.

Situation de la construction du cycle avant la guerre. — On estime qu'avant la guerre, il existait, en France, environ 300 constructeurs de cycles, occupant 70,000 à 90,000 ouvriers. Des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

centres importants comme la région parisienne et le bassin de la Loire groupaient un grand nombre de ces constructeurs.

On peut évaluer, pour l'année 1913 [1], leur production à 400,000 ou 450,000 bicyclettes, représentant une valeur peu inférieure à 40 millions. 350,000 à 380,000 bicyclettes étaient livrées à la consommation et le reste était exporté.

Les figures 163 à 166 donnent un aperçu de notre commerce extérieur.

Le résumé de nos importations et exportations de cycles et pièces détachées, pour l'année 1913, est d'ailleurs mentionné dans le tableau suivant :

IMPORTATIONS.			EXPORTATIONS.		
PAYS.	QUANTITÉS.	VALEUR.	PAYS.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.		tonnes.	francs.
Motocycles.			*Motocycles.*		
Grande-Bretagne	9	//	Grande-Bretagne	4.7	//
Belgique	0.4	//	Allemagne	9.5	//
Suisse	25	//	Belgique	3.4	//
Autres pays	5.1	//	Suisse	7.3	//
			Portugal	3.2	//
			Espagne	3.2	//
			Italie	2.1	//
			Mexique	2.4	//
			Brésil	7.8	//
			République Argentine	7.8	//
			Autres pays étrangers	6.3	//
			Zone franche	8	//
			Colonies et protectorats	20.2	//
	39.5	434,500		85.9	944,900
Autres cycles et pièces détachées.			*Autres cycles et pièces détachées.*		
Grande-Bretagne	527	//	Grande-Bretagne	18.1	//
Allemagne	287	//	Allemagne	71.5	//
Belgique	41	//	Belgique	168.4	//
Suisse	46	//	Suisse	53	//
États-Unis	13	//	Espagne	69.4	//
Colonies	1	//	Autriche-Hongrie	14.8	//
Autres pays	8	//	Italie	145.8	//
			Maroc	9.3	//
			Brésil	7.3	//
			République Argentine	37.3	//
			Chili	8.2	//
			Autres pays étrangers	44	//
			Zone franche	21.7	//
			Colonies	179.3	//
	923	7,388,800		848.1	6,784,000

[1] D'après le Syndicat général des agents de cycles et automobiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, nous pouvons admettre que si notre production égalait, en 1913, 38,000,000 de francs. nos importations s'élevaient à 7,823,300 francs, et nos exportations s'élevaient à 7,778,900 francs,

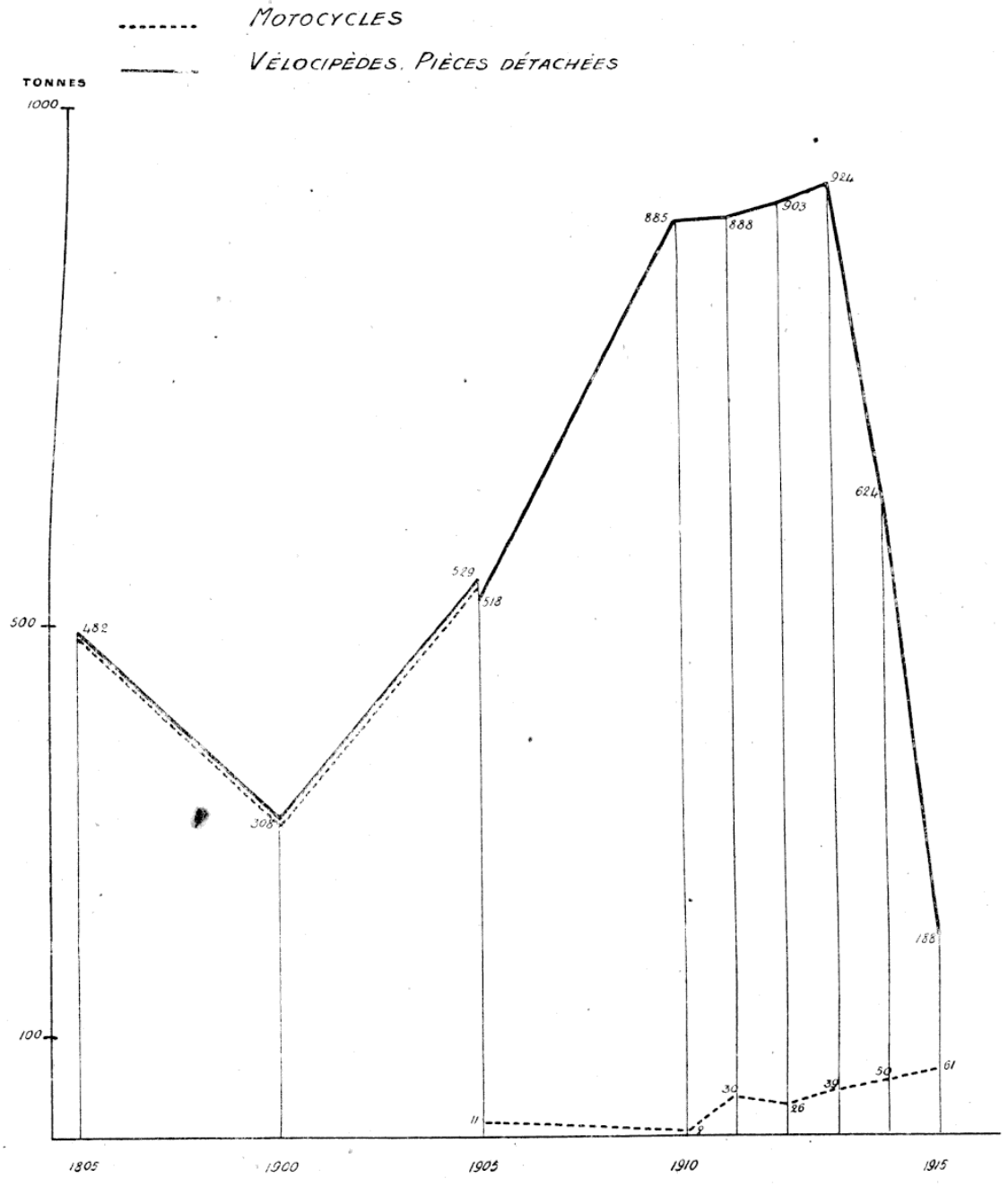


Fig. 163. — Vélocipèdes et pièces détachées. (Importations [tonnage] de 1890 à 1915.)

En cycles et pièces détachées, nos importations égalaient, en conséquence, à peu près nos exportations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

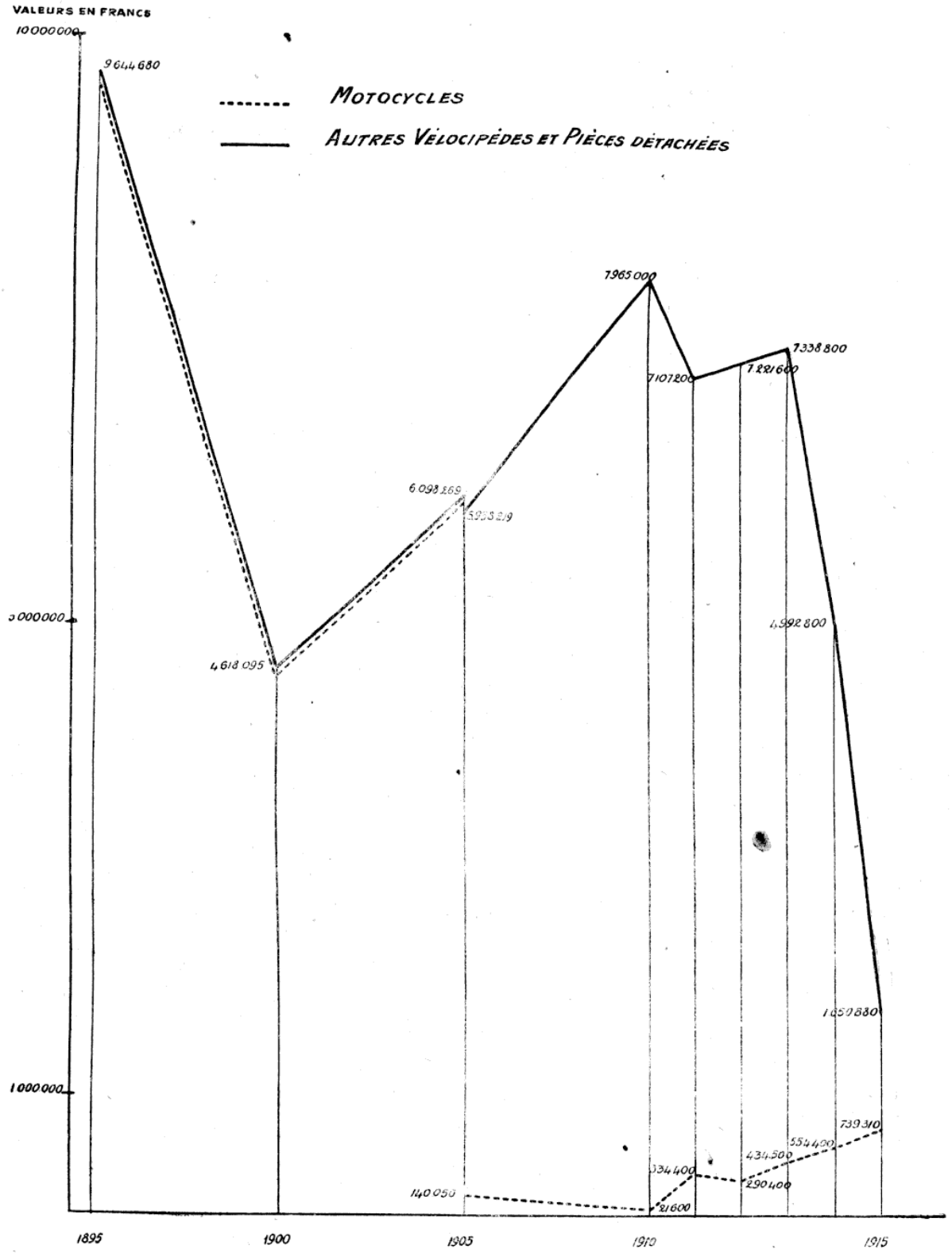


Fig. 164. — Vélocipèdes et pièces détachées. (Importations [valeurs] de 1890 à 1915.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos principaux fournisseurs étaient l'Angleterre et l'Allemagne, nos exportations allaient surtout vers la Belgique, l'Italie et l'Espagne.

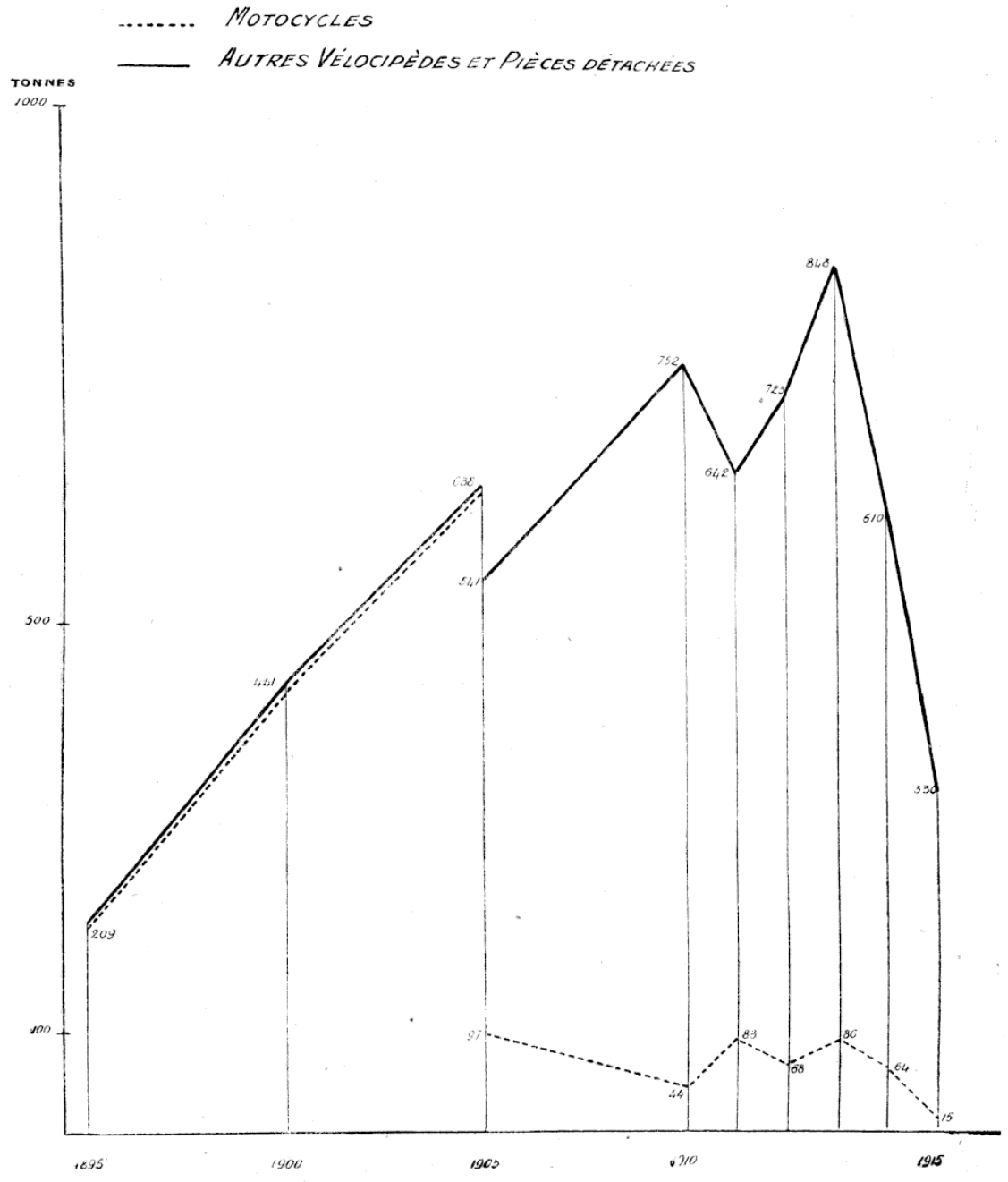


Fig. 165. — Vélocipèdes et pièces détachées. (Exportations [tonnage] de 1895 à 1915.)

Toutefois, nous pouvons dire que s'il existait, en 1893, 151,000 bicyclettes, le chiffre était porté, pour 1913, à 3,478,000 bicyclettes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

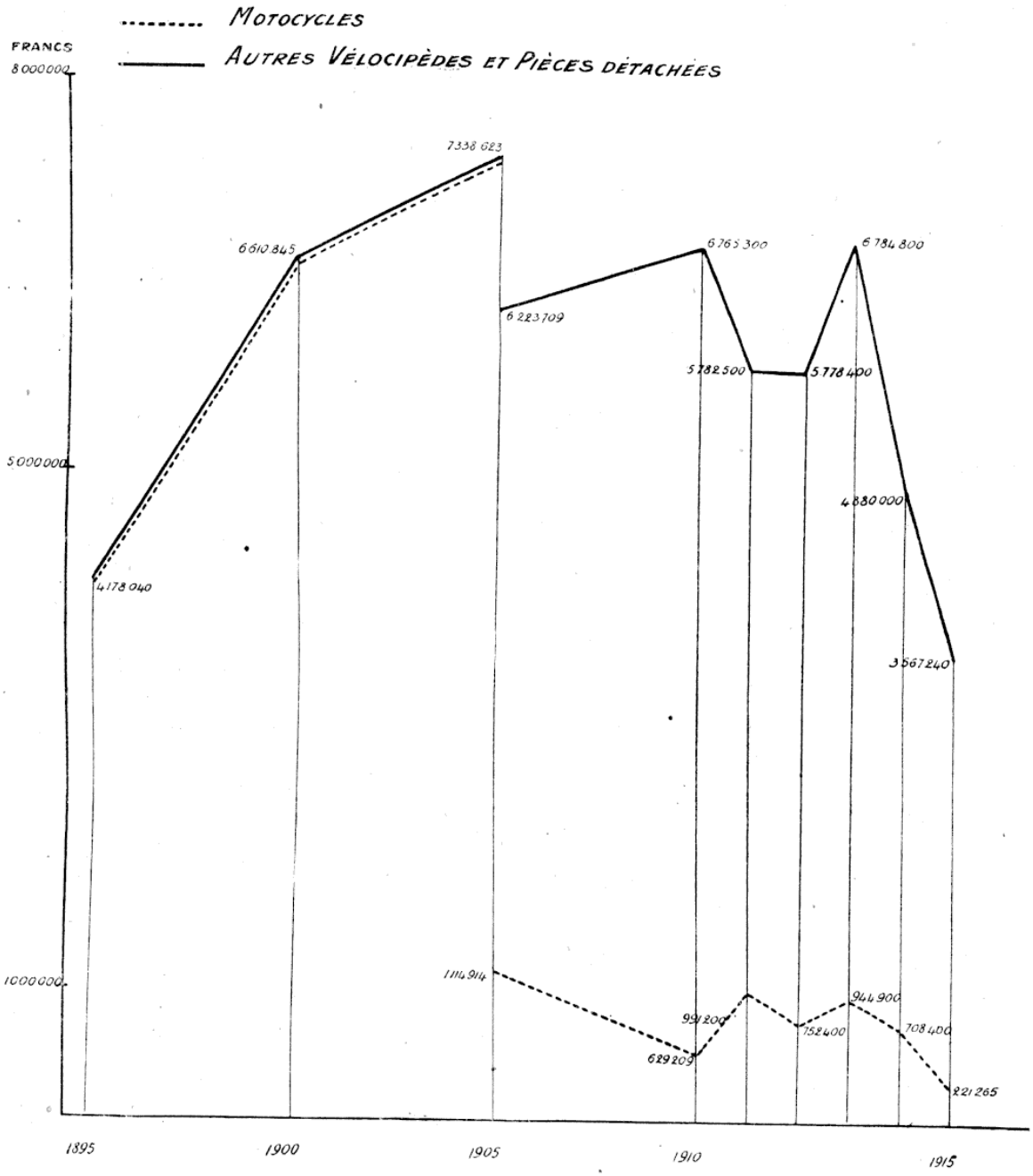


Fig. 166. — Vélocipèdes et pièces détachées. (Exportations [valeurs] de 1895 à 1915.)

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — Avec la guerre, nombre d'usines durent s'orienter vers les fabrications de matériel destiné aux armées; les ventes aux particuliers tombèrent, du fait des hostilités, aux chiffres de :

En 1915	30,000 bicyclettes.
En 1916	60,000 —
En 1917	80,000 —
En 1918	100,000 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos importations et exportations, pour les années 1915, 1916 et 1917, sont résumées dans le tableau suivant :

IMPORTATIONS.				EXPORTATIONS.			
DÉSIGNATION.		QUANTITÉS.	VALEUR.	DÉSIGNATION.		QUANTITÉS.	VALEUR.
		tonnes.	francs.			tonnes.	francs.
Motocycles	1915.	61	739,000	Motocycles	1915.	23	221,000
	1916.	280	3,393,000		1916.	19	185,000
	1917.	809	9,786,000		1917.	15	142,000
Autres et pièces détachées.	1915.	188	1,651,000	Autres et pièces détachées.	1915.	471	3,567,000
	1916.	342	3,040,000		1916.	504	3,811,000
	1917.	654	5,786,000		1917.	297	2,245,000

Situation à l'après-guerre. — Actuellement, nos constructeurs mécaniciens, qui ont organisé scientifiquement leur production de guerre et qui possèdent un nombreux et moderne matériel sont prêts à enireprendre une importante fabrication dans cette industrie. Ajoutons que la construction de la motocyclette a pris un grand essor.

La capacité de nos constructeurs est actuellement trois fois ce qu'elle était en 1913. Mais on ne pense pas pouvoir dépasser une production de 800,000 à 900,000 bicyclettes pour satisfaire les besoins français et étrangers. A ce sujet, notons que la Belgique qui, avant la guerre, était alimentée par l'Allemagne, va pouvoir devenir un client intéressant.

Cependant, l'Angleterre sera pour nous un concurrent des plus sérieux.

Le total des exportations de cycles atteignait en effet, en 1913, les chiffres de :

Pour les cycles	15,000,000 francs.
Pour les pièces détachées	36,500,000 —
Pour les motocyclettes	18,500,000 —
Total	70,000,000 —

Notre chiffre d'exportation s'élevait, pour cette même année, à 7,700,000 francs environ.

En résumé, nous pouvons dire que tous nos constructeurs de cycles et pièces détachées vont reprendre leur programme d'avant-guerre, intensifié par les méthodes actuelles de travail, pour pouvoir répondre non seulement à la commande intérieure, mais le plus possible à la demande extérieure.

F. LA CONSTRUCTION AUTOMOBILE.

Situation à l'avant-guerre. — A. *Situation mondiale.* — a[1]) *Production mondiale.* — Il est impossible de préciser l'importance de la production mondiale. Plusieurs industriels autorisés

(1) D'après le Syndicat général des agents de cycles et automobiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

citent pour les différents pays de production les chiffres suivants pour 1913 (voir fig. 167) :

États-Unis	500,000	châssis par an.
Allemagne	25,000	—
France	45,000	—
Italie	10,000	—
Angleterre	38,000	—
Divers	10,000	—

Les États-Unis représenteraient donc 80 p. 100 de la production et la France seulement 7 p. 100.

Ainsi, la première place que nous occupions au début de l'industrie automobile n'a pas été conservée au point de vue du nombre de véhicules fabriqués. Les États-Unis ont, en effet, développé les usines à grand rendement et, de plus, ils commençaient à nous concurrencer au point de vue de la qualité, au moins pour les voitures ordinaires.

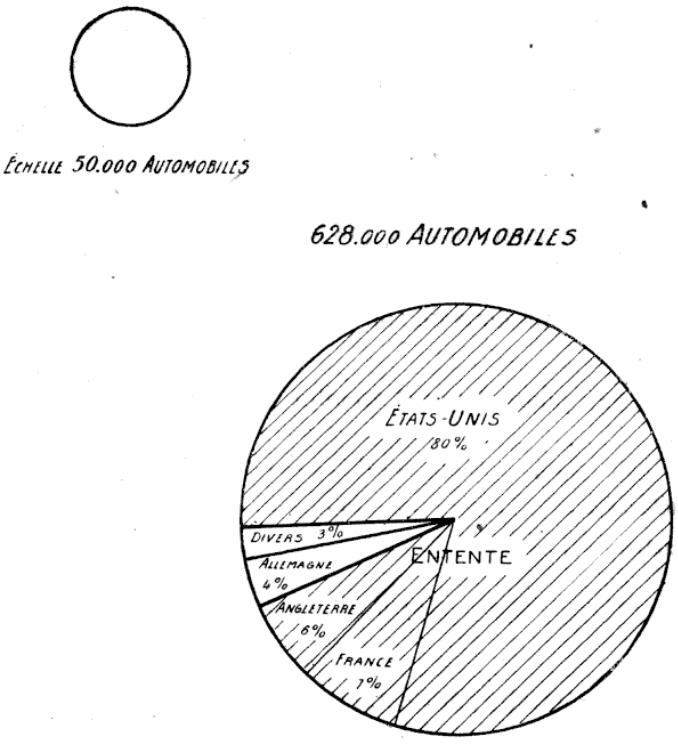


Fig. 167. — Répartition approximative de la production mondiale automobile en 1913.

a²) *Consommation mondiale.* — Pour donner une idée de la consommation nous donnons ci-dessous le nombre des voitures en circulation au 1er janvier 1916 [1] :

	VOITURES automobiles.
Europe	437,558
Asie	27,758
Afrique	24,178
Australie	55,340

[1] *L'Automobile aux Armées*, n° 14, septembre 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au 1er janvier 1917 [1] :

	VOITURES automobiles.			
France	96,434,	soit 1 voiture par	400	habitants.
Angleterre	150,000,	—	300	—
Allemagne	75,800,	—	850	—
Russie	27,900,	—	5,300	—
Italie	22,900,	—	1,600	—
Autriche-Hongrie	16,350,	—	3,100	—
Belgique	14,708,	—	510	—
TOTAL	404,092			

Au 1er juillet 1918 [2] :

	VOITURES automobiles.	
États-Unis	5,466,391,	soit 1 voiture par 22 habitants.

a³) *Importations et exportations des principaux pays.* — On peut citer les chiffres suivants :

EXPORTATIONS.			IMPORTATIONS.		
PAYS.	1911.	1912.	PAYS.	1911.	1912.
	francs.	francs.		francs.	francs.
France	175,770,000	211,983,800	Grande-Bretagne	149,880,900	179,648,175
États-Unis	105,426,925	153,943,050	Autriche	15,624,925	18,898,750
Grande-Bretagne	79,642,925	92,045,600	Allemagne	14,352,500	17,741,250
Allemagne	58,157,500	90,973,750	France	12,802,250	15,051,000
Italie	31,363,925	38,715,725	Nouvelle-Galles du Sud	12,614,475	13,705,575
Belgique	21,063,275	31,747,500	Italie	7,734,625	11,521,425
Suisse	10,608,700	13,547,100	Belgique	6,337,925	10,093,675
Autriche	5,029,175	6,057,775	États-Unis	10,492,400	9,997,925
			Suisse	6,692,400	7,396,600

On voit d'après ces tableaux combien grande est la renommée de l'industrie automobile française dans le monde.

B. *Situation de la France. — Production française.* — S'il n'est pas possible d'arriver à des précisions rigoureuses, du moins peut-on retenir le chiffre de 45,000 châssis comme production annuelle, dont 2 milliers à peine de châssis-camions pour 1913, tout le reste étant représenté par des châssis de tourisme de toutes puissances.

En 1913, les usines françaises s'occupant de construction automobile étaient au nombre de 48; elles occupaient à ces fabrications 33,000 ouvriers ainsi répartis :

Région parisienne	70 p. 100.
Région lyonnaise	11 —
Divers	19 —

[1] *L'Automobile aux Armées*, n° 14, septembre 1917.
[2] *L'Automobile aux Armées*, n° 35, octobre 1918.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le chiffre de 33,000 ouvriers n'a trait qu'à la fabrication du châssis; mais si l'on tient compte de toutes les fabrications annexes (radiateurs, carrosserie, magnétos, accumulateurs, pneumatiques), on peut estimer à 100,000 le nombre d'ouvriers attachés à l'industrie automobile; il faut aussi signaler l'importance de plus en plus grande prise par les ateliers de réparations situés dans la France entière, ainsi que par les garages qui font vivre un nombre considérable d'ouvriers et d'employés

La répartition de la production des automobiles en France est résumée dans le tableau ci-dessous qui se rapporte à l'année 1910 [1] :

DIVISIONS TERRITORIALES.	QUANTITÉS.	VALEUR de LA PRODUCTION	ÉTABLISSEMENTS. MAIN-D'ŒUVRE.
	tonnes.	francs.	
Circonscription de la Chambre de Commerce de Marseille	200	2,000,000	1 établ. — 150 ouvriers.
Circonscription de la Chambre de Commerce de Bergerac	//	800,000	1 établ. — 120 ouvriers.
Département de la Gironde	//	840,000	2 établ. — 220 ouvriers.
Département du Lot-et-Garonne	//	180,000	2 établ. — 50 ouvriers.
Circonscription de la Chambre de Commerce de Lyon	//	20,000,000	4 établ. — 1,400 ouvriers.
Département de la Sarthe	//	7,500,000	1 établ. — 300 ouvriers.
Département de la Seine	30,000 voitures en 1909.	//	//
Département des Deux-Sèvres	2,500	1,280,000 cycles et automobiles.	6 établ. — 200 ouvriers.
Circonscription de la Chambre de Commerce de Saint-Étienne	//	13,000,000	50 établ. — 3,000 ouvriers.

Consommation française. — La consommation française a sensiblement augmenté dans les dernières années qui ont précédé la guerre ainsi que le montre le tableau ci-dessous donnant le nombre de voitures automobiles inscrites sur les rôles de contributions :

VOITURES.	1910.	1911.	1912.	1913.
	nombre.	nombre.	nombre.	nombre.
Voitures de tourisme	53,669	69,209	76,771	90,959
Voitures affectées aux services publics	12,239	12,414	14,859	16,898

Étant donné que la moitié de la fabrication française (20,000 châssis environ) était exportée, on peut donc estimer la durée moyenne du châssis à 5 ans, chiffre intéressant à retenir.

[1] Ministère du Commerce : Évaluation de la production. — Renseignements donnés par les chambres de commerce.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les départements suivants comportaient l'inscription de plus de 1,000 automobiles de tourisme en 1913 :

Aisne	1,464	Marne	1,665
Alpes-Maritimes	1,361	Meurthe-et-Moselle	1,181
Bouches-du-Rhône	1,930	*Nord*	*3,330*
Calvados	1,247	Oise	1,763
Eure	1,756	Pas-de-Calais	1,711
Eure-et-Loir	1,022	*Rhône*	*2,264*
Gironde	1,758	Saône-et-Loire	1,248
Hérault	1,428	Sarthe	1,013
Indre-et-Loire	1,170	*Seine*	*15,219*
Loire	1,238	*Seine-Inférieure*	*2,825*
Loire-Inférieure	1,018	Seine-et-Marne	1,833
Loiret	1,090	*Seine-et-Oise*	*3,867*
Maine-et-Loire	1,288	Somme	1,484

Notre commerce extérieur. — Les variations des importations et exportations sont représentées par les figures 168 à 171.

Il y a lieu de remarquer que ce qui se rapporte à la « carrosserie proprement dite » comprend les « châssis et la carrosserie » avec ou sans pneus.

Les importations ainsi que les exportations n'ont cessé de croître jusqu'en 1914. Depuis 1914, les exportations ont baissé, tandis que les importations sont devenues de plus en plus grandes pour satisfaire nos besoins de guerre, comme nous l'indiquerons plus loin.

Pour 1913, les détails des *importations françaises* ont été :

VOITURES DE TOURISME.

	tonnes.
Grande-Bretagne	708.5
Allemagne	295.6
Belgique	252.9
Suisse	92.1
Italie	186.5
États-Unis	631.3
Autres pays	30.3
Colonies et protectorats	1.5
TOTAL	2,198.7
	francs.
Valeur	17,589,600

VOITURES DE COMMERCE, D'AGRICULTURE ET DE ROULAGE.

	tonnes.
Grande-Bretagne	1.1
Allemagne	4.1
Suisse	0.4
TOTAL	5.6
	francs.
Valeur	33,600

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

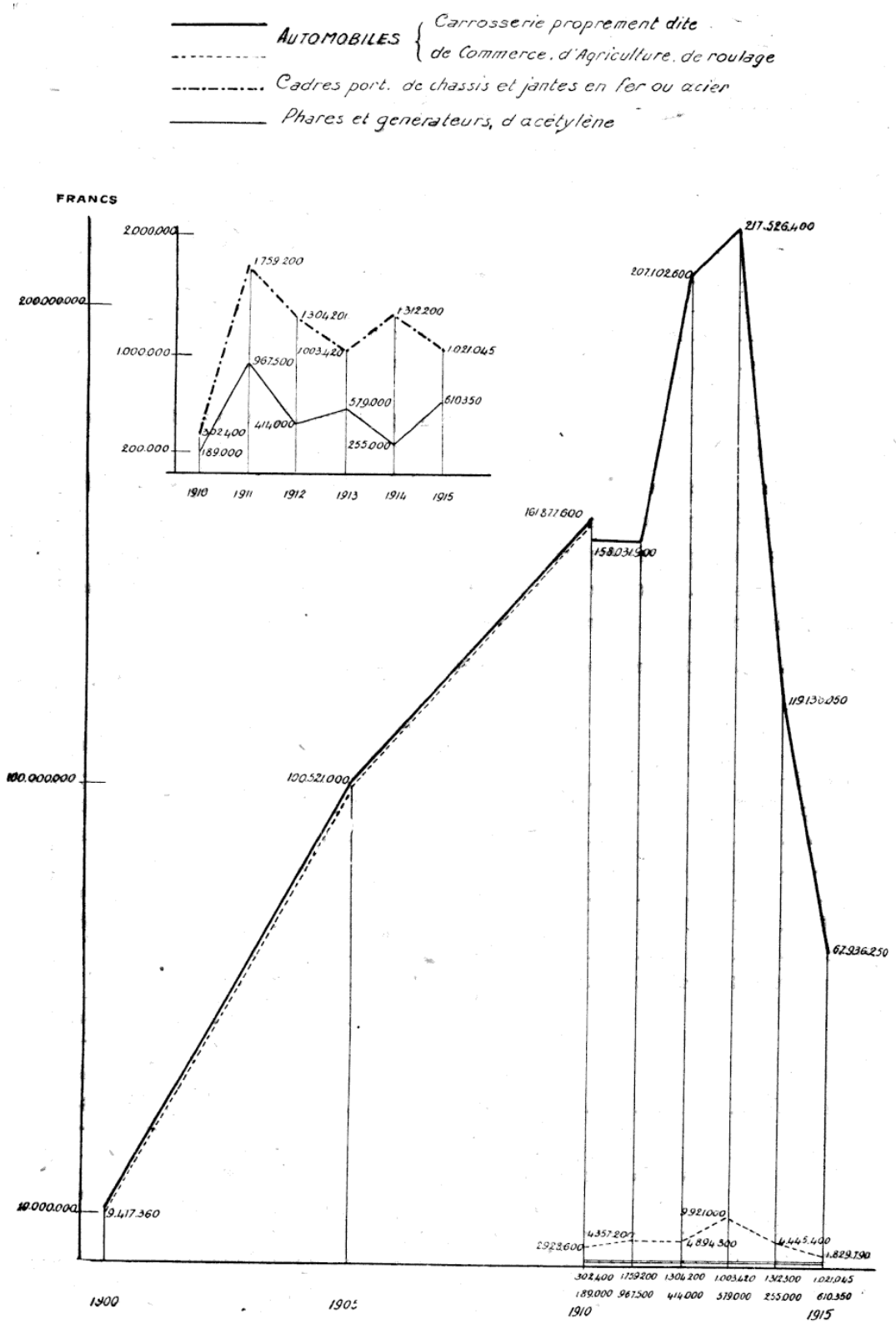


Fig. 168. — Automobiles. (Exportations françaises de 1900 à 1915 [Valeurs].)
(La figurine située en haut de la page donne le détail des chiffres relatifs aux cadres, jantes, phares et générateurs).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

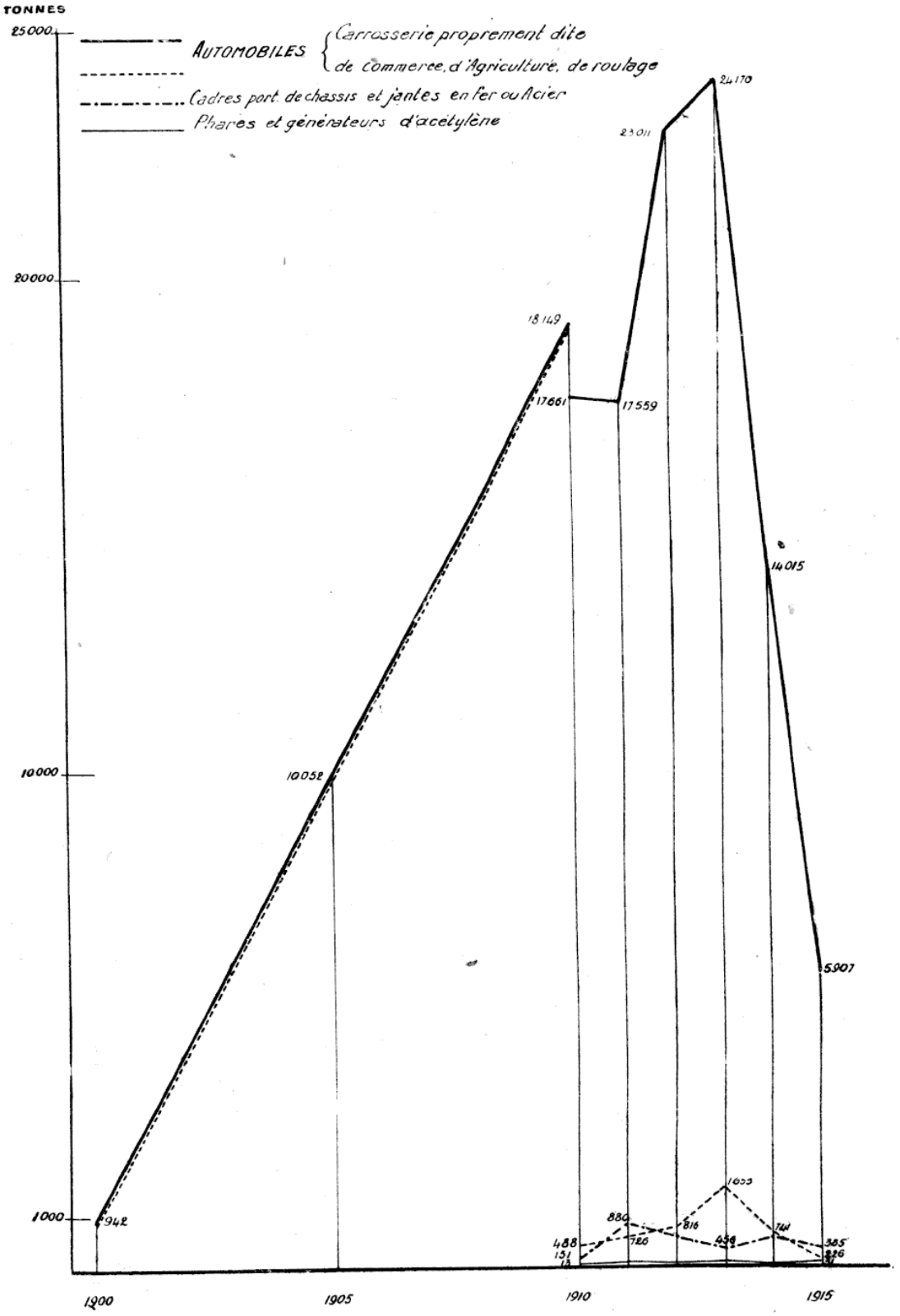


Fig. 169. — Automobiles. (Exportations françaises de 1900 à 1915 [Tonnage].)

47.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

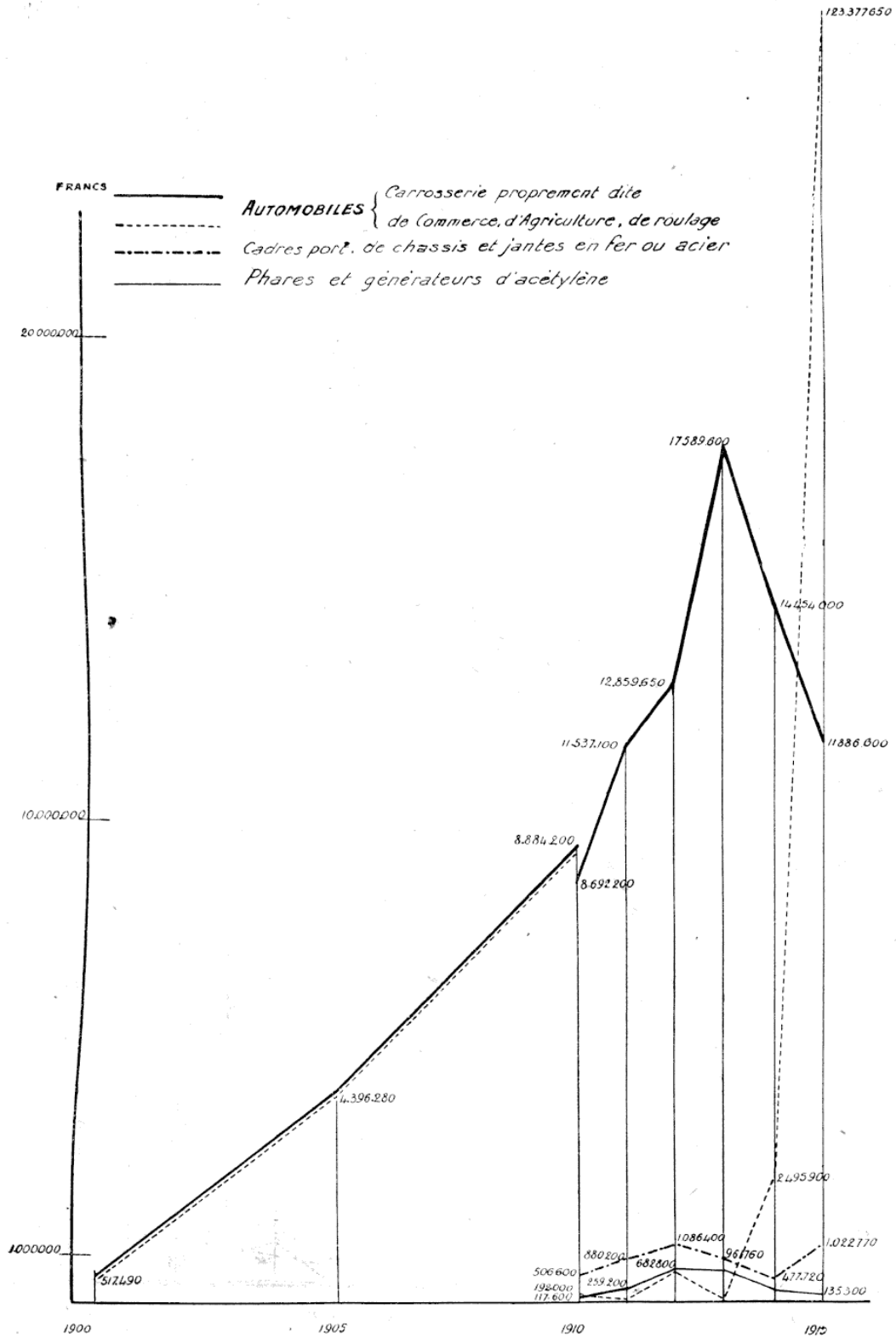


Fig. 170. — Automobiles. (Importations françaises de 1900 à 1915 [Valeurs].)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

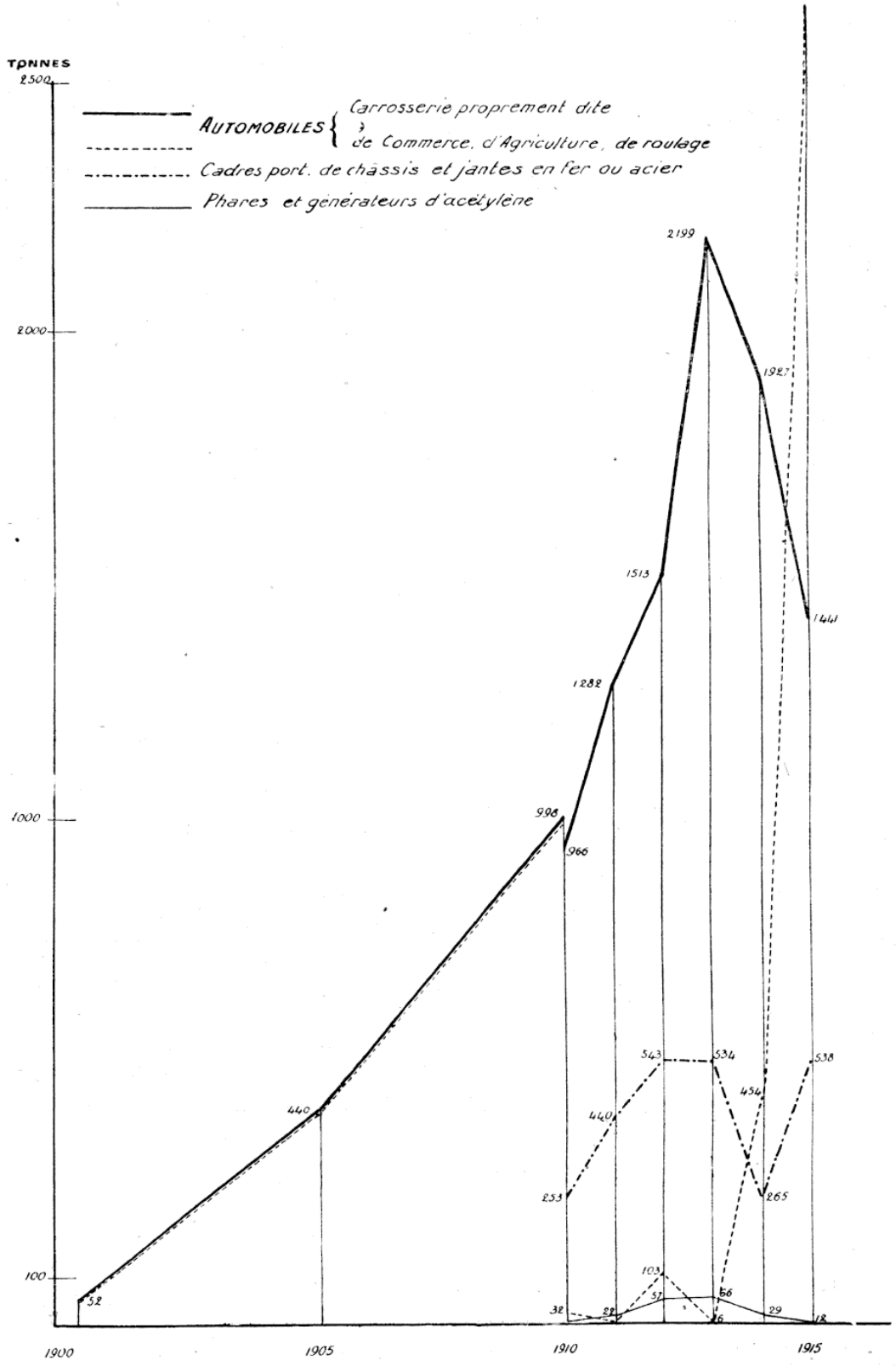


Fig. 171. — Automobiles. (Importations françaises de 1900 à 1915 [Tonnage].)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CARROSSERIE, CADRES PORTEURS DE CHÂSSIS ET JANTES EN FER OU EN ACIER POUR VOITURES AUTOMOBILES.

	tonnes.
Grande-Bretagne	449.0
Allemagne	68.9
Belgique	10.4
Autres pays	4.0
Colonies et protectorats	2.0
TOTAL	534.3

	francs.
Valeur	961,740

PHARES ET GÉNÉRATEURS D'ACÉTYLÈNE.

	tonnes.
Grande-Bretagne	10.7
Allemagne	36.0
Belgique	4.6
États-Unis	12.6
Autres pays	2.2
TOTAL	66.1

	francs.
Valeur	661,000

Soit, en résumé, pour les importations de 1913 :

Pays alliés	Grande-Bretagne	1,169.3	tonnes. 2,267.6
	Belgique	267.9	
	Italie	186.5	
	États-Unis	643.9	
Suisse		92.5	132.5
Autres pays		40.0	
Allemagne			404.6
TOTAL			2,804.7

	francs.
Valeur	19,245,940

Les *exportations françaises* en 1913 se détaillent de la façon suivante :

VOITURES DE TOURISME.

	tonnes.
Grande-Bretagne	6,041.7
Belgique	4,384.2
Portugal	313.4
Italie	596.8
Égypte	160.9
Indes anglaises	100.5
Indes néerlandaises	261.5
Australie	136.8
États-Unis	339.8

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Brésil	842.9
Uruguay	147.3
République Argentine	1,850.3
Chili	275.3
Autres pays	458.6
Algérie	2,487.8
Tunisie	315.1
Madagascar et dépendances	48.1
Indo-Chine	134.9
Autres colonies et protectorats	396.0
Russie	703.2
Danemark	245.8
Pays-Bas	206.9
Espagne	719.1
Mexique	222.0
Suisse	518.9
Allemagne	2,125.3
Autriche-Hongrie	136.5
TOTAL	24,169.6

	francs.
Valeur	217,526,400

VOITURES DE COMMERCE, D'AGRICULTURE ET DE ROULAGE.

	tonnes.
Grande-Bretagne	66.9
Belgique	242.7
Portugal	31.5
Italie	77.0
Grèce	26.9
États-Unis	20.8
Brésil	186.2
Canada	29.8
Algérie	70.7
Tunisie	32.6
Indo-Chine	13.7
Guadeloupe	28.7
Autres colonies et protectorats	122.4
Russie	36.6
Danemark	115.6
Espagne	58.6
Mexique	35.2
Colombie	34.1
République Argentine	94.7
Autres pays	80.7
Allemagne	248.1
TOTAL	1,653.5

	francs.
Valeur	9,921,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CARROSSERIE, CADRES PORTEURS DE CHÂSSIS ET JANTES EN FER OU EN ACIER POUR VOITURES AUTOMOBILES.

	tonnes.
Grande-Bretagne	67.6
Belgique	13.6
Portugal	12.1
Italie	61.0
Algérie	32.8
Tunisie	2.2
Indo-Chine	5.1
Autres colonies et protectorats	0.2
Suisse	51.0
Espagne	12.9
République Argentine	10.2
Autres pays	44.5
Allemagne	138.9
TOTAL	456.1

	francs.
Valeur	1,003,420

PHARES ET GÉNÉRATEURS D'ACÉTYLÈNE.

	tonnes.
Grande-Bretagne	1.3
Italie	1.3
Brésil	3.0
Algérie	7.7
Autres colonies et protectorats	0.6
Suisse	2.0
Espagne	4.1
République Argentine	6.6
Autres pays	3.2
Allemagne	8.2
TOTAL	38.0

	francs.
Valeur	579,000

En résumé, pour les exportations en 1913 :

Alliés	Grande-Bretagne	6,177.5	tonnes. 13,657.7
	Belgique	4,640.5	
	Portugal	357.0	
	Italie	736.1	
	Grèce	26.9	
	Égypte	160.9	
	Indes anglaises	100.5	
	Australie	136.8	
	Canada	29.8	
	États-Unis	360.6	
	Brésil	1,031.1	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

			tonnes.
Colonies françaises.	Algérie	2,599.0	
	Tunisie	350.5	
	Madagascar et dépendances	48.1	3,690.2
	Indo-Chine	153.7	
	Autres colonies et protectorats	547.9	
Russie			739.8
Neutres	Uruguay	147.3	
	République Argentine	1,961.8	
	Chili	275.3	
	Autres pays	587.0	
	Danemark	361.4	
	Pays-Bas	206.9	5,463.1
	Indes néerlandaises	261.5	
	Espagne	798.7	
	Mexique	257.2	
	Suisse	571.9	
	Colombie	34.1	
Allemagne		2,520.5	2,657.0
Autriche-Hongrie		136.5	
	Total		26,207.8
			francs.
Valeur totale			229,029,820

On trouvera dans la figure 172 les schémas circulaires représentant les résultats ci-dessus.

De l'utilisation de l'automobile. — L'emploi de l'automobile ira sans doute en croissant : les moyens mécaniques de locomotion correspondent en effet à un besoin nouveau, résultant des conditions modernes du travail; la voiture automobile a été et sera sans doute encore un objet de luxe, mais elle est et sera de plus en plus un « outil ».

Les États-Unis, plus que tout autre pays, ont développé l'industrie que nous étudions; l'automobile y est devenue un moyen de transport indispensable à beaucoup. Il est vrai que le « carburant » y est d'un bon marché que nous ignorons en Europe occidentale; il est vrai aussi que les besoins du marché intérieur y sont tels qu'ils ont permis la fabrication en grande série, et c'est ce qui a donné à l'industrie américaine une force exportatrice remarquable.

Au contraire, en France, il faut bien le dire, la fabrication n'a jamais été conduite en grande série, et cela pour les raisons suivantes :

1° Esprit particulariste de l'acheteur qui a toujours désiré, souvent exigé, une voiture différente du type prévu;

2° Perfection de fabrication qui a cependant fait notre force sur le marché mondial; cette perfection a fait de l'automobile française un objet de luxe : or la production *de luxe* ne s'accommode que rarement de la production *en série;*

3° Progrès techniques inhérents à une industrie naissante, devant satisfaire tous les jours de nouveaux desiderata;

4° Entraves administratives et fiscales incontestables.

Ne produisant pas en série, les usines françaises n'ont pas encore pu offrir de voitures à des prix qui puissent intéresser toute une catégorie de consommateurs nouveaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

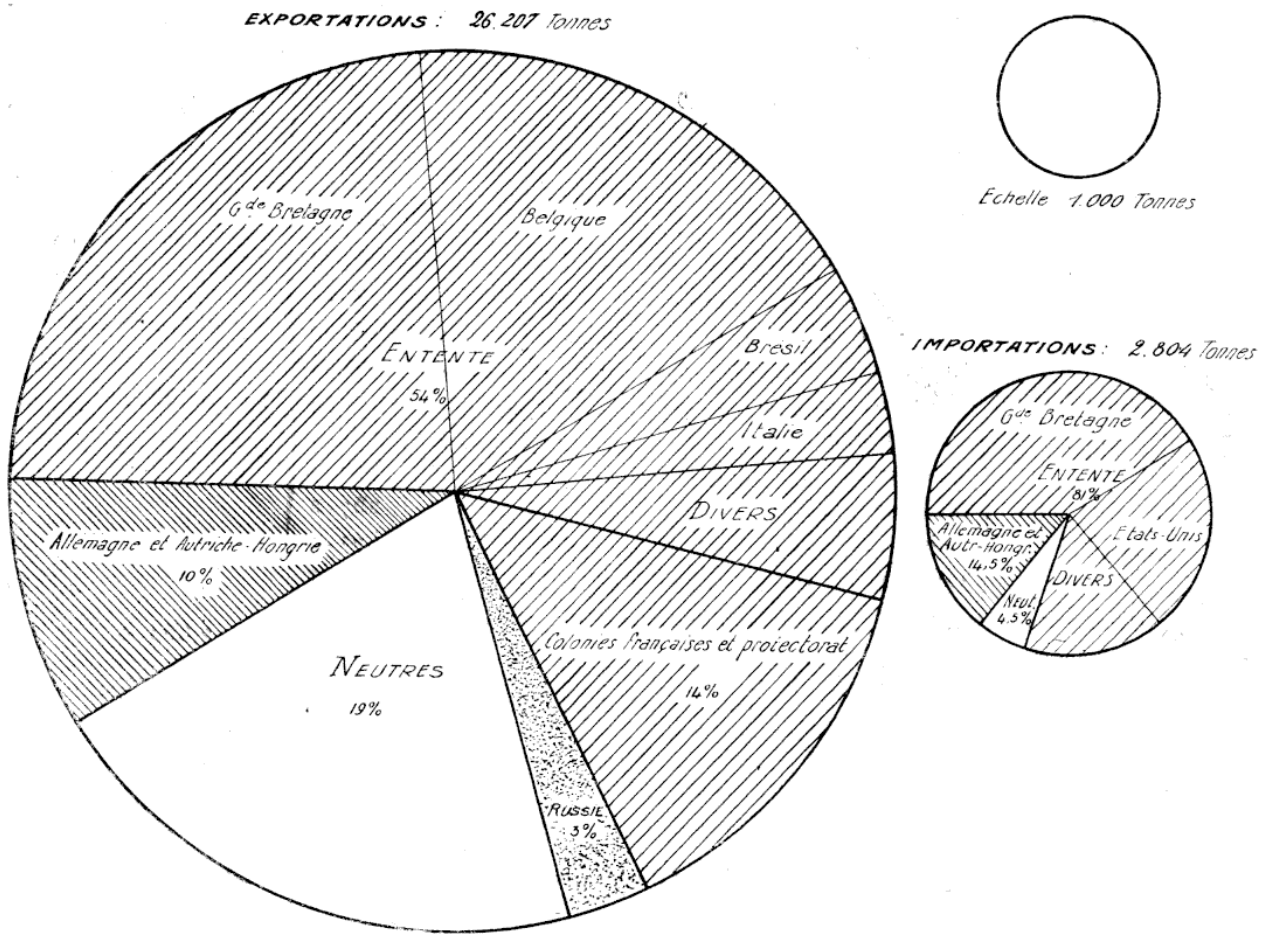


Fig. 174. — Automobiles et accessoires. (Importations et exportations françaises en 1913.)

Situation pendant la guerre. — Il est impossible de préciser le changement apporté par la guerre dans la production mondiale. Cependant, on peut dire que la guerre a créé des besoins immenses; les tableaux ci-dessous donnent à ce sujet : le nombre de voitures réceptionnées par l'armée française, suivant leurs provenances; le total des voitures utilisées par l'armée américaine et le total de celles utilisées par l'armée anglaise.

Voitures réceptionnées par les Services de guerre français :

VOITURES.	1915.		1916.		1917.		1918 (1).	
	FRANCE.	ÉTRANGER.	FRANCE.	ÉTRANGER.	FRANCE.	ÉTRANGER.	FRANCE.	ÉTRANGER.
Camions	5,715	4,050	10,189	5,744	13,957	3,523	7,156	1,746
Camionnettes	1,567	371	2,228	1,091	2,490	3,836	1,303	999
Sanitaires	817	1,230	371	1,663	394	421	15	875
Tracteurs lourds	427	//	888	//	1,051	//	1,086	//
Tracteurs légers	//	297	215	1,081	396	//	446	//
Voitures de tourisme	704	//	2,456	15	4,408	2,043	3,723	4,932
Voiturettes	205	//	761	//	1,413	//	861	//
Totaux	9,435	5,948	17,108	9,594	24,559	9,823	14,590	8,552
Totaux généraux	15,383		26,702		34,382		23,072	
Motos	//	121	//	305	//	3,564	117	2,376
Remorques	188	1,009	200	275	1,999	163	1,311	367

(1) Jusqu'à octobre inclus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Véhicules automobiles de l'armée américaine [1] :

VÉHICULES.	ZONE DE L'ARRIÈRE.	ZONE DES ARMÉES.	TOTAL.
Tourisme	2,197	4,331	6,528
Ambulances	850	3,949	4,799
Camions	6,729	12,903	19,632
Camions spéciaux	970	4,266	5,236
Tracteurs	166	113	279
Tracteurs à chenille	221	92	313
Remorques	1,476	537	2,913
Remorques spéciales	1,299	226	1,527
Motos	3,215	8,360	11,875

Automobiles en service dans les armées britanniques en France à fin octobre 1918 [2] :

	NOMBRE.
Camions à moteur de 3 tonnes et au-dessus	28,508
Camions à moteur de 1 tonne 1/2 jusqu'à 3 tonnes	3,087
Tracteurs	1,396
Autos de tourisme et camionnettes	9,108

(y compris les véhicules de l'aviation).

Dans les nombres ci-dessus, les quantités de véhicules de fabrication française sont les suivantes :

	NOMBRE.
Camions à moteur de 3 tonnes	12
Autos de tourisme et camionnettes	89

Production française. — Le nombre de châssis de tous genres livrés à l'armée française par notre industrie ressort donc ainsi aux chiffres suivants :

	NOMBRE.
1915	9,435
1916	17,108
1917	24,559
1918 jusqu'à octobre inclus	35,590
TOTAL	65,692

A ce total, il faut ajouter 4 p. 100 de cette production, soit 2,506, représentant environ les fabrications françaises destinées à l'industrie privée.

On voit combien la production française a baissé et combien, d'après les tableaux précédents, l'étranger, et surtout l'Amérique, a participé à notre approvisionnement; il est bon de remarquer d'ailleurs que cette importation a surtout porté sur des camions (dénommés véhicules de commerce, d'industrie et de roulage, par les statistiques des Douanes); l'importation des voitures de tourisme a par contre baissé depuis 1914.

Notre exportation évidemment s'est beaucoup ralentie et est passée de 24,169 tonnes en 1913 à 5,907 tonnes en 1915, correspondant à 207 millions pour 1913 et 68 millions pour 1915.

---

[1] D'après les documents de l'armée américaine.

[2] D'après les documents des armées britanniques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pourtant, notre industrie automobile a quadruplé au moins ses bâtiments industriels, son outillage et son personnel; mais tous les moyens matériels n'ont pas servi à la fabrication automobile, car, dès la déclaration de guerre, cette industrie a dû contribuer dans une large part à résoudre la crise des munitions et du matériel de guerre; nous devons rendre ici hommage à l'inlassable effort de nos constructeurs qui ont singulièrement contribué à la victoire.

Production américaine. — Nous ne saurions passer sous silence l'effort prodigieux des États-Unis; il suffit de citer à cet égard les chiffres suivants donnant la production des usines Ford depuis 1913 [1] :

1913	164,452
1914	248,307
1915	308,213
1916	539,921
1917	785,432

Situation à l'après-guerre. — Si l'on examine les projets connus des usines qui se proposent de faire la construction automobile, et si on ajoute la production ainsi envisagée à celle d'avant-guerre, on arrive à un chiffre de 150,000 à 200,000 châssis de production française annuelle.

Sans doute se propose-t-on de fabriquer en série, par conséquent à un prix qui pourra satisfaire de nouveaux consommateurs. Toutefois, la situation ne nous paraît pas exempte de grands dangers.

D'une part, il faut compter avec les véhicules actuellement aux armées; d'autre part, les États-Unis, qui n'ont jamais cessé leurs fabrications automobiles, ont vu chaque année la production s'élever dans une proportion extrêmement inquiétante. Au point de vue de la circulation, ils ont sensiblement atteint le point de saturation (une automobile par huit habitants). Il sera donc absolument nécessaire pour les Etats-Unis de rechercher des débouchés à l'étranger : Amérique du Sud, Afrique et colonies, en général. Il faut tenir compte aussi de l'effort considérable fait par l'Angleterre et certainement aussi par l'Allemagne. Enfin, il faut citer l'importance prise par certaines firmes italiennes qui suffiront à satisfaire les besoins de leurs compatriotes après-guerre.

En conclusion, il apparaît bien que notre production automobile doit être très développée à l'après-guerre, peut-être sera-t-elle triplée.

N'oublions pas en terminant que l'industrie automobile fait vivre au moins 100,000 ouvriers et qu'elle exportait avant-guerre pour 200 millions de francs.

Elle présente donc incontestablement un intérêt tout particulier.

G. LE MATÉRIEL AÉRONAUTIQUE.

Situation avant la guerre. — L'historique précédemment tracé a montré le rôle important joué par la France dans la mise au point des appareils d'aéronautique.

Mais, il faut bien le dire, jusqu'à la guerre, l'aviation n'était qu'un sport à la mode, excitant, il est vrai, la plus grande curiosité, le plus vif enthousiasme, mais on n'en envisageait les applications que dans un temps fort éloigné.

---

[1] *L'Automobile aux Armées*, n° 18, décembre 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De la multiplicité des sociétés existant en 1914 et se consacrant à la fabrication des avions ou des moteurs, il ne faudrait pas conclure que nous étions capables de faire face à un important programme de guerre. Le plus grand nombre de nos maisons d'aviation ne disposait que de petits ateliers et ne possédait aucun bureau d'études sérieusement organisé.

Au 1er août 1914, les maisons françaises s'occupant d'aéronautique se répartissaient de la façon suivante [1] :

AÉRONAUTIQUE.	RÉGION PARISIENNE.	AUTRES RÉGIONS.
Moteurs	22	1
Aéroplanes	27	7
Hydroaéroplanes	13	5
Ballons dirigeables	7	//
Hélices	6	//
Hangars	5	1
TOTAUX	80	14

Ce tableau montre combien l'industrie aéronautique était régionalisée et combien les efforts étaient dispersés. On verra sur ce point les efforts prodigieux de la guerre qui ont conduit à une organisation remarquable, à une construction en série intensive.

Quoi qu'il en soit, avant l'ouverture des hostilités, tout le monde en France et même à l'étranger croyait en notre supériorité dans le domaine de l'air. Du reste, avions et dirigeables ne paraissaient être propres en cas de guerre qu'au service de reconnaissance; le bombardement aérien semblait chimérique et personne ne songeait à l'aviation de chasse, à l'adaptation de la T. S. F. sur les avions et au repérage photographique.

La renommée qu'avaient conquise nos pilotes créa un assez fort mouvement d'exportation que fait bien apparaître le tableau statistique ci-joint (voir fig. 173).

BALLONS SPHÉRIQUES.

	tonnes.
Belgique	2 4
Italie	0 3
TOTAL	2 7

Représentant une valeur de 48,600 francs.

BALLONS DIRIGEABLES.

Grande-Bretagne	11 3
Allemagne	0 3
TOTAL	11 6

Représentant une valeur de 928,000 francs.

[1] Renseignements communiqués par la Chambre syndicale des Industries aéronautiques et l'Aéro-Club.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AÉROPLANES.

Russie	2 3
Grande-Bretagne	48 5
Allemagne	21 0
Belgique	11 6
Espagne	10 4
Autriche-Hongrie	2 2
Italie	18 9
Maroc	2 8
République Argentine	2 5
Chili	3 2
Autres pays	8 4
Algérie	0 6
TOTAL	132 4

Représentant une valeur de 10,062,400 francs.

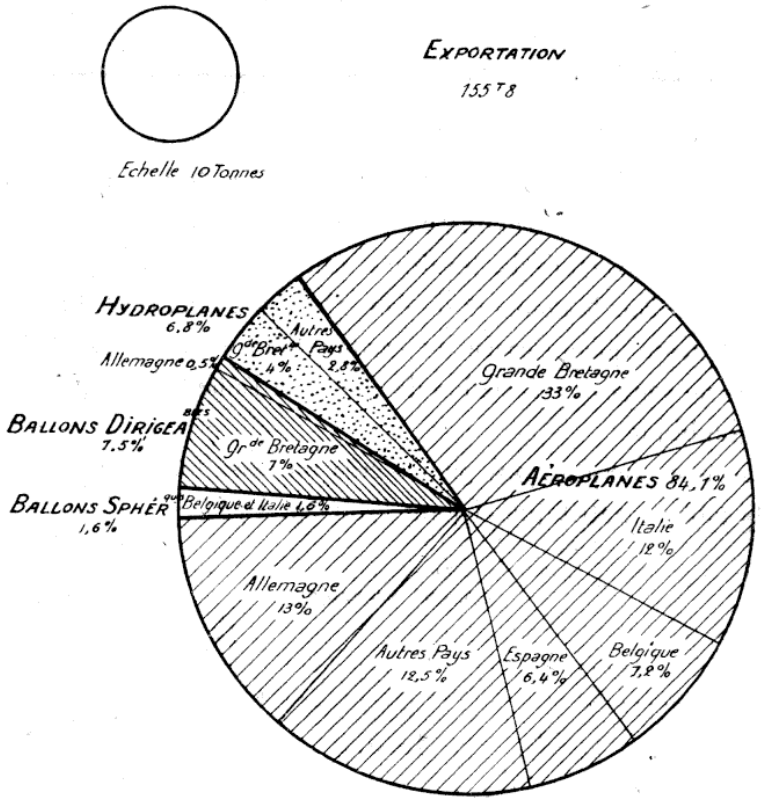


Fig. 173. — Aérostation et aviation. (Exportations en 1913.) [Importations : néant.]

HYDROPLANES.

Suède	0 7
Grande-Bretagne	5 3
Allemagne	1 2
Italie	1 5
Brésil	0 4
TOTAL	9 1

Représentant une valeur de 796,250 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme nous le voyons, le ballon libre ne donne lieu qu'à un faible mouvement (48,600 francs), nous exportons 3 dirigeables (923,000 francs); seuls les avions font nombre avec 286 appareils d'une valeur de 10,859,000 francs. En face d'une exportation totale de près de 12,000,000 de francs, nous n'importons rien. La France semble donc, à l'aurore du conflit européen, devoir être, pour longtemps encore, la grande productrice mondiale de matériel aéronautique. En face de nos ateliers, bien des nations n'ont rien à opposer et ne prennent aucune part à la conquête de l'air, comme la Grande-Bretagne.

La guerre devait changer radicalement cette situation. L'importance de l'aviation, croissant avec la durée des hostilités, chaque État belligérant devient producteur et se crée une aéronautique indépendante, Italie, Grande-Bretagne, États-Unis, etc. Aujourd'hui, chacun de ces États va vouloir devenir exportateur pour écouler d'abord le trop-plein de ses stocks de guerre et, ensuite, pour essayer de faire vivre ses usines de moteurs et d'avions. Aussi, cette situation est assez inquiétante, et nous l'examinerons plus loin en détail.

Pour nous résumer, en 1914, les possibilités offertes à la France dans le domaine des industries de l'air semblaient illimitées; mais l'éparpillement des efforts, le manque de groupement et de cohésion des maisons de construction, allaient nous créer de sérieuses difficultés au début de la guerre, malgré l'habileté et la hardiesse de nos pilotes d'avant-guerre, qui avaient jeté tant d'éclat sur notre aviation nationale de 1908 à 1914.

Situation pendant la guerre[1]. — La guerre, avec sa prodigieuse mise en œuvre de moyens matériels, a créé une véritable et immense industrie de l'air, capable de fournir aux besoins de jour en jour plus importants des belligérants des avions de toute catégorie. Au bout de quelques mois de guerre il devint, en effet, évident pour tous que la maîtrise de l'air assurerait à son possesseur une supériorité sans égale. On fut donc amené à créer des types d'appareils de plus en plus perfectionnés et de plus en plus nombreux. En six mois un appareil se démodait et vite il fallait en créer un autre mieux adapté aux nouvelles conditions. On changeait brusquement de série sous l'obligation de faire mieux que l'adversaire, et cette précipitation devait donner, non moins que l'accroissement de plus en plus important de la demande en appareils, une allure vertigineuse au développement de l'industrie aéronautique.

Tous les graphiques et les tableaux annexés à la présente étude donneront et laisseront une impression très forte de croissance ultra rapide, géante même, et l'on en conclura que cette industrie adaptée à la guerre et à ses besoins, aura le plus grand mal à se transformer en industrie de paix.

L'avant-guerre nous léguait des avions légers (presque tous d'un poids total inférieur à une tonne), peu résistants, peu rapides (en moyenne 90 kilomètres à l'heure) et n'emportant qu'un très faible poids utile (800 kilogr. au maximum). On allait demander aux constructeurs des avions robustes, très rapides, plafonnant très haut, et capables d'emporter un matériel de plus en plus lourd. Pour répondre à des desiderata très divers, les appareils se spécialisèrent et, si la guerre eût continué, de nouveaux types d'avions spécialisés auraient probablement vu le jour, au lieu de demeurer à l'état de projets ou d'appareils d'essai : tels l'avion de soutien d'infanterie et l'avion blindé.

---

(1) Tous les renseignements statistiques qui ont trait au développement de l'Aéronautique au cours de la guerre nous ont été communiqués par le Bureau de la Statistique du Sous-Secrétariat d'État de l'Aéronautique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 174 établie pour représenter l'évolution des avions en les classant sous les quatre rubriques du S. S. E. à l'Aéronautique : chasse, corps d'armée et artillerie, bombardement de jour, bombardement de nuit, ne doit pas faire illusion pour 1914 et 1915. En ces premières années, on partait de l'avion que l'on avait sous la main et, suivant qu'on lui faisait emporter une mitrailleuse ou des bombes, il était classé avion de chasse ou de bombardement. La spécialisation se fit peu à

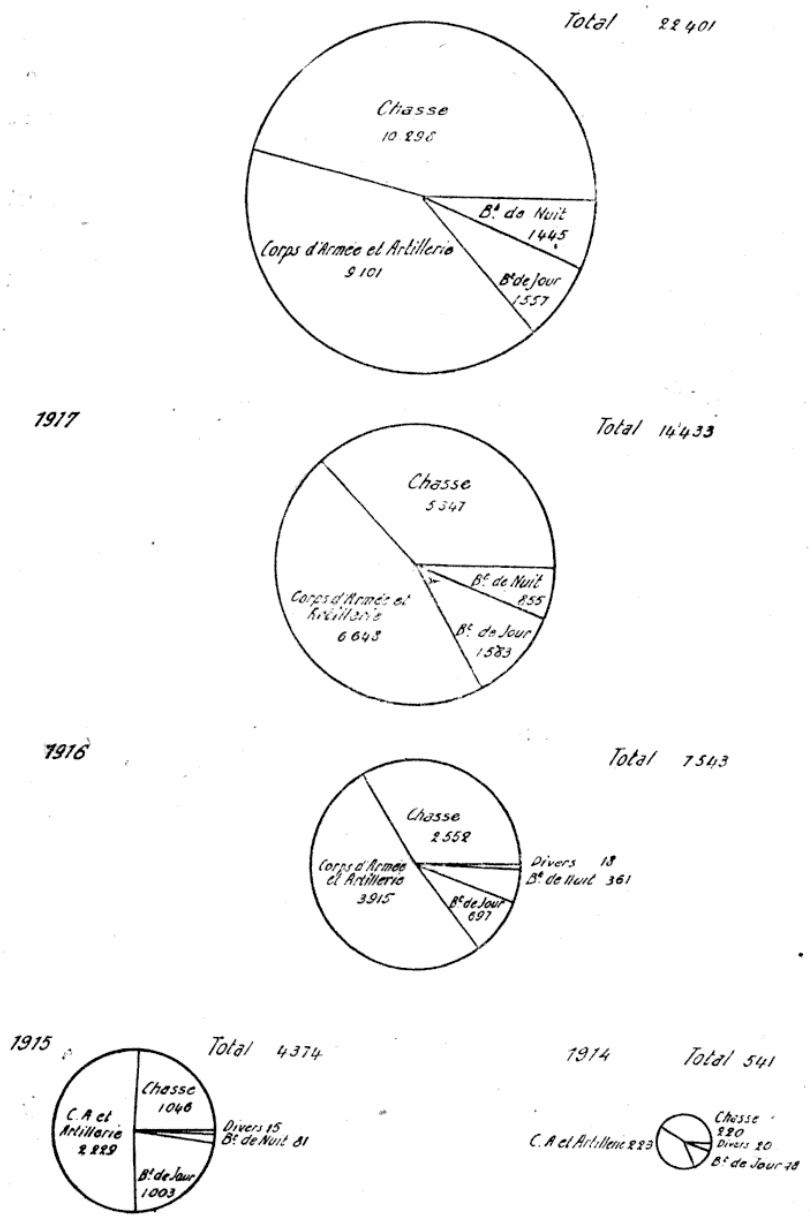


Fig. 174. — Évolution de l'aviation au cours de la guerre. (Appareils construits par catégorie d'emplois.)

peu, pour devenir complète à partir des derniers mois de 1916; dès lors, on construisit des appareils de conception réellement différente, suivant le but à atteindre.

Dans ses lignes principales, l'avion actuel diffère peu de l'avion d'avant-guerre. Le biplan (et l'avion primitif des Frères Wright en était un) s'est imposé à peu près partout; le monoplan a été complètement éliminé et le triplan, sans jamais être le type d'une importante série, a donné lieu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à des essais intéressants, dont on devra se souvenir pour l'établissement d'un avion de transport à fort poids utile.

A bord des biplans, on a varié à l'infini la disposition de la cellule, tandis que l'on s'en tenait à quelques types éprouvés dans la forme à donner aux ailes ; ainsi l'aile de Haviland a été maintes fois reprise et recopiée. Aussi, ce qui, en dernière analyse, caractérise un avion d'une classe est un ensemble de données, en quelque sorte extérieures : envergure, surface portante, poids au cheval moteur, poids au mètre carré de surface portante, poids utile, durée de vol sans recharger les réservoirs, etc.

Bien des perfectionnements ont été introduits à bord des avions de toute catégorie, comme l'emploi de l'aluminium ou du duralumin pour remplacer les bois, au moins pour certaines pièces, l'adoption de formes rationnelles (solide de moindre résistance) pour les haubans, les réservoirs, etc., et surtout, dans le même ordre d'idées, le fuselage de la carlingue. Cette dernière disposition soustrait moteur, passagers, réservoirs à essence au courant d'air, en les enfermant dans une nacelle appelée carlingue et présentant une forme effilée pour réduire la résistance à l'avancement. Signalons encore un fait d'une portée générale : la disparition presque intégrale, sur les avions d'aujourd'hui, de l'hélice propulsive remplacée par l'hélice tractive.

Si maintenant l'on examine la question des moteurs, on voit que les exigences du combat aérien ont conduit à la création de moteurs de plus en plus forts. En 1914, les plus puissants moteurs d'avions faisaient 100 HP au banc. Tant que la puissance demandée restait au voisinage de ce chiffre, le moteur rotatif gardait de grands avantages sur les deux autres types fixe et en étoile, qui exigent tous deux un radiateur et une circulation d'eau.

Toutefois, il est bon de remarquer que, dès l'avant-guerre, les Allemands avaient donné leur préférence au type classique, au moteur fixe, auquel ils sont du reste demeurés fidèles pendant tout le temps des hostilités.

De notre côté, dès qu'on fut amené à envisager la construction de moteur d'une puissance supérieure à 150 HP, le rotatif avait ses jours comptés. Cependant ses constructeurs n'abandonnèrent pas tout de suite la partie, et ce n'est que devant la quasi-impossibilité de mettre au point un moteur 200 HP de ce type qu'un de nos plus importants constructeurs de moteurs rotatifs se décida à changer sa fabrication pour passer à celle du moteur fixe et encore fort peu de temps avant l'armistice.

Disons encore quelques mots à propos du moteur en étoile, pour achever d'éclairer le schéma donnant l'évolution des moteurs, et que l'on trouvera joint à notre texte (fig. 175).

Le moteur en étoile offre de grandes facilités pour obtenir les fortes puissances, mais son vice rédhibitoire est son excessif encombrement qui rend presque impossible sa mise en place sous capot fuselé et qui exige même un avion spécialement dessiné à sa mesure. Ces quelques explications étaient, il nous semble, nécessaires pour bien comprendre l'évolution des moteurs au cours de la guerre, ainsi que la prépondérance de plus en plus grande, prise par le moteur du type fixe, prépondérance qui est mise en évidence par le tableau de la production :

	1914.	1915.	1916.	1917.	1918 (1).
Rotatif	556	3,256	6,252	10,757	6,349
Étoile	138	2,013	3,561	1,223	5,526
Fixe	200	1,827	6,336	11,395	29,461
	894	7,096	16,149	23,375	41,336

(1) Au 30 novembre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Après avoir décrit l'évolution des types, voyons comment se posait pour les constructeurs, le problème de l'augmentation de la puissance.

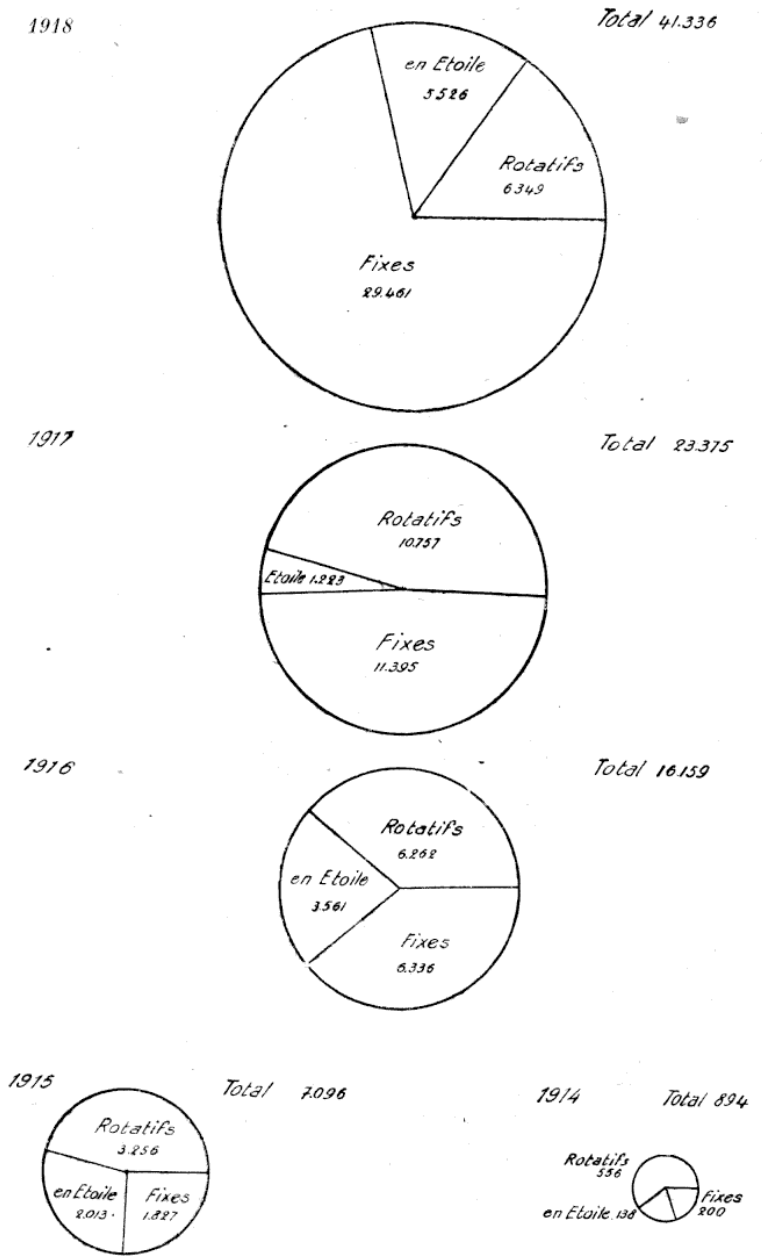


Fig. 175. — Évolution de l'aviation pendant la guerre. (Total des moteurs construits par catégories.)

Deux voies s'ouvraient devant eux pour conduire pratiquement au but :

a) Augmentation de l'alésage des cylindres et de la course du piston pour augmenter le volume de la cylindrée ;

b) Multiplication du nombre des cylindres.

Dès le début de la guerre, les Allemands adoptaient les gros alésages avec d'assez longues courses pour le piston, ce qui leur permit de rester presque toujours fidèles aux deux types 6 ou 8 cylindres en ligne, avec des vitesses de rotation moyennes pour l'arbre manivelle de 1,400 à 1,500 T. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos constructeurs de moteurs fixes ou en étoile étaient partis sur des séries de faible alésage; à moins de modifier profondément leur outillage et leur fabrication, la première solution leur était interdite. Ce fut donc à la multiplication du nombre des cylindres que l'on s'adressa le plus généralement pour augmenter la puissance.

Aussi, au fur et à mesure que la guerre se prolongeait, on envisageait la création de moteurs portant un plus grand nombre de cylindres. Parti du type 4 ou 5 cylindres en ligne, on passait rapidement (janvier 1916) au 8 cylindres en V qui sembla se fixer pour quelque temps; mais on repartit, sous la nécessité de faire toujours plus puissant, sur un type 12 cylindres en V et, toujours entraînés par le progrès, plusieurs de nos constructeurs, au jour de l'armistice, avaient soit au banc d'essai, soit au bureau d'études des moteurs de 16, 18 et même 24 cylindres auxquels on espérait faire rendre 600, 800 jusqu'à 1,000 HP.

Si les deux conceptions allemande et française s'opposent curieusement dans le dessin général du moteur, il en est de même quand on examine les méthodes de construction. Coupée de la mer libre, l'Allemagne souffre d'une terrible pénurie de matières premières; elle ne peut donc construire que peu de moteurs, et ses ingénieurs ne pensent qu'à faire robuste pour faire durer.

Dans ces conditions, le moteur allemand pèse lourd et son poids spécifique demeure toujours supérieur à 1 kil. 600; mais sa durée de marche est, par contre, fort longue et il n'est pas rare de voir des moteurs capturés tourner encore plusieurs centaines d'heures sur nos avions d'études.

De notre côté, toujours un peu dominés par notre penchant pour l'appareil sportif, nous voulons des moteurs de plus en plus légers, et nous sommes ainsi amenés à sacrifier la durée à la légèreté. L'aluminium vient alors nous apporter d'élégantes solutions, dont quelques-unes demeureront classiques après la guerre, car on continuera certainement à fondre dans ce métal et dans ses alliages les carters, les pistons et les pompes à eau, sinon les chemises d'eau et les pompes à huile.

On s'ingénie à enlever de la matière, partout où cela est possible, en perçant des trous, des gorges, en abattant des angles, si bien que nos moteurs arrivent à ce minimum de légèreté qui peut paraître invraisemblable, de 0 kil. 950 par cheval. Mais alors la durée d'existence de ces moteurs est bien courte; après trente à quarante heures de marche, ils ont besoin d'une très sérieuse vérification, et même, en les confiant à des mécaniciens très experts, on ne peut guère espérer prolonger leur existence au delà de cent heures.

Aussi, et nous insistons sur ce point, il ne faut pas compter sur nos moteurs de guerre pour un service de paix autre que l'exhibition. Leur prix très élevé et leur manque de résistance joints à leur énorme vitesse de rotation (1,700 à 2,200 t : m) les rendent impropres à tout service industriel où l'on demande une longue durée de service pour assurer l'amortissement du matériel. Le problème du moteur d'aviation d'après-guerre est donc complètement à reprendre.

En dehors des moteurs et avions, bien des études intéressantes ont été poursuivies au cours de la guerre pour améliorer le rendement du matériel; lanceurs de bombes, tirs à travers l'hélice, etc. Mais nous passerons rapidement sur ces dispositifs d'utilité purement militaire, pour dire quelques mots de certains perfectionnements encore utilisables sur les avions de transport. Après une longue et minutieuse mise au point, les constructeurs de carburateurs sont parvenus à abaisser la consommation au cheval-heure à environ 230 grammes d'essence, alors qu'au début de la guerre cette consommation n'était guère inférieure à 300 grammes.

Dans cette direction, on peut attendre de sérieux progrès, même avant l'entrée en scène de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

turbine à gaz, car la marge demeure encore grande entre la consommation du moteur à essence et celle du Diesel qui n'est que de 180 grammes de mazout, quoique la puissance calorifique de ce dernier combustible soit inférieure à celle de l'essence.

On conçoit facilement tout l'intérêt de cette question de la consommation pour les entreprises de transport aérien qui voudront abaisser, après la guerre, leur prix de revient au kilomètre.

Mais on peut encore espérer abaisser ce prix de revient kilométrique, en faisant voler l'avion très haut (5 à 10 kilomètres dans l'atmosphère), ce qui diminue énormément la résistance à l'avancement, et tout en conservant au moteur sa puissance au sol par un dispositif de gavage. La solution de M. Rateau a déjà donné de très intéressants résultats.

Il n'est pas douteux que d'autres progrès se réaliseront prochainement dans cette voie, où l'on se trouve encore arrêté, à l'heure actuelle, par d'assez nombreuses difficultés. Entre autres, une hélice absorbant un certain nombre de chevaux au sol sera bien loin de les absorber à 6,000 mètres, ce qui oblige à étudier des hélices à pas variable. D'autre part, il faudra créer des dispositifs très sûrs, pour permettre aux voyageurs et aux pilotes de respirer dans les régions de grande raréfaction.

Dans bien d'autres directions, le prodigieux développement de l'Aéronautique a exigé des efforts considérables. Ainsi, la métallurgie a dû satisfaire à des exigences de plus en plus grandes, et cela à une époque où surgissaient d'énormes difficultés, tant dans l'approvisionnement des matières premières que dans la régularité des fabrications.

Comme on le voit, de tous les côtés, l'industrie a répondu à l'appel du pays et les énergies se sont dépensées sans compter. Cependant, si chacun avait dû continuer à travailler pour soi, comme à l'époque d'avant-guerre, jamais nous n'aurions pu faire face à nos programmes de construction. Heureusement, de grands groupements se sont constitués autour des maisons dont les types étaient adoptés par l'Armée, pour les sortir rapidement en grandes séries.

Autour de Bréguet, de Spad, etc., on vit se réunir de nombreux constructeurs d'avions. Dans l'industrie du moteur, des groupements encore plus considérables se constituèrent. A certaines époques, la maison Hispano Suiza eut pour sous-traitants la majorité des constructeurs d'automobiles d'avant-guerre.

Pour le bien de notre industrie, il est à souhaiter qu'un tel état de cohésion ne disparaisse pas avec la guerre, mais, bien au contraire, que l'esprit de groupement et de solidarité subsiste ou même se développe chez nos constructeurs.

Nous donnerons ci-dessous les exportations et importations françaises en 1914 et 1915 (voir fig. 176 et 177).

EXPORTATIONS EN 1914.

BALLONS.

	TONNES.
Belgique	2 8
Espagne	0 4
TOTAL	3 2

représentant une valeur de 70,000 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AÉROPLANES.

	TONNES.
Russie	12 9
Grande-Bretagne	52 9
Allemagne	18 8
Belgique	13 0
Autriche-Hongrie	5 9
Japon	1 8
Autres pays	15 2
Algérie	2 9
TOTAL	123 4

représentant une valeur de 9,378,400 francs.

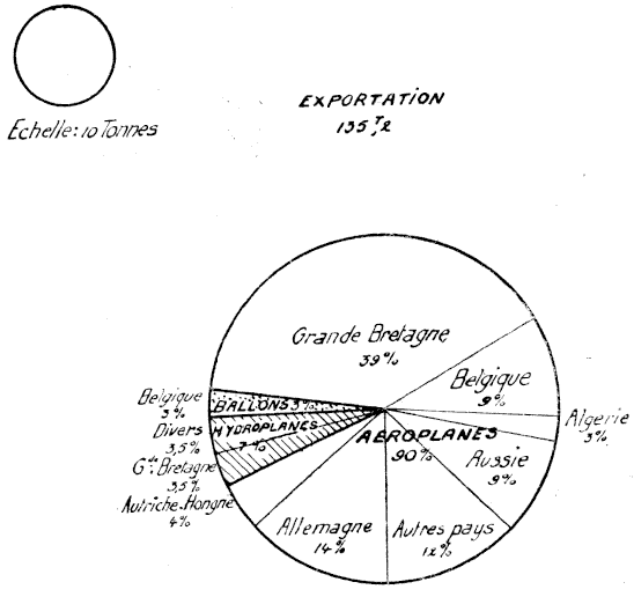


Fig. 176. — Aérostation et aviation. Exportations françaises en 1914. (Importations : 0 t. 7.)

HYDROPLANES.

	TONNES.
Grande-Bretagne	5 2
Italie	2 1
Turquie	1 0
Japon	0 3
TOTAL	8 6

représentant une valeur de 752,500 francs.

IMPORTATIONS EN 1914.

BALLONS.

	TONNES.
Belgique	0 3

représentant une valeur de 5,400 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AÉROPLANES. — HYDROPLANES.	TONNES.
Grande-Bretagne	0 4

représentant une valeur de 30,400 francs.

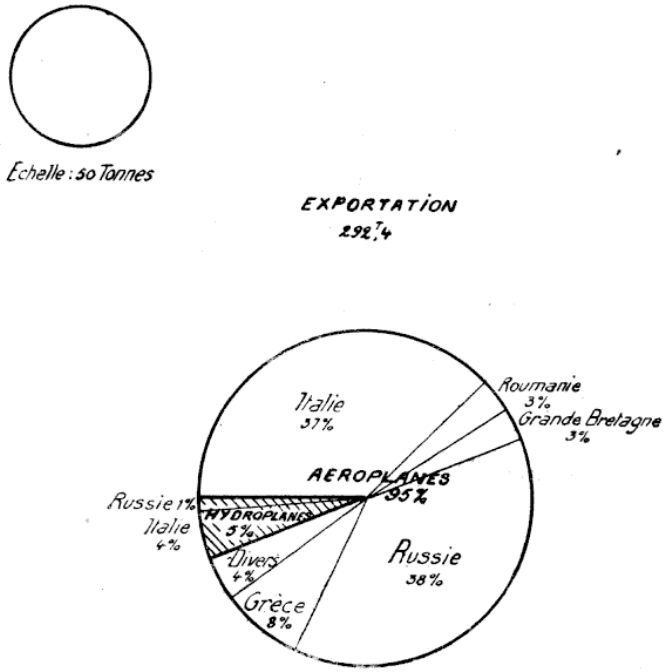


Fig. 177. — Aérostation et aviation. (Exportations françaises en 1915.)

EXPORTATIONS EN 1915.

AÉROPLANES.	TONNES.
Russie	112 1
Grande-Bretagne	8 9
Italie	108 0
Grèce	22 7
Roumanie	9 9
Colonies anglaises	3 8
Japon	7 9
Autres pays	1 2
Indo-Chine	0 1
TOTAL	274 6

représentant une valeur de 20,869,600 francs.

HYDROPLANES.	TONNES.
Russie	3 1
Italie	14 7
TOTAL	17 8

représentant une valeur de 1,557,500 francs.

IMPORTATIONS EN 1915.

NÉANT.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous voyons donc qu'en dehors de nos propres besoins nous avons encore eu à pourvoir à ceux d'un certain nombre de nos Alliés.

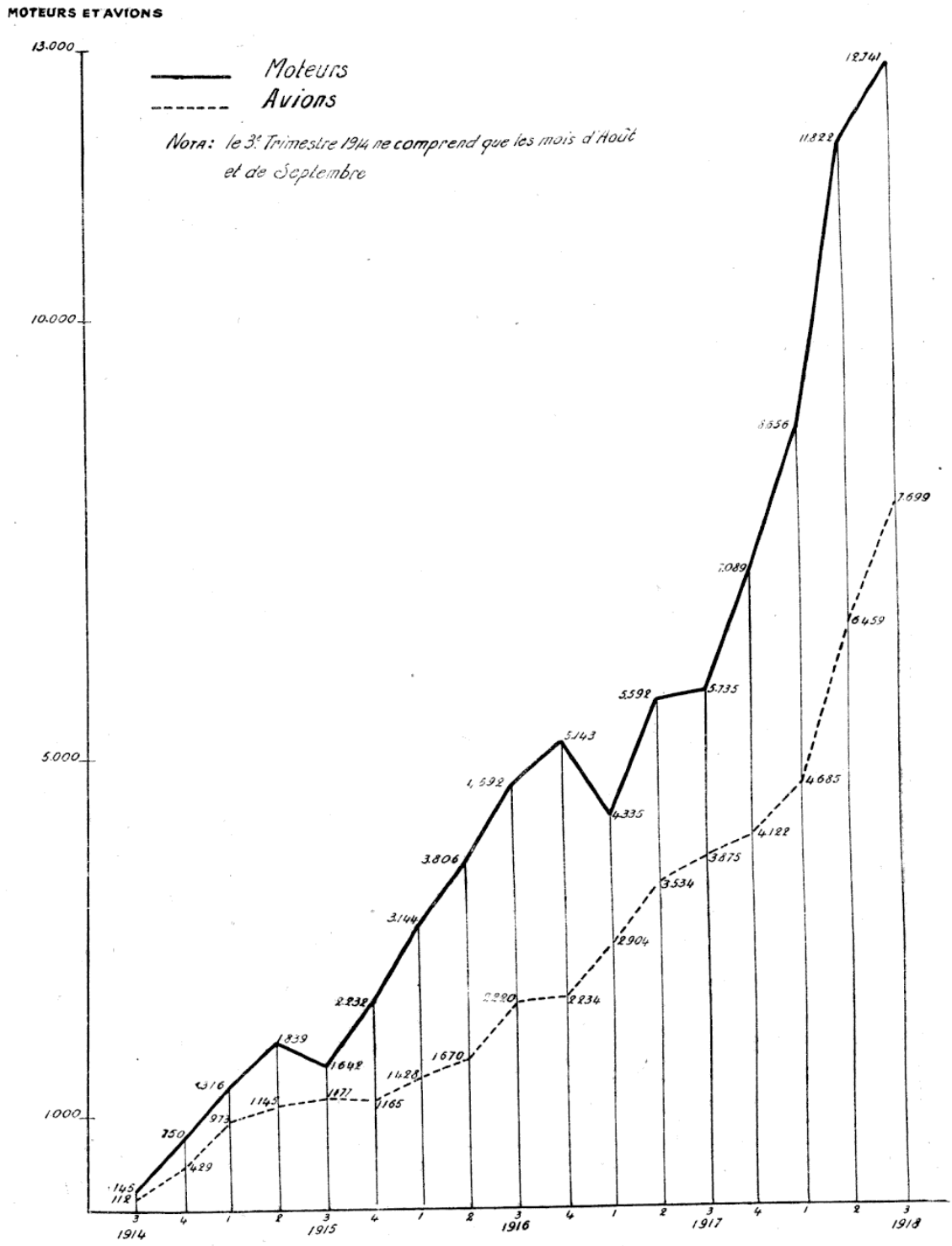


Fig. 178. — Production trimestrielle des moteurs et avions en France pendant la guerre.

En 1914, nous continuons à exporter un gros matériel aéronautique d'une valeur totale de 10,200,000 francs (contre 11,835,000 francs en 1913).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre plus gros acheteur pour cette année est la Grande-Bretagne, qui importe 59 avions, plus 9 hydravions. En 1915, l'Angleterre s'est déjà rendue indépendante, car elle n'importe plus que 4 appareils, mais l'Italie, la Russie et la Grèce nous demandent encore de nombreux avions, si

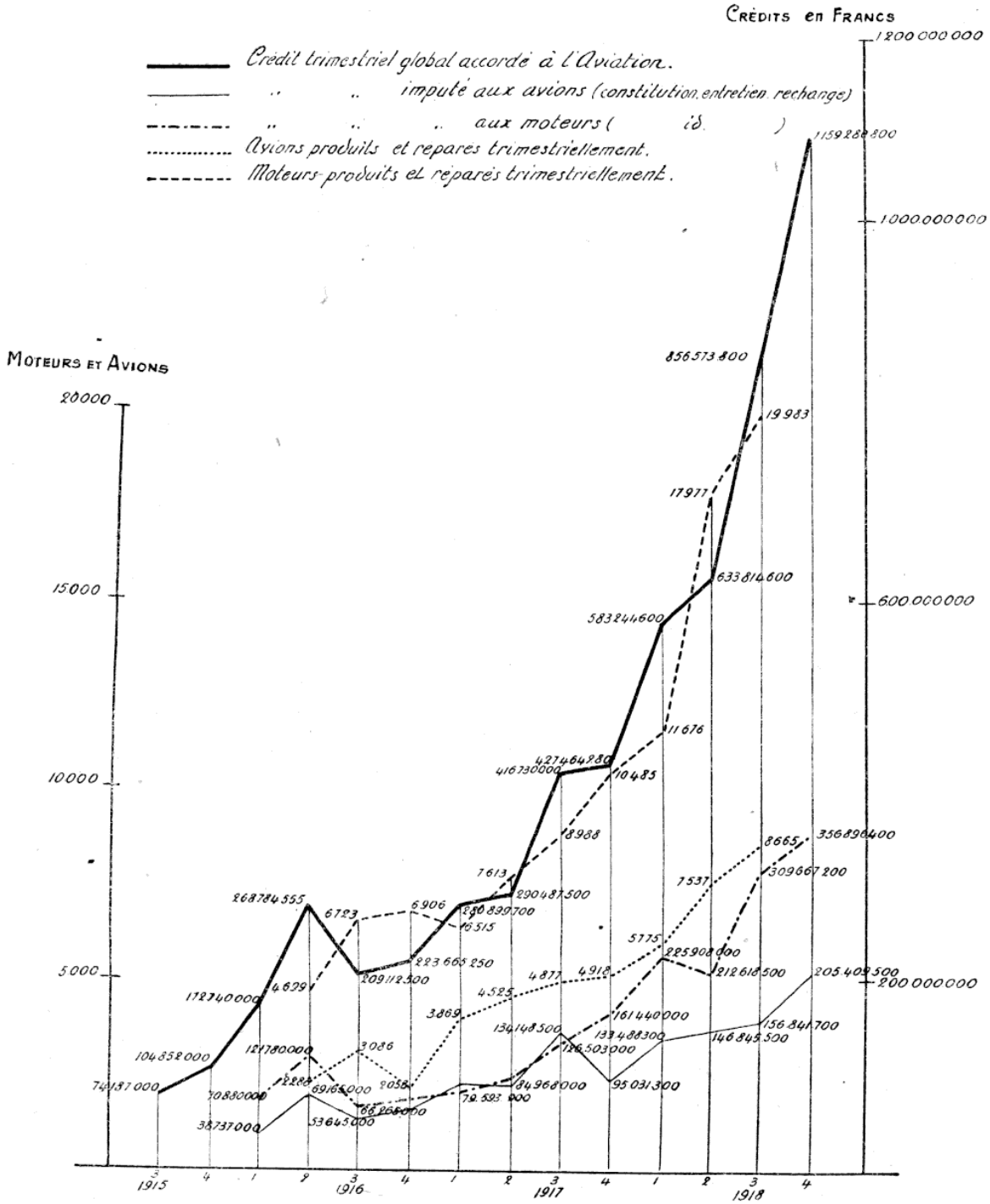


Fig. 179. — Aviation. — Diagrammes de progression trimestrielle des crédits affectés (avions et moteurs produits et réparés.)

bien que la valeur totale de nos exportations s'élève pour cette année à 22,427,000 francs. D'ailleurs tous nos Alliés cherchent à l'exemple de l'Angleterre à se créer une industrie aéronautique autonome, et certains y réussissent très bien, au point même de faire adopter par notre armée leurs propres types d'appareils et de moteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, l'Italie, en 1918, nous envoie 1,762 moteurs Fiat, contre 3 en 1917.

C'est dire que, dès maintenant, nous devons considérer dans le domaine de l'aéronautique nos principaux alliés comme de puissants concurrents d'après-guerre.

Il nous paraît intéressant de préciser l'évolution tout à fait remarquable de l'aviation française pendant la guerre. Pour cela, nous avons rassemblé les principaux chiffres [1] en deux graphiques (fig. 178 et 179).

Sur le premier, nous avons représenté la progression de la production trimestrielle en avions et en moteurs. Quant au second, encore plus significatif et frappant, il indique la progresssion trimestrielle :

1° Du nombre d'avions construits et réparés;

2° Du nombre de moteurs construits et réparés;

3° Du chiffre total du budget consacré à l'aviation;

4° Du chiffre du budget consacré aux avions;

5° Du chiffre du budget consacré aux moteurs.

En outre, nous donnons ci-dessous l'état numérique, au 1er janvier de chaque année, du total global des ouvriers employés à des fabrications de l'aéronautique (voir fig. 180) :

Au 1er janvier 1915	12,650	ouvriers.
— 1916	30,960	—
— 1917	68,920	—
— 1918	131,551	—
Au 2 novembre 1918	186,003	—

Tout commentaire est inutile : la vue des graphiques, la lecture des chiffres en disent plus sur l'effort demandé à tous, ingénieurs, industriels et ouvriers, que ne pourrait le faire la plus longue des dissertations.

Situation à l'après-guerre. — Nous venons d'indiquer, avec toutes les précisions utiles, ce qu'était devenue l'industrie aéronautique sous l'influence des besoins de la Défense nationale, nous avons montré l'extension considérable prise par les usines d'aviation et, en particulier, par celles construisant les moteurs et les avions.

Il nous faut maintenant envisager l'avenir et, pour cela, nous allons successivement nous demander :

1° Que va devenir l'industrie aéronautique en elle-même?

2° Que fera-t-on, que pourrait-on faire des usines spécialisées dans ses fabrications?

3° Enfin, sous la préoccupation des énormes stocks de matériel aéronautique existant à l'heure actuelle, comment se fera leur utilisation?

---

[1] Tous les chiffres qui suivent nous ont été communiqués par le Service de la Statistique au Sous-Secrétariat d'État de l'Aéronautique militaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Disons tout de suite que, de toute évidence, une terrible crise menace l'industrie aéronautique française. Aussi nous faut-il examiner successivement les trois questions que nous venons de poser.

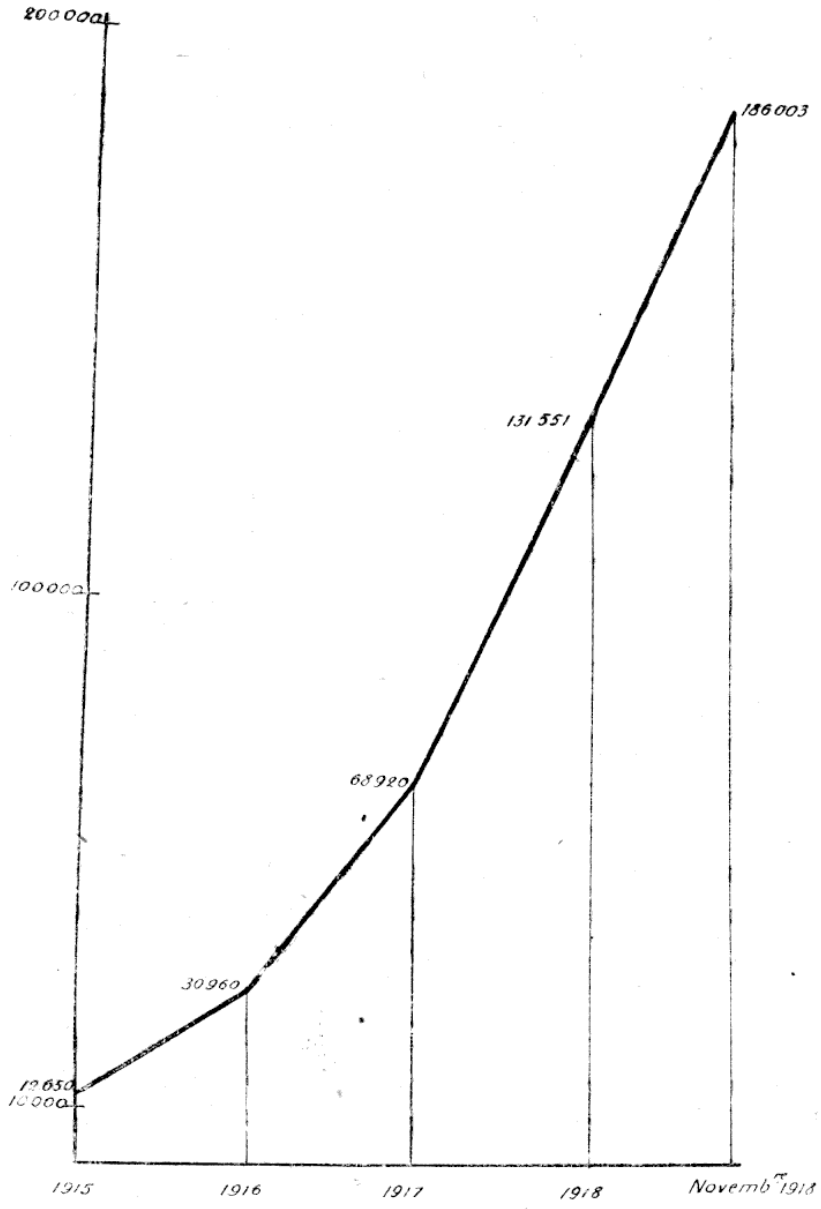


Fig. 180. — Total global des ouvriers employés aux fabrications de l'aéronautique pendant la guerre.

a) *Avenir de l'industrie aéronautique.* — Il est bien certain que, quelque développées que soient dans l'avenir les applications des avions, leur fabrication ne pourra jamais avoir la même amplitude que pendant la guerre et absorber 4 à 6 milliards de commandes par an.

Donc, de toute façon, la diminution des fabrications relatives à l'aviation est un fait qui domine tout le problème.

Cependant, certaines usines continueront après guerre à produire des avions sur une plus faible échelle, car elles recevront encore des commandes de différents côtés. D'une part, l'armée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'obligation de conserver et d'entretenir un stock minimum de matériel aéronautique, continuera à passer des commandes d'avions. Grâce à l'expérience acquise, certains types vont probablement se fixer de suite, comme ceux déjà classiques de chasse, de bombardement, de corps d'armée, etc.

En outre, les études en cours vont continuer et nous verrons probablement mettre au point, dans un avenir rapproché, des avions très spécialisés, comme l'avion blindé ou l'avion d'accompagnement d'infanterie. Dans tous les cas, par suite de l'importance de notre stock actuel de cellules et de moteurs, les commandes de l'armée seront fort maigres et les essais des types nouveaux coûteront d'abord plus qu'ils ne rapporteront. Donc, dans cette direction, l'avenir semble devoir être très limité.

D'autre part, on peut envisager un certain avenir pacifique pour l'aviation; car, selon ses plus ardents protagonistes, l'industrie aéronautique doit maintenant se diriger résolument vers la construction effective et en grand de l'avion de transport. Comment peut-on concevoir un semblable appareil?

D'abord, et avant tout, on exigera de la sécurité; c'est-à-dire que le volateur aura une assez grande surface portante, favorable en outre à l'enlèvement d'un fort poids utile, et une charge moyenne au mètre carré. Cependant, il ne faut pas songer à augmenter indéfiniment l'envergure à cause des difficultés de l'atterrissage qui ne pourrait plus se faire que sur des terrains tout spécialement aménagés, et comme au cours d'un voyage rien ne dit qu'une panne subite ne forcera pas le pilote à atterir n'importe où, l'envergure de l'avion ne pourra dépasser certaines limites.

Entre ces deux desiderata opposés, grande surface portante et envergure moyenne, on prendra une solution moyenne [1]. L'avion de transport sera ainsi assez voisin, au moins pour quelque temps encore, de l'avion de bombardement.

En outre, on sera probablement conduit à faire des essais de triplan, type qui correspond bien aux conditions imposées à l'avion de transport.

Pour épargner l'essence et rendre aisés les atterrissages, on ne volera pas très vite. Les vitesses supérieures à 200 kilomètres à l'heure seront abandonnées aux appareils d'exhibition; on se contentera d'une vitesse moyenne de 120 à 160 kilomètres à l'heure, déjà assez élevée. Si le vol à grande altitude se généralise, on pourra encore espérer abaisser la consommation d'essence, tout en augmentant la vitesse, mais cette question est encore trop peu au point pour que nous insistions ici.

Pour augmenter et porter au maximum la sécurité, on ne rognera plus sur le poids de la cellule et, encore moins, sur le train d'atterrissage. Ce dernier appareil recevra certainement des perfectionnements considérables, fort utiles pour le transport des voyageurs et complètement négligés tant que la guerre a duré et pour causes.

Voici donc, dans ses lignes très générales, l'avion de transport d'après-guerre. En chiffrant les données actuelles, on trouve que pour être rémunérateur le prix de transport d'un kilog sur 100 kilomètres ne doit pas être inférieur à 1 franc, ce qui est encore assez cher, puisqu'il porte le prix du trajet Paris-Londres à 250 francs au minimum.

Cette courte esquisse nous montre déjà que l'avion de chasse, le principal constituant de notre stock de guerre, est parfaitement inutilisable en dehors de l'armée. Seuls les avions de bombar-

---

[1] M. Soreau est arrivé à la même conclusion au cours d'une conférence très technique qu'il a faite, en janvier 1918, à la Chambre syndicale des Industries aéronautiques. Le texte de cette conférence a été dactylographié à quelques exemplaires qui ont été distribués, mais il n'a pas encore paru dans une revue ou un périodique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dements méritent qu'on prenne en considération leur transformation en avions de transport. Quant aux avions de corps d'armée, il vaudra mieux s'en servir tels quels, pour le levé de plans à grande distance et surtout pour la cartographie et la géodésie des pays peu peuplés ou désertiques.

Nous en arrivons naturellement à nous demander si l'avion de transport trouvera des applications assez étendues pour nécessiter une fabrication en grosses séries et, par suite, pour faire vivre une nombreuse industrie d'après-guerre.

Comme nous venons de le voir, le prix du transport aérien est et restera encore longtemps élevé ; quant aux risques, ils demeureront, au moins pour quelque temps encore, graves et nombreux. Donc, pour employer la voie de l'air à défaut d'autres avantages, il faudra être séduit par la rapidité qu'elle permettra d'atteindre. Or, qu'on songe aux brouillards, aux nuages, aux vents contraires et aux pannes toujours possibles, et l'on arrivera bien vite à conclure que les entreprises de transport aérien ne s'imposeront pas rapidement et qu'il faudra du temps pour arriver à l'appareil sûr, pratique, rapide et économique.

Au milieu des difficultés nombreuses que ne manqueront pas de rencontrer les industriels désireux de faire progresser l'aviation civile, il faudra que l'État les aide financièrement, les protège contre la concurrence étrangère, tout comme il le fait pour les compagnies de navigation.

En fait d'avions, nous en arrivons ainsi à la conclusion suivante : certaines usines, particulièrement bien outillées, pourront continuer leurs travaux d'aviation, mais les autres devront chercher à se transformer si elles veulent continuer à vivre.

Passons maintenant au moteur, et demandons-nous ce qu'il deviendra en vue de son utilisation sur l'avion de transport.

L'avion d'après-guerre volant à une vitesse moyenne et ayant une envergure moyenne, il ne sera plus question de construire des moteurs de plus en plus puissants et consommant des quantités énormes d'essence. C'est-à-dire que l'avion de transport sera monomoteur avec un moteur fixe de 200 à 300 HP au maximum. On recherchera dans la construction une très grande robustesse, car le moteur est cher, très cher, et plus il aura la vie longue plus le prix du voyage pourra être abaissé, plus l'entreprise sera rémunératrice, et plus les chances de panne seront diminuées.

Nous voyons donc pour le moteur d'après-guerre un 12 cylindres en V de moyen alésage, ou un 6 cylindres en ligne de fort alésage. Le poids du cheval ne pourra guère tomber au-dessous de 1 kilogr. 5 et ce sera encore là un minimum pour un engin de longue durée.

Si l'on adopte notre conception pour l'aviation et le moteur de transport, on en arrivera à conclure avec nous que les moteurs de guerre, existant en si grand nombre à l'état de neuf dans nos stocks actuels, vont malheureusement demeurer inutilisables pour un service pacifique. Toute transformation ne pourrait être qu'incomplète car si on a atteint pour le poids spécifique le chiffre de 0 kilogr. 950 à 1 kilogr., ce n'a été qu'en diminuant le poids de toutes les pièces. Par exemple, comment renforcer un arbre-vilebrequin, une bielle, un siège de soupape? Ceci paraît bien impossible.

Il semble donc que l'on sera conduit à abandonner les moteurs de guerre à l'armée et à créer un véritable moteur de transport aérien.

Nous avons vu plus haut que l'avion de transport n'allait probablement pas s'imposer de suite, ni donner lieu, dès maintenant, à une fabrication en grosse série. *Ipso facto*, la production des moteurs d'aviation sera restreinte dans les années qui vont venir. Mais la plupart des usines construisant ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moteurs étaient avant la guerre spécialistes en construction automobile; elles retourneront à leur fabrication normale.

b) *Transformation des usines.* — Il ressort clairement de la disproportion entre la production de guerre et les possibilités pour le temps de paix que la plupart de nos usines d'aviation vont être obligées de se transformer maintenant que les hostilités ont pris fin.

Comme nous venons de le voir au paragraphe précédent, nos usines de moteurs, qui étaient presque toutes spécialisées avant la guerre dans la construction automobile, vont naturellement être amenées à reprendre leur ancienne fabrication. N'oublions pas cependant que de nouvelles usines, supérieurement outillées, se sont créées pendant la guerre pour la production en grosses séries du moteur d'aviation et que, d'autre part, certains industriels sont en train de transformer leurs anciennes usines de munitions en fabriques d'automobiles.

Ajoutons encore que les constructeurs d'automobiles d'avant-guerre ont doublé, triplé, quelquefois même quintuplé les dimensions de leurs ateliers, la quantité de leurs machines et le nombre de leurs ouvriers et nous en arrivons naturellement à nous demander s'il est réellement possible que chacun trouve son compte dans cette construction automobile, vers laquelle tous se précipitent.

Demandons-nous donc quelle est la raison de cet engouement? Elle est bien simple : c'est que l'outillage utilisé pour la construction du moteur d'aviation peut servir, presque sans transformation, à la construction du moteur d'automobile. Il y a cependant des ombres au tableau : par exemple, les aléseuses de cylindres de moteur d'aviation, spécialement établies pour des alésages moyens ou forts, seront difficilement transformées en vue d'obtenir les petits alésages nécessaires dans l'automobile.

On peut même se demander si nos constructeurs ne vont pas être tentés de conserver des dimensions trop fortes à leurs moteurs d'automobile, pour ne pas transformer une partie de leurs machines, ce qui serait préjudiciable à notre industrie, car la demande d'après-guerre portera sur des voitures de puissance très moyenne, consommant le moins possible et coûtant assez bon marché.

En dehors des aléseuses, la transformation de certains tours à vilebrequin sera, elle aussi, assez difficile, car le vilebrequin d'aviation est plus grand que celui du moteur d'automobile et plus petit que celui du moteur marin, ou du petit Diesel. Heureusement, en dehors de ces tours très spéciaux, nécessaires pour l'usinage de l'arbre-manivelle, tous les autres travaux de tours tendaient de plus en plus à être remplacés par un travail à la fraise. Les fraiseuses, avec le nombre infini de montages qu'elles comportent, permettent d'entreprendre la plupart des usinages de la petite et de la moyenne mécanique; donc, pour elles, il n'est pas question de transformation.

Nous en arrivons à la conclusion annoncée : que le seul débouché ouvert aux usines de moteurs d'aviation est la petite ou la moyenne mécanique, c'est-à-dire l'industrie du camion ou de la voiture automobile. Car, en dehors de ces deux fabrications, que restera-t-il? Le groupe fixe, le petit ou le moyen Diesel et le semi-Diesel, et encore la différence de l'un à l'autre est assez mince.

Voyons donc quel avenir offrent à l'ancien constructeur de moteurs d'aviation le Diesel et le groupe fixe. De l'avis de tous, le Diesel est d'une construction difficile, d'une mise au point encore plus difficile et exige, pour sa fabrication, un personnel ayant une longue expérience. Or de puissants groupes, possédant justement une expérience déjà longue, se sont constitués à travers le monde pour la construction du Diesel; que pourra faire un nouveau venu, n'ayant aucune pratique de ce genre de moteurs, contre ces groupes internationaux, peut-on presque dire? De toute façon, la lutte sera dure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant au groupe fixe, constitue-t-il un véritable débouché? Nous ne le croyons pas, surtout maintenant que l'on procède rapidement à l'électrification de la France. Quand on pourra avoir l'énergie électrique à sa disposition, qui pensera à se donner tous les soucis d'entretien d'un groupe, soit pour son éclairage, soit pour entraîner une pompe ou toute autre machine. Le vrai débouché du groupe fixe est l'étranger ou les colonies; mais là nous retrouverons la plupart du temps une forte concurrence étrangère et, à défaut d'elle, l'électrification viendra bientôt reléguer le groupe fixe au rang des engins oubliés.

Comme on le voit, la transformation d'une usine de moteurs d'aviation en vue de la production d'après-guerre n'est pas un problème facile. Nous avons voulu simplement en poser les termes sans nous charger d'apporter une solution qui ne peut être qu'un cas d'espèce pour chaque industriel en particulier.

Pour les usines d'avions, le problème de leur transformation est heureusement beaucoup plus aisé à résoudre. Elles ont, tout d'abord, l'avantage de posséder un outillage incomparablement plus simple que celui des usines de moteurs et, en outre, la plus grosse partie de cet outillage peut être utilisée directement pour des travaux d'après-guerre.

Il en est ainsi pour toutes les machines pour visserie ou boulonnerie; quant aux petites presses à matricer, la matrice une fois changée, elles continueront à produire les pièces de ferronnerie que l'on voudra obtenir. Donc, ici, pas de perte de matériel qui sera toujours utilisé, soit directement par l'avionneur lui-même, soit par le spécialiste qui aura racheté l'outillage.

Passons aux machines à travailler le bois, qui sont loin de représenter un outillage bien considérable, car dans cette partie de la construction on s'en remet encore beaucoup à l'habileté de professionnels, menuisiers et ébénistes.

Que fera-t-on de ces derniers? Ou bien ils retourneront à leurs occupations d'avant-guerre, ou encore l'usine d'avions se transformera en fabrique de meubles et d'objets en bois pour conserver ses spécialistes. C'est vers cette dernière solution que l'on semble vouloir se diriger, sous l'impulsion des besoins des régions dévastées. Il est évident que la demande en meubles bon marché, en châssis de fenêtres, en portes, etc., sera considérable dans les années qui vont venir et il sera tentant, pour l'avionneur de guerre, de transformer ses ateliers en fabriques de grosse ébénisterie, d'autant plus que ses machines à métaux pourront alors être utilisées, non seulement pour la visserie et la boulonnerie, mais probablement encore pour des travaux de grosse serrurerie.

Comme on le voit, la situation des usines d'avions semble être nettement meilleure pour l'après-guerre que celle des usines de moteurs. Cependant, il y a deux points noirs à signaler ici : d'une part, les aéroplanes sont des engins très encombrants et, par suite, leurs constructeurs ont été amenés à agrandir, dans une énorme proportion, la superficie de leurs ateliers dont une partie va devenir inutile maintenant.

On peut donc prévoir un resserrement dans ces usines et la mise en vente à des prix assez bas de terrains et de constructions qui ont coûté fort cher aux avionneurs de guerre.

D'autre part, la reconstitution des pays dévastés ne durera pas éternellement et l'on peut prévoir le jour où les anciennes usines d'aviation, transformées en grosses fabriques de mobiliers et d'objets en bois, ne trouveront plus de débouchés pour leur production. L'époque de la crise serait ainsi seulement retardée.

c) *Utilisation des stocks.* — Nous allons donner tout d'abord l'état de notre stock d'aviation, tel qu'il vient de nous être communiqué par le Service de l'Aéronautique au Ministère de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Guerre [1]. Les chiffres des avions et des moteurs ne sont qu'approximatifs, mais certainement très voisins de la réalité. Celui des magnétos est exact et doit s'entendre du stock intégralement disponible, c'est-à-dire que, dans les chiffres indiqués, on n'a pas fait état des magnétos prévues pour l'équipement des moteurs, souvent en cours de construction, et qui sont dénombrés avec leur stock.

AVIONS.

	NOMBRE.
Chasse	2,240
Observation	1,920
Bombardement de jour	15
Bombardement de nuit	730
	4,903
Types écoles et périmés	1,493
TOTAL du stock d'avions	6,398

MOTEURS.

TOTAL du stock des moteurs	17,765

MAGNÉTOS.

TOTAL du stock des magnétos intégralement disponibles	45,375

Nous ne parlerons pas du stock de hangars qui, eux, ne sont pas spécialisés pour des appareils de guerre d'un type déterminé et dont on prévoit l'utilisation, tant pour abriter les avions actuellement existants que ceux de l'aviation civile d'après-guerre.

Comme on le voit, le stock des avions n'est pas très considérable, surtout si l'on en déduit les appareils d'école ou de type périmé, qui, eux-mêmes, trouveront leurs emplois dans les centres où se formeront les pilotes militaires ou civils.

Les avions de bombardement de nuit, tous d'un type récent, pourront immédiatement être utilisés par l'aviation civile, soit comme premiers appareils d'étude ou d'essai, soit même comme appareils de service, quand leurs moteurs auront été renforcés ou remplacés. Les avions d'observation seront un peu moins faciles à placer; ils iront aux colonies, ou bien encore, si la demande est grande, ils pourront être utilisés comme appareils d'école.

Il reste donc les avions de chasse, inutilisables pour un service pacifique; il faudra les conserver à l'Armée ou en céder un certain nombre aux nouveaux États en formation, qui, certainement, essaieront de se constituer tout au moins un embryon d'aviation militaire.

Nous en arrivons aux moteurs qui, eux, constituent un stock énorme, d'un placement difficile pour les raisons que nous avons données plus haut. Leur transformation en moteurs industriels nous semble bien aléatoire. Nous ne pouvons donc que conseiller de suivre avec attention les essais entrepris par la Section technique de l'Aviation, pour leur trouver un emploi industriel, par exemple comme moteurs à gaz pauvre.

Quand on songe aux transformations que ces moteurs devront subir : adjonction d'un volant,

[1] Au cours de notre enquête, le Sous-Secrétariat d'État de l'Aéronautique a été supprimé et ses services ont été directement rattachés au Ministère de la Guerre. C'est ce qui explique que ces derniers renseignements nous ont été communiqués sous une autorité différente par les mêmes officiers du Bureau de la Statistique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

changement de carburateur, modification de tuyauterie, renforcement des paliers, abaissement de la vitesse de rotation, et tout cela pour obtenir des engins d'une puissance très inférieure à celle pour laquelle ils ont été établis, on en arrivera à se demander s'il est besoin de se donner tant de peine pour arriver à une solution que l'on sait, à l'avance, devoir être boiteuse.

Pour nous, le moteur de guerre doit demeurer réservé aux usages militaires, d'autant plus que les moteurs de l'aviation civile seront tout à fait différents de ceux exigés par les nécessités du combat aérien. Le plus sage serait peut-être de garder la plus grosse part du stock actuel comme rechange de notre aviation militaire, le reste étant vendu ou cédé avec le reliquat des avions de combat aux nouveaux États que va créer la Conférence de la Paix.

Quant aux magnétos, elles semblent devoir constituer un stock tout à fait invendable et intransformable; nous n'en voulons pour preuve que le fait suivant : depuis plusieurs années, il existe un reliquat de 10,530 magnétos à oreilles, sans distributeur, établies pour les moteurs rotatifs et l'Armée n'a jamais pu leur trouver une utilisation ou même s'en débarrasser.

Nous voilà arrivés aux termes de notre enquête; nous avons examiné le formidable effort demandé à l'aviation pendant les hostilités. Nous avons étudié les différents problèmes, pour la plupart très complexes, que l'on peut se poser à son sujet pour l'après-guerre.

De toute cette étude, il nous semble ressortir que toutes les difficultés vaincues au cours de la guerre doivent nous donner l'espoir de solutionner à notre avantage la liquidation de l'état présent et la création de l'aviation civile, si nous y mettons toute notre bonne volonté et toute notre énergie.

H. LE MATÉRIEL DE CHEMINS DE FER.

Situation à l'avant-guerre. — *Production.* — En 1913, six établissements construisaient les locomotives, sans parler des ateliers appartenant aux Compagnies de chemins de fer; ils étaient répartis de la façon suivante :

4 qui ont été en pays envahis;
2 dans les autres régions.

La production des premiers était de 350 à 400 locomotives; celle des seconds s'élevait à 250 à 300 locomotives. Au total, la production annuelle française était de 650 à 700.

La même année, la fabrication des voitures et wagons était faite par 21 établissements, dont :

5 ont été en pays envahis;
16 dans les autres départements.

La production totale s'élevait à 2,000 voitures, dont 400 fabriquées par les usines qui ont été en pays envahis, et à 18,000 wagons de marchandises, dont 6,000 fabriqués dans les ateliers qui, depuis, ont été occupés par l'ennemi.

Consommation. — Les tableaux suivants donnent :

a) Le nombre des locomotives commandées à l'industrie privée, française ou étrangère, non compris, par conséquent, celles construites par les ateliers des Compagnies;

b) Le nombre total des locomotives livrées, aussi bien par les ateliers des Compagnies que par les usines françaises et les établissements étrangers;

c et *d*) De même pour les voitures et wagons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LOCOMOTIVES COMMANDÉES.

ANNÉES.	NOMBRE TOTAL des locomotives commandées.	RÉPARTITION DES COMMANDES PASSÉES		VALEUR DES COMMANDES PASSÉES	
		En France.	A l'Étranger.	En France.	A l'Étranger.
				millions.	millions.
1904	81	81	//	8	//
1905	202	202	//	23	//
1906	468	378	90	53	11
1907	419	194	225	27	28
1908	350	275	75	34	9
1909	482	356	126	43	10
1910	575	449	126	62	13
1911	635	465	170	59	18
1912	570	500	70	68	9
1913	308	288	20	41	2
1914 (1)	//	178	//	//	//

(1) Janvier à juillet.

LOCOMOTIVES LIVRÉES.

ANNÉES.	PAR ATELIERS DES COMPAGNIES.	PAR L'INDUSTRIE française	PAR L'INDUSTRIE étrangère.	TOTAUX.
1904	55	69	//	124
1905	23	70	//	99
1906	39	121	//	160
1907	50	213	68	331
1908	47	343	230	620
1909	50	373	94	517
1910	49	298	129	476
1911	42	432	247	721
1912	52	425	69	546

VOITURES ET WAGONS COMMANDÉS.

ANNÉES.	NOMBRE TOTAL des véhicules commandés.	RÉPARTITION DES COMMANDES PASSÉES		VALEUR DES COMMANDES PASSÉES	
		En France.	A l'Étranger.	En France.	A l'Étranger.
				francs.	francs.
1904	1,443	//	//	7,816,010	//
1905	5,633	//	//	60,630,000	//
1906	23,546	18,781	4,765	96,262,000	27,517,000
1907	11,721	9,586	2,133	61,961,000	9,473,000
1908	5,940	Totalité.	//	66,101,000	//
1909	11,269	10,669	600	65,385,000	2,700,000
1910	13,195	12,025	1,170	69,692,000	6,287,000
1911	30,836	Totalité.	//	178,936,000	//
1912	14,635	14,147	488	96,796,000	4,709,000
1913	14,939	14,790	149	116,535,000	4,768,000
1914 (1)	//	4,554	//	//	//

(1) Janvier à juillet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VOITURES ET WAGONS LIVRÉS.

ANNÉES.	PAR LES ATELIERS des Compagnies.	PAR L'INDUSTRIE française.	PAR L'INDUSTRIE ÉTRANGÈRE.	TOTAUX.
1904	729	3,988	//	4,717
1905	773	2,051	//	2,824
1906	822	2,706	200	3,728
1907	1,059	10,405	4,510	15,974
1908	1,156	15,848	2,190	18,194
1909	938	9,362	220	20,520
1910	491	9,019	420	9,430
1911	518	14,960	1,170	16,648
1912	524	17,931	//	17,915

Il résulte d'une façon très nette de ces tableaux :

1° L'irrégularité de la passation des commandes;

2° L'importance des commandes passées à l'étranger.

Ceci nous conduisit à d'importantes crises de chômage.

Commerce extérieur. — Nos importations ont été indiquées dans les figures 181, 183 et 184. Nos exportations dans les colonies ont été les suivantes :

ANNÉES.	LOCOMOTIVES COMMANDÉES.		VOITURES ET WAGONS COMMANDÉS.	
	NOMBRE.	VALEUR.	NOMBRE.	VALEUR.
		milliers de francs.		milliers de francs.
1909	44	3,860	221	2,593
1910	70	5,066	857	3,993
1911	16	777	451	1,942
1912	29	2,247	214	958
1913	55	4,930	284	1,539
1914 (1)	37	2,694	776	4,090

(1) Janvier à juillet.

Nos exportations en pays étrangers sont données dans le tableau suivant :

ANNÉES.	VALEUR EN MILLIERS DE FRANCS.	
	LOCOMOTIVES.	VOITURES ET WAGONS.
1904	409	665
1905	2,160	2,767
1906	1,818	4,868
1907	1,011	1,288
1908	875	608
1909	576	1,056
1910	862	895
1911	1,273	1,253
1912	118	410
1913 (1)	1,038	1,238

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est intéressant de bien fixer les détails de notre commerce extérieur pour 1913 :

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.
Locomotives pour voies ferrées.	5,805 tonnes d'une valeur de 8,562,281 francs, Dont : 3,330 tonnes de Belgique; 1,886 — d'Allemagne; 432 — de Suisse.	1,260 tonnes [1] d'une valeur de 2,144,040 francs, Dont : 724 tonnes pour l'Algérie, colonies et pays de protectorat; 428 — pour la Belgique.
Tenders de locomotives.....	400 tonnes d'une valeur de 249,116 francs, Dont : 386 tonnes de Belgique.	73 tonnes d'une valeur de 66,060 francs, entièrement pour la Belgique;
Wagons de voyageurs.....	1,275 tonnes d'une valeur de 1,786,260 francs, Dont : 862 tonnes d'Autriche-Hongrie; 245 — de Belgique; 163 — d'Allemagne.	959 tonnes d'une valeur de 1,540,160 francs, Dont : 235 tonnes pour l'Algérie et les colonies; 493 — pour la Belgique; 136 — pour l'Espagne.
Wagons de marchandises.....	16,492 tonnes d'une valeur de 7,752,885 francs, Dont : 11,926 tonnes de Belgique; 2,370 — d'Italie; 1,702 — d'Allemagne.	1,764 tonnes d'une valeur de 1,060,080 francs, Dont : 1,672 tonnes pour l'Algérie et nos colonies.
Wagons de terrassement.....	1,399 tonnes d'une valeur de 630,450 francs, Dont : 955 tonnes d'Allemagne; 429 — de Belgique.	2,775 tonnes d'une valeur de 1,533,675 francs, Dont : 2,378 tonnes pour l'Algérie et nos colonies.
Voitures pour tramways.....	1,182 tonnes d'une valeur de 1,597,455 francs, Dont : 1,129 tonnes de Belgique.	91 tonnes d'une valeur de 140,550 francs, Dont : 66 tonnes pour l'Algérie et nos colonies.
Caisses, châssis ou boggies et leurs parties.	571 tonnes d'une valeur de 688,080 francs, Dont : 457 tonnes de Belgique.	169 tonnes d'une valeur de 230,985 francs, Dont : 91 tonnes pour l'Algérie et nos colonies; 52 — pour l'Espagne.

[1] Y compris les machines routières à vapeur.

Ces résultats sont représentés par les figures 181 à 188.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

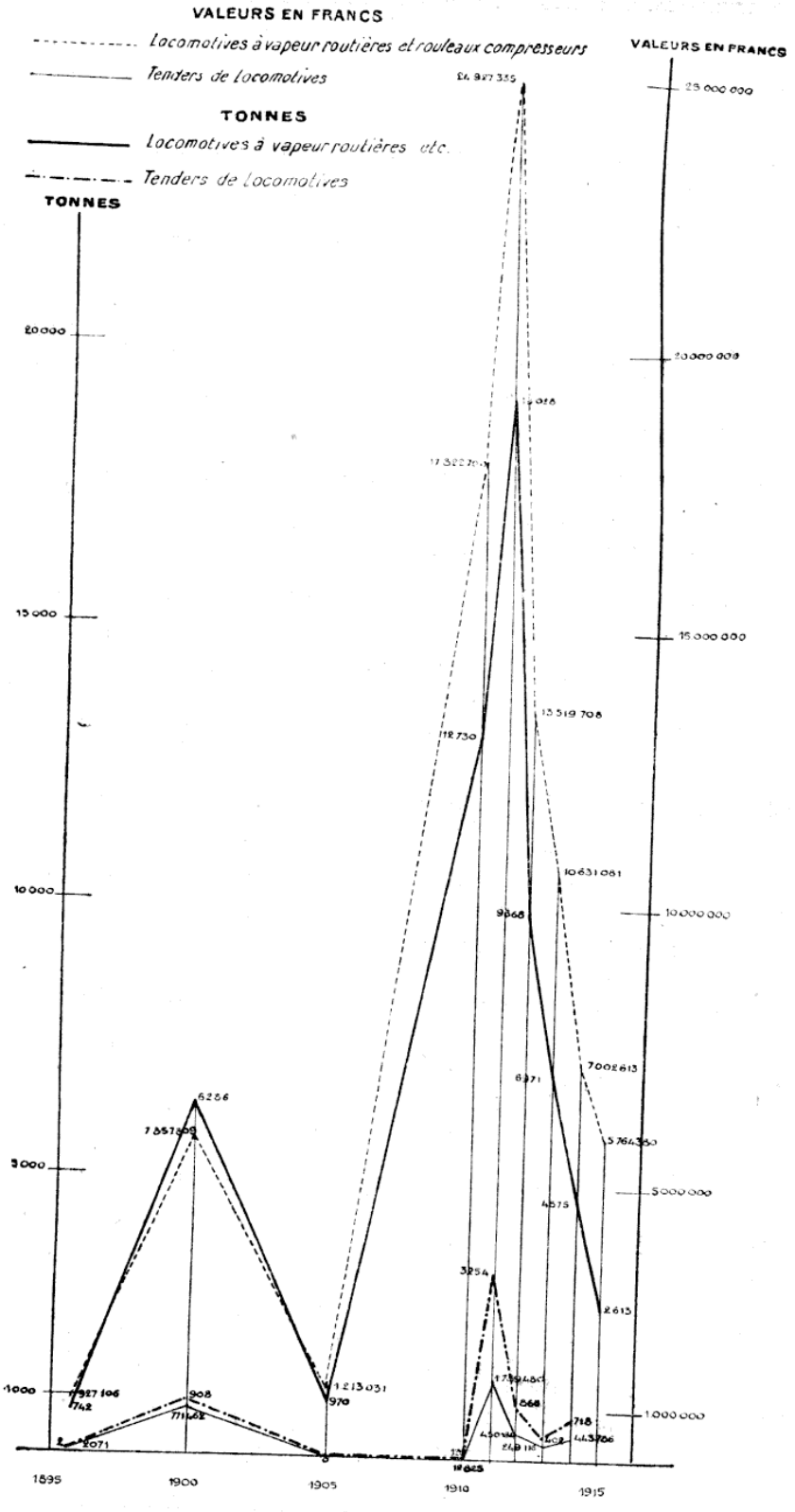


Fig. 181. — Locomotives. Importations françaises de 1895 à 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

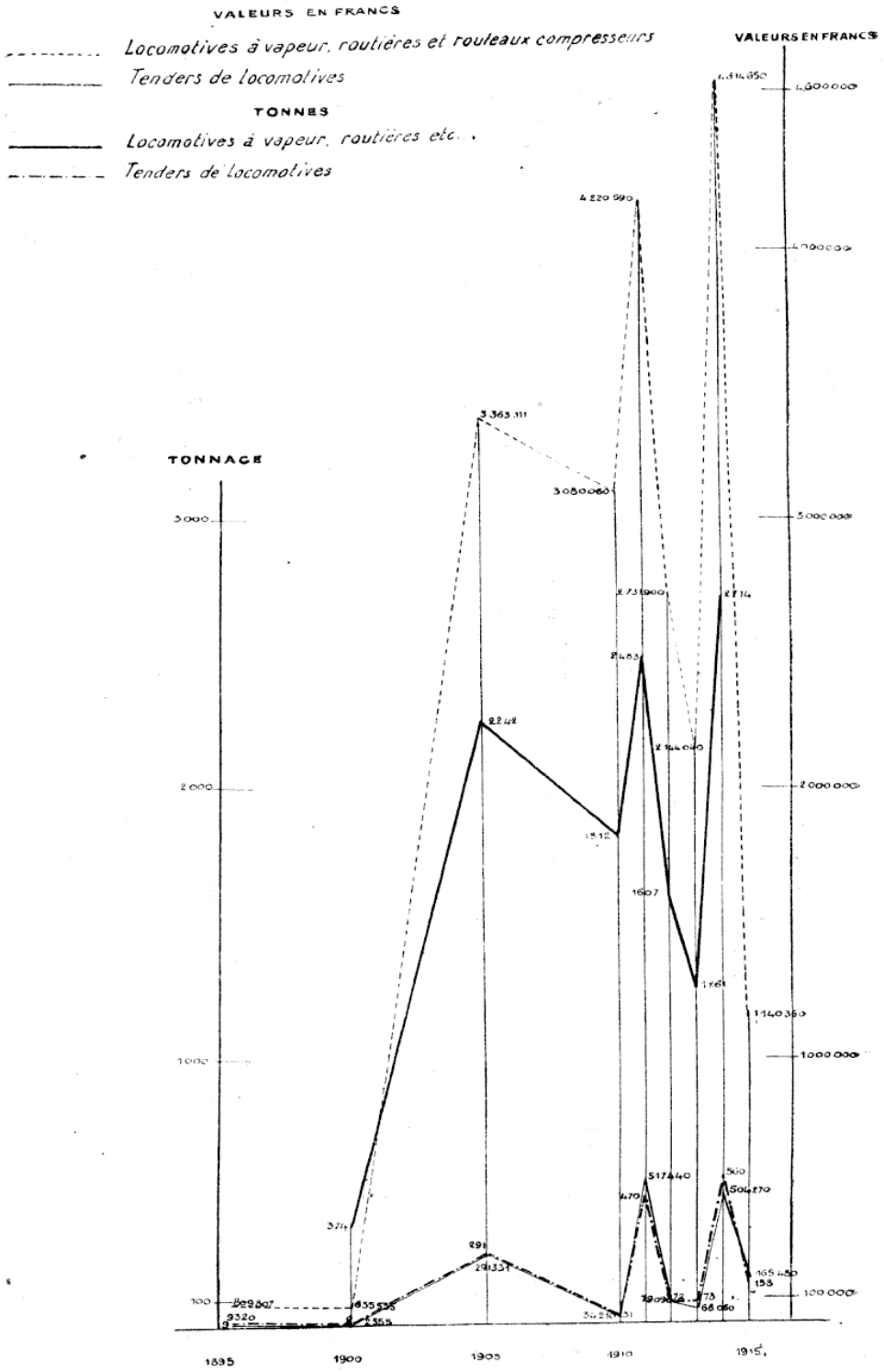


Fig. 182. — Locomotives. Exportations françaises de 1895 à 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

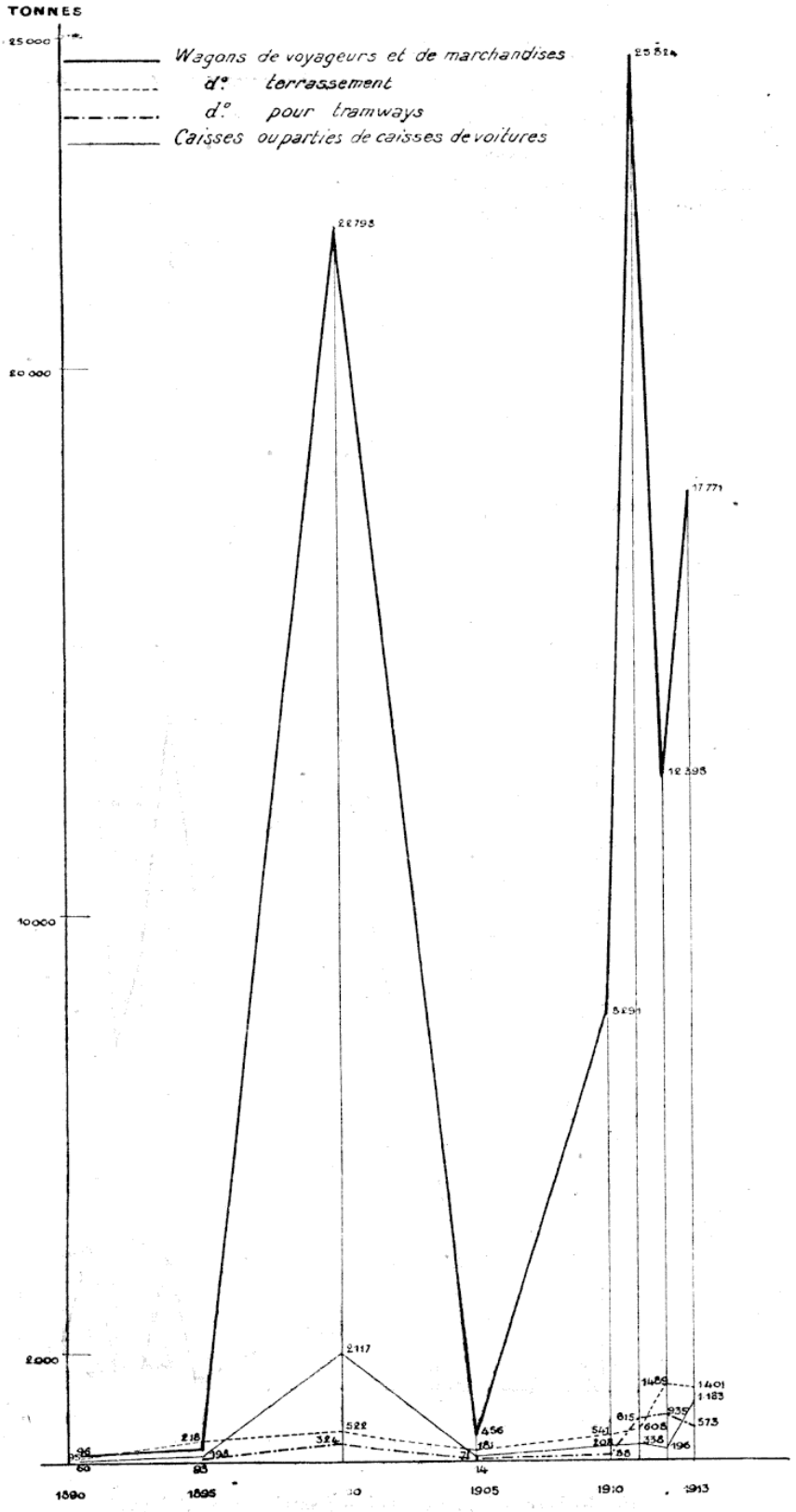


Fig. 183. — Matériel roulant. Importations françaises (tonnage) de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

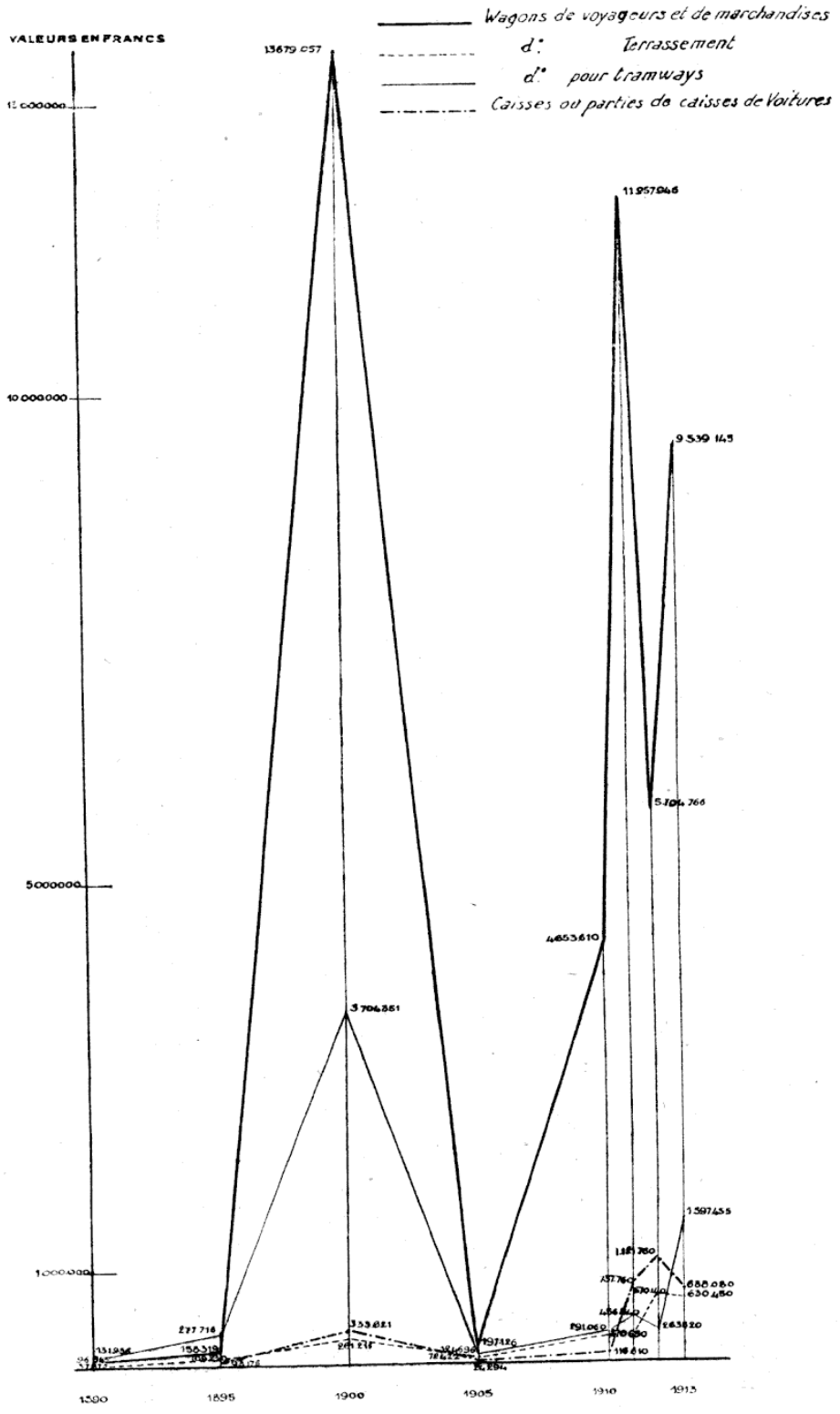


Fig. 184. — Matériel roulant. Importations françaises (valeurs) de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

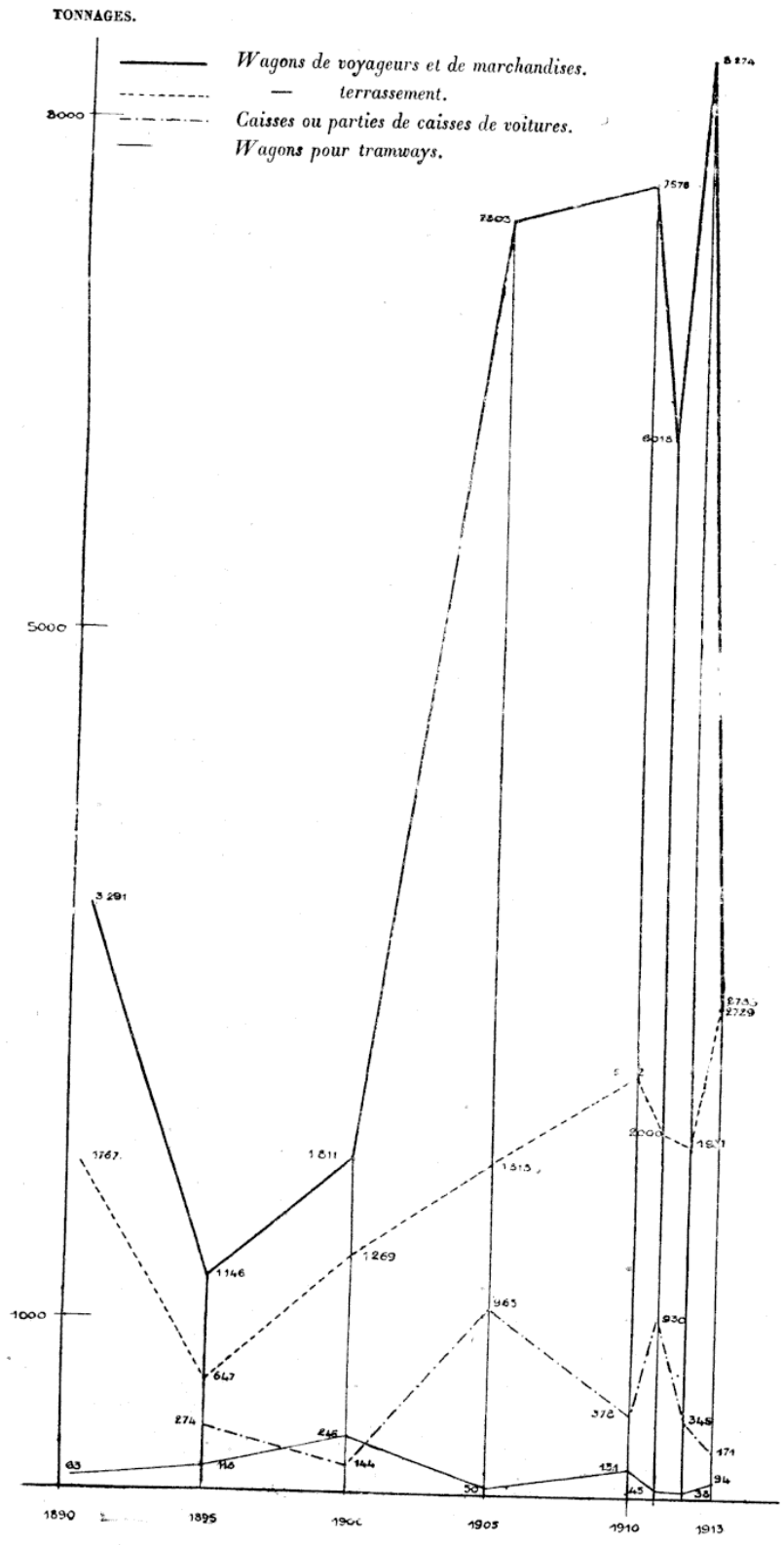


Fig. 185. — Matériel roulant. Exportations françaises (tonnage) de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

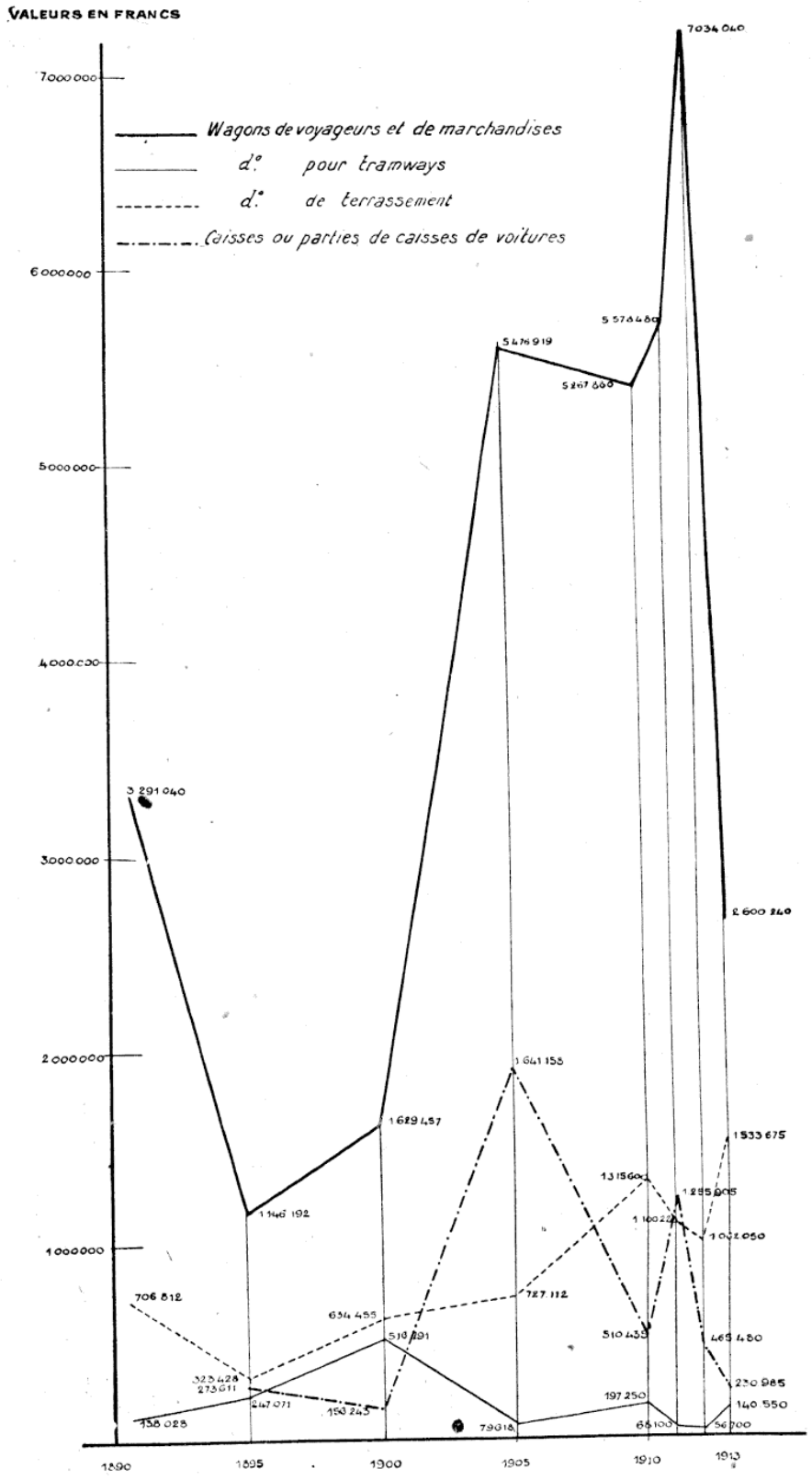
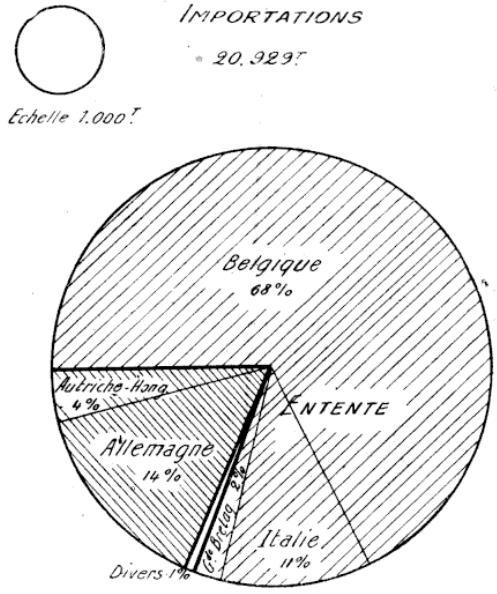
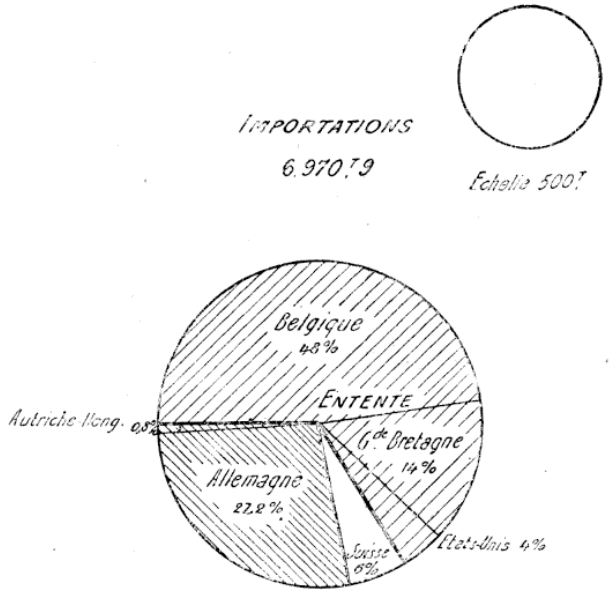


Fig. 186. — Matériel roulant. Exportations françaises (valeurs) de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutes ces indications prouvent l'irrégularité de la passation des commandes d'une part et, d'autre part, l'importance des commandes passées à l'étranger, spécialement en Belgique et en Allemagne. Enfin, on notera que nos exportations sont insignifiantes si on enlève les produits allant en Algérie, dans nos colonies et pays de protectorat.





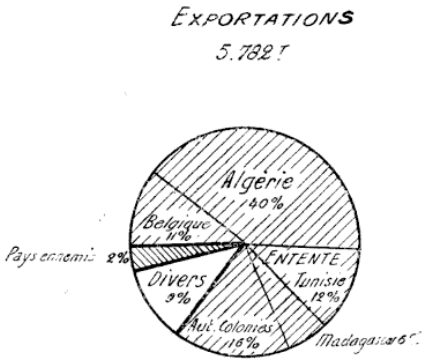


Fig. 187. — Matériel roulant.
Importations et exportations françaises en 1913.

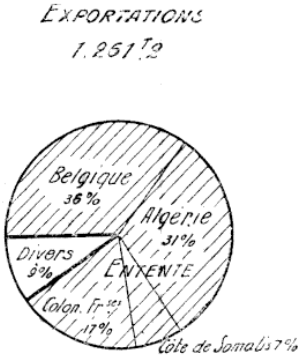


Fig. 188. — Locomotives.
Importations et exportations françaises en 1913.

Situation pendant la guerre. — Les hostilités ont eu, de toute évidence, une influence extraordinaire sur la construction du matériel roulant : avant tout, l'invasion nous a privés de près de 60 p. 100 de notre production de locomotives et d'environ 33 p. 100 de notre production en wagons et voitures.

D'autre part, la plupart des établissements non occupés par l'ennemi se consacraient en partie à la fabrication des munitions. Cependant la fabrication des wagons fut assez importante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les commandes passées par les compagnies françaises pendant la guerre ont été les suivantes :

ANNÉES.	LOCOMOTIVES COMMANDÉES		VOITURES ET WAGONS COMMANDÉS	
	en France.	à l'Étranger.	en France.	à l'Étranger.
Septembre à décembre 1914	25 (dans ateliers P.-O.)	//	4,090	//
1915	//	210	//	16,495
1916	//	402	3,000	13,182
1917	//	255	100	18,200
TOTAUX	25	867	7,190	47,877
	892		35,067	

SITUATION À L'APRÈS-GUERRE. — Nous avons vu que nous étions importateurs de matériel roulant, et que nos exportations étaient très faibles.

Sans doute, est-il intéressant de bien faire ressortir ici ce qu'étaient les exportations allemandes et anglaises. On les trouvera dans les tableaux suivants [1] :

EXPORTATIONS ALLEMANDES.

ANNÉES.	VALEUR EN MILLIERS DE MARKS.	
	VOITURES (sans cuir ni rembourrage) et wagons.	LOCOMOTIVES.
1904	3,500	37,200
1905	3,400	56,900
1906	8,000	22,600
1907	16,000	32,800
1908	15,000	58,100
1909	14,000	42,000
1910	13,000	37,000
1911	17,031	32,000
1912	18,468	36,573
1913	26,782	51,438

[1] Renseignements donnés par la Chambre syndicale des Fabricants et Constructeurs de Matériel pour Chemins de fer et Tramways.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXPORTATIONS ANGLAISES.

(NON COMPRIS LES LIVRAISONS EN POSSESSIONS BRITANNIQUES.)

ANNÉES.	VALEUR EN MILLIERS DE FRANCS.	
	LOCOMOTIVES.	VOITURES ET WAGONS.
1904	18,160	23,200
1905	37,375	38,200
1906	50,000	62,400
1907	50,800	72,000
1908	32,000	43,700
1909	27,600	35,400
1910	25,000	35,600
1911	34,000	30,000
1912	26,200	38,500
1913	25,000	28,000

D'ailleurs, la capacité de production de l'Allemagne était énorme : 2,500 locomotives par an, avec l'Autriche, et un nombre de wagons qu'on ne peut préciser, mais assurément, bien supérieur à la consommation.

D'ailleurs, voici les commandes passées les dernières années par le Gouvernement allemand et le Gouvernement austro-hongrois [1] :

COMMANDES DU GOUVERNEMENT ALLEMAND.

ANNÉES.	1909.	1910.	1911.	1913.
Locomotives	1,411	1,052	1,075	1,039
Voitures et wagons	20,915	22,253	39,991	39,991

COMMANDES DU GOUVERNEMENT AUSTRO-HONGROIS.

ANNÉES.	1911.	1912.
Locomotives	134	178
Voitures et wagons	1,491	1,680

Depuis la guerre l'Allemagne a construit 5,000 locomotives.

[1] Renseignements donnés par la Chambre syndicale des Fabricants et Constructeurs pour Chemins de fer et Tramways.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour 1918/1919, le programme de construction de l'Allemagne comporte [1] :

Locomotives	1,850
Wagons à voyageurs	1,820
Wagons à marchandises	32,000

Le programme de l'Autriche pour 1918/1919 est de :

Locomotives	400
Wagons	10,000

De cet ensemble de renseignements, on doit conclure à une très forte capacité de production des usines allemandes et anglaises et à une régularité de consommation de ces pays bien plus grande qu'en France.

Quelle sera notre possibilité de production ?

Avant tout, il faut noter la destruction de l'outillage des usines envahies; elles ne reprendront évidemment leurs fabrications dans cette voie que si, comme il est probable, les programmes les y engagent.

D'un autre côté, certaines usines ont augmenté leur production et créé de nouveaux ateliers; l'un d'eux s'est élevé à Nantes et pourra produire 200 locomotives par an. La production annuelle atteindra, sans les usines envahies, 600 locomotives par an et, en supposant la reconstruction des usines sinistrées, environ 1,000 locomotives.

Dans les mêmes conditions, la production en voitures est évaluée à 2,200 et à 2,600; la production en wagons à 18,000 et 24,000, ce chiffre devant être porté dans deux ans à 74,000 par suite de la constitution de nouvelles sociétés, actuellement en formation [1].

Que sera alors la consommation ?

Voici le calcul fait par la chambre syndicale compétente :

« *Évaluation approximative des besoins probables en locomotives et wagons des réseaux P.-O., État, P.-L.-M., au cours des cinq premières années d'après-guerre.* »

En 1913, ces trois réseaux chargeaient par jour 31,274 wagons de marchandises avec un tonnage kilométrique mensuel de 0,104 MTK. [2] par wagon; pour les wagons de voyageurs, le tonnage kilométrique mensuel était de 2,427 MTK.

En 1917/1918, ces trois réseaux ont chargé par jour 23,275 wagons à marchandises avec un tonnage kilométrique mensuel moyen de 0,205 MTK. par wagon; pour les wagons de voyageurs, le tonnage kilométrique s'élève à 1,633 MTK.

Or on prévoit, après-guerre (conséquence de la prospérité économique) les chiffres de 1913 majorés de 25 p. 100 pour la première année d'après-guerre, avec une progression annuelle de 2 p. 100 de la valeur initiale. Pour le tonnage kilométrique correspondant à un wagon de marchandises chargé, on peut admettre une valeur moyenne entre le coefficient de 1913 et celui de

---

[1] Renseignements de la Chambre syndicale du Matériel roulant.

[2] MTK. signifie 1 million de tonnes kilométriques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1917/1918, soit 0,155 MTK, ce qui donne, pour la fin des hostilités, une prévision de 29,000 wagons à charger par jour et un tonnage kilométrique mensuel de 6,000 MTK. avec un accroissement de 800 à 1,000 wagons et de 125 à 150 MTK.

Pour les voyageurs, on peut donc admettre une augmentation de 10 p. 100 sur 1913 avec une progression annuelle de 2 p. 100 de la valeur initiale; ce qui donne, pour la fin des hostilités, 2,660 MTK. avec un accroissement annuel de 80 MTK.; un tonnage kilométrique mensuel de 8,660 MTK. avec un accroissement de 200 à 330 MTK.

Il est facile de déduire de ces chiffres un nombre de wagons et de locomotives nécessaires :

a) *Wagons.* — Le nombre de wagons est obtenu en multipliant le nombre de wagons à charger par jour par le coefficient de rotation, puis par le coefficient de majoration correspondant aux immobilisations pour entretien.

On admet un coefficient de rotation de 6.7 (moyenne des coefficients actuels et d'avant-guerre) et un coefficient d'immobilisation de 1.05 (celui d'avant-guerre).

D'où effectifs nécessaires :

$39{,}000 \times 6{,}7 \times 1{,}05 = 274{,}000$ wagons avec une majoration annuelle de 6,000 wagons; donc, pour l'ensemble des cinq années qui suivront la guerre :

$274{,}000 + 30{,}000 = 304{,}000$ wagons, desquels, il faut retrancher l'effectif actuel et les commandes à livrer 252,675; *il faudra donc ajouter au parc actuel pour 5 années après guerre 52,000 wagons, dont 30,000 immédiatement nécessaires.*

b) *Locomotives.* — En 1913, le nombre des machines disponibles dans les Compagnies P. O., État, P.-L.-M., par MTK. remorqué était de 1,275 et en 1917/1918 de 1,152.

Il est évident que nous ne pourrons continuer l'utilisation intensive actuelle du matériel. Il faudra revenir à celle de 1913, accrue cependant par la puissance actuelle des machines; on admet un rendement de 1,250 avec une variation annuelle de 0,02.

D'autre part, on a vu que, à la fin des hostilités, on aura à remorquer 8,660 MTK. avec un accroissement de 200 à 330; il faudra donc à la fin des hostilités $8{,}660 \times 1{,}152 =$ environ 10,000 locomotives avec un accroissement de 300 locomotives annuellement.

Disponibilités actuelles : 7,600 locomotives.

Donc nombre de machines actuellement disponibles à ajouter au parc actuel : $10{,}000 - 7{,}680 = 2{,}320$. Pour entretien, majoration de 5 p. 100 pour la première année, 1 p. 100 de progression annuelle, d'où 2,450 locomotives à ajouter au parc actuel avec une augmentation de 350 à 400 annuellement; et, en tenant compte des commandes livrées, *il reste pour la fin des hostilités un nombre de locomotives neuves nécessaires supérieur à 2,000.*

Les calculs précités ne concernent que les Compagnies P. O., État et P.-L. M. *En tenant compte des besoins des autres réseaux, les besoins français peuvent être évalués aux chiffres suivants :*

1° 4,000 locomotives pour combler le déficit initial[1].

1,000 locomotives à l'expiration de chacune des cinq années à venir;

---

[1] Le déficit des 4,000 locomotives et des 70,000 wagons pourra, sans doute, être livré par les Américains et par les Allemands.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° 70,000 wagons pour combler le déficit initial;

15,000 wagons à l'expiration de chacune des cinq années à venir;

2° 1,000 voitures de voyageurs par an (correspondant à la fabrication française actuelle).

En tout cas, *les besoins sont immenses;* il y aura donc lieu de fabriquer en grande série, et, par suite, de standardiser; on rendra ainsi d'autre part les réparations beaucoup plus faciles.

Bref, la situation du matériel roulant en France peut se résumer de la façon suivante :

DÉSIGNATION.	PRODUCTION D'AVANT-GUERRE.	PRODUCTION à L'APRÈS-GUERRE.
Locomotives	650 à 700 unités.	1,000 unités.
Voitures	2,000 unités.	2,600 unités.
Wagons	18,000 —	24,000 unités dans deux ans.

Nous pourrons donc satisfaire les besoins de nos Compagnies et, dans quelques années, nous serons même exportateurs.

Mais il faut, avant tout, que ces Compagnies favorisent nos industriels, qu'elles leur passent des commandes régulières, permettant un travail en série et qu'elles apportent dans leurs différents modèles une unification aussi grande que le permettent les emplois.

I. LE MATÉRIEL DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE.

1. Le Matériel des industries minières.

Nous avons divisé cette étude en deux parties : 1° Matériel du fond; 2° Matériel du jour.

Le matériel du fond comprend : les berlines, les buses d'aérage, les couloirs oscillants, le matériel d'abatage et de sondage, les treuils et poulies de descenderie, les lampes de sûreté, les petits ventilateurs, les pompes du fond, le petit outillage et le matériel d'exhaure.

Le matériel du jour comprend : les machines d'extraction, les compresseurs, les ventilateurs, les appareils de criblage, de lavage et le matériel destiné à la fabrication des agglomérés.

Nous allons passer en revue la construction de chaque matériel, exposer la situation à l'avant-guerre, pendant la guerre et dire ce que notre pays peut attendre de ses constructeurs pour l'après-guerre.

MATÉRIEL DU FOND.

1. Berlines. — A l'avant-guerre, les berlines étaient construites par 3 ou 4 maisons, dont la plus importante, située dans le Pas-de-Calais, faisait à peu près les 9/10es de la production. Une autre située dans le Nord, bien moins importante. Dans le Centre, deux autres constructeurs

On peut d'ailleurs estimer la consommation annuelle à environ 13,000 à 14,000 berlines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos industriels suffisaient non seulement à nos besoins, mais faisaient même quelques exportations, dans nos colonies principalement.

Pendant la guerre, par suite de l'arrêt du très important constructeur du Pas-de-Calais, une usine du Centre se développa énormément et satisfit à la presque totalité de la demande, d'ailleurs très réduite; sa production fut portée à 1,000 berlines par mois.

Pour l'après-guerre, les constructeurs devront faire face à une très importante demande.

L'importante maison du Pas-de-Calais prévoit sa remise en marche dans un délai très limité; certains industriels de guerre sans nul doute aideront à satisfaire les commandes qu'on évalue pour tout le Nord de la France à environ 70,000 berlines.

En conséquence, on ne prévoit aucune importation pour la reconstitution du matériel berlines, des mines libérées.

2. Buses d'aérage. — Les buses d'aérage étaient faites avant la guerre en tôle galvanisée de 2 millimètres d'épaisseur et rivée. Elles vont maintenant être fabriquées par soudure autogène, par suite du très sérieux effort fait pendant la guerre par les soudeurs à l'autogène.

Les fabricants de buses d'aérage étaient les mêmes que les constructeurs de berlines; ils suffisaient d'ailleurs largement à la demande française.

Couloir oscillant. — Ici, cette construction était faite par les Allemands et les Belges. Cependant les couches minières étant rarement horizontales en France, on peut dire que cette importation était relativement faible.

On doit souhaiter la création de cette industrie, mais on ne peut malheureusement en prévoir les débouchés.

3. Matériel d'abatage : a) *Havage.* — Cette construction n'existait pas en France, les haveuses allemandes ou américaines n'ont pas donné grand'chose dans le Nord, leur poids n'étant pas en proportion avec la faible épaisseur des couches minières. Il semblerait qu'elles réussissent mieux dans le Centre, où les couches sont beaucoup plus épaisses.

b) *Marteau-piqueur.* — L'abatage se fait plutôt en réalité avec le marteau-piqueur. Leur construction est surtout d'origine étrangère (allemande ou américaine). Un seul atelier français, situé dans la région parisienne, en commençait en effet la fabrication avant la guerre.

C'est donc ici une branche industrielle, dans laquelle il serait souhaitable de voir entrer les maisons françaises. Parmi les industriels de guerre, certains, tels les constructeurs de moteurs d'aviation, paraissent tout à fait désignés. A noter l'effort fait actuellement dans cette voie par un constructeur de la région parisienne.

D'autre part, il est intéressant de noter, par suite de la pénurie de main-d'œuvre, la très grosse augmentation des besoins en marteaux-piqueurs.

On peut estimer en effet pour l'après-guerre que la consommation annuelle en marteaux-piqueurs sera de 10,000 marteaux, la consommation annuelle à l'avant-guerre étant de 6,000 marteaux.

c) *Petites perforatrices à mains ou ratckett.* — Elles étaient surtout faites par les Anglais, aucun constructeur n'existant en France.

La consommation était d'environ 3,000 avant la guerre; on peut estimer qu'elle n'aura pas varié après la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4. Matériel de sondage. — Ce matériel était presque entièrement d'origines américaine et allemande.

5. Treuils et poulies de descenderies. — Avant la guerre, le Centre groupait 4 constructeurs tandis que le Nord en comptait 5. Ces constructeurs suffisaient très largement à la demande française et l'on peut estimer que leur capacité de production en 1913 ne fut pas supérieure à 3,000,000 francs. Il est même à noter que 2 constructeurs du Centre exportaient aux colonies.

Ce chiffre va d'ailleurs se trouver très accru, surtout à partir de 1920, et l'on peut dire que pendant quatre ou cinq ans la demande sera double de ce qu'elle était avant-guerre.

Quoi qu'il en soit, notre pays pourra ici complètement se passer du concours étranger.

6. Lampes de sûreté. — A l'avant-guerre, les lampes à essence les plus employées et les lampes à huile étaient presque toutes d'origine allemande, un seul constructeur existant dans le Pas-de-Calais.

On évaluait le nombre total des lampes à essence employées en France à 25,000.

Pendant la guerre, un constructeur situé dans la région parisienne fit de sérieux efforts pour satisfaire les commandes. Cependant, si d'autres industriels ne viennent pas par leur fabrication augmenter notre production, nous serons certainement tributaires de l'étranger.

On prévoit que notre consommation annuelle à l'après-guerre sera de 70,000 lampes.

Nous devons cependant mentionner l'avenir destiné à la lampe électrique (1/2 watt) à accumulateur qui était d'ailleurs avant la guerre la spécialité de l'unique constructeur du Pas-de-Calais.

7. Petits ventilateurs. — Cette construction était poursuivie par 4 maisons situées dans le Centre, déjà spécialisées dans la fabrication des treuils et poulies de descenderies et une autre très importante située à Paris.

On peut dire que la valeur de leur fabrication, qui était annuellement d'environ 1,000,000 francs, suffisait à la demande française.

Pour l'après-guerre, surtout pendant les premières années, les comandes seront au moins triplées et pourront d'ailleurs être satisfaites par les constructeurs d'avant-guerre auxquels on peut ajouter un certain nombre d'industriels du Nord qui envisagent cette fabrication.

8. Pompes du fond. — Ces pompes sont à action directe et commandées par l'air comprimé. Presque toutes étaient importées, principalement d'Amérique. Seul un constructeur de la région parisienne poursuivait cette fabrication.

Avant la guerre, on peut estimer que la consommation annuelle était d'environ 500 à 1,000 pompes représentant environ 500,000 francs.

Il serait à souhaiter que cette fabrication peu compliquée devienne française. La consommation sera en effet à peu près le double de celle d'avant-guerre.

9. Petit outillage (marteaux, pics, rivelaines, haches). — Le petit outillage des mineurs venait surtout d'Angleterre. Il serait tout à fait désirable que sa fabrication fût entreprise en France. Disons cependant qu'un important fabricant d'outillage, situé dans le Midi, en étudie actuellement la fabrication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10. Matériel d'exhaure. — Il est constitué par les pompes principales assurant l'assèchement :

a) *Pompes alternatives.* — Avant la guerre, elles étaient faites par 2 constructeurs situés dans la région de Lyon et de Saint-Étienne et deux autres situés dans le Nord. La construction française suffisait à notre consommation qui pouvait s'élever annuellement à 500,000 francs.

b) *Pompes centrifuges ou multicellulaires.* — Les pompes centrifuges paraissent avoir plus d'avenir que les précédentes. Elles étaient construites avant la guerre par un gros constructeur de la région parisienne. Toutefois certaines pompes centrifuges étaient d'origine suisse.

Pour l'après-guerre, deux nouveaux constructeurs, situés l'un dans la région parisienne, l'autre dans l'Est de la France, vont poursuivre cette fabrication dont la demande pourra être alors entièrement satisfaite par la France.

MATÉRIEL DU JOUR.

1. Machines d'extraction. — Avant la guerre, presque toutes ces machines étaient à vapeur; elles étaient construites par huit maisons, dont quatre situées dans le Nord et les autres dans le Centre et le Midi.

Leur production, que l'on peut évaluer à environ 2,000,000 francs, leur permettait, en plus de la demande française, de satisfaire même certaines commandes étrangères.

Pour les machines électriques d'extraction, nous avions recours avant la guerre surtout à l'Allemagne. Seul, un constructeur du Nord essayait cette fabrication.

Pour l'après-guerre, un autre constructeur de la région parisienne a commencé à entreprendre cette fabrication qui menace d'être sérieusement concurrencée par l'Angleterre.

2. Compresseurs. — Avant la guerre, les compresseurs employés étaient surtout à vapeur. Il existait, en France, neuf constructeurs de compresseurs, dont cinq dans le Nord, les autres étaient situés dans le Centre. Les compresseurs électriques n'étaient pas employés. Notons quelques importations américaines de petits compresseurs à commande par courroie et quelques importations anglaises.

Pendant la guerre, l'Amérique et l'Angleterre nous ont fourni des compresseurs à grande vitesse et à commande électrique.

A l'après-guerre, les maisons françaises précitées vont en construire, sur licence anglaise. De plus, si l'on ajoute deux nouveaux constructeurs, l'un situé dans la région parisienne, l'autre dans le Nord, on peut dire que notre industrie satisfera complètement nos besoins.

3. Ventilateurs de mines. — Il existait, avant la guerre, cinq constructeurs de ventilateurs de mines, un dans le Nord, trois dans le Centre et un très important à Paris. Notre construction suffisait d'ailleurs complètement à nos besoins.

Malgré les grosses commandes passées pour la période actuelle, on peut dire que nos constructeurs pourront complètement satisfaire notre consommation.

4. Appareils de criblage. — Les six constructeurs français, répartis au nombre de quatre dans le Nord et de deux dans le Centre, satisfaisaient complètement à nos besoins et satisferont la grosse demande actuelle ; nous n'avons aucune importation a prévoir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5. Appareils de lavage. — La construction des appareils de lavage était surtout allemande. Elle était poursuivie cependant par les constructeurs français d'appareils de criblage, dont la qualité était bien supérieure à celle des Allemands. On peut estimer que les trois quarts des lavoirs employés dans les mines étaient d'origine allemande.

Une importante maison du Nord entreprend la construction de ce matériel.

6. Appareils pour la fabrication des agglomérés. — Ici, peu d'importation allemande; seules quelques importations belges pour les presses à boulets. En France, il existait avant la guerre deux constructeurs de presses à briquettes dont un très important dans le Centre et l'autre dans le Midi, et trois constructeurs de presses à boulets répartis dans le Nord, dans le Centre et dans la région parisienne.

Quoi qu'il en soit, on peut estimer que notre construction saura à peu près satisfaire à nos besoins d'après-guerre.

Conclusions. — En résumé l'examen de la construction des diverses branches du matériel de mines nous a montré qu'avant la guerre notre pays pouvait à peu près satisfaire à ses besoins.

L'effort actuellement fait en France permettra de répondre aux demandes bien plus importantes qui sont faites. Toutefois, dans de justes limites, la standardisation du matériel s'impose.

2. Le matériel de la grosse métallurgie.

La construction du matériel de métallurgie était poursuivie en France, avant la guerre, par un assez grand nombre de constructeurs spécialisés. Un seul, très important, situé dans le Nord, embrassait toute cette construction proprement dite.

Étant donné la variété de ce matériel, il nous a été impossible de chiffrer la capacité de production en 1913. Cependant nous pouvons dire que notre principal concurrent, l'Allemagne, satisfaisait plus de la moitié de nos besoins.

Nous allons diviser cette étude en plusieurs alinéas correspondant à chaque stade de cette industrie :

1° Le haut fourneau (l'appareil, les récupérateurs, l'épuration des gaz);

2° Aciéries Thomas et Martin;

3° Le matériel de soufflerie;

4° Laminoirs, presses et pilons;

5° Les fours métallurgiques;

6° Outillage et appareils de manutention.

1. Hauts fourneaux. — L'appareil, *le haut fourneau* proprement dit, étudié généralement par les usines, était confié, quant à sa construction, à des entrepreneurs qui en exécutaient le travail

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur plans. Disons qu'avant la guerre la capacité était d'environ 250 tonnes. Pendant la guerre, nous devons cependant noter que la capacité de certains hauts fourneaux a atteint 450 tonnes.

L'appareil de chargement, de construction très complexe, était fait en France par trois constructeurs situés dans le Nord et l'Est, et secondés ou non par un certain nombre de chaudronniers qui exécutaient la partie métallique de l'appareil.

Quoique les Allemands nous aient fourni quelques appareils de chargement, il est à noter que leurs importations étaient de plus en plus faibles et qu'en 1913 la concurrence était presque insignifiante.

Les Allemands étaient surtout spécialisés dans la construction des armatures, tuyères, vannes à air chaud, qui eurent un grand succès dans notre pays, et qui, d'ailleurs, étaient presque uniquement employés.

Epuration des gaz par voie humide. — Deux constructeurs français, dont l'un situé dans le Nord, l'autre dans le Centre (licence Theisen), se partageaient les commandes.

Épuration des gaz par voie sèche. — En 1910, l'importante usine allemande la « Dinglersche Maschinenfabrik » de Zweibrucken adopta le filtre Beth, en toile d'amiante. Ce procédé, très simple dans son principe, amena un bouleversement dans l'épuration des gaz.

Cette société et les firmes Kock et Folzer Sohne firent alors de très nombreuses installations en France.

Épuration électrique des gaz. — Le procédé Cottrell, dont il a été question au chapitre des métallurgies autres que le fer, paraît être le procédé de l'avenir.

2. Aciéries Thomas et Martin. — Avant d'étudier la construction du matériel d'aciérie, citons le mélangeur à fonte, commun à l'aciérie Thomas et à l'aciérie Martin.

Sa construction était poursuivie, en France principalement, par un constructeur du Nord, quoique nos métallurgistes s'adressèrent aussi pour ce matériel à l'Allemagne et même à l'Angleterre.

Aciéries Thomas. — Un seul constructeur français, situé dans le Nord, était spécialisé dans cette construction; aussi, malgré sa grosse capacité de production, nos maîtres de forges durent, dans bien des cas, s'adresser à l'Allemagne et à l'Angleterre.

Aciéries Martin, fours Martin et gazogènes. — Les fours Martin étaient en général faits par les usines elles-mêmes, qui donnaient leurs plans à exécuter aux fumistes de la région.

Nous devons citer cependant le four Martin oscillant, qui était construit par la maison anglaise Wellmann, et rarement par les usines elles-mêmes.

De plus les Allemands, très spécialisés dans la construction des appareils d'inversion (valves Forter et Fischer), nous fournissaient la presque totalité de ces appareils.

Enfin les gazogènes ont été pendant longtemps fournis par l'Allemagne ; la maison Pöter en livra un assez grand nombre; en 1905, un constructeur français, qui exploitait la licence Morgan, dut lutter contre la concurrence allemande. Depuis cette date une importante usine de Grenoble s'était spécialisée dans le gazogène Kerpely.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3. Le matériel de soufflerie. — Les machines soufflantes de métallurgie peuvent se diviser en trois classes :

Machines à vapeur à piston de construction belge ou française. Deux importants constructeurs belge (Cockerill et les ateliers de la Meuse à Liége) concurrençaient deux spécialistes français situés dans l'Est et dans le Centre.

Machines à gaz et à piston faites par trois constructeurs français, mais dont les emplois furent assez restreints par suite de la concurrence de la turbo-soufflante qui a paru peu après et qui est surtout la spécialité de très importantes usines de la région parisienne. La turbo-soufflante est la machine de l'avenir et doit supplanter les machines à piston. Disons cependant que la soufflante à gaz était faite par trois constructeurs français, un situé dans l'Est et deux autres dans les bassins de la Loire. Cependant on peut considérer qu'avant la guerre les Allemands nous envoyaient les quatre-cinquièmes de nos besoins.

Moteurs à gaz. — Avant la guerre, l'Est possédait un constructeur, tandis que le Centre et la région parisienne groupaient trois importants constructeurs. Nous ne devons pas cependant passer sous silence un constructeur de Lille, dont la capacité de production était d'ailleurs moins grande que celle des précédents.

Avant 1910, les Allemands nous fournissaient la plus grande partie de ces moteurs, et tandis qu'en 1910 on pouvait estimer leurs exportations en France aux trois quarts de nos besoins, ils ne pouvaient déjà presque plus livrer directement en 1913, sans passer par l'intermédiaire d'un concessionnaire français.

A ce sujet, il est intéressant de noter qu'un syndicat allemand groupait tous les constructeurs de moteurs à gaz qui se partageaient les commandes; si, en conséquence, plusieurs constructeurs étaient sollicités pour une même commande, chacun, après étude, en référait au syndicat (situé à Berlin) qui désignait celui d'entre eux qui devait livrer dans les meilleures conditions. Le prix de vente était d'ailleurs majoré pour permettre de dédommager les constructeurs qui, après étude, n'avaient pas reçu la commande.

Quoique cet organisme rendit de grands services à l'exportation allemande, il engendra de sérieuses difficultés chez les maîtres de forges français qui désiraient un moteur de marque déterminée.

4. Laminoirs. — Nous distinguerons ici :

a) Les gros laminoirs (blooming, laminoirs à tôles, à poutrelles, à rails) dont les cylindres sont compris entre 650 et 1,150 de diamètre. Trois constructeurs français situés dans le Nord travaillèrent jusqu'à refus, pour satisfaire notre consommation et les Allemands nous fournirent le complément;

b) Les laminoirs à fers marchands (ronds, cornières dont les cylindres sont compris entre 600 et 250 de diamètre, ainsi que les petits trains (trains machines et trains doubles duos) étaient construits en France;

c) Les petits laminoirs à froid pour acier, venaient tous d'Allemagne, principalement d'une usine de Dusseldorf. Les cylindres bruts de laminoirs étaient, soit construits par les usines mêmes, soit par sept ou huit constructeurs français qui étaient concurrencés par les Belges et par d'importantes maisons allemandes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les figures 189 et 190 nous donnent d'ailleurs une idée de nos importations et exportations.

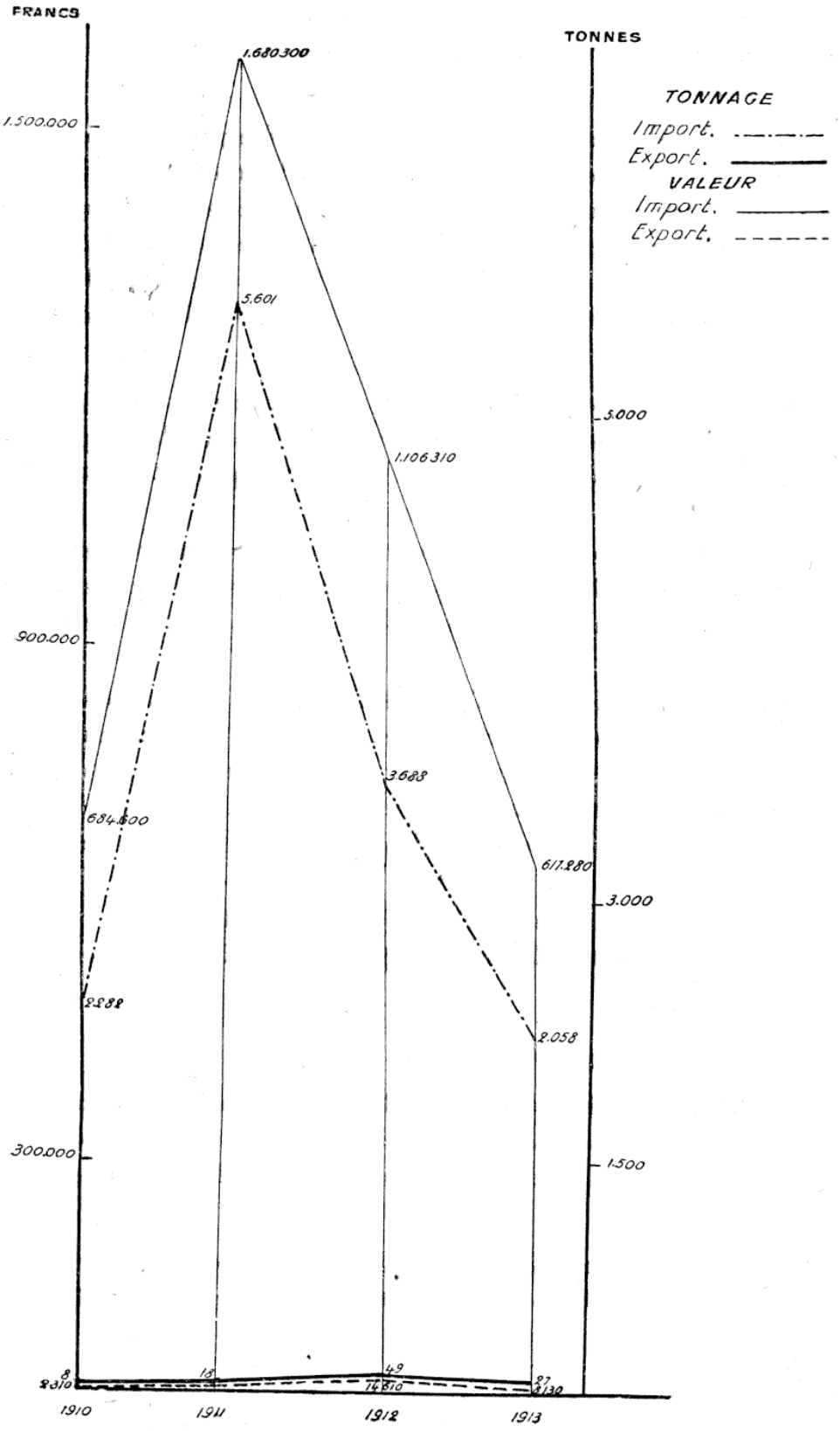


Fig. 189. — Cylindres de laminoirs bruts. (Importations et exportations françaises de 1910 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

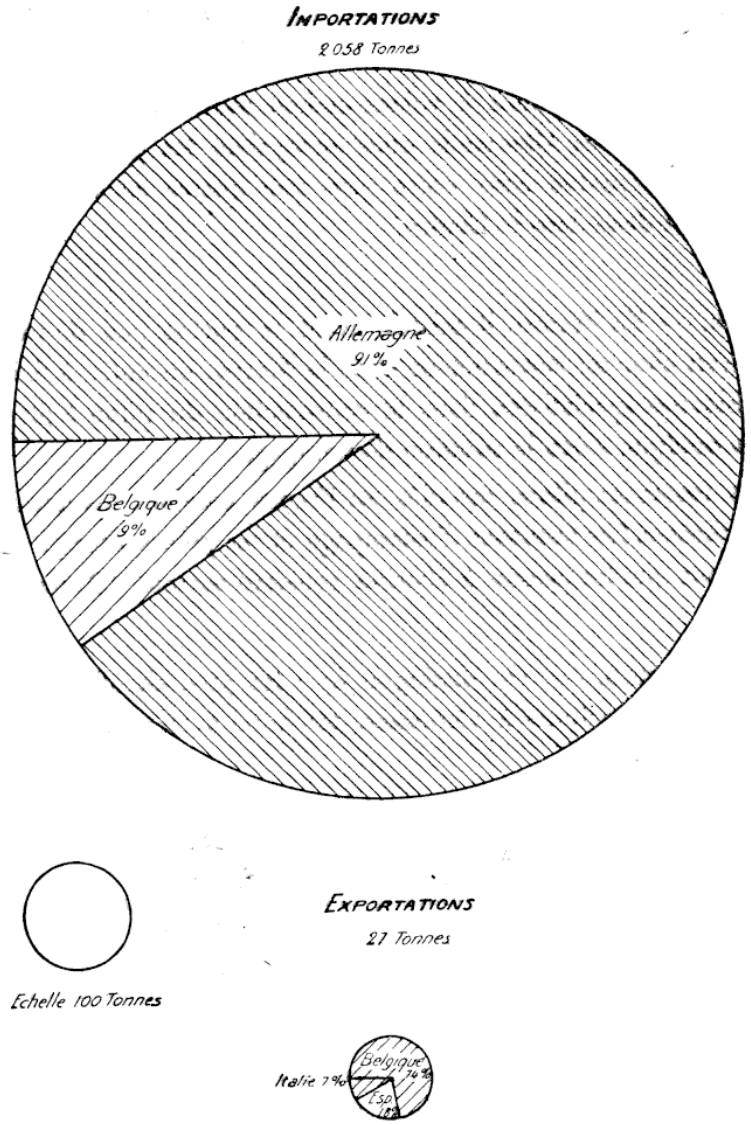


Fig. 190. — **Cylindres de laminoirs.** (Importations et exportations en 1913.)

Pour l'année 1913, notre commerce extérieur pour les cylindres de laminoirs est d'ailleurs résumé dans le tableau suivant :

PAYS.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnage.	francs.	tonnage.	francs
Allemagne	1,868	//	//	//
Belgique	190	//	20	//
Espagne	//	//	5	//
Italie	//	//	2	//
TOTAUX	2,058	617,280	27	8,130

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme nous le voyons l'Allemagne nous envoyait 91 p. 100 de nos importations, la Belgique 9 p. 100; nos exportations, d'ailleurs insignifiantes, s'adressaient à la Belgique, 74 p. 100; l'Espagne, 18 p. 100; et l'Italie, 7 p. 100.

Les machines de laminoirs continues à volant étaient avant la guerre presque exclusivement construites en France quoique les Allemands nous envoyaient les 9/10 des machines réversibles; cette construction était représentée dans notre pays par quatre constructeurs dont un dans le Nord, un autre dans l'Est et deux dans le Centre.

4. Presses et pilons. — En France, il existait avant la guerre peu de maisons construisant le marteau-pilon; on pouvait citer un constructeur dans la Nièvre, un autre à Saint-Étienne, puis une ou deux maisons parisiennes spécialisées dans la construction du pilon à planche. Une maison de Sedan monopolisait en quelque sorte le mouton d'estampage.

Mais la plupart des marteaux-pilons installés en France pendant les dernières années d'avant-guerre venaient de Manchester. Les moutons d'estampage et les pièces à forger étaient aussi importés d'Angleterre. Enfin, notons que les presses à ébarber venaient surtout d'Amérique.

5. Les fours métallurgiques. — On distingue ici : les pits, chauffés ou non, les fours à réchauffer, les fours poussants, les fours à cémenter, les fours à tremper, les fours à recuire et les différents fours de petite métallurgie.

Avant la guerre, la construction des fours métallurgiques était poursuivi par une dizaine de constructeurs pour la plupart dans le bassin parisien ou le bassin de la Loire.

D'après les renseignements que nous possédons, leur chiffre de production pouvait être compris entre 5 à 6 millions de francs par an.

Toutefois, nous pouvons dire que beaucoup d'usines métallurgiques construisaient elles-mêmes leurs fours.

Les matériaux réfractaires venaient principalement d'Allemagne, quoique avant la guerre nous fussions aussi tributaires de l'Angleterre. Le rapport qui a trait aux matériaux réfractaires (briques de silice, creusets de plombagine) précise d'ailleurs cette question d'une façon très nette.

Nous verrons plus loin le progrès réalisé pendant la guerre dans cette industrie.

6. Outillage et appareils de manutention. — *Machines de parachèvement.* (Machines à cisailler, dresser et ajuster). Quoique les Allemands fussent très spécialisés dans ce matériel, principalement les grosses cisailles, cette industrie était représentée en France par quatre constructeurs, situés dans le Nord et le Centre.

Appareils de manutention. (Poches et chariots de coulée, poches à laitier, chargeuses de four Martin, ponts de coulées, ponts striper, ponts à griffe et à aimant, etc.).

Quatre constructeurs du Nord, un constructeur du bassin parisien et deux constructeurs situés dans le bassin de la Loire se répartissaient les commandes. Cependant la maison Welman de Londres et les Allemands exportaient chez nous une importante quantité de ce matériel.

Toutefois, si certains appareils étaient d'origine étrangère, la charpente était toujours construite en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Évolution pendant la guerre et situation à l'après-guerre. — *Hauts fourneaux.* — Les constructeurs de l'Est et du Centre ont subsisté et ont pu poursuivre les rares installations en cours, telles celles de Caen et de Givors.

Pour l'après-guerre, les constructeurs d'avant-guerre, aidés de deux nouveaux constructeurs dont un situé dans le Centre, vont pouvoir satisfaire les commandes courantes.

Pour les appareils mécaniques et accessoires, le gros développement qu'a pris cette construction pendant la guerre pourra permettre à notre pays de se passer des importations allemandes qui, nous l'avons vu, étaient très importantes avant la guerre.

Nos constructeurs de machines soufflantes ont suivi le progrès général de notre industrie. L'un d'entre eux, situé dans l'Est, a réussi à unifier la construction de ce matériel (moteur de 2,500 HP).

Pour le matériel de transport de la fonte, nous pouvons espérer, avec le concours des Belges, arriver à satisfaire notre consommation.

Aciéries. — Pour les convertisseurs et fours, nous devons signaler ici le grand essor pris pendant les hostilités par nos constructeurs; il pourra nous permettre de satisfaire à notre consommation.

Signalons qu'un constructeur français exploitera maintenant la licence Wellmann et permettra à notre pays la fabrication du mélangeur oscillant.

Laminoirs. — Ici aussi un très gros effort a été fait pendant la guerre pour nous permettre d'annuler, dans la mesure du possible, nos importations qui ont d'ailleurs été relativement faibles pendant les années 1915-1916 et 1917.

ANNÉES.	IMPORTATION.		EXPORTATION.	
	QUANTITÉ.	VALEUR.	QUANTITÉ.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
1915	Néant.	Néant.	0,3	"
1916	*Idem.*	*Idem.*	13	12,000
1917	14	13,000	9	8,000

Plusieurs constructeurs, nés du fait de la guerre, nous permettront de satisfaire à notre consommation courante.

Enfin, notons le grand essor des constructeurs de fours pendant la guerre, qui ont suivi d'une façon très étroite la demande de nos industriels par suite de la nécessité reconnue des traitements thermiques et du perfectionnement qui a dû être apporté dans cette construction pour économiser le combustible.

Notre production en fours qui a été certainement triplée, nous a permis de supprimer à peu près toute intervention étrangère.

De même, le progrès réalisé dans la construction de l'outillage métallurgique et des appareils de manutention est assez accentué pour que tout concours étranger soit inutile.

En résumé : nous avons vu l'insuffisance de notre construction en matériel de métallurgie à l'avant-guerre; nous avons constaté l'effort fait pendant les hostilités par les spécialistes; cet effort permettra de satisfaire la plupart de nos desiderata.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J. LE MATÉRIEL DES INDUSTRIES ALIMENTAIRES.

(MINOTERIE, BRASSERIE, SUCRERIE, DISTILLERIE.)

Nous étudierons ici la construction du matériel des industries alimentaires et nous examinerons successivement :

1° Matériel de minoterie;

2° Matériel de brasserie;

3° Matériel de sucrerie;

4° Matériel de distillerie;

5° Matériel de chocolaterie.

Quoiqu'il ait été des plus délicats de chiffrer notre commerce extérieur pour ce qui concerne chaque matériel que nous allons étudier séparément, nous donnons ici sous forme de courbes le relevé de nos importations et exportations d'appareils à sucre, à chauffage, à distiller (où le cuivre et le bronze dominent) figurant dans la statistique douanière sous le n° 527.

Cependant, dans chaque partie de ce chapitre, et d'après les renseignements que nous avons eus, nous avons estimé notre capacité de production ainsi que la valeur de notre commerce extérieur.

1° Matériel de minoterie. — Avant la guerre, on peut estimer que notre construction s'élevait par an à 15 millions de francs, tandis que nous étions tributaires de l'étranger pour une valeur de plus de 2 millions de francs;

2° Matériel de brasserie. — Avant la guerre, nos importations (quoi qu'elles soient très inégales) ont atteint en 1913 une valeur d'environ 2 millions de francs; la capacité de production de nos usines était de 4 millions de francs; nos exportations étaient négligeables par suite de la concurrence étrangère;

3° Matériel de sucrerie. — Ici nos importations étaient à peu près nulles, notre pays étant exportateur. On peut estimer que nos expéditions s'élevaient, avant la guerre, à 20 millions de francs; la capacité de production de nos usines étant annuellement d'environ 25 millions de francs (voir fig. 191 et 192)[1].

4° Matériel de distillerie. — Nous étions ici exportateurs de matériel de distillerie et tandis que la capacité de production de nos constructeurs s'élevait environ à 5,000,000 francs, nos exportations atteignaient une valeur de près de 3,000,000 francs (voir fig. 191 et 192).

---

[1] Ce nombre comprend le matériel de sucrerie proprement dit et le matériel accessoire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

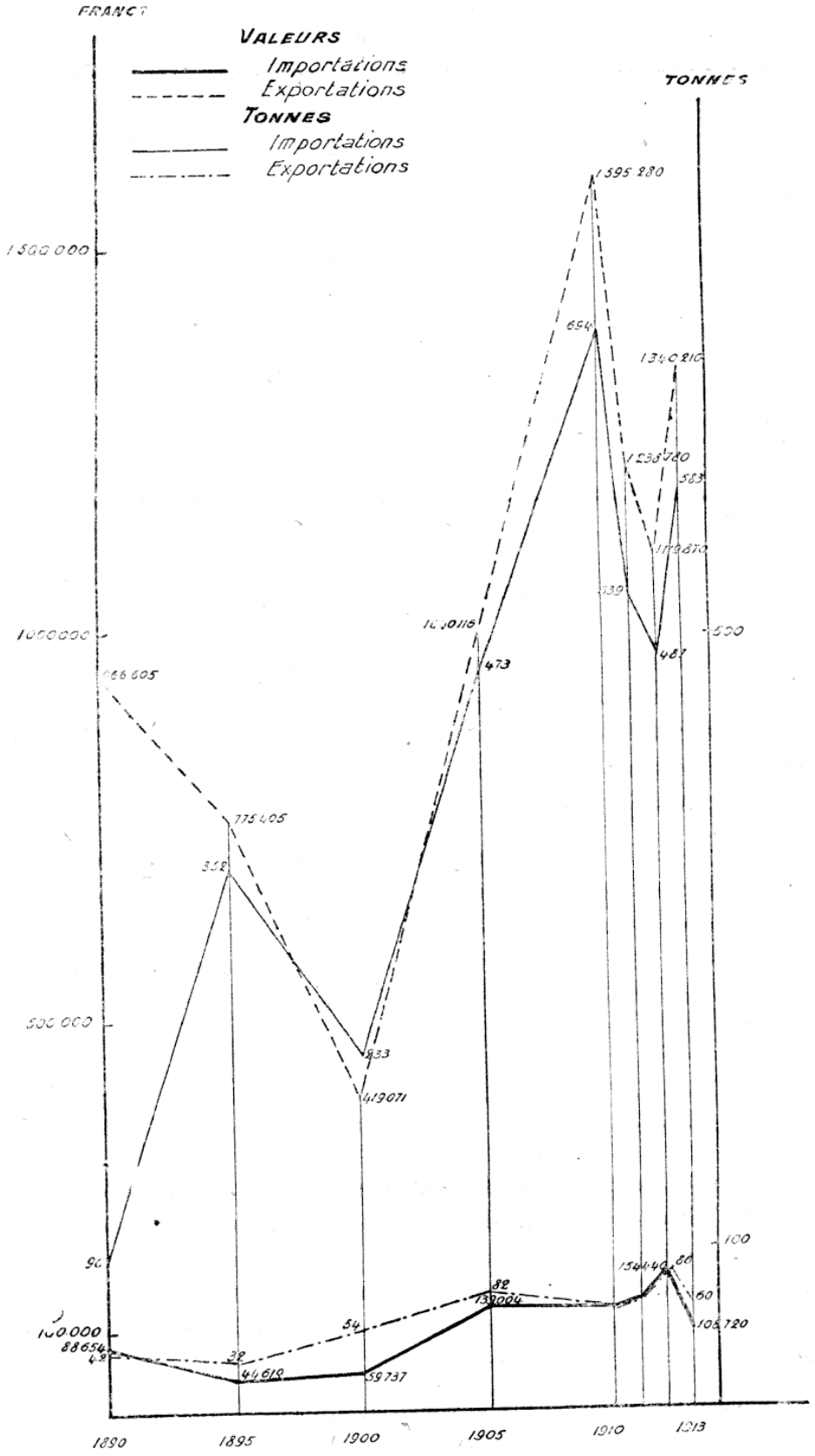


Fig. 191. — Matériel de distillerie et de sucrerie. Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tableau suivant nous donne une idée de notre fabrication et de notre commerce extérieur pour chacune de ces industries.

MATÉRIEL.	CAPACITÉ DE PRODUCTION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
	francs.	francs.	francs.
Matériel de minoterie	15,000,000	2,000,000	//
Matériel de brasserie	4,000,000	2,000,000	//
Matériel de sucrerie	20,000,000	//	5,000,000
Matériel de distillerie	5,000,000	//	3,000,000
TOTAUX	44,000,000	4,000,000	8,000,000 (1)

(1) Ce chiffre est en discordance avec celui de la courbe (fig. 191), laquelle ne correspond qu'au matériel dans lequel domine le cuivre ou le bronze (n° 527 du tarif douanier).

Les appareils de meunerie.

SITUATION À L'AVANT-GUERRE. — Les constructeurs d'appareils de meunerie [1] étaient avant la guerre au nombre de trente environ, occupant environ 3,000 ouvriers.

On peut dire que leur chiffre annuel d'affaires était d'environ 3,000,000 de francs. Cependant nous devons aussi tenir compte d'une certaine quantité de petits mécaniciens locaux qui viennent aider à l'entretien des moulins.

Nos constructeurs étaient ici encore terriblement concurrencés par l'Allemagne qui était notre principal et presque unique fournisseur étranger avant la guerre. Comme il nous a été impossible de tracer les courbes nous donnant une idée de notre commerce extérieur (les machines de minoterie ne figurant pas isolément dans les statistiques douanières), nous pouvons donner une idée de nos importations par les chiffres des statistiques allemandes qui nous indiquent nos importations d'Allemagne.

1909	1,011,920 francs.	1911	1,274,280 francs.
1910	1,375,640 —	1912	2,000,740 —

Nous voyons donc nettement qu'entre les années 1909 et 1912 les importations d'Allemagne ont doublé; ceci est d'ailleurs une preuve évidente du dommage subi par la mécanique de moulins à la suite du traité franco-suisse. De plus, il se créa en Allemagne de grosses maisons qui installèrent des ateliers très importants. Munis des outils les plus modernes, ils s'adonnèrent au travail en séries plus économique et plus rapide; leurs bureaux d'études organisés scientifiquement, doublés de leurs voyageurs, favorisèrent extraordinairement leurs exportations.

Ce chiffre d'importations allemandes représentait environ le 1/7 des besoins de l'industrie de la minoterie.

---

(1) Rapport TEISSET, Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 1916.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aussi est-il intéressant de fixer la prospérité de cette industrie en Allemagne par le tableau suivant signalant l'importance des exportations allemandes pendant les années 1909-1910-1911-1912.

PAYS.	1909.	1910.	1911.	1912.
Russie	21,085	37,155	27,243	37,059
Autriche-Hongrie	18,034	27,263	32,006	28,951
Roumanie	7,521	3,951	4,577	17,160
Belgique	11,800	7,060	7,498	14,922
France	7,928	9,826	9,102	14,291
Italie	8,814	9,481	6,990	9,311
Serbie	731	1,768	1,706	5,590
Hollande	4,400	3,971	5,893	5,093
Suède	3,031	8,194	3,169	4,703
Brésil	5,268	898	1,828	3,638
Argentine	3,491	4,272	9,035	3,515
Espagne	1,892	424	545	2,911
Bulgarie	4,969	1,231	1,205	2,793
Indes anglaises	1,383	1,614	1,863	2,999
Norvège	986	1,482	584	2,189
Grande-Bretagne	2,269	2,544	3,735	1,953
Turquie d'Europe	2,163	2,250	1,540	1,657
Danemark	861	1,071	798	1,019
Algérie	1,498	3,883	1,030	743
Chili	3,206	2,845	3,300	2,081
Siam	1,320	1,451	1,207	726
Grèce	1,928	1,428	3,107	724
Suisse	1,390	1,007	3,224	682
Australie	646	633	597	673
États-Unis d'Amérique	991	602	179	631
Portugal	716	3,512	1,974	460
Indes hollandaises	940	394	968	365
Uruguay	1,369	934	306	356
Maroc	//	812	147	303
Pérou	//	522	151	39
Indes françaises	1,371	1,503	2,349	9
Russie d'Asie	365	//	//	//
TOTAUX	124,500	145,568	139,644	169,918

Ces chiffres expriment le poids des machines importées en quintaux (le quintal moyen représentant 108 marks, soit 135 francs).

Pour l'année 1912, le chiffre d'exportation total de l'Allemagne était de 23 millions, c'est-à-dire près de deux fois les besoins de la France. On voit d'ailleurs que notre pays occupe le quatrième rang dans cette exportation allemande, la Russie le premier rang, la Belgique le troisième.

En résumé, les prix moins élevés pratiqués par les Allemands, les crédits à long terme, ont terriblement gêné, avant la guerre, nos constructeurs d'appareils de meunerie.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — Pendant la guerre, les constructeurs de moulins ont surtout fait de l'entretien de moulins et très peu d'installations neuves, par suite du manque de personnel et de la rareté des matières premières; leurs capacités de production ont d'ailleurs été orientées vers les fabrications de guerre.

Aussi la Suisse remplaça l'Allemagne et les quelques constructeurs que ce pays possédait se développèrent en vue de satisfaire la demande française.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'après-guerre. — A l'après-guerre, on peut estimer que le matériel nouveau installé, pour les fabrications de la Défense nationale et les agrandissements projetés, permettra de tripler environ la production française.

La demande va devenir très grande.

On comptait [1], en effet, avant la guerre, sur tout le territoire, environ :

Moulins à cylindres	4,000
Moulins à meules	5,000
Moulins à eau ou à vent, dont 3,000 en chômage	24,000

Un grand nombre de minoteries ayant été détruites par la guerre, nos constructeurs de moulins, qui ont travaillé pour la guerre pendant les hostilités et ont ainsi adopté des méthodes scientifiques de travail, pourront satisfaire rapidement la plupart des demandes de la minoterie sans faire appel au concours de l'étranger. A titre documentaire, signalons qu'une importante maison de Strasbourg s'ajoutera maintenant à nos constructeurs.

Mais il est à souhaiter la création urgente d'écoles nationales de meunerie, qui furent, avant la guerre, une des causes de succès des Allemands [1] dans cette industrie.

Les Allemands surent en effet profiter de l'absence d'écoles de meunerie dans notre pays pour attirer chez eux les fils de nos minotiers, faisant ainsi valoir à leurs yeux les avantages de leur construction et se ménageant ainsi de futurs clients pour leur industrie.

Nous avons vu dans la première partie de ce rapport que la Russie et la Belgique étaient avant la guerre complètement tributaires de l'Allemagne. Ce seront, après la reconstruction de nos minoteries détruites, un important débouché pour nos constructeurs.

Le matériel de malterie et de brasserie.

D'une façon générale, le matériel de malterie et de brasserie était, soit fabriqué en France, soit de construction allemande. La demande étant très irrégulière et variant énormément suivant les années, il est assez difficile de la préciser. Toutefois, les statistiques allemandes nous donnent les chiffres suivants pour les exportations en France :

Année 1912	1,192 tonnes.
Année 1913	359 tonnes.

Quoi qu'il en soit, on peut estimer que la construction française du matériel de malterie et de brasserie (hormis la fabrication de la tonnellerie) s'est élevée en 1913 à 4,000,000 francs environ. La valeur du matériel de provenance allemande étant d'environ 2,000,000 francs, nous ne devons pas cependant croire que la capacité de production de nos usines était de 4,000,000 francs, ce chiffre seul étant atteint par suite de la formidable concurrence allemande.

On peut diviser l'étude de cette construction en deux parties :

1° Construction du matériel de malterie;

2° Construction du matériel de brasserie.

---

[1] Rapport Teisset. Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 1916.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Matériel de malterie. — Nous étudierons les appareils de malterie proprement dits et les appareils accessoirés.

Avant toute chose, précisons que les brasseries importantes possédaient toutes une malterie. Cependant, il existait en France une douzaine de malteries qui livraient aux brasseurs ne possédant pas de malterie.

a) *Appareils de malterie proprement dits.* — On comptait en France, avant la guerre, trois constructeurs importants situés dans le Nord et l'Est et plusieurs petits constructeurs dont la production était d'ailleurs minime.

Ici, plus qu'ailleurs, la construction française était terriblement concurrencée par les prix peu élevés que faisaient les Allemands. On peut d'ailleurs considérer que seuls, parmi les étrangers, les Allemands livraient ce matériel à la France.

L'importation allemande représentait au moins autant que la fabrication française.

Pendant les hostilités, il y eut relativement peu de commandes à satisfaire et les deux constructeurs français existant encore, aidés des Suisses, les satisfirent d'une façon complète.

Pour la période du temps de paix, si l'on tient compte de l'apport donné par l'importante Société alsacienne qui possédait une usine en France avant les hostilités, on peut dire que les besoins normaux de notre pays seront satisfaits d'une façon complète.

b) *Appareils accessoires.* — Ces appareils comprennent les appareils de lavage, nettoyage et triage des grains.

Les constructeurs français qui poursuivaient cette fabrication sont les constructeurs d'appareils de minoterie. Avant la guerre, ils étaient au nombre de cinq.

Alors que les constructeurs français de matériel de malterie livraient une fabrication comparable à la fabrication allemande, ici, nos constructeurs ne pouvaient rivaliser avec les Allemands, dont la fabrication était bien supérieure, surtout en ce qui concerne les lavoirs.

Pendant les hostilités, deux constructeurs ont formé un groupement qui a abouti à la création d'appareils-types qui doivent être livrés pour la période du temps de paix.

Matériel de brasserie. — Il faut distinguer :

a) La construction du matériel de brasserie proprement dit;

b) La construction du matériel accessoire de brasserie;

c) La construction des foudres, fûts, cuves et canettes.

a) *Matériel de brasserie proprement dit.* — Il n'existait en France avant la guerre que deux constructeurs, situés tous deux dans l'Est et dont l'un était la filiale d'une très importante maison située en Alsace. Un autre important constructeur du Nord, spécialiste dans le matériel de sucrerie, était sur le point d'entreprendre en 1915 cette construction; ses usines ayant été envahies dès le début des hostilités, il ne put donner suite à son projet.

Quoi qu'il en soit, nous étions avant la guerre largement tributaires de l'Allemagne, le dumping allemand mettant nettement nos constructeurs en état d'infériorité, malgré le fini de la fabrication française.

Notre puissance de production, sans cette formidable concurrence allemande, aurait pu, en effet, suffire à satisfaire nos besoins intérieurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant les hostilités, il faut noter l'effort fait par deux sociétés situées dans la région de Lyon et de Saint-Étienne pour entreprendre cette construction. Mais la création la plus intéressante est celle d'une nouvelle société située dans l'Est de la France, qui a procédé pendant la guerre, non seulement, à la fabrication de ce matériel, mais l'a fait exécuter par de petits constructeurs. Notons que cette firme est au capital de 700,000 francs entièrement souscrit par des brasseurs.

b) *Appareils accessoires.* — Les appareils accessoires comprennent les filtres, les appareils de soutirage, les pompes à bières et les détendeurs à gaz carbonique.

Pour la construction des filtres, il y avait en France, avant la guerre, deux constructeurs situés, l'un dans l'Est et l'autre dans le Centre; ici, comme ailleurs, la concurrence allemande se faisait très sérieusement sentir.

Les grandes soutireuses n'étaient pas construites en France et venaient d'Amérique ou d'Allemagne. Les petites soutireuses, au contraire, étaient construites chez nous dans les régions de Lyon, Nancy et Paris.

Les pompes à bière et les détendeurs à gaz carbonique provenaient surtout d'Allemagne.

Pendant les hostilités, un véritable changement fut apporté par la nouvelle société, dont nous venons de parler pour le matériel de brasserie et qui construisit, plus spécialement, en grand, les filtres ainsi que des pièces de rechange pour appareils allemands. On peut dire que sa production fut suffisante.

Un autre constructeur, établi à Lyon, s'est beaucoup développé dans la fabrication des soutireuses, détendeurs et pompes.

c) *Appareils de cave.* — Le matériel en bois est suffisamment représenté par deux constructeurs situés dans l'Est et qui font plus spécialement le grand fût; de nombreuses maisons de plus faible importance font le petit fût.

Les importations allemandes, ne furent pas très importantes.

Pour les fûts métalliques, il est à noter qu'un constructeur du Midi de la France fabriquait le fût en acier émaillé; mais sa production était en quelque sorte étouffée par la concurrence allemande.

Soulignons en outre l'effort poursuivi par un constructeur de l'Est, spécialisé dans la fabrication d'articles émaillés et qui désire entreprendre la fabrication des fûts en acier émaillé.

Conclusion. — En résumé, nos constructeurs sont à même de satisfaire d'une façon complète les besoins réguliers de notre pays.

Toutefois, il est difficile de préciser si la France pourra se passer de l'étranger, même avec le concours des constructeurs d'Alsace-Lorraine, pour satisfaire les besoins urgents de la reconstitution de nos territoires libérés.

Le matériel de sucrerie.

Situation à l'avant-guerre. — Il existait, avant la guerre, quinze à vingt constructeurs dont toute l'activité, ou une grande partie de leur activité, était réservée à la construction des machines de sucrerie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les fournitures en matériel de sucrerie faites annuellement représentaient, en 1913, en moyenne une valeur totale de 25 millions de francs, dont les quatre cinquièmes allaient à l'exportation.

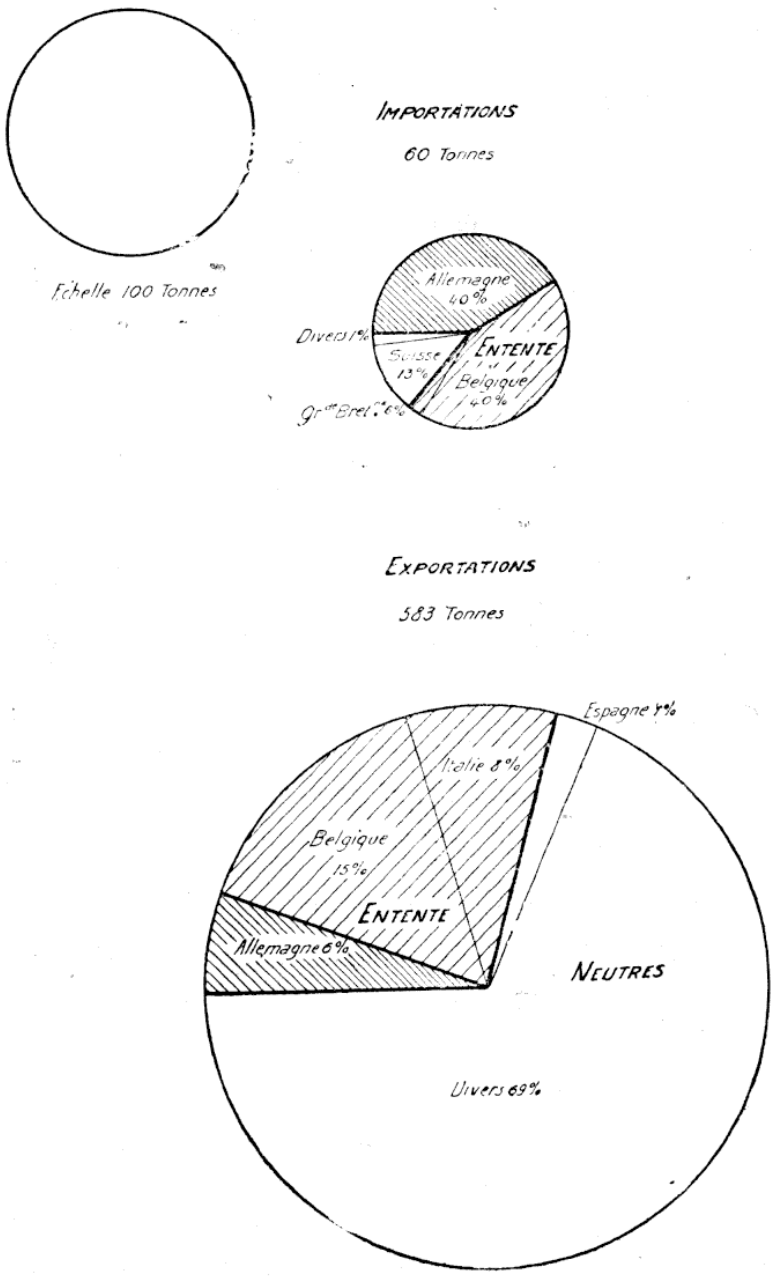


Fig. 192. — Matériel de distillerie et de sucrerie. Importations et exportations en 1913.

Nous étions donc, dans cette branche de construction, surtout exportateurs. Les constructeurs français avaient en effet conservé une importante clientèle en sucrerie de cannes (Antilles, Amérique du Sud, Indes orientales), et ce par la bonne qualité de leur construction.

Toutefois, dans cette branche, par les bas prix qu'elle pouvait pratiquer, l'Allemagne commençait à devenir une concurrente redoutable. De plus, elle était singulièrement favorisée par les avantages que lui procuraient les lignes maritimes bien outillées et directes avec les pays fabricants de sucre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation pendant la guerre. — Pendant la guerre, les constructeurs français ne purent assurer que quelques réparations dans les sucreries françaises restées en pays libre.

Situation à l'après-guerre. — Si l'on considère que les ateliers des principaux constructeurs français ont été en pays envahi pendant les hostilités, il apparaît de toute urgence de procéder à leur reconstitution.

Il y aa de l'avenir de notre industrie sucrière et de la situation privilégiée de nos constructeurs de matériel sur les marchés étrangers.

Le matériel de distillerie.

Dans l'industrie de la distillerie, où le matériel est moins complexe que dans l'industrie sucrière, l'on observe davantage la spécialisation des fonctions respectives de la construction. Il est à noter à ce sujet que la diversité très grande des matériaux de construction est peu favorable à l'entreprise unique construisant dans un seul et même atelier.

Les matériaux employés sont, en effet, le fer et la fonte pour les postes de préparation de la matière première alcooligène, le bois ou le ciment armé pour les cuves de fermentation et la chaudronnerie de cuivre pour la salle distillatoire. Aussi existe-t-il un certain nombre de maisons spécialisées, dont les travaux sont coordonnés par un entrepreneur qui impose ses méthodes.

Situation avant la guerre. — Avant la guerre, la distillerie française augmentait peu à peu sa production annuelle.

La construction était répartie en France entre trois ou quatre maisons importantes.

On peut estimer que la production française s'est élevée pour l'année 1913 à environ 5 millions de francs, sur lesquels 3 millions allaient à l'exportation, celle-ci était assez active en raison de la grande supériorité de notre technique générale et de nos appareils de distillation et de rectification des alcools.

La Russie, l'Autriche, la Belgique, la Hollande, l'Italie et l'Espagne ont en majeure partie doté leurs distilleries des procédés et des appareils français. Le Brésil, la République Argentine et le Mexique, également; mais, dans ces pays américains, le matériel était toujours construit en France, tandis que dans les précédents, si l'entrepreneur général était français, les façonniers sous-traitants étaient souvent des indigènes.

Situation pendant la guerre. — Pendant la guerre, les constructeurs de matériel distillatoire ont fait de véritables tours de force; ils ont eu à construire quantité d'appareils à éther sulfurique et à rectification d'alcool pour les poudreries françaises, anglaises et italiennes et à monter de nouvelles distilleries de grains pour suffire à la consommation exceptionnelle des poudreries.

Il s'est monté également beaucoup de distilleries de bois (acide acétique, méthylène, acétone, acétate de méthyle), de rectifications continues d'essence de pétrole, de benzols et chlorobenzols, etc.

Il est absolument impossible de chiffrer le très important essor qu'a pris cette construction pendant les hostilités.

Les machines de chocolaterie.

Situation à l'avant-guerre. — La construction des machines à chocolat était poursuivie en France par trois constructeurs situés dans la région parisienne et deux ou trois petites maisons de province.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, le chiffre d'affaires a pu s'élever pour ces constructeurs à environ 3 millions, y compris l'exportation, la demande intérieure s'élevant à peine à 2 millions.

Notre principal fournisseur était ici aussi l'Allemagne et cette concurrence fut telle pour nos constructeurs qu'ils ne purent se maintenir que par la vente de machines spéciales brevetées.

Situation pendant la guerre. — La pénurie de matières premières, les délais de fabrication, obligèrent certains chocolatiers à passer commande en Suisse; en conséquence, ce pays s'est beaucoup développé pendant les hostilités dans la construction des machines de chocolaterie.

Situation à l'après-guerre. — Il est à présumer que la fabrication du chocolat se développera sensiblement, et que par conséquent celle des machines va prendre en France un nouvel essor.

Nos constructeurs sont en situation d'y répondre.

K. LE MATÉRIEL DES INDUSTRIES CHIMIQUES.

Situation avant la guerre. — Nous allons simplement apporter ici quelques précisions sur la construction du matériel de la grande industrie chimique et, particulièrement, sur la construction du matériel destiné à la fabrication des acides.

Précisons d'abord qu'il n'existait en France presque aucun constructeur vraiment spécialisé et que la plupart, tout en poursuivant les fabrications se rapportant à cette industrie, s'occupaient aussi de constructions très diverses.

Toutefois, un très grand nombre de chaudronniers construisaient ce matériel; certains fondeurs, dont trois ou quatre spécialisés, l'un d'entre eux pour les appareils en fonte émaillée, s'occupaient de cette fabrication. Il est cependant à noter l'importante fonderie de Dietrich, à Niederbronn (Alsace-Lorraine), qui ajoutera après-guerre sa fabrication à la fabrication nationale. Il existait peu de plombiers en France avant la guerre (nous verrons plus loin que cette partie de cette industrie s'est beaucoup développée pendant la guerre); nous étions tributaires de la Belgique.

Si l'on jette un coup d'œil sur la construction des fours, on peut dire que les fours mécaniques étaient construits en France par cinq ou six spécialistes, dont deux, situés dans le Nord, durent transporter leur usine dans l'intérieur du pays après la déclaration de guerre. Cependant, en dehors de ces constructeurs spécialisés, plusieurs usines chimiques construisirent leurs fours elles-mêmes en s'adressant à des fumistes ou à leur personnel.

Les poteries de grès étaient fabriquées par trois ou quatre usines, dont le chiffre d'affaires, pour cette fourniture, n'était certainement pas supérieur à 300,000 francs. En conséquence, nous devions chaque année demander à l'Allemagne une quantité à peu près équivalente à notre fabrication.

En résumé, avant la guerre, la France ne pouvait satisfaire dans son ensemble à la demande française et nous serions optimistes pour nos constructeurs si nous disions que les importations allemandes dans notre pays, qui étaient de beaucoup les plus importantes, équivalaient sensiblement à notre production. Non seulement, en effet, les Allemands firent des installations complètes en France, mais ils nous envoyaient aussi certains appareils spéciaux. Les États-Unis avaient aussi une réelle influence sur notre marché

Situation pendant la guerre. — Dès le début des hostilités, cette industrie prit un remarquable essor, qui fut favorisé par le grand développement de l'industrie chimique, correspondant aux énormes besoins exigés par la guerre.

Quoique nous ayons dû recourir à l'Amérique pour des usines, même complètes et que l'Angle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terre et la Suisse principalement nous envoyèrent un certain nombre d'appareils spéciaux (essoreuses, pompes à vide, compresseurs), nos constructions se développèrent d'une façon tout à fait remarquable.

Nous avons vu, qu'avant la guerre nous étions tributaires de l'Allemagne pour la poterie. Au début des hostilités, nos poudreries demandèrent une très importante quantité d'acide azotique, pour laquelle nous manquâmes de poteries, malgré notre fabrication. On dut recourir alors provisoirement à la fonte pour le transport de l'acide.

Aussi, pendant les années 1915 et 1916, devînmes-nous tributaires de l'Espagne et, pendant ces deux années, la valeur de nos importations d'Espagne s'éleva à environ 5,000,000 francs.

Nous avons d'ailleurs vu dans un chapitre spécial qu'en 1917 les fabricants d'avant-guerre, aidés de deux ou trois autres, atteignirent alors une capacité de production formidable. Telle maison d'avant-guerre vit sa production très augmentée et portée pour l'année 1917 à près de 7,000,000 francs. On peut évaluer aux cours actuels que la capacité de nos constructeurs s'était élevée à 15,000,000 francs environ. Ils permirent ainsi de supprimer, dès 1917, toute importation étrangère.

A titre documentaire, il est intéressant de noter que la Suisse nous envoya également pendant les deux premières années de la guerre pour environ 2,000,000 francs de poterie.

Situation après la guerre. — Nous avons vu le remarquable progrès fait pendant la guerre par nos fabricants de matériel chimique.

Il n'est pas douteux que notre pays doit attendre beaucoup d'eux, mais il est à souhaiter une spécialisation de nos constructeurs, dont la tâche va être grande.

En résumé, si nous voulons un grand développement de cette industrie, l'organisation technique des usines s'impose de toute urgence.

L. LES MACHINES DIVERSES.

Les machines à imprimer et le matériel accessoire.

Situation à l'avant-guerre. — Avant d'examiner l'industrie de la machine à imprimer en France, il est bon de préciser tout d'abord les deux phases par lesquelles elle est passée et dont les figures 193 et 194 donnent une idée très nette :

1° L'une de progression florissante de 1872 à 1890;

2° L'autre d'attente progressive de 1890 à 1914.

Pour la première période, la loi sur la liberté de la presse permit la fondation de nouvelles imprimeries. L'emploi de rotatives pour les grands journaux quotidiens se trouva possible par la suppression du timbre. De plus, les constructeurs français, grâce au fini de leur construction, exportaient énormément et, en 1890, les exportations étaient cinq fois supérieures aux importations.

Pour ce qui concerne la deuxième période, une révolution complète a eu lieu dans la situation technique de l'industrie de l'imprimerie par la découverte française de la simili-gravure et de la trichromie; mais les États-Unis et l'Allemagne créèrent immédiatement le matériel rendu nécessaire par cette découverte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre pays n'ayant pas suivi le mouvement, nos exportations diminuèrent, alors que nos importations augmentèrent rapidement.

Le résumé de notre commerce extérieur (machines à imprimer et matériel accessoire) pour l'année 1913 est d'ailleurs donné par les tableaux suivants (voir fig. 193 à 196) :

PAYS.	MACHINES À IMPRIMER.		MATÉRIEL ACCESSOIRE D'IMPRIMERIE.	
	Importations.	Exportations.	Importations.	Exportations.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Allemagne	886	//	389	2
Grande-Bretagne	693	59	145	//
États-Unis	1,198	//	62	//
Belgique	31	51	//	3
Italie	34	87	//	//
Espagne	//	91	//	//
Suisse	85	//	30	//
Divers	//	459	12	58
TONNAGE TOTAL	1,927	747	638	63
VALEUR TOTALE	5,781,000 fr.	1,569,000 fr.	7,016,900 fr.	161,925 fr.

DÉSIGNATION. MACHINES D'IMPRIMERIE ET MATÉRIEL ACCESSOIRE.	TONNAGE.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Importations	2,565	12,797,900
Exportations	810	1,730,925

Pour 1913, le tableau suivant donne d'ailleurs la comparaison entre le chiffre de la fabrication française et celui du commerce extérieur :

DÉSIGNATION.	VALEUR.	TONNAGE.
	francs.	tonnes.
Construction française	Inconnue.	5,900
Importation	12,797,000	2,565
Exportation	1,730,000	810

Cette construction était poursuivie en France par vingt-six maisons, dont deux possédaient plus de 300 ouvriers. Pour les machines à imprimer, l'Allemagne, on le sait, était notre plus grand fournisseur (45 p. 100), l'Angleterre venait en second lieu (35 p. 100), puis les États-Unis (10 p. 100).

Par contre, nos deux plus gros clients étaient l'Espagne et l'Italie (12 p. 100).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quoi qu'il en soit, notre chiffre d'importation était près du triple de notre chiffre d'exportation. De plus nos importations allaient sans cesse en croissant, au détriment de notre production, qui était tombée au tiers de la valeur atteinte en 1910 et n'occupait plus que 1,500 ouvriers.

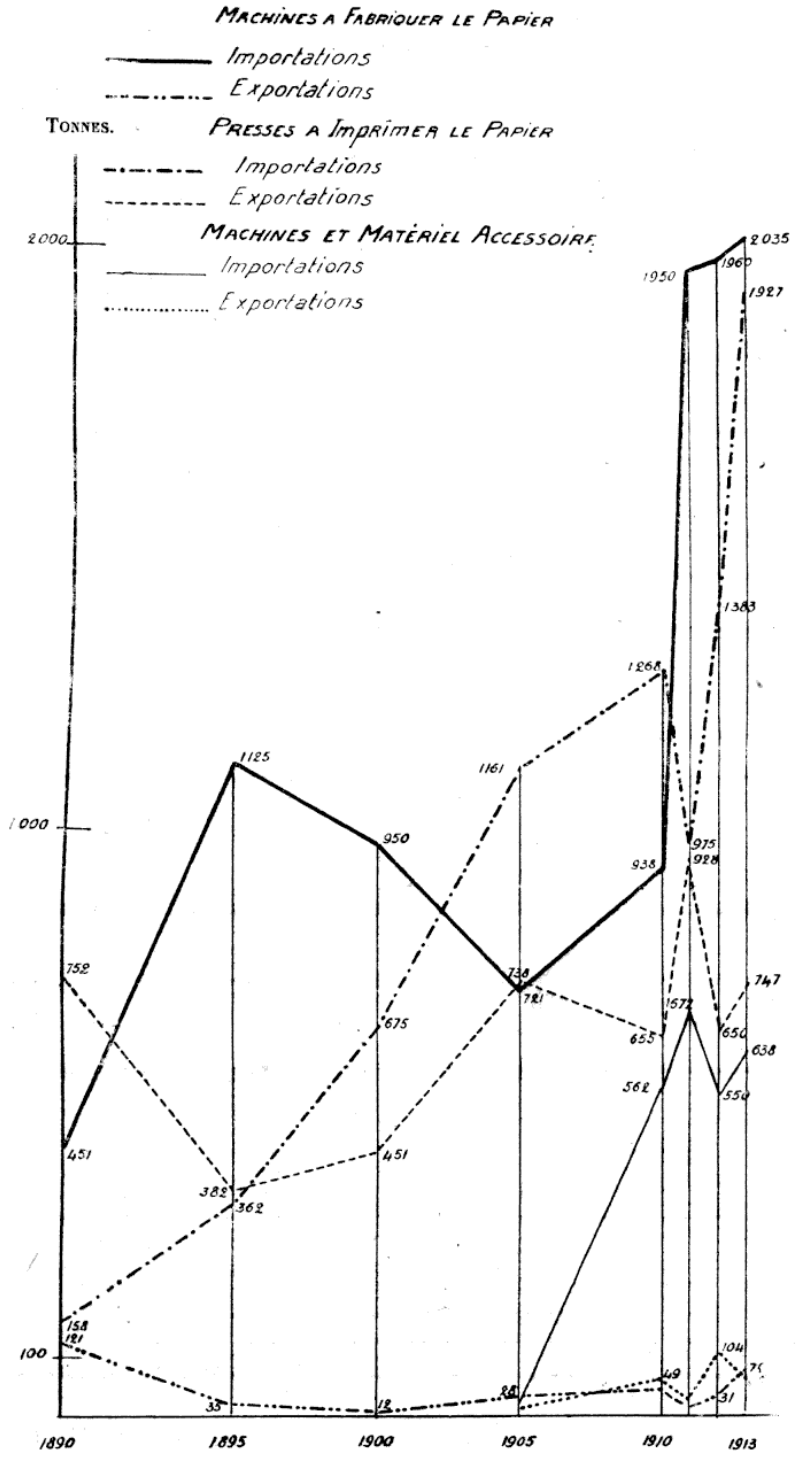


Fig. 193. — Matériel d'imprimerie. Importations et exportations françaises de 1890 à 1913. [tonnages].

Chez les Américains et les Allemands, l'état général des affaires différait de ce qu'il était chez nous; il entraîna rapidement la création de puissantes maisons d'imprimerie et d'édition; les journaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à grand tirage, la publicité, nécessitèrent des constructeurs importants de machines. Telle maison aux États-Unis, qui produisait 3 tonnes par jour en 1900, produisait 25 tonnes en 1914. Rapide-

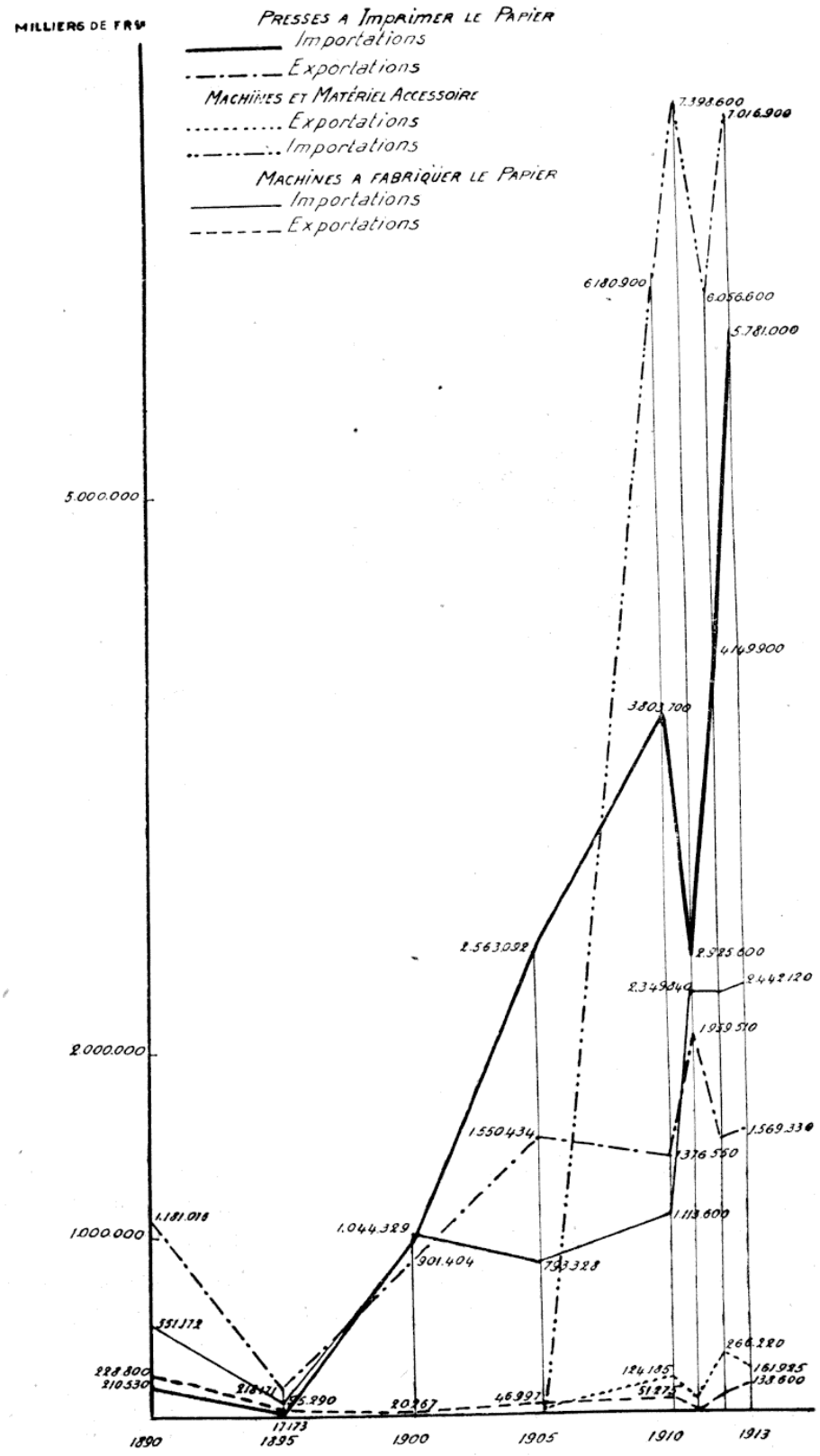


Fig. 194. — Matériel d'imprimerie. Importations et exportations françaises de 1890 à 1913 [valeurs].

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment, devant une telle fabrication, ces constructeurs entreprirent la construction *en série* à des prix tellement avantageux que, pour l'imprimeur français, l'offre était alléchante.

Là aussi, comme ailleurs, les constructeurs allemands furent soutenus par un système bancaire solide et purent ainsi faire des crédits à long terme.

En 1913, l'Allemagne construisait tous les types d'outils et machines employés dans l'imprimerie et le façonnage du papier, sauf la machine à retiration exclusivement employée en France et en Angleterre et construite principalement en France.

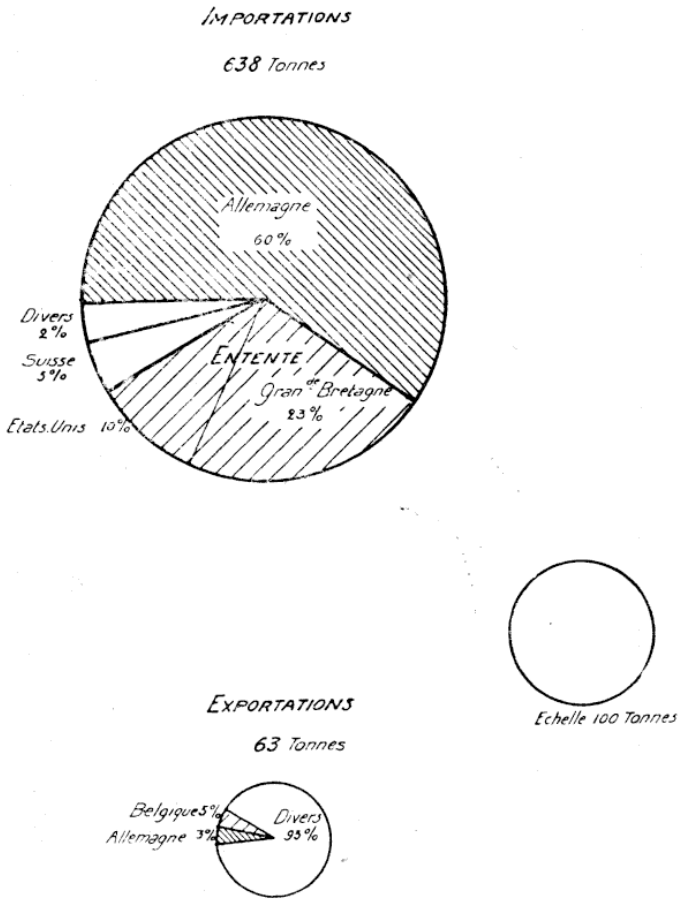


Fig. 195. — Matériel d'imprimerie. (Machines et accessoires.)
Importations et exportations françaises en 1913.

De plus, les maisons de construction de machines et d'outillage d'imprimerie sont beaucoup plus nombreuses et importantes en Allemagne qu'en France. La capacité de production totale peut être évaluée à cinq à six fois celle de la France en ce qui concerne l'outillage d'imprimerie, mais l'importance des maisons allemandes est comparativement beaucoup plus grande encore; car la plupart d'entre elles construisent des machines pour d'autres industries que celles de l'imprimerie.

Situation pendant la guerre. — Pendant la période de guerre, la plupart des adhérents de la Chambre syndicale des Constructeurs de machines d'imprimerie ayant travaillé pour la Défense nationale et, d'autre part, les affaires d'imprimerie étant très calmes, on peut estimer que la construction de machines d'imprimerie pendant cette période a été le dixième de la normale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

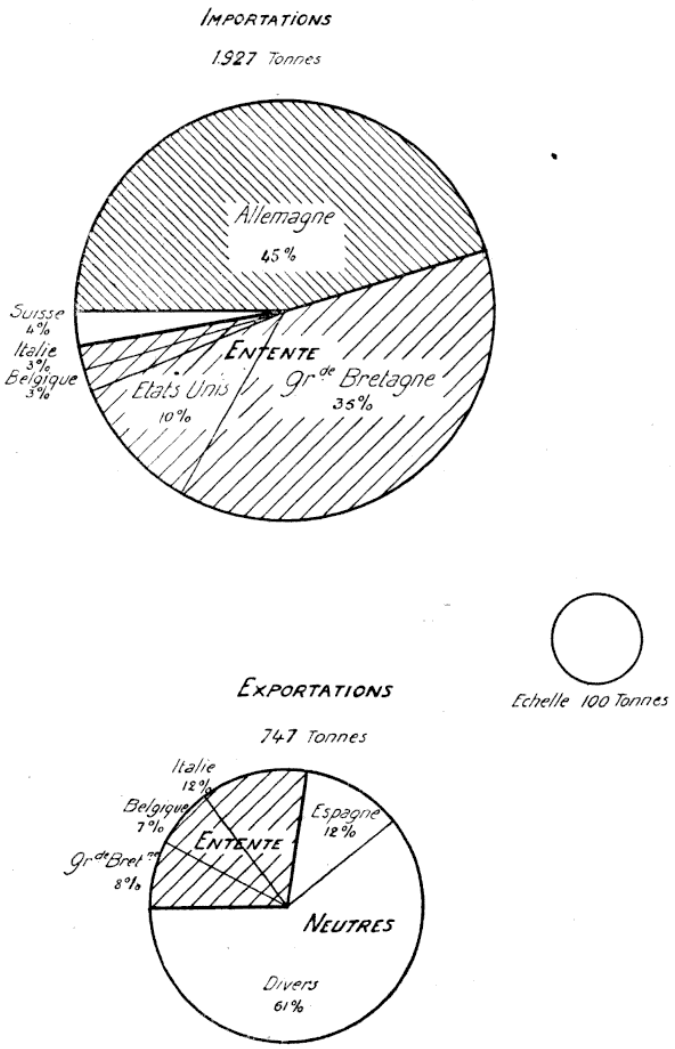


Fig. 196. — Matériel d'imprimerie (Presses). Importations et exportations françaises en 1913.

Le tableau suivant nous donne d'ailleurs une idée du commerce extérieur (machines d'imprimerie et matériel accessoire) de la France pendant les hostilités :

ANNÉES.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
1915	274	2,466,000	53	339,000
	72	1,066,000	35	274,000
1916	260	2,341,000	118	746,000
	50	1,673,000	8	65,000
1917	507	4,558,000	32	205,000
	21	3,020,000	38	292,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est à remarquer que si, comme nous venons de le voir, notre construction, pendant les hostilités, a été le dixième de la normale, nos importations ont aussi été, pendant les années 1915 et 1916, environ six fois moindres que ce qu'elles furent en 1913; cependant, en 1917, elles furent par rapport à l'année 1913 environ dans le rapport de 1 à 4.

Situation à l'après-guerre. — Nous avons vu que les États-Unis et l'Allemagne étaient deux sérieux concurrents pour notre pays.

Que peut-on espérer pour l'avenir?

Si l'imprimerie se développe, comme nous devons le souhaiter, on peut espérer voir naître en France une fabrication importante qui pourrait enfin, par l'étude en série de la construction de ce matériel, être appelée à reprendre dans le monde la place qu'elle occupait en 1895.

Lorsque enfin l'équilibre dans le prix des matière premières (qui en 1913 entrait pour un tiers dans le prix de vente des machines) sera rétabli, on peut penser voir le commerce extérieur de notre pays redevenir ce qu'il était dans la première période qu'a traversée cette industrie.

Les machines à fabriquer le papier.

Situation à l'avant-guerre. — Les machines à fabriquer le papier étaient construites en France par trois maisons importantes situées dans l'Isère. Toutefois, ces maisons étaient surtout spécialisées dans la construction de certaines machines courantes et des appareils accessoires. Les machines modernes pour la fabrication du papier de journal étaient toutes de fabrication étrangère. Les constructeurs français ne donnaient en effet que 7 ou 8 machines pour papier de journal par an.

Le relevé du commerce extérieur de la France nous montre que nos importations s'accrurent sans cesse (fig. 193 et 194) et l'on peut dire qu'en 1913 elles furent cinq fois ce qu'elles étaient en 1890. Nos exportations n'augmentèrent pas et, en 1913, elles étaient inférieures à ce qu'elles étaient en 1890; elles étaient d'ailleurs surtout constituées par des accessoires.

Des renseignements intéressants sont résumés dans le tableau suivant, qui nous donne la valeur des importations et des exportations de machines à fabriquer le papier pour l'année 1913 (voir fig. 197):

PAYS.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.
	tonnes.	tonnes.
Allemagne	1,232	50
Grande-Bretagne	75	//
Belgique	646	6
États-Unis	42	//
Italie	//	19
Divers	40	4

Importations : 2,035 tonnes, d'une valeur de 2,442,120 francs; exportations : 79 tonnes, d'une valeur de 138,600 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ici encore l'Allemagne était notre plus gros fournisseur (60 p. 100) avec la Belgique (32 p. 100).

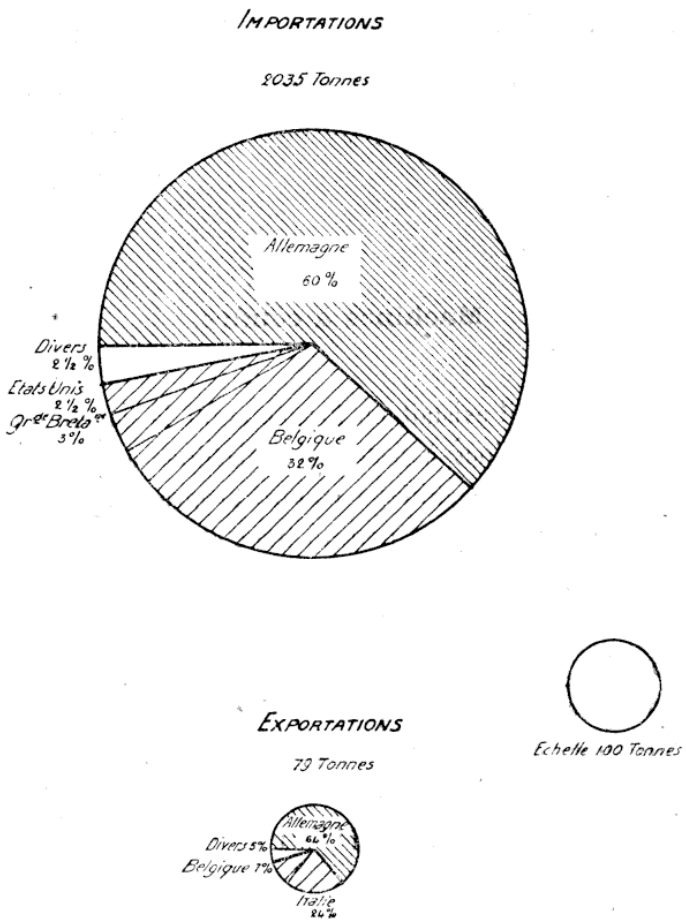


Fig. 197. — Machines à fabriquer le papier. Importations et exportations françaises en 1913.

Situation pendant la guerre. — Pendant la guerre, la situation est restée stationnaire; certains constructeurs de machines à fabriquer le papier ont dû adjoindre à leur industrie une autre construction, et l'on voit l'un des plus importants accroître sa construction de turbines hydrauliques déjà existante avant la guerre.

Toutefois, pendant la guerre, on peut dire qu'aucun constructeur n'a produit de machines à papier complètes, mais seulement du matériel accessoire pour piles, bobineuses, etc., et tout particulièrement des appareils destinés à la préparation du coton à nitrer.

Le tableau suivant nous donne d'ailleurs le résumé du commerce extérieur de la France, pour les années 1915, 1916 et 1917.

ANNÉES.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
1915	3,4	12,000	57,1	299,000
1916	56,9	205,000	6,4	34,000
1917	33,8	122,000	//	//

Il est à noter que nos exportations sont inexistantes pour l'année 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'après-guerre. — Pour notre pays, on voit nettement que l'avenir de cette industrie peut être très grand.

La France, tributaire de l'Allemagne pour une grande partie, va-t-elle se substituer à ce pays?

Il faut au moins l'espérer, et, si elle est secondée par une protection douanière efficace, on verra dans un avenir plus ou moins éloigné notre pays tenir un rang honorable pour cette industrie, dans le monde.

Machines à coudre.

Situation à l'avant-guerre. — S'il existait en France avant la guerre quelques constructeurs de machines à coudre spéciales (machines à festonner, machines à boutonnières), il n'existait en revanche qu'un seul constructeur de machines à coudre proprement dites et quelques fabricants de bâtis pour machines. Notre fabrication ne pouvait donc répondre à tous nos besoins; notre pays était tributaire de l'étranger.

Le marché français absorbait annuellement environ 150,000 machines. Dans ce chiffre, la Compagnie Singer, avec les fabriques d'Amérique, d'Angleterre et d'Allemagne, figurait pour 90,000 à 100,000 machines, les marques allemandes pour 45,000 à 50,000 machines, l'Angleterre et l'Amérique pour 5,000 machines environ. D'une façon[1] plus frappante, on peut noter que l'Allemagne, pour les années 1909, 1910 et 1911, pendant qu'elle exportait dans l'univers pour 142,000,000 francs, nous envoyait en France pour plus de 20,000,000 francs de machines à coudre proprement dites.

La figure 198 nous montre d'ailleurs le résumé de nos importations et exportations à l'avant-guerre. De plus, le commerce extérieur de la France, pour l'année 1913, est résumé dans le tableau suivant; il nous montre nettement l'importance de chaque pays fournisseur et nous confirme en quelque sorte ce que nous venons de voir plus haut (voir fig. 199):

PAYS.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Allemagne	3,633	//	13	//
Grande-Bretagne	4,708	//	//	//
États-Unis	142	//	//	//
Belgique	//	//	20	//
Divers	72	//	358	//
Totaux	8,555	20,959,900	391	1,191,330

[1] Statistiques officielles allemandes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La conclusion de ce bref exposé est que nous étions presque complètement tributaires de l'étranger; mais la construction française doit prendre la place intéressante occupée par l'industrie allemande.

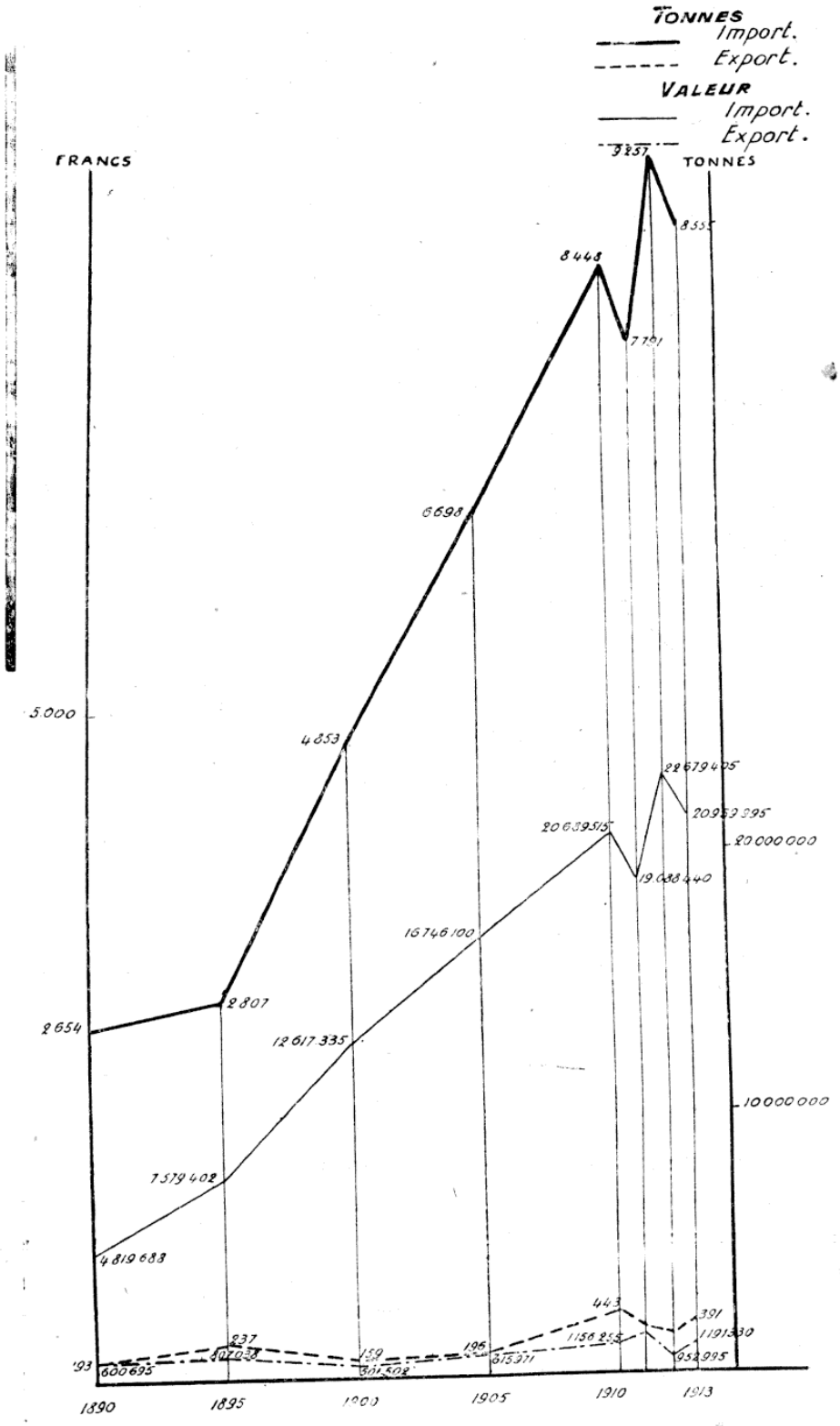


Fig. 198. — Machines à coudre. (Importations et exportations de 1890 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

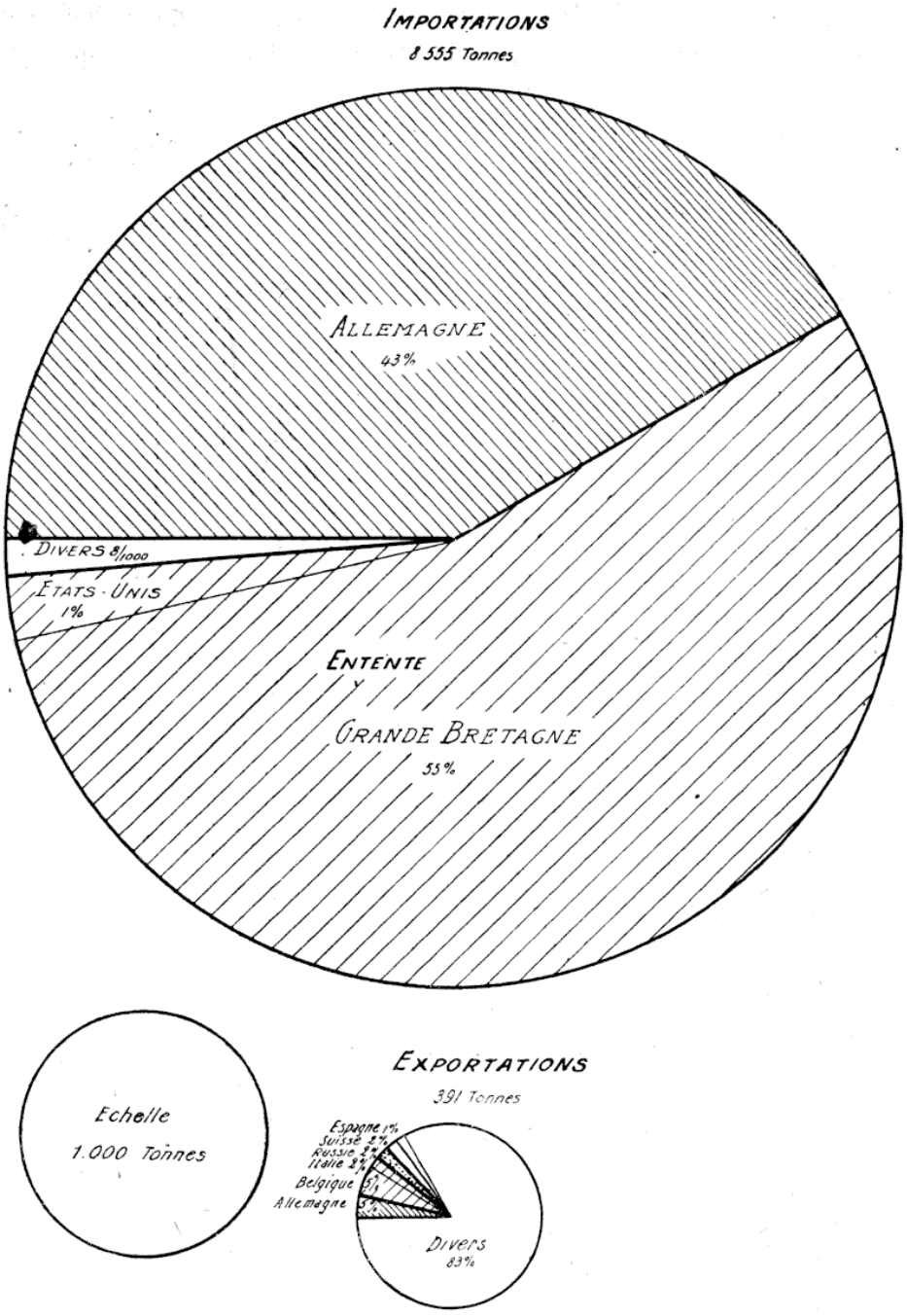


Fig. 199. — Machines à coudre. Importations et exportations françaises en 1913.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — Le tableau ci-dessous représente notre commerce extérieur pendant les hostilités.

ANNÉES.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
1915	1,736	5,207,000	64	210,000
1916	2,421	7,262,000	88	287,000
1917	3,254	9,760,000	Néant.	Néant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'après-guerre. — Il a été constitué pendant les hostilités une société française à capital élevé pour la construction des machines à coudre. La cessation des hostilités et des fabrications de guerre va permettre à cette société de mettre en fabrication une première série de machines dans deux usines.

Une deuxième firme française a étudié le projet d'une très importante usine, susceptible de fournir, dans un délai plus ou moins rapproché, environ 1,000 machines par jour.

Nous voyons donc naître des organismes intéressants qui poursuivraient une fabrication intensive des machines à coudre.

La fabrication de la machine à coudre, inexistante avant la guerre, sera donc née du fait de la guerre, et l'on doit souhaiter que notre pays prenne rapidement la place si importante que l'Allemagne occupait dans le monde pour cette fabrication.

Enfin, un certain nombre d'usines ayant travaillé pour la Défense nationale ont l'intention de fabriquer les machines à coudre sur une grande échelle.

Étant donnés les besoins urgents de notre pays, ces initiatives sont intéressantes à soutenir; en outre, il serait nécessaire de coordonner ces efforts pour éviter que, de différents côtés, on ne construise le même type de machine, qui serait ainsi jeté en surnombre sur le marché, sans trouver acquéreur, alors qu'au contraire d'autres types manqueraient.

De plus, en dehors de ces machines courantes, il est également nécessaire que nos usines se montent pour construire des machines à coudre spéciales pour les industries les plus diverses et dont il est utile de citer les suivantes :

Machines
- à point de navette à une ou plusieurs aiguilles;
- à point de chaînette à une ou plusieurs aiguilles;
- à surjeter à un ou plusieurs fils cousant horizontalement;
- à surjeter à un ou plusieurs fils cousant verticalement;
- à broder à point de chaînette avec entraînement;
- à broder à point de navette avec ou sans entraînement;
- à faire les jours;
- automatique à festonner;
- à faire les boutonnières à point de chaînette;
- à faire les boutonnières à point de navette;
- à point de navette;
- à coudre les boutons à point de chaînette;
- à coudre les boutons à point de navette;
- à faire les arrêts ou brides;
- à coudre les chapeaux de paille;
- à faire les points d'ornement à point de chaînette;
- à faire les points d'ornement à point de navette;
- à coudre le fil poissé à l'usage;
- à coudre la chaussure;
- à coudre la sellerie;
- à coudre la carrosserie;
- à coudre les bâches;
- à coudre les courroies de transmission;
- à coudre l'article de voyage;
- à coudre les enveloppes de bouteilles en paillon;
- à coudre à bras pointu, avec entraînement universel, pour travailler dans l'intérieur des tubes fermés d'un bout, dite *polytypique*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ceci pour une double raison. D'abord, elles seront indispensables au pays pour qu'il ne dépende pas entièrement des fabricants américains et surtout si l'on veut trouver les débouchés pour la vente des machines à coudre courantes.

Les négociants en machines à coudre, qui font de cette vente une spécialité, ne peuvent vivre en vendant un seul type de machine, s'ils doivent faire face aux besoins des industriels des différentes régions.

Or c'est seulement l'Allemagne qui alimentait ces négociants en machines spéciales, puisque les compagnies américaines qui fabriquaient aussi ces machines en dehors des machines à coudre ordinaires les écoulaient directement aux intéressés, sans intermédiaire.

Il est donc évident que si les fabricants français ne sont pas en mesure de livrer des machines industrielles en même temps que des machines à coudre courantes, les commerçants de cette industrie seront fatalement amenés à les demander aux fabricants allemands.

Les machines à écrire.

Situation à l'avant-guerre. — Au moment où la guerre éclatait, il n'existait en France que deux constructeurs de machines à écrire.

Alors que le premier ne procédait qu'à la construction d'une petite machine ingénieuse, d'un usage tout à fait restreint, le second fabriquait une machine à grand travail, se rapprochant comme principe de la machine américaine.

Avant la guerre, la production française était d'environ 300 machines par mois [1] et cette production tendait tous les jours à augmenter. Par contre, la consommation française en 1913 s'élevait à 20,000 machines à écrire.

A titre documentaire, notons qu'une machine à écrire pèse environ 27 kilogrammes et nécessite un poids de 8 kilogrammes de fonte. Son prix moyen était de 500 francs.

Les principaux concurrents sur le marché français étaient les marques américaines.

Les machines allemandes commençaient également à pénétrer sur le marché français.

Les figures 200 et 201 nous donnent d'ailleurs une idée de notre commerce extérieur (machines à écrire et à calculer).

A titre documentaire, la production mondiale approximative pour l'année 1913 est estimée de la façon suivante [1] :

États-Unis	400,000 machines.
Allemagne	100,000 —
Angleterre	25,000 —
France	4,000 —
Production mondiale approximative	600,000 machines.

[1] Japy. — Rapport du Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

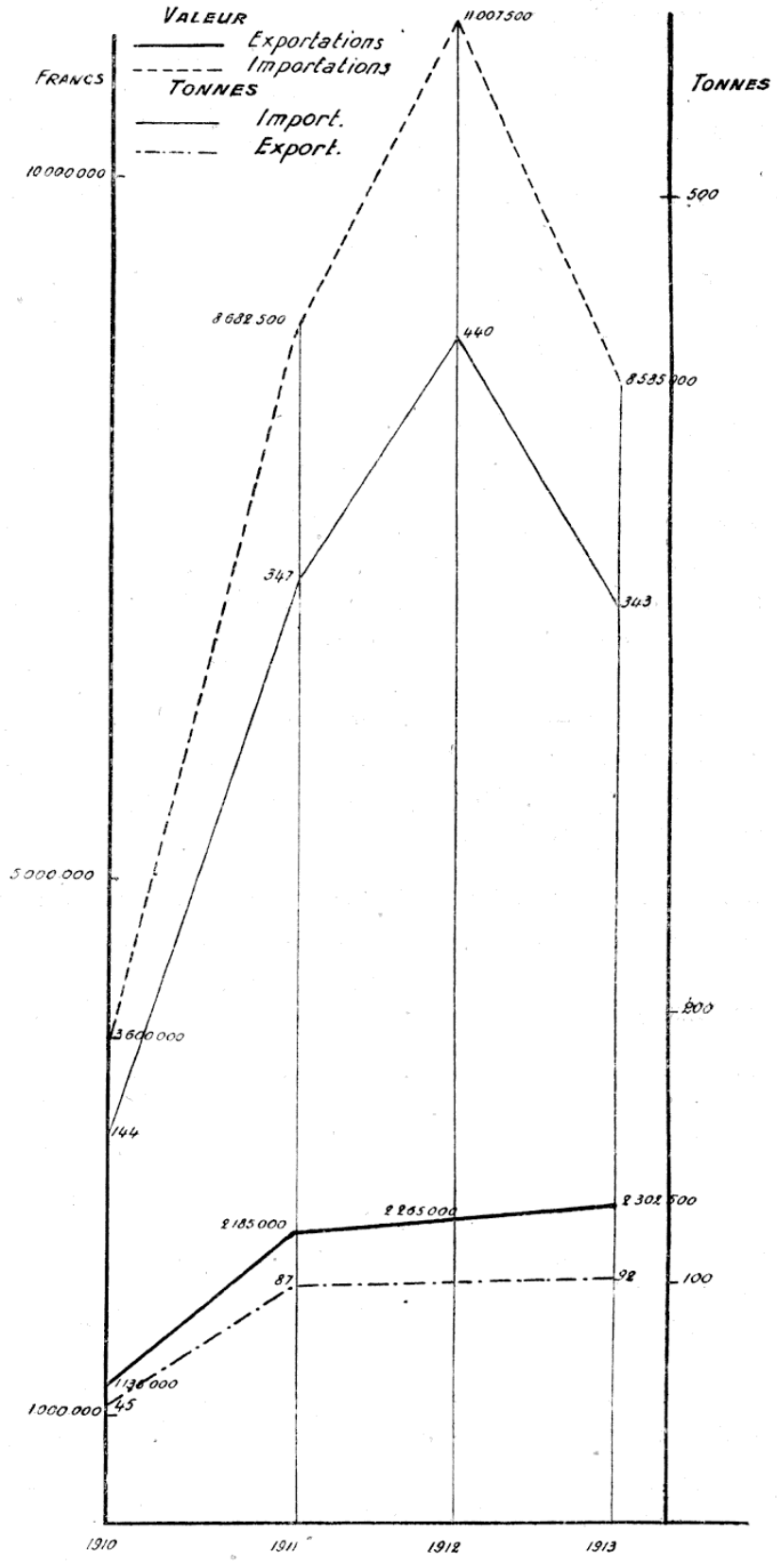


Fig. 200. — Machines à écrire. (Importations et exportations françaises de 1910 à 1913.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tableau suivant relatif à l'année 1913 précise d'ailleurs, d'une façon très nette, et par pays, nos importations et nos exportations :

PAYS.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Allemagne	46	//	1	//
Grande-Bretagne	21	//	0,3	//
États-Unis	273,4	//	11	//
Suisse	0,8	//	0,3	//
Canada	0,8	//	//	//
Autres pays	1	//	80	//
	343	8,585,000	92,6	2,302,500

Nous constatons donc que nous étions tributaires de l'étranger et que nos principaux fournisseurs, comme nous l'avons d'ailleurs déjà vu, étaient les États-Unis (80 p. 100) et l'Allemagne (13 p. 100).

Dans cette branche industrielle notre pays a donc un sérieux effort à faire pour essayer, dans une certaine mesure au moins, de satisfaire à la consommation.

Situation pendant la guerre. — Pendant la guerre, le seul fournisseur français un peu important livra surtout aux administrations. La fabrication fut élevée à 500 machines par mois. La majoration de prix fut de 300 francs environ. On peut estimer qu'en 1917 la consommation française fut de 18,000 à 20,000 machines.

Le résumé de notre commerce extérieur pendant les hostilités est le suivant :

ANNÉES.	IMPORTATION.		EXPORTATION.	
	QUANTITÉ.	VALEUR.	QUANTITÉ.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
1915	75	2,259,000	29	882,000
1916	334	10,335,000	44	1,338,000
1917	330	9,906,000	36	1,104,000

Nous voyons que nos importations sont à peu près restées ce qu'elles étaient avant-guerre.

Situation à l'après-guerre. — En somme, notre capacité de production est actuellement de 6,000 à 7,000 machines; nos besoins qui étaient en 1913 de 20,000 machines vont certainement s'élever très rapidement.

De ce fait, la production française peut se développer, mais cela à condition de construire en grande série, afin de pouvoir soutenir la concurrence étrangère.

Notons bien que la fabrication de la machine à écrire relève surtout du petit estampage et du fraisage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut aussi que nos constructeurs organisent leur réclame et. pour cela, il leur est indispensable de créer des écoles semblables à celles qui ont fait la fortune des marques américaines et dans lesquelles les dactylographes peuvent aisément se former.

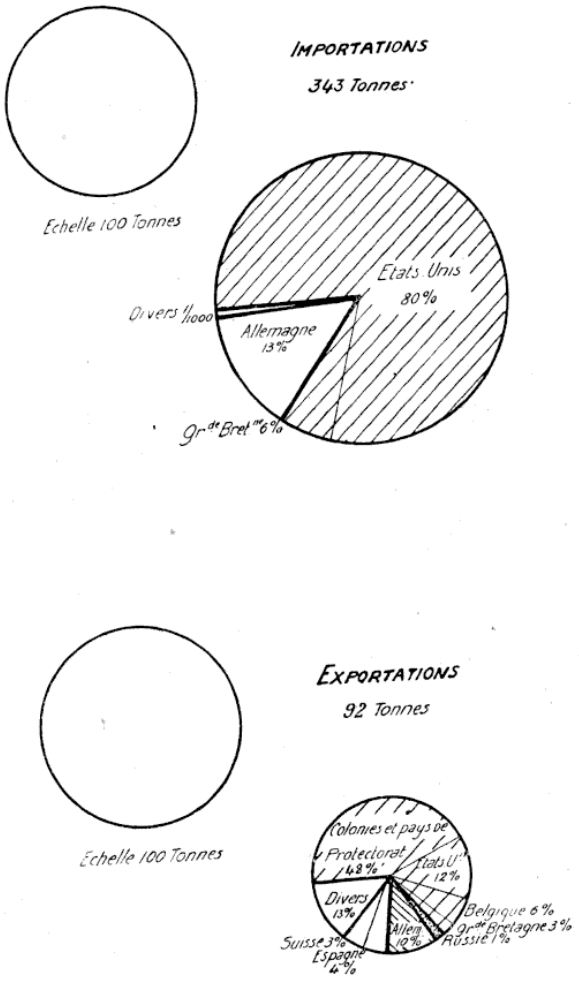


Fig. 201. — Machines à écrire. (Importations et exportations françaises en 1913.)

Machines de briqueterie, tuilerie et des matériaux de construction agglomérés.

Situation à l'avant-guerre. — Les statistiques douanières ne donnent aucun renseignement sur le commerce extérieur de cette industrie; on peut néanmoins dire (statistiques allemandes et statistiques suisses) qu'en 1913 l'Allemagne et la Suisse ont exporté dans notre pays environ 1,000 tonnes de ces machines.

D'après l'enquête à laquelle s'est livrée la Chambre syndicale intéressée, on peut, pour la même année, évaluer à 1,000 tonnes également le tonnage exporté en France par les autres pays.

Le nombre des constructeurs français était d'environ une vingtaine; ils étaient d'ailleurs répartis sur toute la surface du territoire.

En 1913, leur production fut d'environ 4,000 tonnes représentant une valeur de 4 millions de francs.

On peut donc dire qu'avant la guerre, la proportion de la construction française, par rapport à l'importation, était approximativement de 2 à 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation pendant la guerre. — Par suite de la pénurie de matières premières, cette construction est tombée presque à zéro en 1915 et, depuis, graduellement, elle a grandi suivant les besoins, notamment en produits réfractaires destinés aux aciéries, aux hauts fourneaux, etc.

On peut dire cependant qu'en 1918 elle arrivait environ au 1/10 de la production d'avant-guerre.

Situation à l'après-guerre. — Les besoins de la Défense nationale ayant complètement cessé, cette industrie, par suite des grands besoins pour la reconstitution de notre pays, va reprendre une très grande activité.

Les constructeurs intéressés demandent qu'il soit mis à leur disposition, pour l'année 1919, un tonnage de 4,000 tonnes de fonte et de 2,000 tonnes d'acier représentant 6,000 machines environ.

M. RÉSUMÉ DE LA SITUATION DES PRINCIPALES CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES EN FRANCE.

Conclusions au point de vue de l'utilisation des usines de guerre pour l'après-guerre. — L'étude à laquelle nous avons procédé pour les principales branches des industries mécaniques peut être résumée sous forme d'un tableau relativement simple, qui fera apparaître nettement notre déficit, du moins, autant que le permettent les statistiques douanières (chiffres de 1913).

PRODUITS.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.		PRODUCTION FRANÇAISE. en 1913.
	QUANTITÉ.	VALEUR.	QUANTITÉ.	VALEUR.	
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.	
Les appareils de force motrice	//	30,000,000	//	11,500,000	Plus de 100,000,000
Les machines-outils, outillage et petit outillage.	28,000	52,000,000	11,200	16.000,000	65,000,000
Les machines agricoles	34,827	45,275,280	12,311	14,773,080	120,000,000
Le cycle	//	//	//	//	40,000,000
La construction automobile	2,804	19,245,940	26,26	229,029,820	45,000 châssis-automobiles
La construction aéronautique	Néant.		155,8	11,800,000	//
Le matériel de chemins de fer	28,301	23,335,337	6,966	6,715,550	650 à 700 locomotives 2,000 voitures 18.000 wagons
Le matériel des industries minières et métallurgiques	Rien ne peut être précisé.				
Le matériel des industries alimentaires (brasserie, minoterie, sucrerie, distillerie)	//	4,000,000	//	8,000.000	44,000,000
Le matériel des industries textiles	21,554	22,882,915	1,86	2,539,225	20,000,000
Le matériel des industries chimiques	Rien ne peut être précisé.				
Les machines diverses (imprimerie, machines à coudre, machines à écrire)	12,498	44,765,015	1,372	5,363,685	Plus de 23,000,000

Nous voyons se dégager nettement que, pour certaines constructions mécaniques, nous étions tributaires de l'étranger. Nous devons en conséquence savoir utiliser nos nombreux ateliers de guerre, principalement pour améliorer la situation de certaines branches de cette industrie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les nombreuses usines de guerre créées, en effet, pendant les hostilités, et qui ont si largement contribué à notre victoire, doivent donc être rapidement transformées afin de donner un nouvel essor à la construction mécanique française, et compléter en quelque sorte notre belle œuvre militaire en la faisant suivre d'une victoire économique.

Examinons donc ici les industries pour lesquelles nous étions importateurs; indiquons les différentes usines de guerre qui, par une adaptation rapide, pourront nous permettre de satisfaire à notre consommation intérieure et d'augmenter le plus possible nos exportations; passons ensuite en revue les trop peu nombreuses industries mécaniques pour lesquelles, tout en répondant complètement à nos besoins, il serait intéressant d'atteindre certains marchés, privilèges des Empires centraux, tels l'Espagne, l'Argentine, le Brésil et le Chili, inondés de produits d'origine allemande.

1° *Les machines-outils.* — Alors qu'en 1913 notre production pouvait être estimée à 10 millions de francs environ, nos importations s'élevaient à 48 millions de francs (dont 50 p. 100 pour l'Allemagne) et nos exportations à environ 9 millions de francs. Comme nous l'avons vu, nous avons dans cette branche un très important progrès à réaliser, notre déficit en 1913 étant d'environ 30 millions de francs.

Ici un grand nombre d'usines de guerre peuvent et doivent entreprendre cette fabrication. Les constructeurs de moteurs d'avions, pourvus de machines modernes (fraiseuses, machines à rectifier intérieures, machines à rectifier ordinaires, tours et perceuses de précision), doivent pouvoir, au bout d'un temps très court, poursuivre la fabrication de toutes machines-outils pour le travail des métaux et le travail du bois (tours de précision pour l'horlogerie, l'électricité et la mécanique, tours à décolleter pour petites pièces, fraiseuses et perceuses, etc.).

Nous devons de même encourager dans cette voie les industriels de guerre qui travaillaient à la fabrication des armes.

2° *Machines textiles.* — Nous avons vu, dans le chapitre du matériel textile, que notre production de 20,000,000 francs environ ne satisfaisait qu'à la moitié de notre consommation.

Nos importations s'élevaient en effet en 1913 à 22,000,000 francs (dont 38 p. 100 pour l'Allemagne) tandis que nos exportations atteignaient péniblement 2,500,000 francs. Nous devons signaler le concours que doivent apporter certains constructeurs de moteurs d'avions qui seraient tout à fait organisés pour construire différents métiers et plus spécialement le métier de bonneterie qui était surtout d'origine allemande. De plus, les ateliers de construction mécanique s'occupant de l'armement (fabrication des obus, des armes, etc.) doivent pouvoir assurer la production de certaines machines de tissage, d'origine étrangère, notamment les machines à battre la laine et les déchets, les machines de dégraissage et de foulage, de rainage et de décatissage. En particulier, la broche de filature pourrait être fabriquée par les fabricants de petit armement.

3° *Les machines à coudre et les machines à écrire.* — Dans le coup d'œil général de ce chapitre, nous avons vu l'important et l'intéressant débouché réservé aux machines à coudre et aux machines à écrire. Nous avons vu les efforts poursuivis par certains industriels désireux d'entreprendre ces constructions presque inexistantes avant-guerre. Si nous précisons le tonnage des importations allemandes des machines à coudre et des machines à écrire, soit 3,633 tonnes pour les premières (43 p. 100 du tonnage total) et 46 tonnes pour les secondes (13 p. 100 du tonnage total), nous pouvons dire que parmi les industriels de guerre, et mieux que tout autre, les constructeurs de moteurs d'avions et de petit armement doivent entreprendre cette fabrication dont la consommation intérieure était en 1913 de 150,000 machines à coudre et 20,000 machines à écrire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° *Les machines d'imprimerie.* — Quoique, d'autre part, notre construction de matériel d'imprimerie s'éleva, en 1913, à près de 6,000 tonnes, nos importations étaient de 2,500 tonnes sur lesquelles l'Allemagne nous envoyait les 45 p. 100 de notre tonnage global. Le chiffre de nos exportations était de 600 tonnes environ. Notre déficit était donc de 2,000 tonnes environ. Ici encore, les constructeurs de moteurs d'avions et de petit armement vont pouvoir, par une fabrication qu'ils peuvent entreprendre, permettre à notre pays de diminuer et même d'annihiler nos importations.

5° *Les machines agricoles.* — Nous avons vu l'avenir et le développement du matériel agricole en France. Alors qu'en 1913 notre production s'élevait environ à 120,000,000 francs, nos importations pour la même année atteignaient près de 45,000,000 francs et nos exportations environ 14,000,000 francs.

Parmi les ateliers de guerre les plus désignés pour donner à cette construction l'essor demandé par notre pays sont les constructeurs de tanks, plus spécialisés d'ailleurs pour la fabrication des tracteurs agricoles et des machines pour entreprises de travaux publics. La fabrication des machines agricoles proprement dites doit pouvoir être entreprise par les avionneurs, dont les ateliers comportaient, avec le travail du bois, des ateliers mécaniques d'usinage des ferrures, et par tous les constructeurs d'armement.

Malgré le grand nombre d'usines de guerre susceptibles de poursuivre cette fabrication, il n'est pas douteux que, par suite du grand développement que va prendre cette industrie, il y a ici un très sérieux effort à réaliser pour satisfaire à nos besoins.

6° *Le matériel de chemins de fer.* — Nous avons vu dans le paragraphe relatif à la construction du matériel de chemins de fer qu'en 1913 notre capacité de construction était la suivante :

650 à 700 locomotives, 2,000 voitures et 18,000 wagons de marchandises. Nous avons vu que l'irrégularité des commandes passées par les Compagnies de chemins de fer aux constructeurs français amena trop souvent les Compagnies à passer les commandes à l'étranger. Souhaitons donc une plus grande régularité de la passation des commandes. Les usines de guerre et principalement les constructeurs de gros armement, qui possèdent un outillage de choix et un personnel expérimenté, peuvent entreprendre la construction des locomotives. Les usines qui fabriquaient les hangars pour le Génie, les remorques pour l'aviation ou tout autre matériel de guerre comportant le travail du bois avec emploi de ferrures, les cartoucheries vont pouvoir aiguiller leur fabrication vers la construction et la réparation des wagons et du matériel roulant.

7° *Le matériel des industries alimentaires.* — Brasserie, sucrerie, distillerie.

Résumons tout d'abord notre situation en 1913 :

DÉSIGNATION.	PRODUCTION FRANÇAISE. — Valeur.	IMPORTATIONS. — Valeur.	EXPORTATIONS. — Valeur.
	francs.	francs.	francs.
Matériel de brasserie	4.000,000	2,000,000	//
Matériel de sucrerie	25,000,000	//	20,000,000
Matériel de distillerie	5,000,000	//	3,000,090

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce simple tableau nous montre l'effort à faire pour le matériel de brasserie dont les importations étaient surtout allemandes. De plus, il sera intéressant de développer nos exportations en matériel de sucrerie et de distillerie pour arriver à supplanter les Allemands dans les différents pays où ils avaient des débouchés.

Nous voyons donc l'orientation dans laquelle il serait intéressant de voir s'engager les usines de guerre pour l'après-guerre. De plus, cette étude nous montre pour les différentes branches de la construction mécanique que nous avons envisagées le très sérieux effort que doivent poursuivre certains ateliers qui sont à même d'entreprendre très rapidement ces constructions afin de permettre à notre pays de satisfaire à ses besoins et même d'entrer en concurrence sur les marchés étrangers. A ce sujet, il est intéressant de rappeler que l'Espagne recevait avant la guerre annuellement de l'Allemagne environ pour 15 millions de francs de locomotives et wagons de chemins de fer et tramways, 1 million de francs de voitures automobiles. D'autre part, l'Argentine, le Brésil et le Chili recevaient de leur côté pour 11 millions de francs de locomotives et wagons et 8,5 millions de voitures automobiles. Ce sont certes des marchés étrangers à conquérir, tout au moins en partie, et nous devons espérer que les très sérieux progrès réalisés pendant les hostilités par nos différentes usines de construction mécanique, d'une part, et par la création de nombreux ateliers de guerre, d'autre part, doivent pouvoir permettre à notre pays, après leur utilisation rationnelle et scientifique, d'occuper une place honorable dans le monde.

On voit donc l'activité qui doit régner dans notre construction mécanique. Mais puisque nous avons indiqué les méthodes à adopter pour atteindre le développement, il est juste d'énumérer, au moins sommairement, les causes de la situation de la construction mécanique à l'avant-guerre.

Ces causes ont été très nettement précisées dans le rapport présenté au Comité consultatif des Arts et Manufactures [1].

On doit reconnaître trois causes qui n'ont point d'ailleurs une égale importance. Ce sont :

a. L'insuffisance du tarif douanier ou mieux son irrégularité envers les matières premières et les produits finis;

b. Le prix des matières premières;

c. L'inertie des chefs d'industrie.

Le tarif douanier de 1910 a évidemment trop négligé la construction mécanique et a accordé une protection beaucoup plus élevée à la matière première qu'aux machines. Cependant « l'insuffisance des tarifs douaniers n'a joué, en réalité, qu'un rôle secondaire; l'élévation rapide des importations est en fait antérieure à l'année 1910. Elle remonte à peu près à 1897 [2], quoique les tarifs des douanes soient restés les mêmes sensiblement, pour la métallurgie d'une part, et pour la mécanique, d'autre part, depuis 1881 ».

La seconde cause de la production peu élevée de nos usines de construction mécanique — certaines branches étant toujours mises à part — se trouve dans les prix de matières premières, spécialement des fontes et des aciers, prix plus élevés en France qu'à l'étranger et dus en partie au tarif douanier et aussi au coût du combustible.

---

[1] Rateau. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

[2] Le sommet de la courbe des importations en l'année 1900 a été occasionné évidemment par l'Exposition universelle. Nous n'avons pas à faire état de cette perturbation toute momentanée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant [1] on se rend compte aisément que cette raison, quoique sérieuse, n'est pas encore suffisante pour expliquer l'envahissement de notre marché par les constructeurs étrangers.

En effet, la différence des prix des fontes, fers et aciers en France et à l'étranger, due à la protection douanière et aux suppléments des frais de transport était, avant la guerre, de l'ordre de 25 p. 100. D'autre part, on sait que les valeurs des matières entrant dans la constitution des machines varient entre 30 et 50 p. 100 du prix de revient total, moins pour les petites machines, plus pour les grosses; mais ces valeurs correspondent à des objets déjà en partie ouvrés (fontes moulées, arbres forgés et dégrossis, etc...) que la plupart des constructeurs achètent aux fondeurs et aux forgerons. En les corrigeant de manière qu'elles s'appliquent aux matières sous les formes réellement livrées au commerce par les aciéries, elles se trouvent notablement réduites et abaissées à 20 ou 30 p. 100 environ, très variables suivant le genre et la grandeur de la machine envisagée.

Une majoration de 25 p. 100 sur ces matières brutes n'augmente donc le prix de revient que de 5 à 7,5 p. 100. Tel est l'ordre de grandeur du tribut que le constructeur paye au métallurgiste, du fait du tarif douanier. C'est assurément loin d'être négligeable.

Pour apprécier tout à fait correctement l'influence d'ensemble des taxes douanières, il faut encore retrancher de ces chiffres la proportion relative (*ad valorem*) de la protection sur les machines; celle-ci était parfois moindre; en sorte que le constructeur a raison de dire qu'il était (et qu'il est toujours) relativement bien mal protégé. Mais, dans la plupart des cas, il bénéficiait un peu par rapport à ce qui aurait existé s'il n'y avait eu aucun droit, ni sur les machines, ni sur les produits métallurgiques.

Mais il est une cause plus profonde de la mauvaise situation de notre construction mécanique et il n'est point possible de ne pas y insister ici [1] :

« N'hésitons pas à reconnaître que la raison profonde de l'état stationnaire de l'industrie mécanique c'était plutôt l'inertie de l'esprit d'initiative chez beaucoup des chefs de cette industrie. Par prudence excessive, mal informés peut-être des progrès réalisés à l'étranger, retenus par des craintes sur l'avenir, cantonnés dans un particularisme par trop étroit, ils hésitaient à se grouper pour un but commun, à s'engager dans des voies nouvelles, et même à faire quelque sérieux effort pour rénover leur outillage et leurs procédés et pour étendre leurs affaires. Par exception, le voulaient-ils, que tout encouragement des Pouvoirs publics, toute aide financière des banques leur faisaient généralement défaut. »

A ces causes d'infériorité, quels sont les remèdes à apporter?

Nous allons les résumer très brièvement avec le rapporteur [1] nous réservant de les étudier avec détails et à un point de vue plus général dans la seconde partie de cette étude.

Pour porter au maximum la production de nos usines, il faut :

a) Faire jouer aux syndicats un rôle aussi efficace et développé que possible et, pour cela, demander à nos industriels d'abandonner leur esprit individualiste; examiner même si le syndicat ne doit pas être obligatoire;

b) Réclamer de l'État une coopération plus active, une liaison plus continue avec l'industrie, tout en laissant libre action à l'initiative privée;

c) Opérer la spécialisation des ateliers;

d) Étudier de façon très approfondie, la standardisation des machines;

---

[1] Rateau. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

e) Concentrer les fabrications dans le nombre minimum d'ateliers;

f) Établir un contrôle scientifique des fabrications;

g) Créer des laboratoires particuliers et généraux indispensables à l'industrie;

h) Protéger les inventions en les utilisant mieux;

i) Développer notre enseignement technique à tout degré;

j) Créer particulièrement des enseignements postscolaires spécialisés.

Ce décalogue mérite mieux qu'une simple numération. Chaque article se trouve constituer en quelque sorte le titre d'un chapitre de la seconde partie de ce rapport.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE X.

L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE.

HISTORIQUE.

L'industrie électrique [1] est entrée en possession de la plupart de ses moyens actuels dans les trente dernières années du siècle dernier, à la suite de l'apparition de la machine magnéto-électrique de Gramme, premier générateur industriel de courant électrique.

Cette période féconde avait été précédée, comme presque toujours dans l'histoire des différentes branches de l'industrie, d'une période ingrate de recherches.

Dans ces deux périodes, la science et l'industrie française apportèrent une contribution considérable à l'œuvre commune.

D'abord la science, avec Coulomb, Ampère, Arago, Biot et Savart, Masson, Foucault et aussi Poisson, Laplace et Fourier, inséparables des précédents.

Puis l'industrie, avec le télégraphe de Bréguet, la lampe à arc coûteuse et d'un emploi exceptionnel avec les piles, les régulateurs de Foucault et de Serrin, la machine Nollet ou de l'Alliance des phares de la Hève; enfin avec la machine Gramme brevetée en 1869 connue vers la fin de 1871 et dont la reversibilité fut montrée en 1873.

La série des travaux réellement industriels commence à se développer rapidement : Joubert donne en 1879 les bases actuelles de la théorie des machines à courant alternatif et étudie le premier le diphasage du courant par rapport à la tension; Marcel Deprez produit, de 1880 à 1886, d'abord à l'Académie des Sciences, puis au Congrès de 1881, ses travaux sur les caractéristiques des machines à courant continu et en déduit géométriquement leurs propriétés principales; il donne, en collaboration avec d'Arsonval et Carpentier, le principe sur lequel sont établis presque tous les instruments de mesure actuels, prend avec Carpentier un brevet pour l'emploi des bobines d'induction en vue de la transmission de l'énergie à grande distance, avec élévation de la tension à l'émission, et réduction à la réception, puis fait les essais classiques de transmission électrique à à courant continu de Miessbach-Munich, du Bourget-Paris, de Vizille-Grenoble et de Creil-Paris.

Desroziers, rompant avec la tradition de Gramme, construit en 1885 sa machine à induit sans fer en forme de disque.

Les essais de Gaulard (Turin-Lanzo, 40 kilom. 1884, puis Tivoli-Rome) montrent pour la première fois industriellement la facilité de la transformation statique du courant alternatif.

L'emploi du courant alternatif à simple phase destiné uniquement à cette époque à l'éclairage est suivi de l'emploi de courants alternatifs combinés et diphasés de 90° ou de 120° pour l'alimentation de moteurs. Dès 1883, le théorème de Marcel Deprez sur « la production d'un véritable champ magnétique rotatif par la combinaison de deux champs magnétiques alternatifs différant en phase d'un quart de période » avait fait pressentir ce nouveau domaine d'applications.

---

[1] D'après les renseignements donnés par M. Hillairet, membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Maurice Leblanc donne la vie au moteur d'induction dit « asynchrone » en lui permettant de démarrer en charge (1890) et renforce l'accrochage des alternateurs couplés en parallèle par la création de circuits amortisseurs (1892).

Potier (1894) établit la théorie analytique du moteur asynchrone dont le diagramme est dû à Blondel qui, d'autre part, apporte une contribution importante à l'étude des alternateurs, de leur compoundage et de l'inductance des lignes.

Boucherot fait ses moteurs α et γ en 1895 et M. Latour, en 1902, le moteur série compensé, en usage dans la traction par courant alternatif simple.

L'industrie des charbons pour l'éclairage à arc est créée par Carré (1868) et développée en 1876 par le procédé de fabrication « à la filière ».

Street et Girard, préoccupés d'accroître la conductibilité de ces médiocres conducteurs, fabriquent au four électrique (1893) du graphite pour les électrodes et les frotteurs en charbon, substitués dans les machines électriques aux frotteurs en cuivre.

Cette énumération trop courte effleure à peine les travaux de premier plan des Français précurseurs et ne comprend ni la construction des appareils, ni les recherches de la télégraphie ordinaire où le multiple de Baudot a conquis le continent, ni les études sur la télégraphie sans fil de Branly qui a découvert le cohéreur, de Blondel, Ferrié, Abraham, Bethenod, ni le système de communication par induction de Boucherot.

De même, l'industrie des piles et accumulateurs mériterait un chapitre à part avec Leclanché, Lalande, le colonel Renard, Planté (1859) et Faure (1880).

En résumé, nous pouvons dire qu'en 1914, à la veille de la guerre, l'industrie électrique française était en plein développement.

La vigueur de l'industrie électrique française est due pour une bonne part à l'unité de vues et d'études qui remonte au Congrès de 1881 (unités électriques) et à partir duquel les électriciens de tous les pays se tinrent en étroites relations.

Le Comité électrotechnique international est devenu l'instrument des accords techniques internationaux.

En ce qui concerne la France, on ne saurait trop rappeler le rôle prépondérant de la Société française des Électriciens créée en 1883, qui, sous l'impulsion d'un groupe de savants et d'industriels préoccupés de l'avenir, ayant le savant Mascart pour guide, fonda successivement le Laboratoire central d'électricité (1886) et l'École supérieure d'Électricité (1894), centres de recherches et de formation d'ingénieurs électriciens en relations constantes avec l'industrie.

Les instituts électrotechniques des universités, de fondation plus récente, et les cours et exercices des écoles techniques apportent une collaboration efficace à l'œuvre d'ensemble d'études et de recherches.

SITUATION DE LA CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE À L'AVANT-GUERRE.

La construction électrique a pris en France, depuis 1900, une extension remarquable. Cependant nos importations, surtout en produits fabriqués, étaient bien supérieures à nos exportations, ainsi que nous le verrons plus loin en détail.

Il faut donc poursuivre les efforts très importants qui ont été faits pendant la guerre et que nous allons analyser.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, on évalue à environ 307 millions le capital engagé en France dans l'industrie électrique, tandis que 871 millions étaient investis dans les usines allemandes [1].

En 1912, l'Allemagne a importé 3,417 tonnes de matériel électrique ; elle en a exporté 118,164 tonnes dont 50 p. 100 ont été expédiées aux nations de l'Entente [1].

Il est incontestable que la situation privilégiée de l'Allemagne est due :

1° Aux bas prix des matières premières, charbon, métal;

2° A la pratique du dumping et aux facilités données aux constructeurs pour l'achat des matières premières et produits demi-ouvrés destinés à la construction de matériel devant être exporté;

3° A l'organisation même de l'industrie, beaucoup plus centralisée, produisant pour le magasin et pouvant ainsi livrer avec une rapidité remarquable.

La place prise par l'industrie électrique allemande sur le marché français était très importante. Il suffit d'indiquer qu'en 1907 l'Allemagne importait chez nous 2,121 tonnes de matériel électrique et qu'en 1913 ce chiffre a atteint 5,200 tonnes.

La cause de cette extension considérable des importations allemandes se trouve avant tout dans la convention douanière franco-suisse, qui, aux termes de la clause de la nation la plus favorisée, du traité de Francfort, s'appliquait automatiquement à l'Allemagne. On sait qu'en 1906 la France, voulant favoriser les industries de la soie et la viticulture, consentit des modifications avantageuses au tarif douanier sur divers produits, notamment ceux de la construction mécanique.

La Suisse retira de cette convention des avantages d'une importance relativement faible; de 1907 à 1913, les importations suisses d'électricité en France augmentèrent de 24 p. 100 seulement.

Pendant le même temps, les importations allemandes de notre pays passèrent de 1 à 4. Ce sont donc les Allemands qui ont réellement profité de la convention franco-suisse. Il est à noter que le Conseil des Ministres a décidé, en avril 1918, de dénoncer tous les accords douaniers de la France avec les pays étrangers.

Nous examinerons successivement :

1. Les appareils de production et d'utilisation de force motrice.
2. L'appareillage électrique.
3. Les lampes électriques.
4. Le matériel de canalisation électrique.
5. Les accumulateurs, les piles sèches et les isolants.

Enfin nous consacrerons un paragraphe spécial à la construction des magnétos d'allumage.

---

[1] Schuller. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1. Les appareils de production et d'utilisation de force motrice.

En 1913 la construction de ces appareils représentait une valeur de plus de 66 millions de francs, elle a été faite par vingt grands établissements et quelques ateliers de faible importance.

Les courbes de la figure 202 représentent les importations et exportations comprises dans le tarif douanier sous la désignation de machines dynamo-électriques. On y note une pointe très accusée en 1900.

Pour l'année 1913, les détails, extrêmement intéressants à examiner, se trouvent dans le tableau suivant et ils sont représentés dans la figure 203 :

IMPORTATIONS.

PAYS DE PROVENANCE.	MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES.	INDUITS.	CARCASSES.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Grande-Bretagne	350	55	//
Allemagne	2,123	782	//
Belgique	568	57	22
Suisse	1,287	169	2
États-Unis	473	57	//
Italie	28	//	//
Autres pays	100	13	2
TOTAL : tonnage	4,929	1,133	26
Valeur	9,052,450 fr.	//	//

EXPORTATIONS.

PAYS DE DESTINATION.	MACHINES. DYNAMO-ÉLECTRIQUES.	INDUITS.	CARCASSES.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Norvège	87	//	//
Grande-Bretagne	24	11	//
Allemagne	77	45	//
Belgique	279	104	//
Suisse	20	22	//
Italie	124	//	//
Espagne	147	//	//
Autres pays	1,161	881	5,5
TOTAL : tonnage	1,919	1,063	5,5
Valeur	4,115,500 fr.	//	//

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

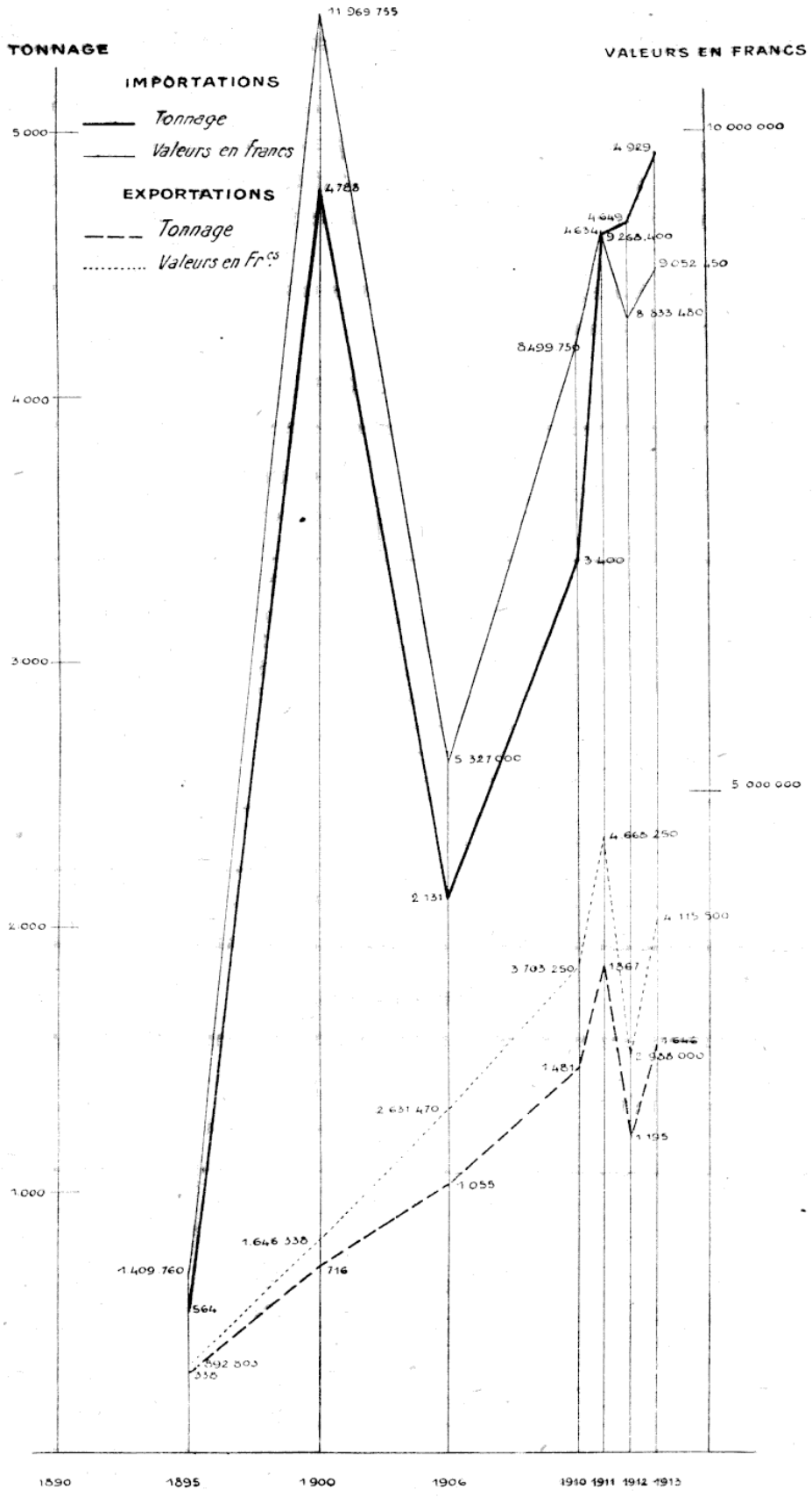


Fig. 202. — Machines dynamo-électriques. — Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

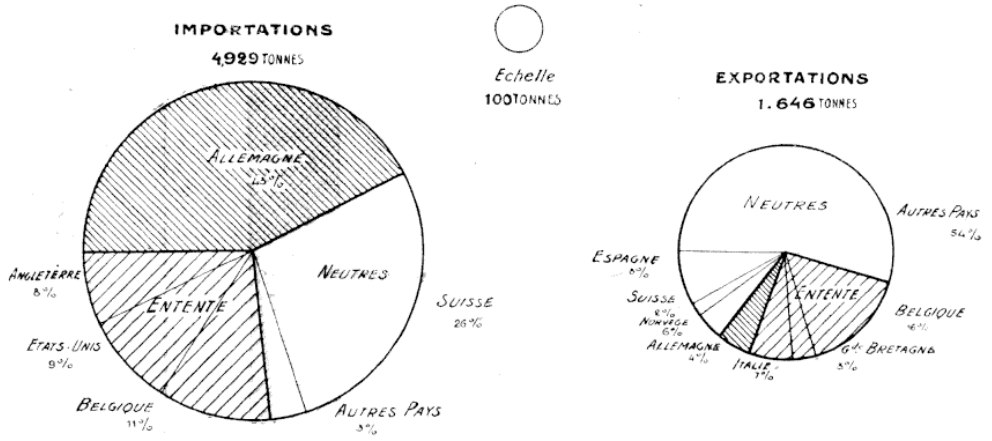


Fig. 203. — Machines dynamo-électriques. — Importations et exportations françaises en 1913.

En résumé, la situation en 1913 était la suivante pour les machines dynamo-électriques :

DÉSIGNATION.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Production française	26,000	66,600,000 [1]
Importations	4,929	9,052,450
Exportations	1,646	4,115,550

Ces résultats sont représentés sur la figure 204 en comparaison avec les prévisions pour l'après-guerre, telles qu'elles sont établies à la fin du présent chapitre.

On remarque que les importations allemandes représentent 43 p. 100 des produits introduits; les importations suisses 26 p. 100.

Nos exportations allaient surtout vers l'Espagne (8 p. 100), l'Italie (7 p. 100) et la Belgique (16 p. 100).

En valeur, la différence importations-exportations représente 7.4 p. 100 de la production. On peut donc bien dire que la production de notre industrie française satisfait à peu près la plupart de nos besoins.

Mais elle peut mieux faire, elle fera mieux, comme nous le verrons dans les conclusions de ce chapitre.

On remarque que la Russie ne figure pas comme recevant des machines dynamo-électriques françaises; son fournisseur unique était l'Allemagne.

[1] HILLAIRET. Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

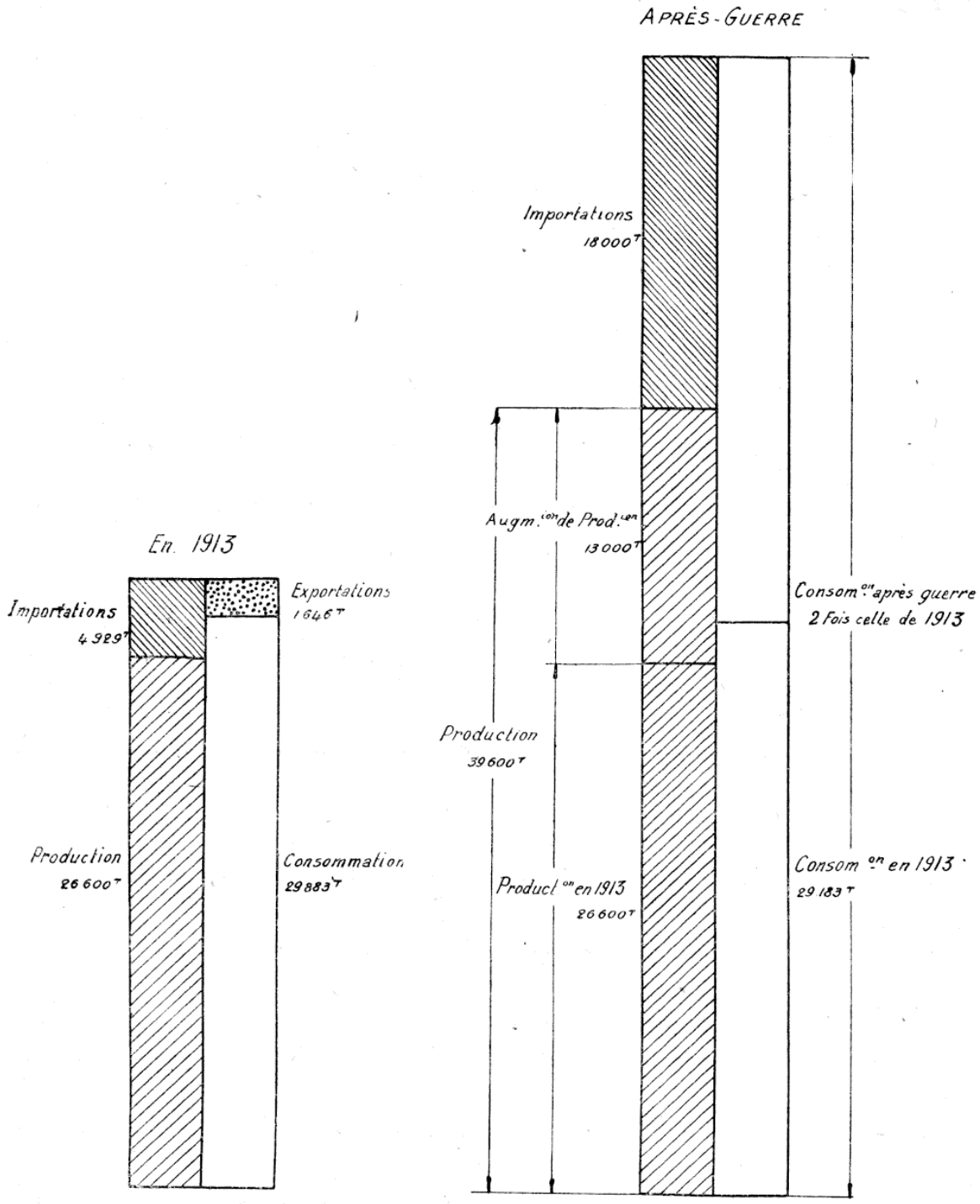


Fig. 204. — Machines dynamo-électriques. (Situation française avant et après la guerre.) (1)

2. L'appareillage électrique.

En 1913, la production française pour l'appareillage s'est élevée à environ 45 millions + 26 millions (appareillage proprement dit, appareils téléphoniques, télégraphiques et de précision).

Les importations et exportations sont données dans les courbes des figures 205 et 206.

(1) La situation à l'après-guerre est étudiée pour l'ensemble des industries électriques, page 479.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

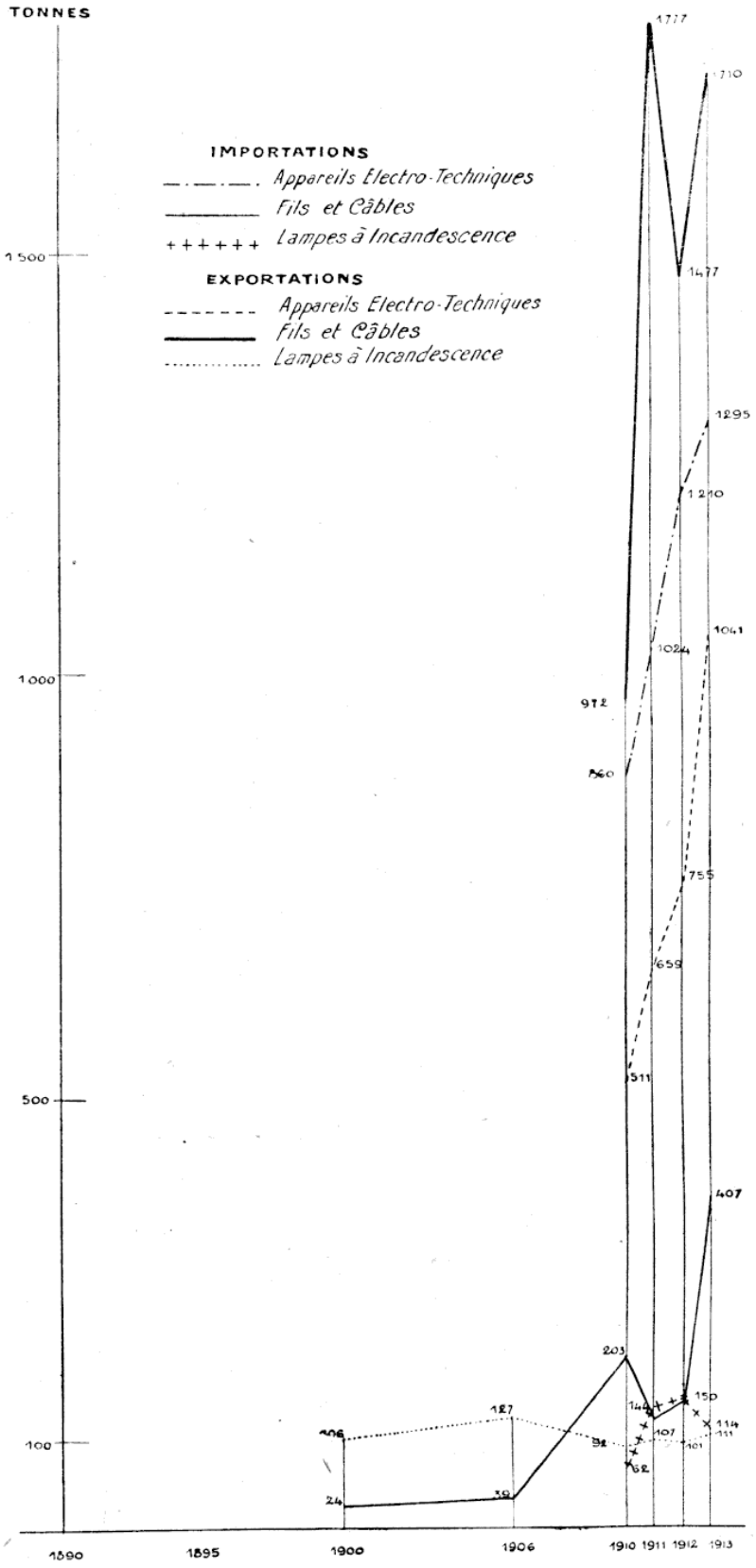


Fig. 205. — Appareils électro-techniques et électriques. — Fils et câbles. — Lampes à incandescence. Importations et exportations, françaises de 1890 à 1913 (tonnage).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

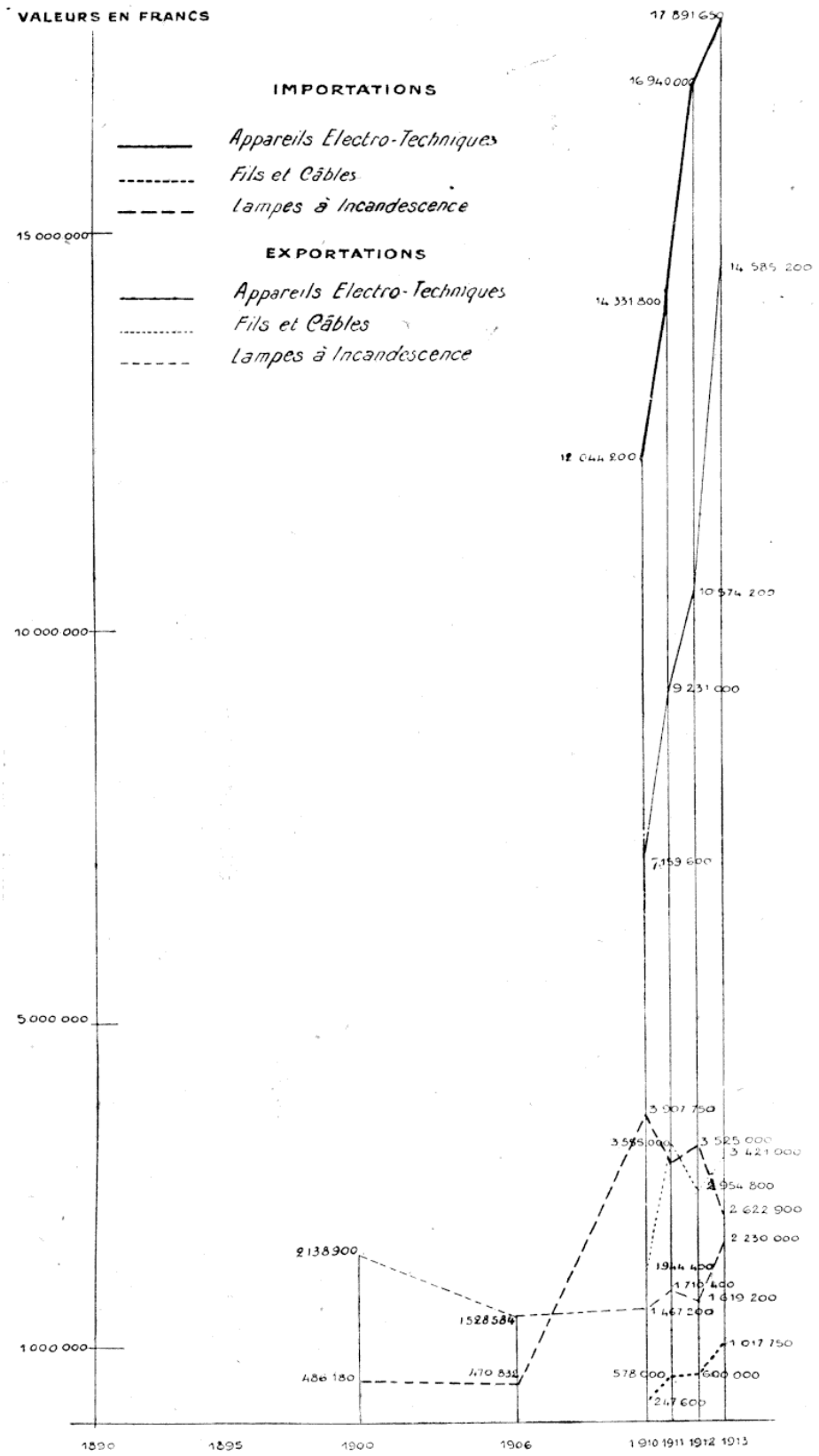


Fig. 206. — Appareils électro-techniques et électriques, fils et câbles, lampes à incandescence. Importations et exportations françaises de 1890 à 1893 [valeur].

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Elles ne figurent au tarif douanier que depuis 1905. On voit qu'importations et exportations ont augmenté avec une rapidité extraordinaire et que, en 1916, les exportations tendent à rattraper les importations.

Cette dernière année normale avant la guerre a d'ailleurs donné les résultats détaillés suivants représentés dans la figure 207.

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Allemagne	702	Allemagne	76
Italie	34	Italie	62
Suisse	240	Suisse	28
Grande-Bretagne	167	Grande-Bretagne	34
Belgique	87	Belgique	133
États-Unis	53	États-Unis	"
Divers	12	Espagne	396
		Russie	22
		Chili	21
		Divers	270
Total	1,295	Total	1,042
Valeur	17,891,650f	Valeur	14,585,200f

On remarque que les importations allemandes représentent ici encore 53 p. 100 des produits importés en France; les importations suisses 20 p. 100 et les importations anglaises 11 p. 100.

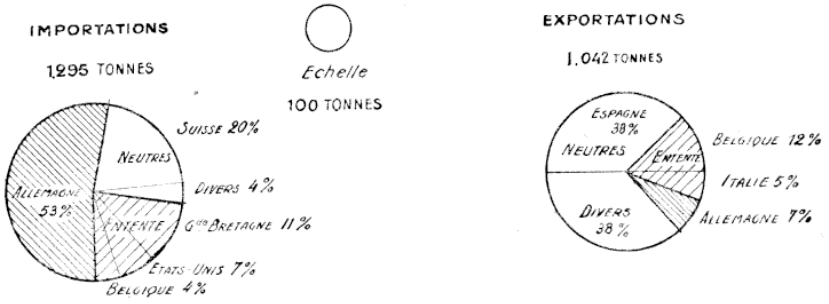


Fig. 207. — Appareils électro-techniques d'électricité. Importations et exportations françaises en 1913.

Les exportations comprennent notamment :

Pour l'Espagne, 38 p. 100;

Vers la Belgique, 12 p. 100.

La différence entre les importations et les exportations représente en valeur 7.3 p. 100 de la production française.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En somme, en 1913, la situation de la production de l'appareillage électrique, en France, se présente comme suit :

DÉSIGNATION.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Production française	3,500	45,000,000 (1)
Importations	1,295	17,891,650
Exportations	1,042	14,585,200

La situation est résumée dans la figure 208, ainsi que la situation à l'après-guerre, étudiée plus loin.

3. Les Lampes électriques.

On peut admettre (2) que les fabricants de lampes produisaient en France, en 1913, 100,000 lampes à filament de métal étiré (principalement de tungstène) par jour sans compter les lampes à filaments de carbone, de plus en plus abandonnées. Ceci représente une valeur de 20 millions de francs environ, correspondant à 30 millions de lampes.

En 1913, les détails de notre commerce extérieur en lampes ont été les suivants :

PAYS.	IMPORTATIONS. LAMPES À FILAMENT			EXPORTATIONS.
	de charbon.	métallique.	sans monture.	
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Allemagne	10	54.0	9.0	6
Autriche	1	//	//	//
Pays-Bas	//	21.0	//	//
Suisse	//	11.0	//	2
Belgique	//	0.7	//	10
Italie	//	//	//	8
Espagne	//	//	2.0	15
Grande-Bretagne	//	//	//	18
Divers	2	7.6	0.2	52
Totaux	13	90.7	11.2	111
Total général	114.9			
Valeur en francs	2,522,900			2,230,000

Ces résultats sont représentés dans la figure 209.

(1) Hillairet. Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. — Mars-Avril 1915.
(2) Renseignements donnés par les principaux constructeurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

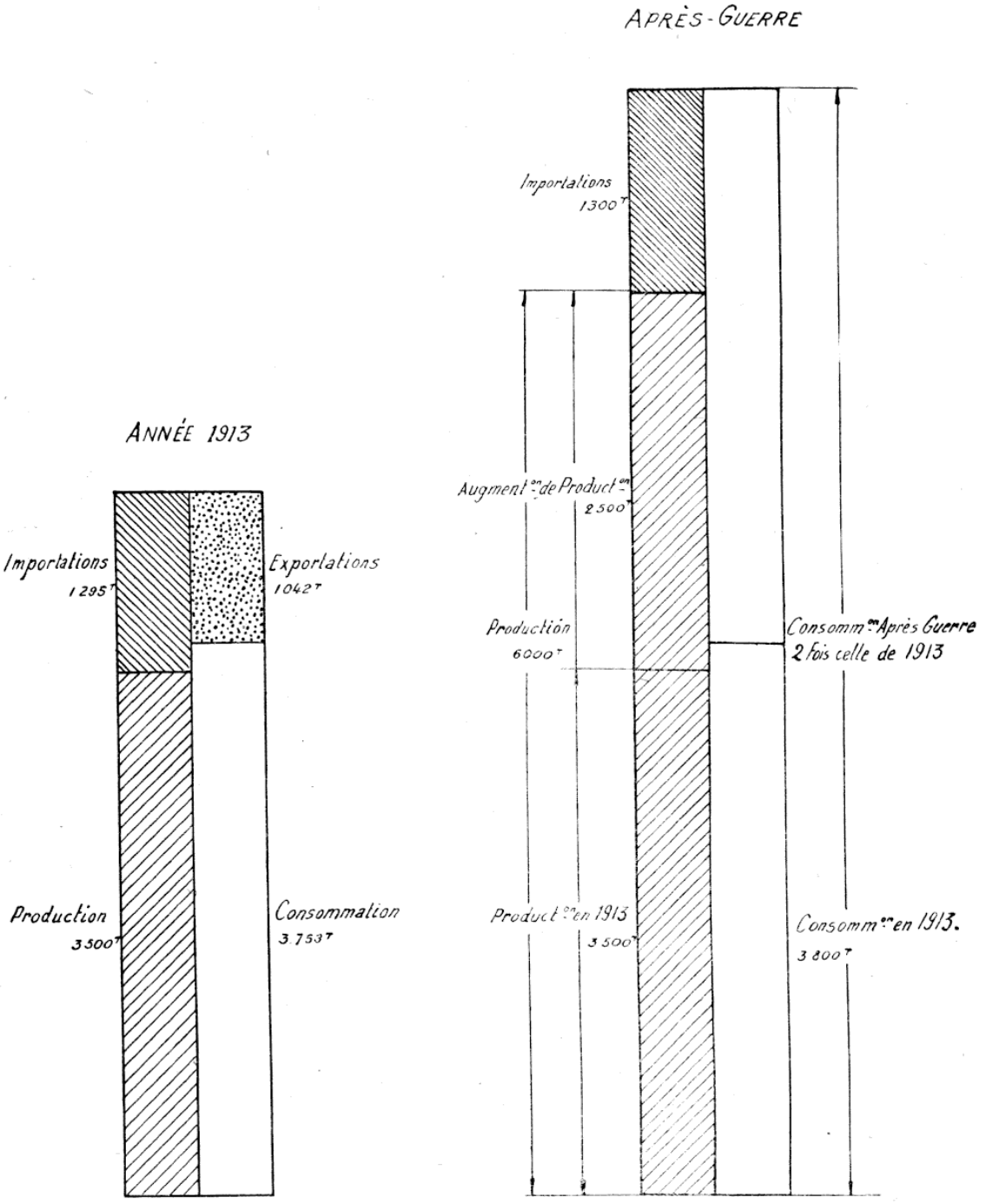


Fig. 208. — Appareils électro-techniques et électriques [1].
Situation française avant et après la guerre.

Nos importations ont toujours été supérieures à nos exportations, bien que la France exporte de plus en plus la lampe; on peut dire d'ailleurs qu'en 1913 le chiffre des exportations a presque atteint celui des importations.

[1] La situation à l'après-guerre est étudiée pour l'ensemble des industries électriques, page 480.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

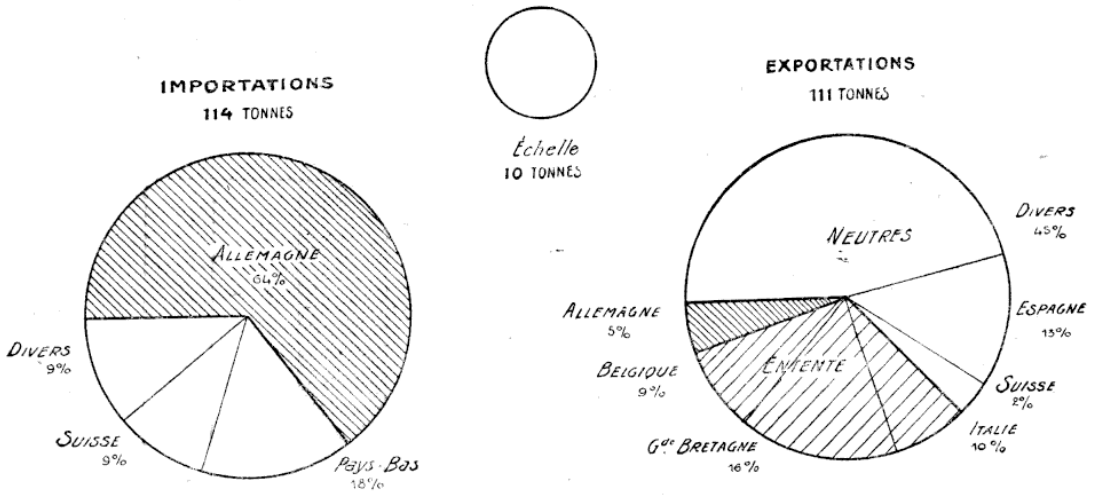


Fig. 209. — Lampes électriques à incandescence. — Importations et exportations françaises en 1913.

En résumé, on arrive au tableau suivant pour la fabrication des lampes électriques en 1913 :

DÉSIGNATION.	QUANTITÉS.	VALEUR.
		francs.
Production française	30,000,000 unités.	20,000,000
Importation	114,000 tonnes.	2,622,900
Exportations	111,000 tonnes.	2,230,000

La figure 209 résume la situation de notre commerce extérieur.

Les importations et les exportations sont en somme sensiblement égales, à une différence de 400,000 francs près.

Ajoutons de suite que la guerre a apporté des progrès très sensibles à ces fabrications. C'est ainsi que, depuis quelques mois, la France construit la lampe à incandescence à azote, la lampe demi-watt, qui doit remplacer la lampe à arc. Plusieurs industriels ont monté des ateliers spéciaux pour la fabrication de cette lampe qui nous venait d'Allemagne et de Hollande et qui était peu fabriquée en France avant la guerre. Enfin notons qu'avant la guerre aussi, l'ampoule à bas voltage pour lampes de poche était peu fabriquée en France; cette construction ayant fait quelques progrès pendant les hostilités, il serait intéressant de la voir s'implanter définitivement dans notre pays.

4. Les câbles, les fils et le matériel de canalisation électrique.

Le matériel de canalisation était fabriqué en France dans une douzaine d'ateliers, auxquels il faut ajouter trois ateliers de câbles sous-marins (Calais, Saint-Tropez et la Seyne).

La production française de 1913 représente une valeur de 40 millions de francs [1].

---

[1] Hillairet, Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. — Mars-Avril 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

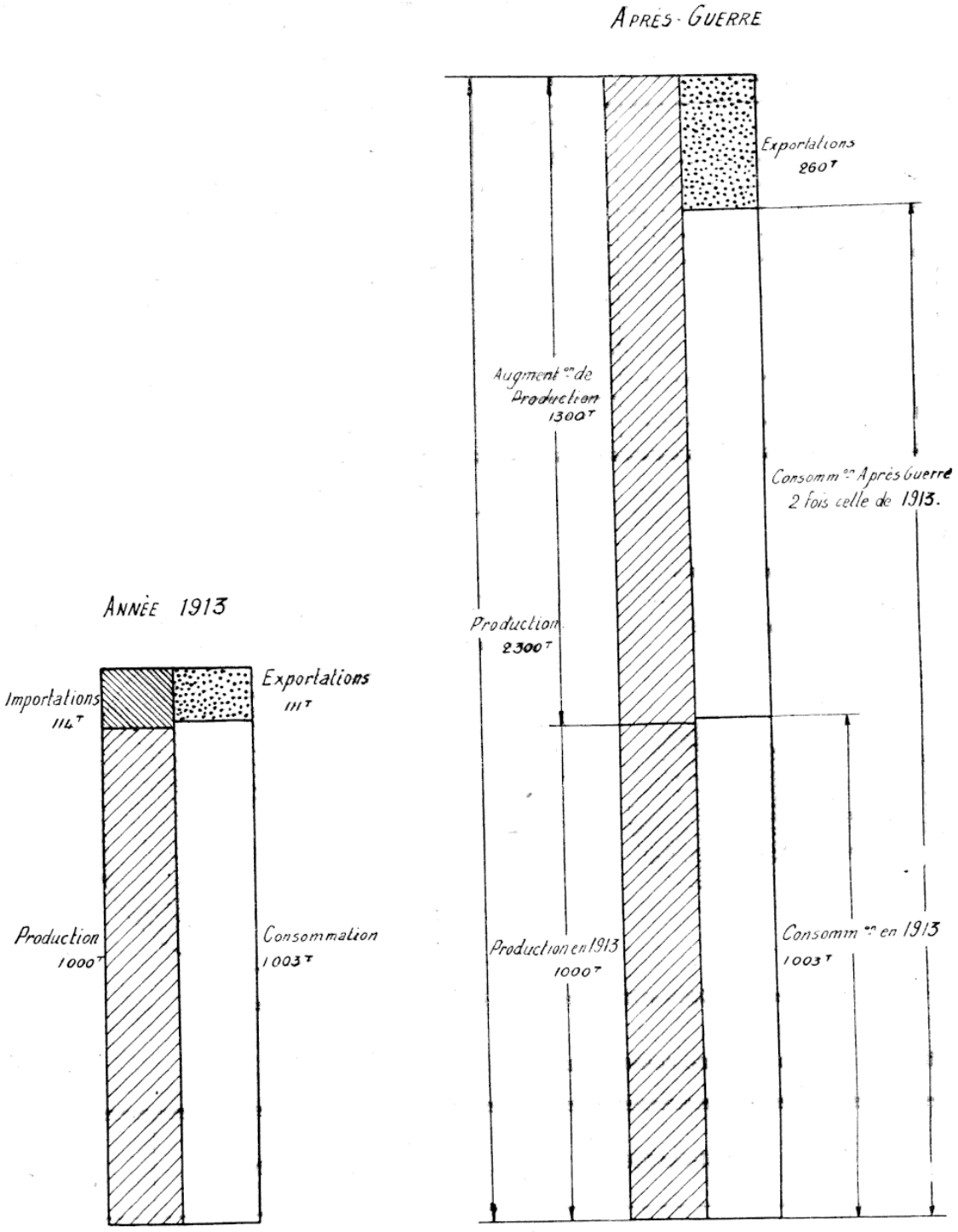


Fig. 210. — **Lampes électriques à incandescence. Situation française avant et après la guerre** (1).

(1) La situation à l'après-guerre est étudiée pour l'ensemble des industries électriques p. 480.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour 1913, les importations et les exportations ont été les suivantes :

IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes
Allemagne	335	Allemagne	32
Grande-Bretagne	24	Grande-Bretagne	57
Belgique	38	Belgique	740
Suisse	8	Suisse	45
Autres pays	2	Espagne	99
		Turquie	152
		Égypte	145
		Divers	440
Total	407	Total	1,710
Valeur	1,017,750f	Valeur	3,421,000f

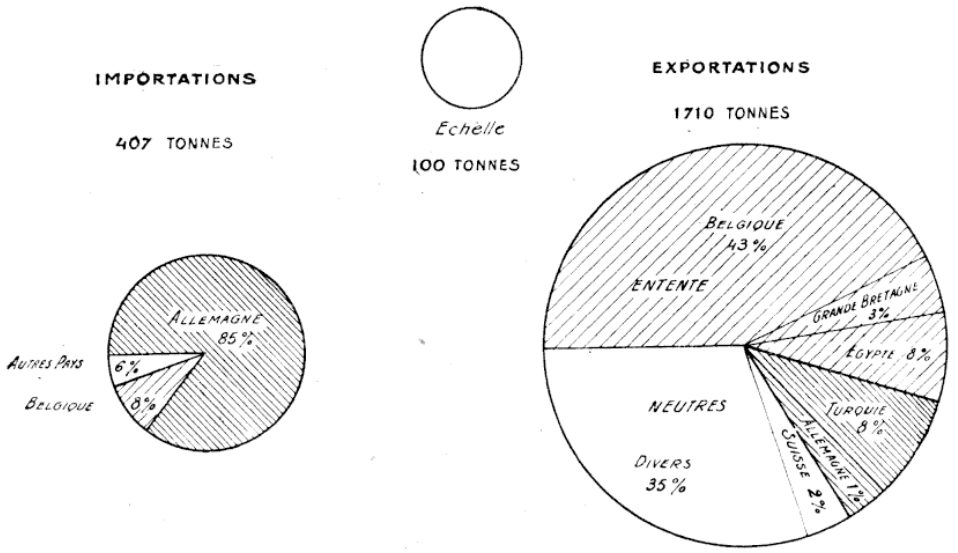


Fig. 211. — Câbles et fils électriques. — Importations et exportations en 1913.

La situation se résume donc comme suit :

DÉSIGNATION.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Production	20,000	40,000,000
Importations	407	1,017,750
Exportations	1,710	3,421,000

Les câbles, les fils et le matériel de canalisation sont donc des fabrications dans lesquelles nous affirmons une supériorité des plus marquées. Les exportations sont très supérieures aux importations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutefois, il est à remarquer que 85 p. 100 des importations françaises venaient d'Allemagne; par contre, la France envoyait en Belgique 43 p. 100 de ses exportations; en Turquie et en Égypte 8 p. 100 environ. (Voir fig. 211 et 212.)

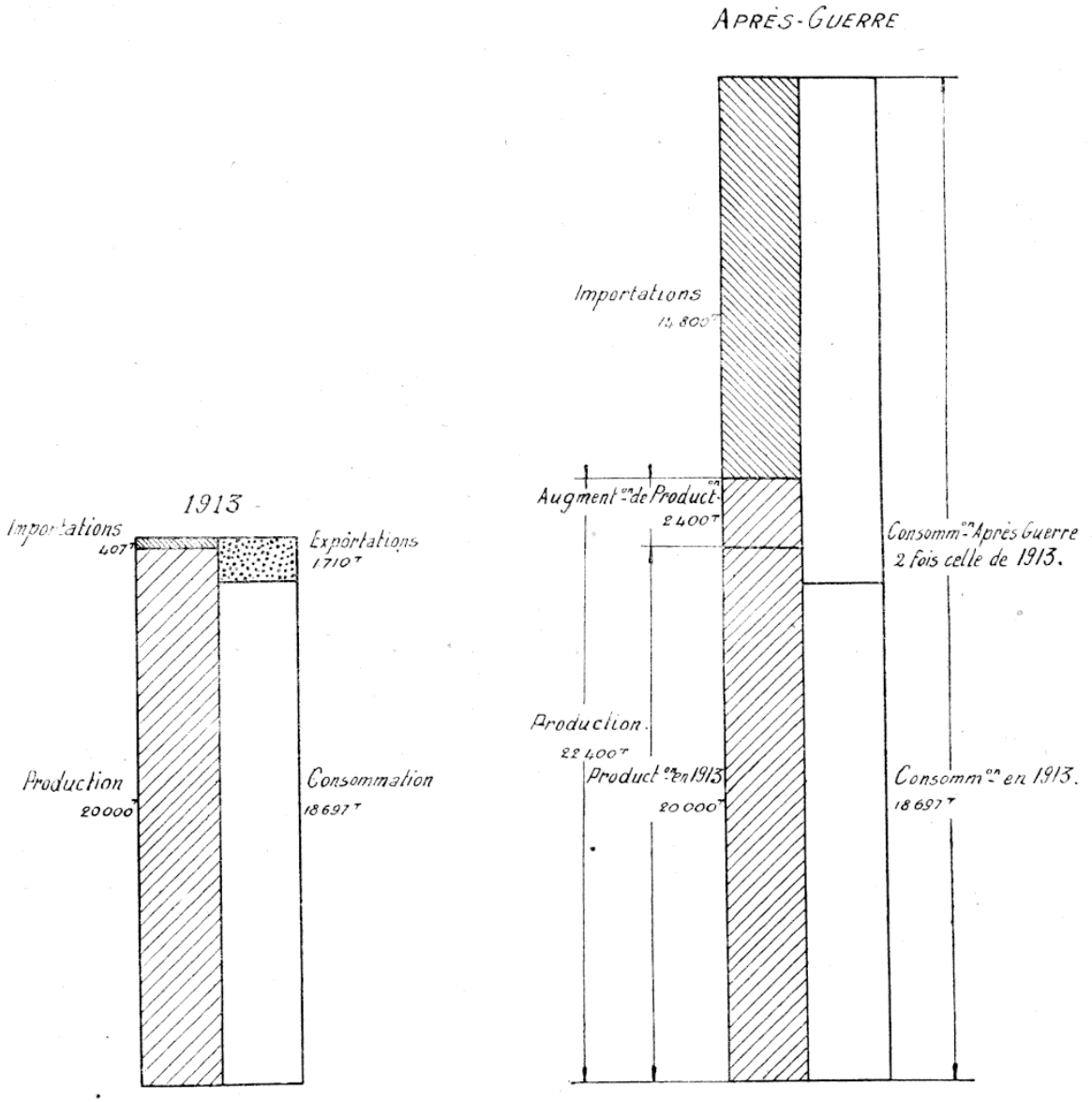


Fig. 212. — Câbles et fils électriques. — Situation française avant et après la guerre [1].

5. Les accumulateurs, les piles. les isolants en porcelaine et les charbons pour l'électricité.

La fabrication des accumulateurs, des piles, notamment des piles sèches, des isolateurs, représente un chiffre de 21,400,000 francs [2].

Pour l'année 1913, le tableau suivant et les figures 213 et 214 donnent le résumé par pays des

[1] La situation à l'après-guerre est étudiée pour l'ensemble des industries électriques, page 481.

[2] Hillairet. Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, mars avril 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

importations et des exportations d'accumulateurs et pièces détachées, de piles sèches, d'isolants en porcelaine pour l'électricité et de charbons préparés pour l'électricité :

PAYS.	ACCUMULATEURS.		PILES SÈCHES.		ISOLANTS.		CHARBONS.	
	IMPORTATION.	EXPORTATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Allemagne	101	//	65	//	804	//	560	339
Grande-Bretagne	23	81	//	5	//	//	3	197
États-Unis	5	//	2	//	//	//	//	142
Belgique	//	26	//	1	16	21	41	870
Suisse	//	//	//	//	80	149	27	1,088
Autriche-Hongrie	//	//	//	//	157	//	11	//
Italie	//	17	//	//	89	4	//	//
Espagne	//	10	//	1	//	30	10	24
Divers	9	157	3	15	10	204	8	2,692
TOTAUX	138	291	70	22	1,156	408	660	5,352
Valeur (francs)	179,400	523,440	141,800	44,800	1,733,700	612,300	1,055,520	8,563,840

Pour les exportations d'accumulateurs, la Russie prenait 50 tonnes.

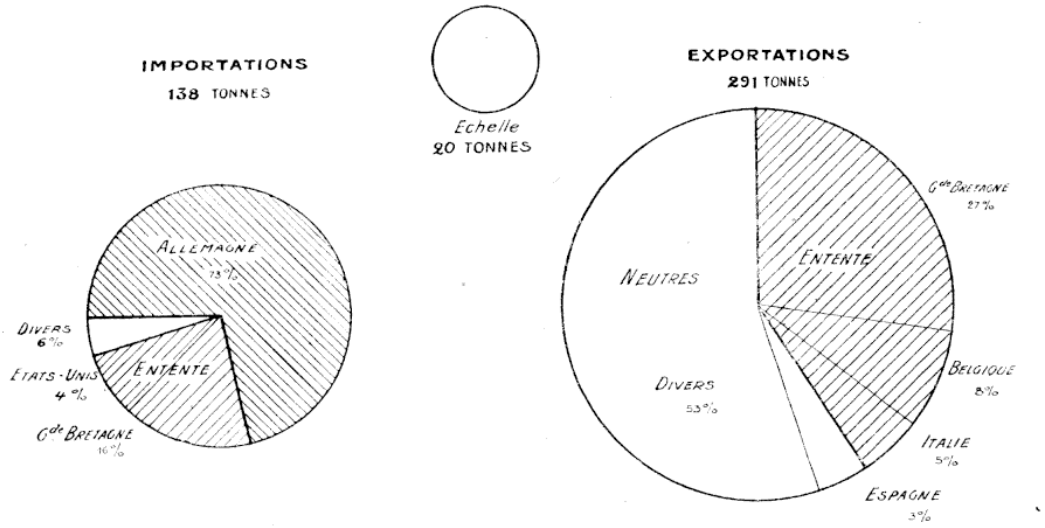


Fig. 213. — Accumulateurs. Importations et exportations françaises en 1913.

Pour les exportations de charbons, la répartition par pays de destination est la suivante :

Suède	401 tonnes.
Norvège	990
Zones franches	1,136

En résumé, la France a fabriqué en 1913 au total, pour plus de[1] 21 millions francs d'accumulateurs, piles, isolateurs et charbons; elle en a importé environ pour 3,000,000 et exporté environ pour près de 10 millions de francs.

[1] HILLAIRET. Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, mars-avril 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons donc dans l'ensemble une supériorité marquée, qui est surtout très nette pour les exportations de charbons pour l'électricité (exportations huit fois supérieures aux importations), pour les accumulateurs (exportations quatre fois supérieures aux importations).

Pour les piles sèches, en 1913, nous ne pouvions satisfaire nos besoins et nous étions surtout tributaires de l'Allemagne (92 p. 100 des importations totales). Mais on peut dire qu'une nouvelle industrie (fabrication des lampes de poche et piles sèches) est née du fait de la guerre, et la France a pu vivre de sa fabrication sans avoir recours aux importations, cela grâce particulièrement aux efforts de la Chambre syndicale du bas voltage.

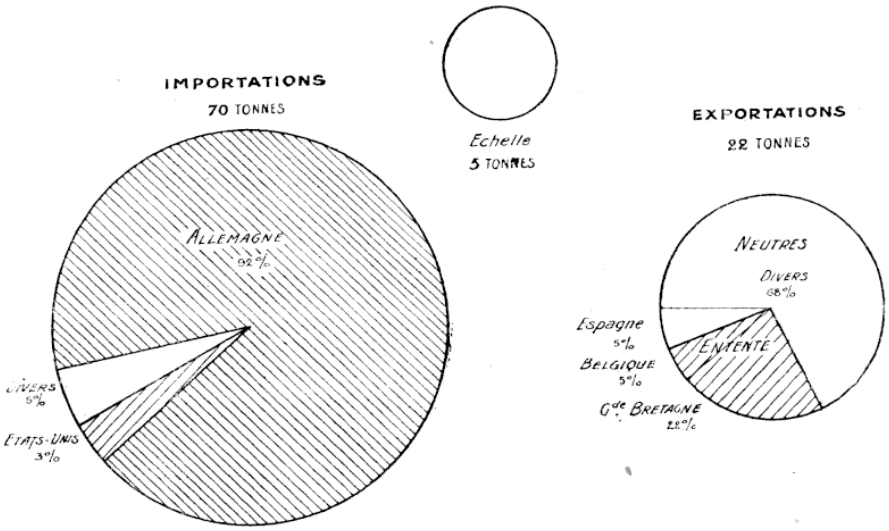


Fig. 214. — Piles. Importations et exportations françaises en 1913.

Pour les isolants, les importations en France sont aussi plus de deux fois supérieures aux exportations, et l'Allemagne était, là encore, notre plus gros fournisseur (67 p. 100 des importations en France).

La situation est donc la suivante :

DÉSIGNATION.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Production globale annuelle (1913)	11,500	21,400,000
Importations	2,000	3,110,000
Exportations	6,000	9,744,000

La différence entre les importations et les exportations est donc, en valeur, les 6 p. 100 de la fabrication française.

La situation de la France avant et après la guerre est résumée dans la figure 215.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INFLUENCE DE LA GUERRE SUR LA CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE.

L'invasion a immobilisé un certain nombre de nos ateliers de construction situés notamment dans la région de Lille et sur la frontière belge. La raréfaction des matières premières a fait, d'autre part, baisser la production française. Mais bientôt la création des nouvelles usines augmenta les moyens de production. Cela à un point tel qu'une enquête faite par le Syndicat professionnel

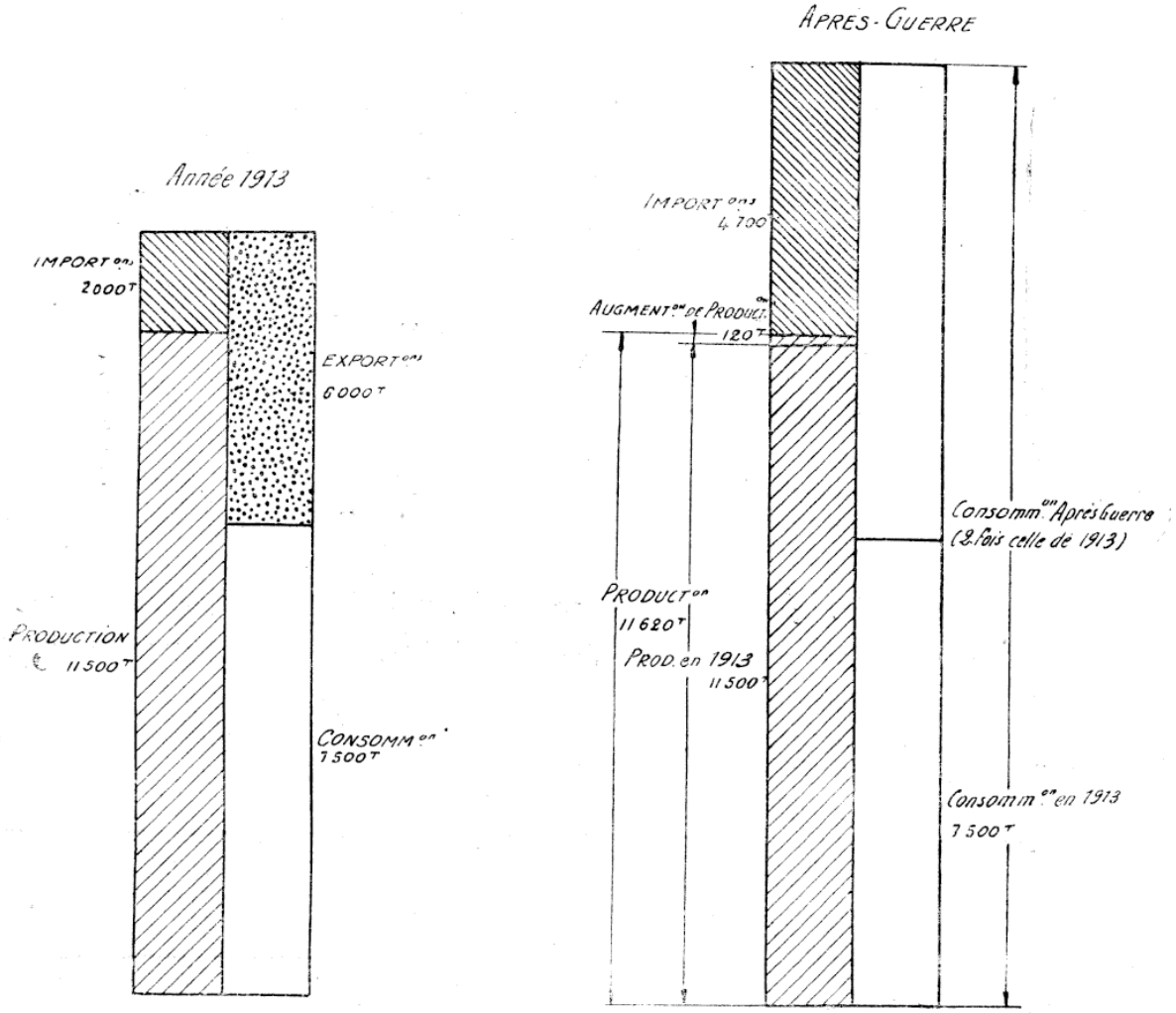


Fig. 215. — Accumulateurs, piles, porcelaines, charbons. Situation de la France avant et après la guerre [1].

des industries électriques démontre que les usines actuelles marchant en pleine production permettront dans l'avenir de supprimer les importations et même d'augmenter les exportations.

[1] La situation à l'après-guerre est étudiée pour l'ensemble des industries électriques, page 480.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'accroissement de fabrication possible correspondrait au tonnage suivant [1] :

Pour les machines électriques	13,000 tonnes.
Pour l'appareillage	2,500
Pour les lampes	1,300
Pour les fils et câbles	2,400
Pour les accumulateurs, piles et porcelaines	120
TOTAL	19,320

Soit environ 20,000 tonnes.

Ce nouvel effort correspond à une consommation de matières premières de 30,000 tonnes, dont :

Fonte	7,900 tonnes.
Aciers ordinaires	5,000
Tôles ordinaires	1,500
Tôles dynamo	6,000
Cuivre	3,500
Laiton	1,700
Plomb	2,800
Aluminium [2]	120
Bois	480
Huile pour transformateurs	700
Matières isolantes	400

Le personnel nécessaire à cette augmentation de production est évalué à :

Hommes	1,800
Femmes	1,800
Manœuvres	1,400
TOTAL	5,000 personnes.

D'ailleurs, certaines fabrications ont pris un développement remarquable, spécialement les piles sèches et les lampes à filament ordinaire ou à azote (lampes 1/2 watt).

---

[1] Syndicat professionnel des Industries électriques.

[2] Une enquête actuellement en cours permet de prévoir une augmentation bien plus considérable de la consommation d'aluminium par substitution au cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant, durant les années 1915, 1916, 1917, les importations et exportations ont été assez importantes.

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS.			EXPORTATIONS.		
	1915.	1916.	1917.	1915.	1916.	1917.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Machines dynamo-électriques	2,246	5,746	4,359	336	339	657
Induits de machines	213	533	501	185	275	368
Bâtis et carcasses de dynamos	140	388	623	2	1 5	32
Appareils électriques et électro-techniques	403	1,021	1,418	609	1,085	1,098
Lampes à incandescence	21	135	144	124	101	100
Fils à câbles	371	1,409	5,201	355	672	339
Accumulateurs, piles sèches	399	371	108	467	429	455
Porcelaine	230	306	262	282	329	491
Charbons pour l'électricité	564	746	665	2,316	4,935	3,951
TOTAUX	4,587	10,655	13,281	4,676	8,166 5	7,491
Valeur globale (francs)	23,416,000f	67,949,000f	97,013,000f	26,256,000f	46,303,400f	43,174,000f

LA SITUATION DE LA CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE À L'APRÈS-GUERRE.

Nous avons vu que la situation en 1913 se résumait de la façon suivante (en France) :

DÉSIGNATION.	PRODUCTION FRANÇAISE.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.
	francs.	francs.	francs.
Machines dynamo-électriques	66,000,000	9,052,000	4,115,000
Appareillage électrique	45,000,000	17,892,000	14,585,009
Lampes électriques	20,000,000	2,623,000	2,230,000
Câbles et fils électriques	40,000,000	1,018,000	3,121,000
Accumulateurs, piles sèches et divers	21,000,000	3,110,000	9,744,000

Nous avons indiqué que les développements des ateliers de construction déjà réalisés permettaient d'envisager après la reprise de l'activité des régions envahies la suppression des importations. Ne peut-on espérer l'extension des exportations ? Il est certain que des débouchés nouveaux s'offrent à nos industriels : nous devons supplanter l'Allemagne chez nos alliés, nous devons prendre une place importante dans les Balkans, en Orient et spécialement en Russie, à laquelle l'Allemagne fournissait 92 p. 100 des appareils électriques que ce pays importait [1].

Sans doute nous nous trouvons en présence d'un concurrent redoutable, les États-Unis. Néanmoins l'industrie électrique française peut jouer un rôle très honorable sur les marchés étrangers, mais, pour cela, certaines mesures s'imposent. Résumons-les brièvement ici quoique nous devions les analyser plus loin de façon complète.

[1] SCHULLER. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique, mars-avril 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Suppression de la clause de la nation la plus favorisée.

Spécialisation plus grande des constructeurs, unification des types de machines et appareils fabriqués.

Création d'une marque syndicale, donnant au consommateur toute sécurité sur l'origine du produit acheté.

Fourniture exclusive de produits français dans les marchés des grandes administrations.

En vue du développement de l'exportation, concéder à l'industrie électrique tous les avantages possibles : prix spéciaux des matières premières, facilités bancaires, renseignements précis sur la situation des marchés étrangers, etc.

En terminant, il n'est pas superflu de préciser ici les exportations totales en matériel électrique d'avant-guerre de l'Allemagne et de l'Autriche.

1° ALLEMAGNE [1].

DÉSIGNATION.	EXPORTATIONS.	
	ANNÉE 1912.	ANNÉE 1913.
	tonnes.	tonnes.
Machines dynamo-électriques	40,207	41,882
Appareillage électrique et électrotechnique	22,918	30,578
Lampes électriques à incandescence, filaments métalliques	2,088	2,114
— — — de carbone	248	242
Câbles électriques	40,009	47,591
Accumulateurs électriques et plaques de rechange	9,720	6,452

2° AUTRICHE [2].

DÉSIGNATION.	EXPORTATIONS.	
	ANNÉE 1911.	ANNÉE 1912.
	tonnes.	tonnes.
Matériel électrique	4,602	5,774

En résumé, l'Allemagne a exporté pendant chacune des années 1912 et 1913 un tonnage global de 115,240 tonnes et de 128,859 tonnes, tandis que l'Autriche exportait pendant chacune des années 1911 et 1912 un tonnage de 4,602 tonnes et 5,774 tonnes.

Ces chiffres montrent bien ce que nos constructeurs peuvent espérer d'un effort sur les marchés étrangers.

6. Les magnétos.

Nous avons cru devoir consacrer un paragraphe spécial à l'industrie des magnétos, qui a pris en France un remarquable essor pendant la guerre ; ces magnétos sont construites par des maisons non spécialisées dans le matériel électrique.

---

[1] Statistiques allemande.

[2] Statistiques autrichiennes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'avant-guerre. — La fabrication des magnétos en France n'était que peu développée avant la guerre, et cette fourniture constituait presque un véritable monopole au profit de l'Allemagne.

La consommation française était de 75,000 magnétos environ; on peut estimer que 90 p. 100 étaient fournies par l'Allemagne (magnéto Bosch).

La construction française occupait une place insignifiante; elle était d'ailleurs répartie entre quatre maisons.

Les magnétos anglaises et américaines étaient très peu répandues dans notre pays, les marchés de ces deux pays étant entre les mains des Allemands.

Les concours militaires de véhicules industriels qui eurent lieu en France amenèrent la marque Bosch à installer chez nous un atelier, avec d'ailleurs un personnel français et employant des matières premières françaises. La production était de 2,000 magnétos par an.

Situation pendant la guerre. — Après la déclaration de guerre, le manque de magnétos s'est fait aussitôt sentir, principalement pour les moteurs d'aviation.

La fabrication qui s'est poursuivie dans l'usine Bosch à Paris se révèla tout à fait insuffisante.

C'est alors que des maisons se créèrent, que tous, anciens et nouveaux constructeurs, firent un splendide effort, et que les usines productrices arrivèrent à porter leur fabrication à une production mensuelle de 15,000 magnétos pour satisfaire complètement à tous nos besoins.

Situation à l'après-guerre. — La grosse production à laquelle sont arrivés les constructeurs français pendant la guerre va pouvoir encore être portée à un chiffre supérieur, certaines usines étant en plein développement au moment de la signature de l'armistice.

Toutefois, certaines marques françaises s'étant spécialisées dans les petites magnétos simples destinées aux moteurs rotatifs, ou dans les petites magnétos de départ, ne seront pas prêtes avant plusieurs mois à livrer des magnétos d'automobile.

En résumé, l'industrie française a fait un merveilleux effort et est actuellement capable de satisfaire tous les principaux besoins français; la production va encore augmenter, et dans quelques mois, après les transformations envisagées par quelques constructeurs spécialisés, la France pourra non seulement vivre de sa fabrication, mais même songer à l'exportation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XI.

LES CONSTRUCTIONS NAVALES.

A. SITUATION À L'AVANT-GUERRE.

1° Situation mondiale.

Flotte mondiale. — Le répertoire de la Marine marchande du Bureau « Veritas » donne, pour chaque année, le relevé, par pavillons, des navires en service; ces renseignements permettent de se rendre compte du développement des flottes[1]; dans ces statistiques, les années sont comptées de septembre à fin août.

Flotte des navires à voiles. — Alors que la flotte commerciale à vapeur du monde a suivi constamment une progression ascendante, par contre l'importance de la flotte mondiale en navires à voiles a été en décroissance depuis 1890-1891 ainsi que le montrent la figure 216 et le tableau A.

Elle se composait :

En 1890-1891, au 1er septembre 1891, de 34,493 navires jaugeant net 10,554,487 tonneaux;
En 1905-1906, au 1er septembre 1906, de 28,602 navires, jaugeant net 7,682,253 tonneaux;
En 1913-1914, au 2 septembre 1914, de 23,881 navires jaugeant net 5,715,583 tonneaux.

IMPORTANCE DE LA FLOTTE À VOILES DES DIVERS PAYS EN TONNEAUX DE JAUGE NETTE.

Tableau A.

PAVILLON.	1890-91.	1895-96.	1900-01.	1905-06.	1910-11.	1911-12.	1912-13.	1913-14.
	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.
Américain	1,445,060	1,362,978	1,365,731	1,518,566	1,363,120	1,310,213	1,257,291	1,220,313
Anglais	3,693,957	3,334,953	2,520,709	1,923,025	1,321,338	1,132,769	1,040,485	949,769
Norvégien	1,405,934	1,240,888	900,702	744,392	614,710	661,177	643,217	606,867
Russe	455,942	359,853	479,700	568,888	549,328	542,570	538,263	565,839
Français	304,219	261,794	352,156	529,456	493,578	480,175	468,389	443,494
Allemand	713,122	604,262	559,396	503,660	455,428	446,174	446,305	440,632
Italien	655,781	501,001	501,053	446,284	384,598	379,420	340,977	793,157
Turc	89,357	202,414	245,709	178,355	205,641	210,929	208,737	208,920
Suédois	373,801	308,911	278,766	271,940	209,877	192,344	169,993	168,680
Autres pays	1,417,314	1,166,827	1,048,531	997,687	892,658	874,085	863,107	815,912
Total	10,554,487	9,343,881	8,252,453	7,682,253	6,490,276	6,230,756	5,976,759	5,715,583

[1] Les renseignements qui suivent sont extraits des statistiques du Bureau « Veritas ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

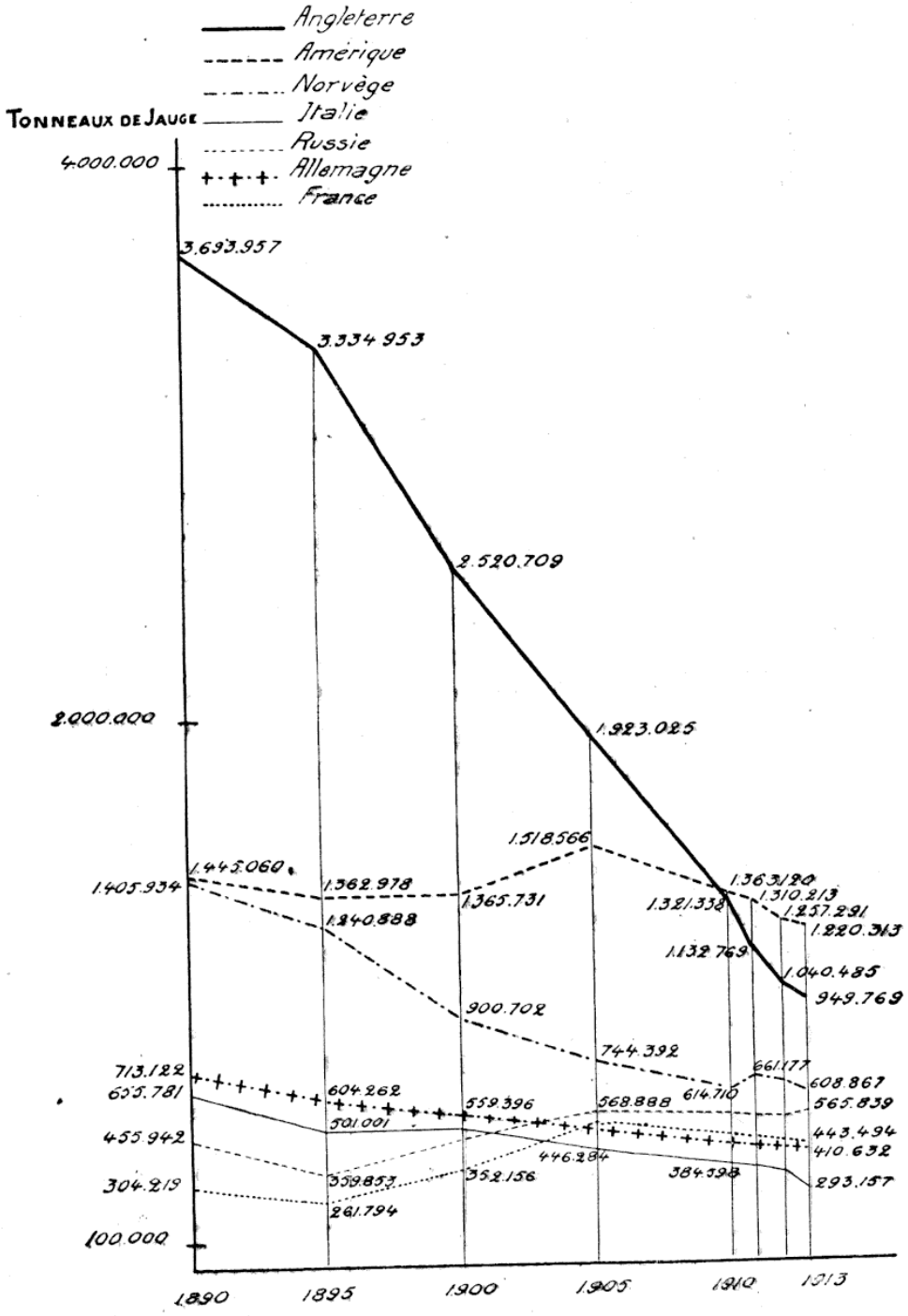


Fig. 216. — Navires à voiles. — Importance de la flotte de divers pays de 1890 à 1913.

Flotte des navires à vapeur. — La flotte commerciale à vapeur du monde en 1890-91 (1er septembre 1891), comprenait 19,882 navires jaugeant brut 13,007,469 tonneaux, ou net 8,362,246 tonneaux. Elle se composait en 1905-1906, (1er septembre 1906) de 17,975 bâtiments jaugeant brut 26,039,582 tonneaux, ou net 18,029,384 tonneaux, et elle atteignait en 1913-1914 (1er septembre 1914), 21,995 navires jaugeant brut 40,504,012 tonneaux ou net 24,134,513 tonneaux.

Le développement de la flotte mondiale est mis en évidence par la figure 217 ainsi que par le tableau B.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

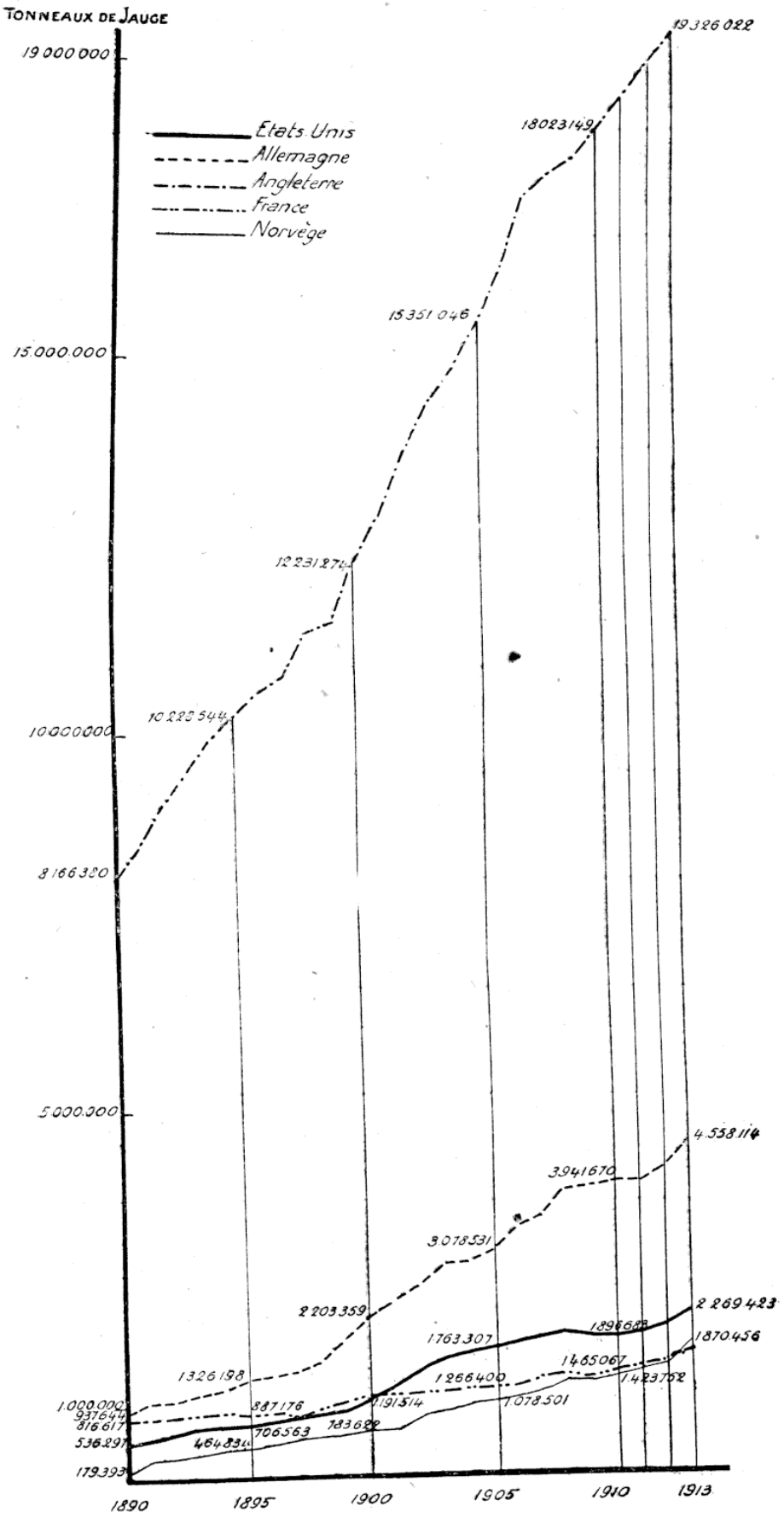


Fig. 217. — Navires à vapeur. — Importance de la flotte de divers pays de 1890 à 1913.

61.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NAVIRES À VAPEUR.

IMPORTANCE DE LA FLOTTE DES DIVERS PAYS, EN TONNEAUX DE JAUGE BRUTE.

Tableau B.

ANNEES.	ANGLE-TERRE.	AUTRICHE-HONGRIE.	DANEMARK	FRANCE.	ALLE-MAGNE.	HOLLANDE	ITALIE.	JAPON.	NORVÈGE.	ÉTATS-UNIS.	AUTRES PAYS.	TOTAUX.
	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.
1890-91.....	8,164,080	152,565	104,987	816,617	937,644	221,137	296,651	123,422	179,393	536,297	1,472,376	13,007,469
1891-92.....	8,539,266	157,513	167,915	847,198	1,085,097	249,625	313,562	120,882	310,954	598,935	1,431,993	13,822,800
1892-93.....	9,112,307	169,946	173,386	852,089	1,104,177	292,086	319,850	132,070	345,217	620,872	1,547,569	14,669,569
1893-94.....	9,598,673	212,468	185,959	872,915	1,161,006	303,746	326,332	156,723	374,124	644,799	1,620,099	15,456,864
1894-95.....	9,937,272	221,766	203,235	891,875	1,234,187	311,936	204,460	185,843	415,641	662,806	1,737,206	16,006,157
1895-96.....	10,228,644	226,286	229,735	837,171	1,326,198	338,542	320,952	288,781	464,834	706,563	1,889,268	16,716,977
1896-97.....	10,510,640	257,342	251,757	957,430	1,386,439	323,300	346,455	327,834	505,620	766,847	1,971,001	17,504,665
1897-98.....	10,736,581	271,545	330,150	776,193	1,492,942	340,426	373,643	424,136	527,575	776,193	2,121,490	18,250,874
1898-99.....	11,310,419	302,745	346,609	984,576	1,658,148	366,369	423,592	457,989	6[illegible]0,347	815,634	2,072,933	09,379,361
1899-1900.....	11,422,665	339,169	395,598	1,023,838	1,905,158	372,039	446,798	475,423	685,250	975,536	2,191,828	20,233,302
1900-01.....	12,231,274	393,649	420,639	1,101,120	2,203,259	462,558	559,398	496,926	783,622	1,191,514	2,527,834	22,371,693
1901-02.....	12.847,436	473,652	440,882	1,123,429	2,463,416	514,493	674,673	539,743	794,337	1,376,254	2,734,612	23,982,927
1902-03.....	13,706,101	525,492	442,951	1,142,330	2,657,931	570,080	724,435	511,117	878,073	1,504,022	2,885,270	25,587,802
1903-04.....	14,389,539	545,546	484,284	1,187,371	2,803,843	620,224	718,422	576,450	941,736	1,707,561	2,919,591	26,894,537
1904-05.....	14,889,175	555,482	511,310	1,266,486	2,887,130	631,600	735,212	645,973	1,030,637	1,720,176	3,027,271	27,900,457
1905-06.....	15,351,046	516,133	536,643	1,266,400	3,078,531	662,148	766,521	865,447	1,078,501	1,763,307	3,169,905	29,038,582
1906-07.....	16,195,363	609,799	584,883	1,283,712	3,464,003	706,241	777,580	984,524	1,168,117	1,768,112	3,420,578	30,962,939
1907-08.....	17,105,885	664.623	652,079	1,301,290	3,695,178	819,484	851,410	1,063,092	1,279,578	1,887,508	3,607,290	32,926,817
1908-09.....	17,427,798	716,285	659,471	1,489,644	3,818,627	846,348	915,413	1,099,306	1,334,709	1,866,102	3,796,213	34,069,916
1909-10.....	17,645,440	722,424	647,281	1,394,240	3,839,187	957,099	998,837	1,119,677	1,391,389	1,843,933	3,960,471	34,499,978
1910-11.....	18,025,149	764,077	656,430	1,465 067	3,941,670	996,579	974,700	1,132,196	1,423,752	1,896,683	4,135,386	35,409,689
1911-12.....	18,586,883	827,267	672,477	1,522,975	3,972,053	1,040,944	1,044,640	1,227,061	1,364,179	1,961,891	4,344,184	36,764,544
1912-13.....	18,978,445	885,055	692,522	1,684,981	4,243,865	1,116,580	1,126,635	1,333,713	1,690,597	2,040,290	4,698,959	38,332,742
1913-14.....	19,326,022	996,414	712,641	1,803,010	4,558,114	1,285,996	1,278,594	1,532,943	1,870,456	2,260,423	4,870,399	40,504,012

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

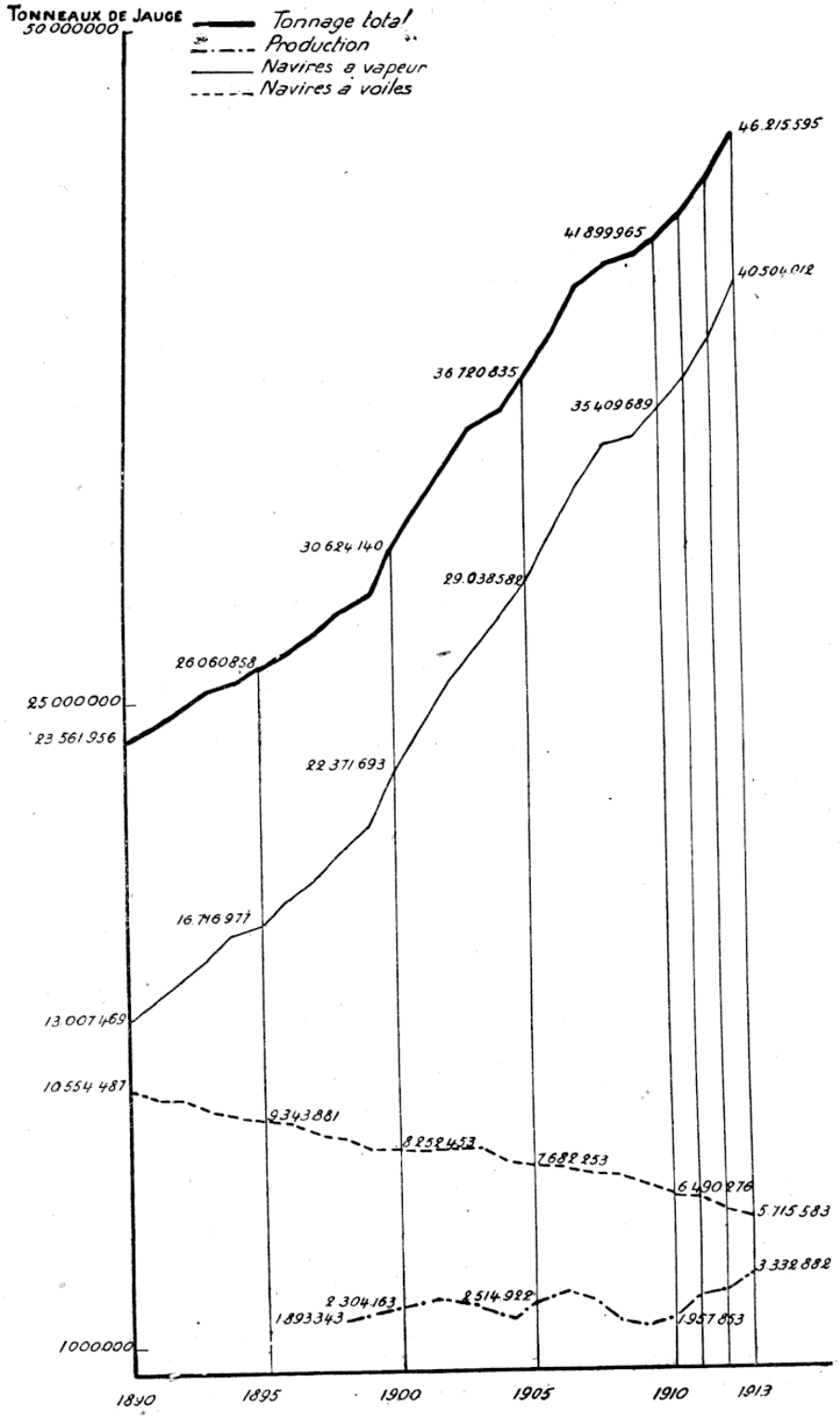


Fig. 218. — Flotte mondiale. — Variations du tonnage total et du tonnage annuel construit de 1890 à 1913.

Ces estimations ne comprennent que les vapeurs de commerce, à l'exclusion des navires de guerre.

On voit que le tonnage de la flotte mondiale à vapeur a presque doublé de 1900 à 1914.

Rappelons que le tonnage de jauge brute est une unité de volume représentant 100 pieds cubes anglais ou 2,830 mètres cubes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRODUCTION DES DIVERS PAYS EN TONNEAUX DE JAUGE BRUTE.

Tableau C.

ANNÉES.	ANGLE-TERRE.	AUTRICHE-HONGRIE.	DANE-MARK.	FRANCE.	ALLE-MAGNE.	HOL-LANDE.	ITALIE.	JAPON.	NOR-VÈGE.	ÉTATS-UNIS.	AUTRES PAYS.	NOMBRE.	TOTAUX.
1890.....	1,300,000	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
1895.....	1.075,000	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
1898.....	1,392,591	5,432	12,703	67,160	153,147	19,468	26,530	11,424	22,670	173,250	8,968	1,290	1,893,343
1899.....	1,425,255	9,248	26,613	89,794	211,684	34,384	49,472	6,775	27,853	224,278	16,382	1,269	2,121,738
1900.....	1,452,034	14,889	11,060	116,858	204,731	45.074	67,522	4,543	32,751	333,527	21,174	1,364	2,304,163
1901.....	1,552,873	20,013	22,856	177,543	217,593	29,927	60,526	37,208	36.875	433,235	28,890	1,538	2,617.539
1902.....	1,456,377	15,192	27,148	192,196	213,961	69.101	46,270	27,181	37,878	379,174	38,277	1,650	2,502,755
1903.....	1,225,308	1,328	28,609	92,768	184,494	59,174	50,089	34,514	41,599	381,820	35,928	1,650	2,145,631
1904.....	1,236,127	16,645	15,859	81,245	202,197	55,636	30,016	32,269	50,469	233,518	28,234	1,643	1,987,935
1905.....	1,633,966	16,402	17,557	73,124	255,423	44,135	61,629	31,725	52,580	302,827	25,554	1,576	2,514,922
1906.....	1,854,385	18,590	24,712	35,214	316,230	66,809	30,560	42,489	60,774	441,087	26,913	1,836	2,919,763
1907.....	1,654,333	8,717	28,819	61,635	275,603	68,623	44,666	66,254	57,556	474,675	37,807	1,788	2,778,088
1908.....	963,850	23,502	19,172	83,429	207,777	58,604	26,864	59,725	52,839	304,543	32,981	1,405	1,833,286
1909.....	998,527	25,006	7,508	42,197	128,696	59,106	31,217	52,019	28.601	209,604	19,276	1,063	1,602,057
1910.....	1,169,512	14,304	12,154	80,751	159,303	70,945	23,019	30,015	36,931	331,318	29,401	1,277	1,957,853
1911.....	1,825,506	37,836	18,689	125,472	255,532	93,050	17,401	44,359	35,435	171,568	27,291	1,599	2,650,140
1912.....	1,773,304	38,821	26,103	110,734	375,317	994,439	25,196	57,755	50,255	284,223	60,622	1,719	2,901,769
1913.....	1,980,492	61.757	40,032	176,095	465,226	104,296	50,356	64,664	50,637	276,448	61,979	1,750	3,332,882
1914.....	1,731,087	34,335	32,815	114,052	387,192	118,153	42,981	85,861	54,204	200,762	51,311	1,319	2,852,753

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'augmentation de la flotte à vapeur a très largement compensé l'importante diminution des bâtiments voiliers et la flotte mondiale totale a progressé notablement passant de 23,561,956 tonneaux en 1890-91 à 46,219,595 tonneaux en 1913-14 [1].

La figure 218 fait ressortir les variations résumées ci-dessus.

Constructions navales. — De ce qui précède on peut déduire que :

1° La production de navires à vapeur a continuellement dépassé les pertes dues aux risques de mer ou à la mise à la réforme;

2° La production des voiliers n'égalait pas les pertes ou destructions en bâtiments de cette catégorie.

En résumé, l'industrie des bâtiments à voiles périclitait avant la guerre.

L'étude de la variation de la flotte mondiale, année par année, ne permet pas de préciser l'importance des constructions navales.

L'*Engineering* du 5 février 1915 donne au point de vue de la production des renseignements sur le tonnage des navires lancés chaque année depuis 1898.

Ces renseignements sont reproduits dans le tableau C ci-contre [2] et résumés dans la figure 218.

Si l'on prend la période de dix années, de 1904 à 1913, on voit que la production moyenne s'est établie aux environs de 2,447,870 tonneaux; de 1908 à 1910 inclus un fléchissement s'est produit dans la construction, dû sans doute à la mise sur chantiers de navires de guerre et aussi à une crise du fret.

Les chiffres ci-contre ne donnent d'ailleurs pas la puissance productive du globe, puisqu'il n'est pas fait état de la marine de guerre; or, à tonnage égal, la construction d'un bâtiment de guerre demande un temps plus considérable que la construction d'un bâtiment de commerce. Les cales existant avant la guerre auraient pu fournir un tonnage plus élevé que ceux énoncés plus haut.

La construction des navires à vapeur. — Ainsi que le montrent le tableau B (page 486) et la figure 217, l'Angleterre est la maîtresse des mers : sa flotte égale sensiblement la moitié de la flotte totale mondiale, les flottes réunies de tous les pays ne font qu'égaler la flotte anglaise.

L'Allemagne arrive au second rang. Mais le tonnage de ses navires de commerce ne dépasse que de peu le cinquième de celui de l'Angleterre. Ce tonnage a suivi une progression constante passant de 937,664 tonneaux en 1890-1891 à 4,538,114 tonneaux en 1913-1914 (jauge brute).

La progression de la flotte française a été beaucoup moins importante.

La construction des navires à voiles. — L'étude de la flotte à voiles [3] des diverses nations fait ressortir certaines particularités.

Depuis 1906, dans presque tous les pays, le tonnage a diminué. La Turquie a fait exception mais elle semblait être arrivée à un maximum avec 208,000 tonneaux.

Le tonnage russe est resté sensiblement constant à 550,000 tonneaux.

---

[1] Ce total est obtenu en ajoutant le tonnage brut vapeurs au tonnage net voiliers; mais dans les voiliers le net diffère peu du brut.

[2] L'*Engineering* ne précise pas s'il s'agit des flottes à vapeur et à voiles réunies, mais l'ensemble de son étude fait présumer qu'il s'agit bien de la flotte réunie.

[3] D'après les statistiques du Bureau Veritas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

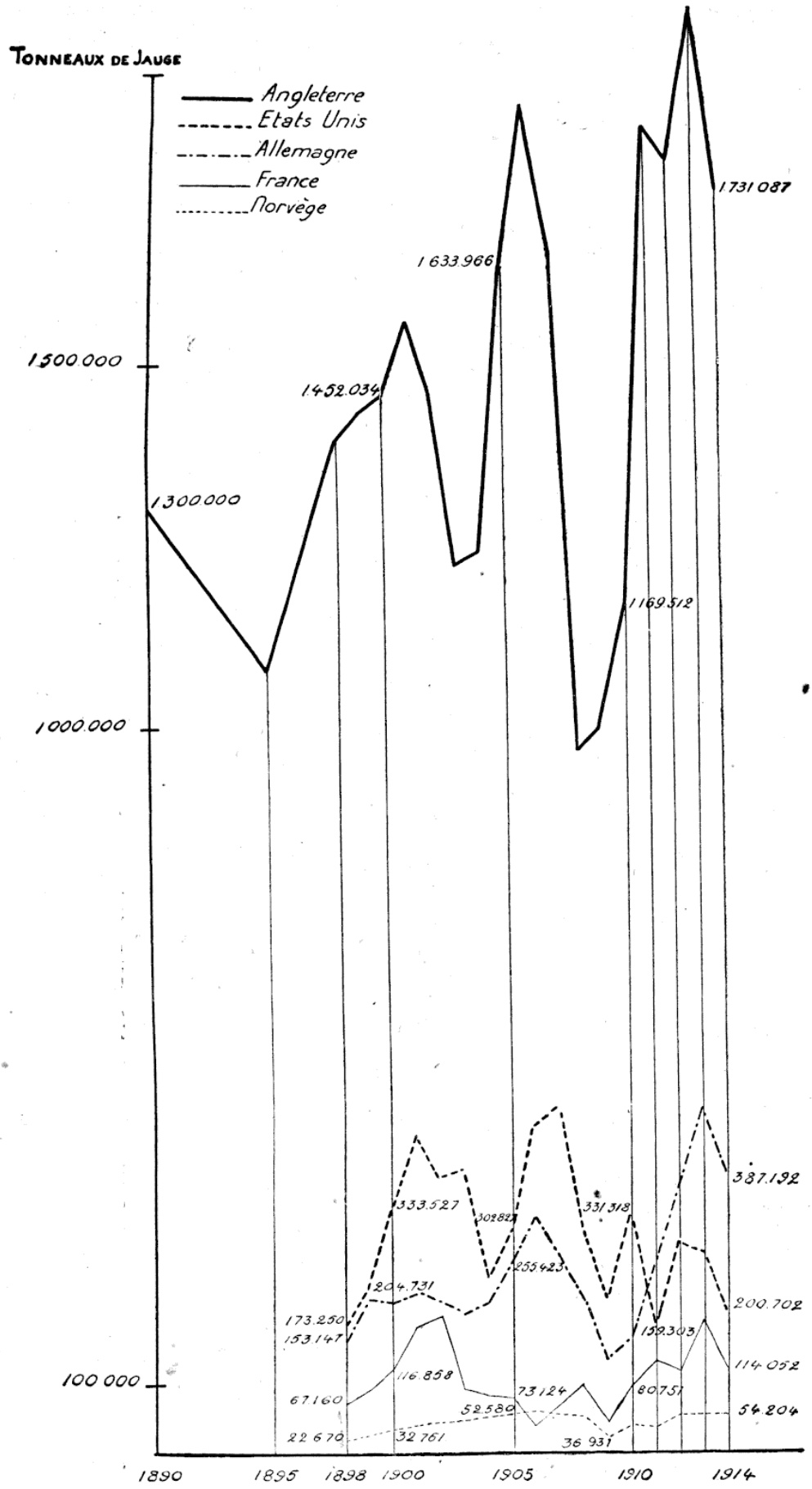


Fig. 219. — Navires marchands. — Production de divers pays de 1890 à 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les États-Unis avaient vu leur flotte passer de 1,445,060 tonneaux en 1890-1891 à 1,518,566 tonneaux en 1896, et 1,220,313 tonneaux en 1913-14, diminuant ainsi de 300,000 tonneaux environ.

Mais l'Angleterre, qui en 1890-91 possédait le tiers du tonnage mondial avec 3,693,957 tonneaux, n'avait plus en 1905-06 que 1,223,025 tonneaux, soit le quart de ce tonnage, et en 1913-14 que 949,769 tonneaux, c'est-à-dire les 16.66 p. 100 de la flotte mondiale à voiles.

L'Amérique était la nation la plus importante en flotte à voiles.

Ces variations sont mises en évidence par le tableau A et le graphique de la fig. 216.

Le tableau de l'*Engineering* reproduit plus haut (tableau C), et que la figure 219 résume pour quelques pays, montre l'importance des constructions navales dans la plupart des États avant la guerre.

L'Angleterre était le gros constructeur : sa production dépassait très sensiblement la production de tous les autres pays réunis.

La production de l'Allemagne était beaucoup moins importante (du quart au cinquième de celle de l'Angleterre), mais elle dépassait très sensiblement celle de la France; on peut dire que celle-ci était restée stationnaire et aurait presque été en décroissant : ici encore il faut rappeler qu'il n'est pas fait état de la marine de guerre.

Pour l'ensemble des pays on constate que de 1907 à 1910 il y a eu fléchissement dans la construction.

Situation de la France à l'avant-guerre.

Flotte française. — *Navires à vapeur.* — Si l'on compare à l'aide du tableau A les variations de la flotte marchande à vapeur des divers pays avec les variations de la flotte française, on constate que la France est une des nations qui ont le moins progressé. Les quelques chiffres ci-dessous font d'ailleurs ressortir cette infériorité.

IMPORTANCE DE LA FLOTTE À VAPEUR.

(tonnage brut.)

PAYS.	1890–1891.	1900–1901.	1910–1911.	1913–1914.
France	816,617	1,101,120	1,465,067	1,803,010
Italie	296,651	559,398	974,700	1.278,594
Hollande	221,137	462,558	996,579	1,285,996
Japon	123,422	496,826	1,132,196	1,532,943
Norvège	179,393	783,622	1,423,752	1,870,456
États-Unis	536,297	1,191,514	1,896,683	2,269,423
Allemagne	937,644	2,203,259	3,941,670	4,558,114
Angleterre	8,166,380	12,231,274	18,023,149	19,326,022

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

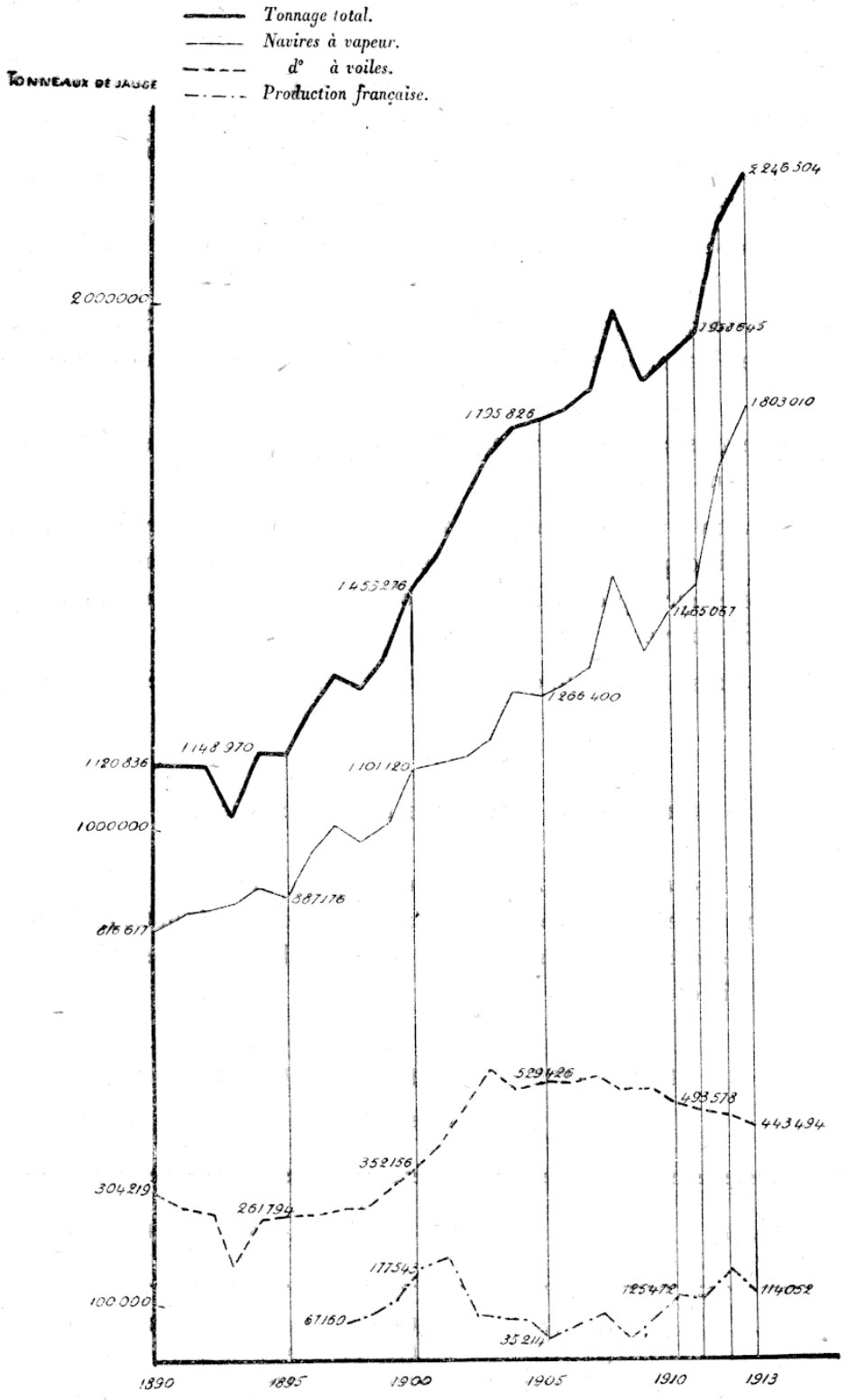


Fig. 220. — Flotte française. — Variations du tonnage total et du tonnage annuel construit de 1890 à 1913.

Au 1er septembre 1914 le tonnage de la flotte française à vapeur s'élevait à 1,926,827 tonneaux de jauge brute, soit 1,095,397 tonneaux de jauge nette.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Navires à voiles. — Le tableau A et la figure 216 montrent les variations de la flotte à voiles de divers pays : la figure 220 représente à plus grande échelle les variations de la flotte française.

De 1896 à 1906, c'est-à-dire en dix ans, la flotte a doublé, passant de 261,794 tonneaux à 529,456 tonneaux [1], puis son importance a diminué constamment; en 1913-1914 elle n'était plus que de 443,494 tonneaux et au 1er septembre 1914 elle se composait de 1,119 navires jaugeant net 441,834 tonneaux [2].

Les variations du tonnage total, vapeurs et voiliers français, sont représentées sur la figure 220.

Les constructions navales en France. — On a représenté sur ce même graphique la production française suivant les données du tableau C.

Il faut remarquer ici que les chiffres de production indiqués ne sont pas absolus.

C'est ainsi que pour les années 1912, 1913, 1914 on a des différences selon les sources de renseignements.

PRODUCTION FRANÇAISE.

ANNÉES.	D'APRÈS LE TABLEAU C. (1)	D'APRÈS D'AUTRES RENSEIGNEMENTS (2).				
			Vapeurs.		Voiliers.	
	Tonnage.	Tonnage.	Nombre.	Tonnage.	Nombre.	Tonnage.
	tonnes.	tonnes.		tonnes.		tonnes.
1912	110,734	133,665	41	124,665	66	9,000
1913	176,095	111,888	31	105,820	35	6,068
1914	114,052	96,183	22	93,830	18	2,353

(1) *Engineering* du 5 février 1915.
(2) Renseignements du Bureau Veritas.

Les différences d'estimation sont donc assez sensibles. Elles proviennent vraisemblablement des différences d'interprétation du mot production, lequel désigne tantôt la mise sur cale, tantôt le lancement, tantôt enfin la livraison.

Chantiers navals français. — Il existait avant la guerre quelques grandes entreprises de constructions: les chantiers de France (5 cales), les chantiers de Saint-Nazaire avec Penhoët (4 cales) et les chantiers de Normandie (5 cales), les chantiers de la Loire (7 cales), les chantiers de la Gironde (4 cales), les chantiers de Provence (6 cales), les Forges et Chantiers de la Méditerranée (11 cales à la Seyne et au Havre) qui avaient des cales de 100 à 200 mètres.

A côté de ces entreprises il en existait d'autres ayant en général des cales de 100 mètres et au-dessous. Parmi celles-ci on peut citer: les chantiers Normand (3 cales), Delaunay-Belleville (2 cales), les chantiers Dubigeon (2 cales), les chantiers de Bretagne (4 cales), Dyle et Bacalan (3 cales), la Société provençale (anciens chantiers de la Ciotat, 2 grandes cales), Barriel (4 cales), etc.

D'autre part, il existe une quantité de chantiers d'importance variable pouvant construire des voiliers ou des navires en bois de 20 à 30 mètres environ de longueur; tels sont les chantiers de Saint-Malo (3 cales, 70, 80, 90 mètres), les chantiers navals de l'Ouest, à Saint-Malo (3 cales, 70, 80, 100 mètres), les chantiers Bonne, à Paimpol (2 cales de 60 mètres), etc.

(1) Cette augmentation est due au taux extraordinaire de la prime à la construction que la loi de 1902 accordait aux voiliers.
(2) Renseignements du Bureau Veritas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Achats et ventes de navires par la France à l'étranger. — En plus de sa production propre, la France achetait à l'étranger un nombre important de navires, ainsi que le montrent les chiffres ci-dessous :

ACHATS DE NAVIRES À L'ÉTRANGER [1].

ANNÉES.	VAPEURS.		VOILIERS.		TOTAL.	
	NOMBRE.	TONNAGE.	NOMBRE.	TONNAGE.	NOMBRE.	TONNAGE.
		tonnes.		tonnes.		tonnes.
1912	62	96,858	10	2,203	72	99,051
1913	77	79,379	5	1,294	82	80,573
1914	17	30,416	3	1,717	20	32,133

On peut conclure de ce qui précède que la France était obligée d'acheter à l'étranger 55 à 60 p. 100 du tonnage qu'elle fabriquait elle-même, et que malgré ces achats, sa flotte commerciale n'avait pas suivi la progression de la flotte de la plupart des autres pays.

Si, partant des mêmes données, on considère le tonnage moyen des navires construits en France et achetés pendant les trois années précédant la guerre on arrive aux comparaisons suivantes :

TONNAGE MOYEN PAR NAVIRE.

ANNÉES.	VAPEURS.		VOILIERS.	
	CONSTRUITS.	ACHETÉS.	CONSTRUITS.	ACHETÉS.
	tonnage moyen.	tonnage moyen.	tonnage moyen.	tonnage moyen.
1912	3,040	1,560	136	220
1913	3,410	1,030	173	250
1914	4,260	1,780	131	570

En ce qui concerne les vapeurs, on serait donc amené à conclure que les chantiers français construisaient de préférence les navires de moyen et de fort tonnage, les navires de moindre importance étant achetés; ce fait s'explique par la prime proportionnelle à la jauge brute qui était allouée au constructeur, par le prix de revient sensiblement plus faible à la tonne pour les grands que pour les petits cargos, et aussi parce que l'armateur trouvait plus facilement à acheter de petites unités. Au contraire, il y avait tendance à acheter des voiliers de plus fort tonnage que ceux que l'on construisait en France.

Les statistiques des douanes, ne font pas de différence entre les navires achetés et vendus à l'état de neuf, c'est-à-dire sortant des chantiers de construction, et les bâtiments échangés entre les armateurs après avoir servi plus ou moins longtemps dans un même pays.

Le tonnage des navires en fer ou acier achetés à l'étranger était en moyenne d'environ 55,000 tonneaux de jauge, d'une valeur estimée à 15,580,000 francs au total; en 1913 les importations augmentèrent considérablement, elles furent de 127,454 tonneaux, représentant 36,961,660 francs.

[1] Renseignements du Bureau Veritas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le commerce extérieur en bâtiments de mer en bois avait une faible importance, il a diminué constamment depuis 1890.

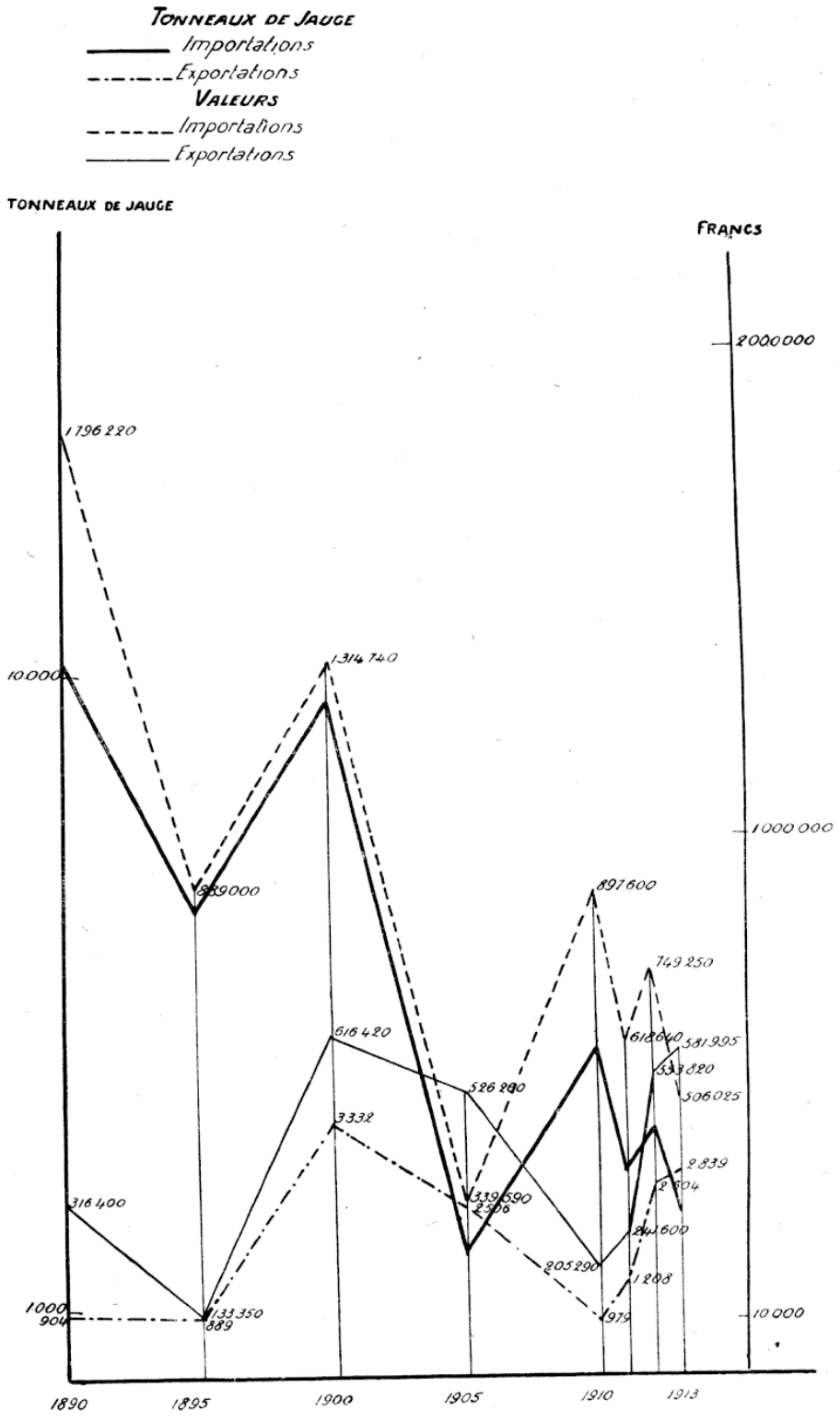


Fig. 221. — Commerce extérieur de la France en bâtiments de mer en bois. — Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

Les figures 221 et 222 rendent compte des importations et des exportations de 1890 à fin 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

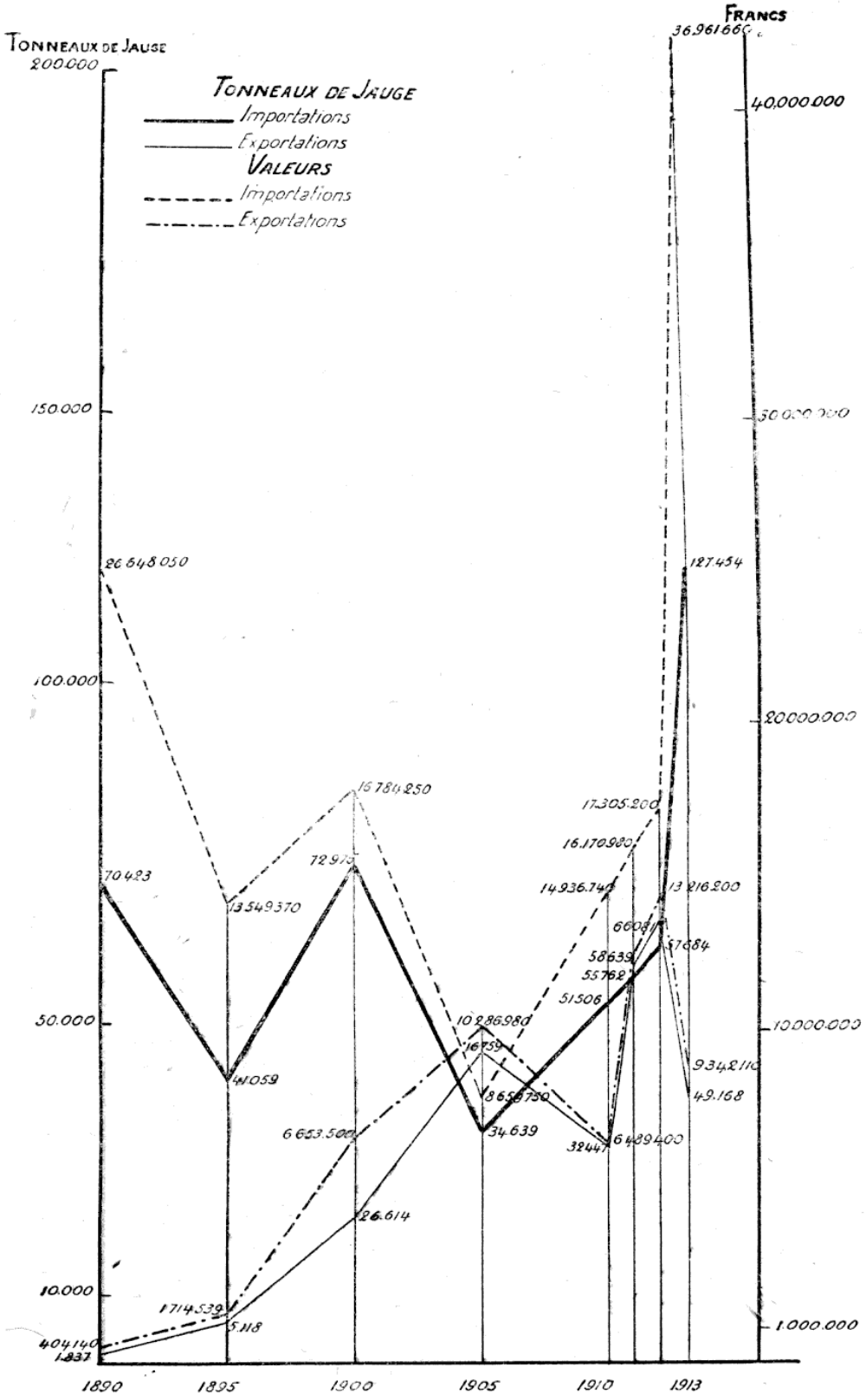


Fig. 222. — Commerce extérieur de la France. — Bâtiments en fer ou acier. — Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. SITUATION PENDANT LA GUERRE.

Situation mondiale. — L'industrie des constructions navales a été complètement transformée par la guerre : certaines puissances ont développé leurs moyens de production d'une façon intensive pour arriver à compenser les pertes des flottes alliées.

Les flottes des différents États ont subi du fait de la guerre des variations continuelles qu'il est difficile d'étudier dans un aperçu général; l'importance des flottes ennemies pendant cette période n'est d'ailleurs pas encore connue de façon précise.

Par contre on a pu estimer les chiffres des pertes dues au fait de l'ennemi et aux risques maritimes ainsi que l'importance des nouvelles constructions.

Les chiffres des pertes ont été résumés dans le tableau suivant :

Tableau D.

TONNAGE PERDU DEPUIS LE DÉBUT DES HOSTILITÉS [1].

ANNÉES.	ANGLAIS.	AUTRES ALLIÉS et NEUTRES.	TOTAL GÉNÉRAL.
	tonneaux.	tonneaux.	tonneaux.
1914	496,552	212,635	709,187 [1]
1915	1,103,379	621,341	1,724,720
1916	1,497,848	1,300,018	2,797,866
1917	4,009,537	2,614,086	6,623,623
Au 31 octobre 1918	1,924,512	1,273,878	3,198,390
Totaux	9,031,828	6,021,958	15,053,786

[1] Dans ce chiffre sont compris 210,653 tonneaux bruts internés dans les ports ennemis.

Les pertes totales des alliés et des neutres se sont donc élevées à 15,053,786 tonneaux de jauge brute, soit au tiers environ de la flotte marchande avant la guerre.

L'Angleterre, qui possédait la plus forte marine, a été aussi la plus éprouvée comme perte de tonnage.

En regard de cette perte considérable de 15,053,786 tonneaux, il a été construit jusqu'au 31 octobre 1918 dans les pays alliés et neutres 10,849,527 tonneaux; si l'on ajoute à ce chiffre le tonnage ennemi capturé, soit 2,392,675 tonneaux, on arrive à un total de 13,242,202 tonneaux [2].

La perte nette du monde entier (alliés et neutres) ressort donc à 1,811,584 tonneaux.

---

[1] Memorandum de l'Amirauté britannique sur les pertes des flottes marchandes alliées et neutres de 1914 à 1917, circulaire 1037 du Comité central des Armateurs de France. — Shipbuilding and Shipping Record du 12 décembre 1918 (Londres).

[2] Shipbuilding and Shipping Record, 12 décembre 1918.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

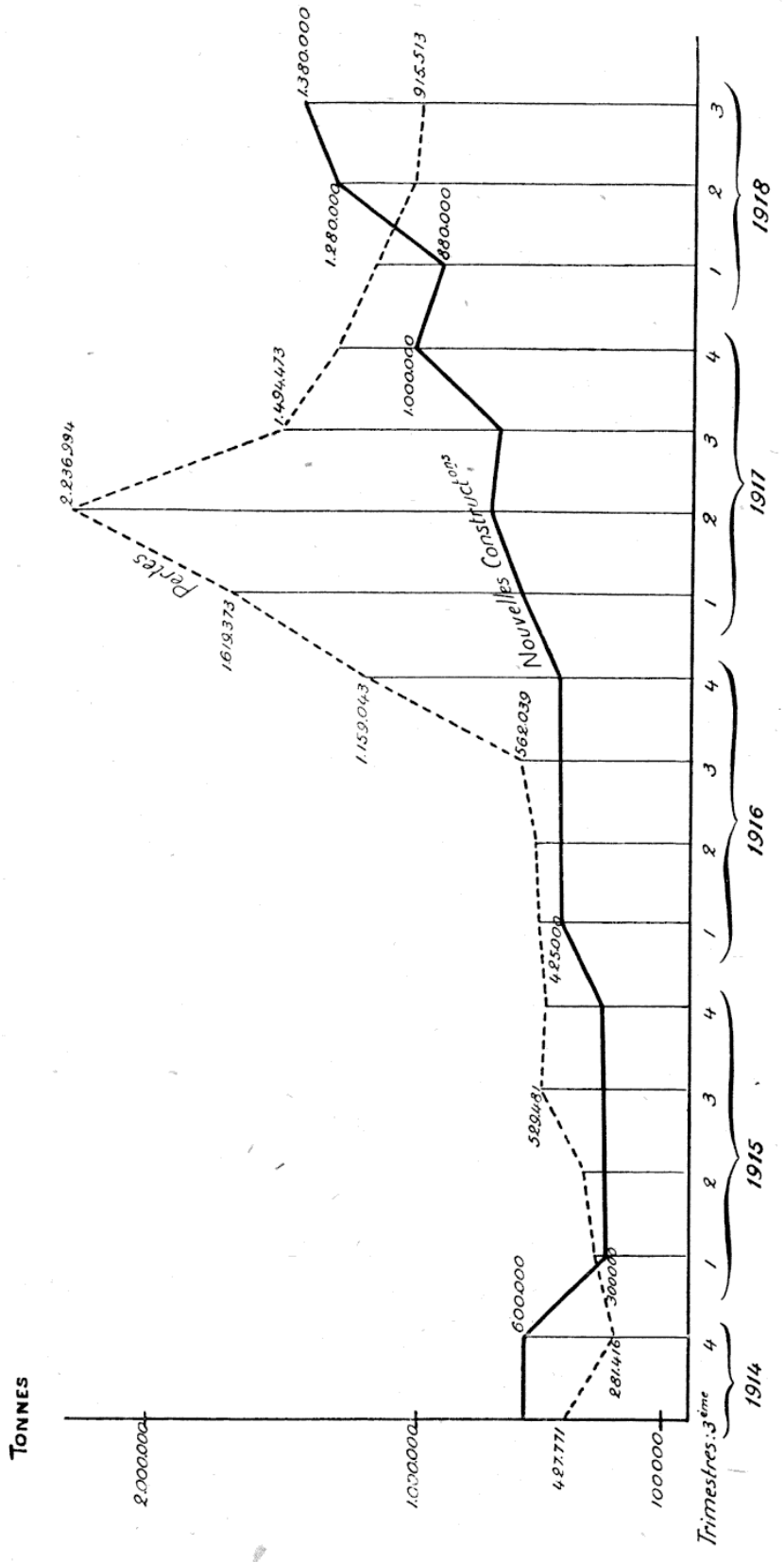


Fig. 223. — Pertes par risques de guerre et de mer, et constructions navales des pays neutres et alliés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est intéressant de connaître la situation de l'Angleterre comparativement à ces chiffres; elle s'établit ainsi :

		Tonnage brut.
Pertes		9,031,828
Constructions neuves	4,342,296	
Gains (Achats à l'étranger)	530,000	5,588,816
Tonnage capturé	716,520	
PERTES NETTES		3,443,012

Ainsi, l'Angleterre a perdu relativement beaucoup plus que tous les alliés et les neutres réunis puisque les autres pays ont finalement eu un excédent de gains sur les pertes de 1,631,428 tonneaux.

Ceci peut s'expliquer par l'effort fait par les États-Unis dont la flotte a augmenté d'une manière remarquable [1]. La figure 223 ci-jointe montre les pertes et constructions pendant la guerre des pays neutres et alliés.

SITUATION DE LA FRANCE PENDANT LA GUERRE. — Au 31 décembre 1917, la situation de la flotte française se résumait comme suit :

		Tonneaux.
Pertes pour faits de guerre	751,460	866,460
Pertes pour faits de mer	115,000	
Nouvelles constructions	116,000	301,000
Achats à l'étranger	185,000	
PERTES NETTES		565,460

La flotte française, qui atteignait, le 1er août 1914, 2,498,286 tonneaux, se trouve réduite à 1,932,826 tonneaux.

Le total des pertes au 29 octobre 1918 était de 1,050,044 tonneaux, dont 933,110 tonneaux pour faits de guerre (y compris les navires capturés) et 116,934 tonneaux à fin septembre pour risques de mer,

La flotte française se serait trouvée ainsi réduite à 1,448,242 tonneaux auxquels il y aurait lieu d'ajouter le tonnage construit et acheté, environ 400,000 tonnes.

D'ailleurs, pendant la guerre, la production française a été insignifiante; les chantiers navals ont presque tous cessé la construction de navires pour se consacrer aux fabrications de guerre.

La guerre a été néfaste à la marine marchande, non seulement à cause des pertes élevées que celle-ci a subies, mais aussi parce que les chantiers n'ont pu construire et que les armateurs n'ont pu acheter.

On a vu que les pertes pouvaient être estimées à 1,000,000 de tonneaux environ.

Il faut ajouter que de nombreux navires seront dans un délai plus ou moins éloigné mis hors d'usage par suite du service intensif pendant la guerre.

La capacité productive annuelle était estimée avant la guerre à 140,000 tonneaux environ, ce qui en 4 ans 1/2 représente 630,000 tonneaux.

---

[1] D'après les statistiques du Bureau Veritas, la flotte des États-Unis serait passée de 2,388,540 tonneaux pour 1914-1915 à 4,416,254 tonneaux pour 1917-1918.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or il n'aura été construit que 150,000 tonneaux environ, le manque à construire, soit 480,000 tonneaux, s'ajoute aux pertes.

Il y aurait donc à récupérer au minimum 1,000,000 + 480,000 = 1,480,000 tonneaux, soit 1,500,000 tonneaux en chiffres ronds.

C. SITUATION À L'APRÈS-GUERRE.

Situation française. — Flotte maritime. — On a vu que le chiffre des pertes et du manque à construire pouvait s'estimer à 1,500,000 tonneaux. En admettant que la France puisse récupérer immédiatement ce tonnage considérable, elle n'en serait pas moins dans un état manifeste d'infériorité vis-à-vis des autres nations si elle n'avait pas développé ses moyens de production comme plusieurs autres pays l'ont fait d'une façon intensive.

Un certain nombre d'entreprises se sont constituées pendant la guerre, mais la plupart ne commenceront à fonctionner que dans le courant de 1919; la France traversera donc, sauf arrangement temporaire, une période où l'infériorité de sa flotte sera considérable.

Chantiers maritimes nouveaux et prévisions. — On compte 5 grands chantiers nouveaux qui auront de 6 à 8 cales et pourront construire des navires de 3,000 à 8,000 tonnes de port en lourd.

En voici l'énumération avec l'importance des capitaux engagés :

	francs.
Chantiers navals français, capital 30,000,000 fr., devant être porté par émission d'obligations à	60,000,000
Ateliers et chantiers de la Seine maritime, capital au moins	30,000,000
Compagnie générale de Constructions navales, capital actions et obligations	35,000,000
Société Normande de constructions navales, capital	25,000,000
Chantiers généraux de Cette, capital actuel 12,000,000 fr. devant être porté en capital actions et obligations à	45,000,000

D'autres chantiers de moindre importance destinés à la construction des chalutiers, des navires en bois et des cargos de 1,000 à 3,000 tonnes de port en lourd se sont montés; on peut citer :

	francs.
Les chantiers industriels et maritimes de l'Adour, capital	9,500,000
Société de construction maritime de Bayonne, capital	6,000,000
Compagnie générale de matériel naval, capital	7,500,000

Le total prévu des capitaux engagés dans ces entreprises s'élèverait ainsi à 217,000,000 de francs [1].

Le programme de construction établi en tenant compte des demandes des armateurs et de la capacité progressive des chantiers anciens et nouveaux se résume ainsi [2] :

1919	86 navires jaugeant brut	374,344	tonneaux.
1920	159 — — —	605,665	—
1921	172 — — —	704,361	—
1922	176 — — —	765,377	—
1923	183 — — —	793,405	—

[1] Il existe bien d'autres chantiers, chantiers du Sud-Ouest, etc. Les chantiers ci-dessus nommés ont été cités pour montrer l'importance des capitaux prévus.

[2] Renseignements fournis par le Commissariat de la Marine marchande.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit au total en 5 ans 776 navires jaugeant 3,243,152 tonneaux. Ainsi la production, qui, avant la guerre, était de 130,000 à 140,000 tonneaux, serait triplée dès 1919 et serait 5 à 6 fois plus grande 4 ans plus tard.

Ce programme, pour se réaliser, nécessite la réunion de divers éléments favorables; il suppose entre autres :

1° Que la construction des navires de guerre sera extrêmement réduite;

2° Que la fabrication en France des matières nécessaires, ou leur importation de l'étranger sera suffisante dès le début; on estime en effet qu'il faudra :

En 1919	196,000 tonnes d'acier.
En 1920	334,000 — —
En 1921	380,000 — —
En 1922	408,000 — —
En 1923	420,000 — —

3° Que le personnel tout entier de tous les chantiers sera très rapidement formé : ingénieurs, dessinateurs, contremaîtres, ouvriers devront pouvoir suffire à leur tâche.

A ce sujet il n'est-peut être pas inutile de faire ressortir l'importance de la main-d'œuvre nécessaire pour la réalisation du programme : avant guerre 22,000 à 25,000 ouvriers étaient occupés à la construction et à la réparation des navires marchands et des navires de guerre; le nouveau programme nécessitera, pour 1919, 35,000 ouvriers et, pour 1922, 75,000 ouvriers;

4° Que les chantiers eux-mêmes seront prêts à fabriquer suivant les prévisions.

On ne fait pas état ici ni du prix de revient ni de la concurrence étrangère.

Quoi qu'il en soit, en supposant réunies toutes les circonstances favorables on peut conclure que ce n'est que courant 1922 que la flotte commerciale française aura récupéré ses pertes; c'est-à-dire que sa flotte sera sensiblement la même que, si l'état de guerre ne s'étant pas produit, elle avait continué simplement à construire 140,000 tonneaux par an soit :

$$1{,}500{,}000 + 4 \times 140{,}000 = 2{,}060{,}000 \text{ tonneaux.}$$

Ce chiffre ne sera atteint, si le programme est entièrement réalisé, qu'en 1922.

Par la suite, le développement de la flotte sera important. Si la France veut, dans un laps de temps plus rapproché, reprendre son rang parmi les pavillons marchands et donner une expansion plus rapide à son commerce maritime, elle devra donc acquérir à l'étranger un tonnage important.

Flotte fluviale. — *Situation française avant-guerre.* — Le trafic considérable (42,038,695 tonnes) de la navigation intérieure est assuré par une flotte dont la majeure partie est composée de bateaux halés par des remorqueurs ou des toueurs.

Les bateaux auto-moteurs ou porteurs ne transportent qu'un très faible tonnage de marchandises : 519,728 tonnes en 1913, contre 41,518,967 tonnes transportées par les bateaux ordinaires; leur parcours moyen est plus élevé que le parcours de ces derniers : 198 kilomètres contre 147 kilomètres; vu leur faible trafic, il n'en sera plus fait état par la suite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les types les plus courants des bateaux halés sont [1] :

1° La péniche en bois qui assure notamment les transports des marchandises entre les mines du Nord et du Pas-de-Calais, et les régions de Paris, du Nord et de l'Est.

La péniche porte 280 tonnes en moyenne avec un tirant d'eau de 1 m. 80 ; ses dimensions sont de 38,5 mètres sur 5 mètres; elle coûtait environ 12,000 francs avant la guerre.

2° La toue, la flûte du Centre, bateau plus robuste mais plus petit, de formes et de dimensions variables, y compris le berrichon qui, étant donné les dimensions du canal du Berry, ne porte que 70 tonnes.

3° Le chaland, de dimensions plus grandes que les précédents, assurant les transports fluviaux, notamment les transports sur la Seine, entre Rouen et Paris.

Les chalands, dont la longueur est limitée à 45 mètres par suite des dimensions des écluses du canal Saint-Denis, portent en général 700 tonnes. Il en existe un certain nombre portant de 900 à 1,500 tonnes.

Ils sont construits en tôle ou en bois, et sont ou non affinés à l'avant.

4° Enfin, un certain nombre de bateaux belges et allemands circulaient sur nos canaux; la péniche belge, ou spies, est en tôle: plus confortable que notre péniche, elle coûtait de 17,000 à 20,000 francs.

Ces bateaux étaient construits, pour une grande partie, en Hollande et en Belgique; le développement de ces constructions n'était pas sans porter ombrage à l'Allemagne [2].

Il est à remarquer que les bateaux étrangers qui importaient des marchandises faisaient ensuite concurrence à nos propres bateaux pour le trafic intérieur : les remorqueurs entraient en effet sans payer de droits de circulation.

Ils profitaient de leur séjour en France, qu'ils prolongeaient, pour opérer des transports au détriment des remorqueurs français, au lieu de retourner dans leur pays d'origine aussitôt que les péniches qu'ils remorquaient étaient arrivées à destination.

Cependant, de l'avis général [1], la France ne manquait pas de remorqueurs.

Il serait donc à souhaiter que les bateaux qui pénètrent en France retournent en droiture dans leur pays, c'est-à-dire qu'ils ne circulent pas lorsque leur mission est achevée.

Situation de la navigation fluviale en France créée par la guerre. — L'état de guerre a eu pour conséquence de doubler le trafic sur la Seine notamment entre Rouen et Paris.

Plus encore qu'en temps de paix le trafic se faisait presque exclusivement en montant.

Or le régime de la Seine est très variable, et le rendement des remorqueurs n'atteint en hiver que le tiers ou le quart de ce qu'il est en été. Le trafic est donc très ralenti pendant la mauvaise saison.

Avoir des remorqueurs en réserve n'apparaissait pas utile : c'eût été une grosse immobilisation pour les société de remorquage (un remorqueur de 400 chevaux coûtant environ 130,000 francs) ;

---

[1] La plupart des renseignements qui suivent ont été donnés par M. Lavaud.

[2] Renseignements donnés par M. Ch. Lavaud.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en outre, le manque à transporter se récupérait sans inconvénient dès que la vitesse du courant se rapprochait de la normale.

Par contre, il eût fallu, pendant la guerre, assurer d'une façon continue le transport vers Paris des marchandises dont le tonnage annuel a dépassé 7,000,000 tonnes contre 3,000,000 tonnes auparavant.

La crise était augmentée par le régime des eaux.

La statistique des vingt années précédant la guerre montrait qu'il y avait en moyenne par an :

166 jours de moyennes et hautes eaux (87 jours de moyennes eaux, 79 de hautes eaux) contre 199 de basses eaux.

Or, en 1915, il y eut 221 jours de moyennes et hautes eaux.

En 1916 et 1917, il y eut 246 jours de moyennes et hautes eaux.

En automne 1916, on estimait nécessaire la construction de 35 remorqueurs. Sous l'impulsion de M. Claveille, on en commanda 100, ainsi que 200 chalands en tôle. Malheureusement, les tôles firent défaut et l'on eut alors l'idée de construire des remorqueurs et des chalands en ciment armé.

C'est ainsi que les commandes se répartirent pour 1917 en :

25 remorqueurs de 500 chevaux ;
15 remorqueurs de 360 chevaux ;
6 remorqueurs à combustion interne de 420 chevaux ;
50 remorqueurs de 250 chevaux en ciment armé, avec moteurs d'aviation ; ces derniers ne paraissent pas avoir donné toute satisfaction pour cet emploi ;
100 chalands en ciment armé de 45 mètres ;
50 chalands en ciment armé de 70 mètres, de 1,000 tonnes.

Par suite de l'arrivée des tôles on ne construisit qu'une centaine de chalands.

Bateaux en ciment armé. — La situation critique de l'industrie des transports sur la Basse-Seine, due en partie au manque de tôles, justifiait aisément la construction de bateaux en ciment armé.

Si le besoin n'en avait pas été si urgent, des essais auraient été faits pour remédier au défaut qu'on reproche à ce genre de construction : la fragilité au choc ; l'idée de bateaux en ciment armé n'est d'ailleurs pas nouvelle.

Il y a une vingtaine d'années les coques des toueurs à chaîne système Molinon étaient dans un grave état d'usure. On eut l'idée de les doubler en ciment et ces toueurs fonctionnent encore actuellement en résistant suffisamment aux chocs.

Vers 1910, des essais de chaloupes dont une partie était doublée de ciment donnèrent de bons résultats.

En 1914, un ponton de 70 mètres de long avait une coque usée ; celle-ci fut doublée en ciment ; elle résista très bien aux nombreux abordages de transports importants.

On peut donc remédier à la fragilité au choc.

Il n'en est pas de même pour le coût de l'exploitation [1] ; le principal obstacle au développement des bateaux en ciment armé, c'est leur poids.

---

[1] Renseignements donnés par M. Ch. Lavaud.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un chaland de 45 mètres de long en ciment armé pèse 280 à 300 tonnes, alors que le même, en tôle, pèse 80 tonnes et plus ou peut porter 700 tonnes.

Le bateau en ciment a donc un excédent de poids mort de 220 tonnes; on peut se rendre compte du coût de la traction.

Avant la guerre, le prix maximum de traction de la tonne kilométrique de Rouen à Paris (Clichy) ressortait à 0 fr. 009.

En admettant que ce prix devienne un prix moyen, comme la distance Rouen-Paris est de 220 kilomètres et comme un bateau fait en moyenne 10 voyages par an, les 220 tonnes d'excédent coûteront :

$$220 \times 0{,}009 \times 220 \times 10 = 4{,}356 \text{ francs.}$$

La dépense à la descente est la moitié environ de la dépense à la montée.

On arrive à une dépense totale supérieure à 6,000 francs par an constituant une charge d'exploitation, ce qui représente, à un taux de capitalisation de 5 à 6 p. 100, une immobilisation supplémentaire de 100,000 francs pour le bateau en ciment armé.

Or les chalands en tôle construits en séries coûtaient, avant la guerre, de 33,000 à 35,000 francs (ils ne coûtaient que 25,000 francs à 27,000 en Hollande).

En admettant que, par suite des conditions économiques nouvelles, le prix de revient s'élève dorénavant à 70,000 francs, on voit que le bateau en ciment armé aura une charge d'exploitation telle qu'il ne pourra lutter avec le chaland en tôle.

En résumé, il semble que l'emploi des bateaux en ciment armé soit à rejeter lorsque les frais de traction ou de propulsion sont élevés par rapport aux frais d'exploitation, ce qui est le cas pour la Seine.

Par contre, le ciment armé pourrait être employé pour des ouvrages fixes (pontons), ou lorsque les frais de traction sont relativement faibles, comme c'est le cas pour les allèges, certains petits cargos et même les voiliers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XII.

LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE ET LA SERRURERIE.

La construction métallique utilise principalement les produits du laminoir : barres, tôles et profilés, les assemble et les monte en vue des applications les plus diverses : ponts, charpentes, planchers, appareils de levage et de manutention, pylônes, réservoirs, carcasses de maisons, etc.

La construction des planchers et des petits ouvrages métalliques tels que : marquises, rampes d'escalier, ferrures de bâtiments, petits appentis, etc., ressortit plus spécialement à la serrurerie de bâtiment.

L'édification des appareils de levage puissants : ponts roulants, chariots transbordeurs, grues, etc., et des appareils de manutention mécanique est faite la plupart du temps par des maisons spécialisées dans cette branche.

Situation à l'avant-guerre. — *Situation mondiale.* — Les différentes industries de la construction métallique semblent avoir atteint leur maximum de développement aux États-Unis. Dans ce pays, en effet, un trafic intense a lieu avec une main-d'œuvre réduite, d'où la nécessité de moyens de manutention rapides et automatiques. L'importance territoriale même d'une contrée encore en pleine voie de développement, et dont toutes les richesses sont loin d'être exploitées, a exigé la construction de lignes de chemins de fer et de routes de très grande longueur utilisant un nombre considérable d'ouvrages d'art. Le prix du terrain dans les villes a entraîné enfin l'édification d'immeubles en hauteur, constructions devant être faites rapidement, d'où l'emploi de carcasses métalliques et de matériaux de remplissage. La production énorme des États-Unis en fers de construction, vendus à bas prix, a favorisé l'essor de la construction métallique dans ce pays, essor qui s'est fait sentir surtout dans ces vingt dernières années.

Parallèlement aux États-Unis, l'Allemagne avait développé, pendant les années qui ont précédé la guerre, la construction métallique sous toutes ses formes. La puissance de production de ses laminoirs, la vie industrielle intense de ce pays et la natalité en étaient les principales causes. Mais, comme nous le verrons plus loin, ne pouvant trouver sur son sol trop limité un débouché suffisant à sa production, l'Allemagne était exportatrice en constructions métalliques proprement dites (ponts et charpentes) aussi bien qu'en appareils de levage et de manutention, et sa concurrence se faisait nettement sentir en France.

L'Angleterre, avec ses colonies, absorbait sa production propre, bien qu'elle fût également considérable.

Situation française. — La France, riche en matériaux de construction de toutes sortes, venait, avant la guerre, bien après ces trois grands pays au point de vue de la production et de la consommation. Notre vie industrielle, moins développée, n'avait pas les mêmes besoins; nos méthodes de construction des bâtiments s'appuyaient encore principalement sur l'emploi des matériaux naturels. Cependant, dans les dernières années qui précédèrent la guerre, l'utilisation du métal devenait de plus en plus fréquente; les méthodes américaines d'édification rapide des grands immeubles se faisaient jour en France. Mais l'absence de grands programmes de travaux,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

notamment dans l'aménagement des ports en moyens de manutention, ne permit pas à cette industrie de prendre un essor comparable à celui des autres grandes nations.

En France, où la notion du beau et de l'esthétique est répandue même dans les classes populaires, et dont les architectes, passés maîtres dans l'emploi de la pierre et des autres matériaux naturels, se sont acquis à juste titre une réputation mondiale, l'emploi de la construction métallique est encore fréquemment discuté dans les projets de bâtiments et d'ouvrages d'art. D'autre part, des réglementations sévères limitent dans presque toutes nos grandes villes l'édification en hauteur, pour de justes raisons de perspective et d'harmonie.

C'est ce qui explique que l'industrie française de la construction métallique était, en dehors de la construction de quelques grands ouvrages nécessités par les routes et les voies ferrées nouvelles, plutôt cantonnée aux bâtiments industriels, aux petits ouvrages et aux appareils de levage et de manutention. Nous verrons d'ailleurs combien, dans cette dernière branche, nous étions importateurs.

Nous étudierons parallèlement ce que l'on convient d'appeler la serrurerie de bâtiment, la construction métallique proprement dite et l'industrie des appareils de levage. D'après les résultats statistiques du recensement[1] de 1906, il existait en France :

9,786 entreprises de serrurerie de bâtiment, dont 9,375 occupaient moins de dix personnes.

Le personnel employé par ces maisons s'élevait au chiffre de 53,944 ouvriers dont 53,683 hommes. Le département de la Seine occupait 22 p. 100 de ce personnel.

Les mêmes statistiques signalent qu'il n'a pu être recueilli de renseignement précis sur la production française.

Dans les chiffres donnés figurent donc, surtout, les petites entreprises de serrurerie, qui sont légion dans les villes et villages, occupant un personnel des plus restreints et qui font un peu tous les travaux de petite construction.

D'une enquête à laquelle nous nous sommes livrés auprès de la Chambre syndicale de la Serrurerie, nous avons recueilli les quelques chiffres suivants, qui peuvent donner une idée plus précise de la situation de cette industrie en France, avant la guerre :

Dans la *région parisienne*, on compte trente et une maisons faisant la construction métallique et la serrurerie de bâtiment. Elles occupaient avant la guerre environ 5,250 ouvriers et pouvaient produire un tonnage annuel maximum de 94,000 tonnes. A ce nombre il faut ajouter 1,500 à 1,600 petits serruriers en boutique ou travaillant en petit atelier, pouvant occuper 3,300 ouvriers, et produire 20,000 tonnes par an. Nous arrivons ainsi à un chiffre total pour la région parisienne de : 8,500 à 9,000 ouvriers[2] produisant 114,000 tonnes par an.

En province, disséminées un peu sur tout le territoire, existent vingt-cinq maisons faisant la construction métallique, occupant 3,500 ouvriers environ et pouvant produire un tonnage annuel de 63,000 tonnes.

Il faut ajouter un nombre considérable de petits serruriers et maréchaux ferrants, difficile à évaluer.

---

[1] Évaluation de la production française, 1917 (Ministère du Commerce).

[2] Chiffre résultant d'une simple évaluation et différant sensiblement de celui donné par l'Évaluation de la production française en 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais on peut estimer, sans être loin de la réalité, l'ensemble de la production française annuelle à 200,000 tonnes y compris les ponts métalliques.

Au point de vue plus particulier des appareils de levage et de manutention, on comptait avant la guerre :

1° *Appareils de levage.* — 8 maisons importantes situées dans les régions suivantes :

Région parisienne	2
Jeumont	1
Fives-Lille	1
Ardennes (spécialité d'appareils pour aciéries.)	1
Région Le Havre-Rouen	1
Saint-Étienne	2

et peut-être 150 petites maisons construisant plutôt les petits appareils, et situées dans les régions suivantes : une quarantaine dans la région parisienne, une trentaine dans le Nord, autant dans la région Le Havre-Rouen, le reste dans la région de l'Est.

2° *Appareils de manutention mécanique.* — 4 grosses maisons : région parisienne, 3 (dont une entièrement tributaire de l'Allemagne); Nord, 1.

L'ensemble de cette industrie pouvant rémunérer une dizaine de milliers d'ouvriers.

D'une façon générale, nous voyons donc qu'il existait avant la guerre, en France, un nombre très restreint de maisons importantes, entourées d'une grande quantité de petits constructeurs faisant la serrurerie de bâtiment ou les petits appareils de levage.

Le commerce extérieur français de la Serrurerie de bâtiment, de la construction métallique et des appareils de levage est difficile à mettre en évidence au moyen des statistiques douanières, celles-ci étant assez imprécises.

Cependant, nous donnons dans les figures 224 à 229 les courbes d'importation et exportation en poids et en valeur pour les productions suivantes :

a) Les constructions métalliques comprenant les « pièces pour ponts fixes ou mobiles, pour charpentes de bâtiment ou autres, pour portes d'écluses, pour chemins de fer portatifs, et, en général, toutes pièces comprenant un ou plusieurs éléments percés ou ajustés, ou assemblés avec rivets et boulons, autres que les pièces de machines ou autres objets tarifés ailleurs, chaque élément pesant au moins 5 kilogrammes le mètre courant[1] ».

b) Les petits ouvrages métalliques non dénommés, comprenant les « pièces pour grilles, barrières de passage à niveau, pour marquises, serres, kiosques, vérandas, châssis fixes ou mobiles, fers à vitrages assemblés ou non en châssis, fermetures en tôle pour magasins, et, en général, toutes pièces comprenant un ou plusieurs éléments percés ou ajustés, ou assemblés avec rivets ou boulons, chaque élément pesant moins de 5 kilogrammes le mètre courant ».

---

[1] Il faut noter que certains chiffres de ces statistiques sont sujets à caution. C'est ainsi que les chiffres de 1917 donnent une importation de 80,401 tonnes pour 56,281,000 francs, valeur qui est certainement au-dessous de la réalité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) Serrurerie en acier, fer, fonte malléable, tôle de fer ou d'acier, en cuivre ou en laiton, y compris les serrures brutes ou finies de toute espèce, les rampes d'escalier, etc.

Il est impossible de donner les courbes d'importation et d'exportation des appareils de levage,

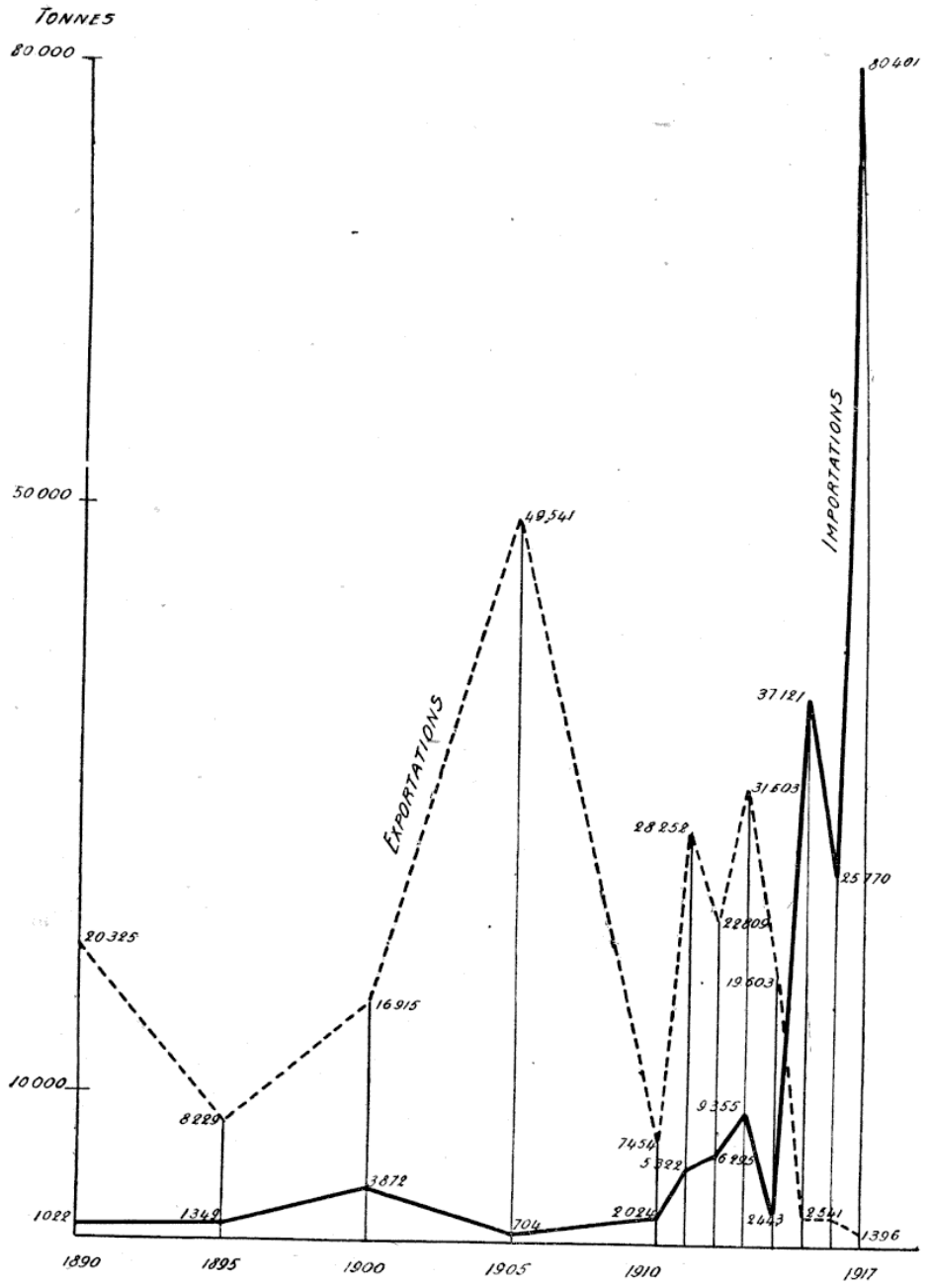


Fig. 224. — Constructions métalliques (Tonnage). Importations et exportations françaises de 1890 à 1917.

ceux-ci étant inclus dans une rubrique comprenant : machines pour la minoterie, moulins à cylindres, poulies de transmission, presses, matériel fixe de chemins de fer, etc.

Les courbes nous permettent de constater qu'avant la guerre nous étions plutôt exportateurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

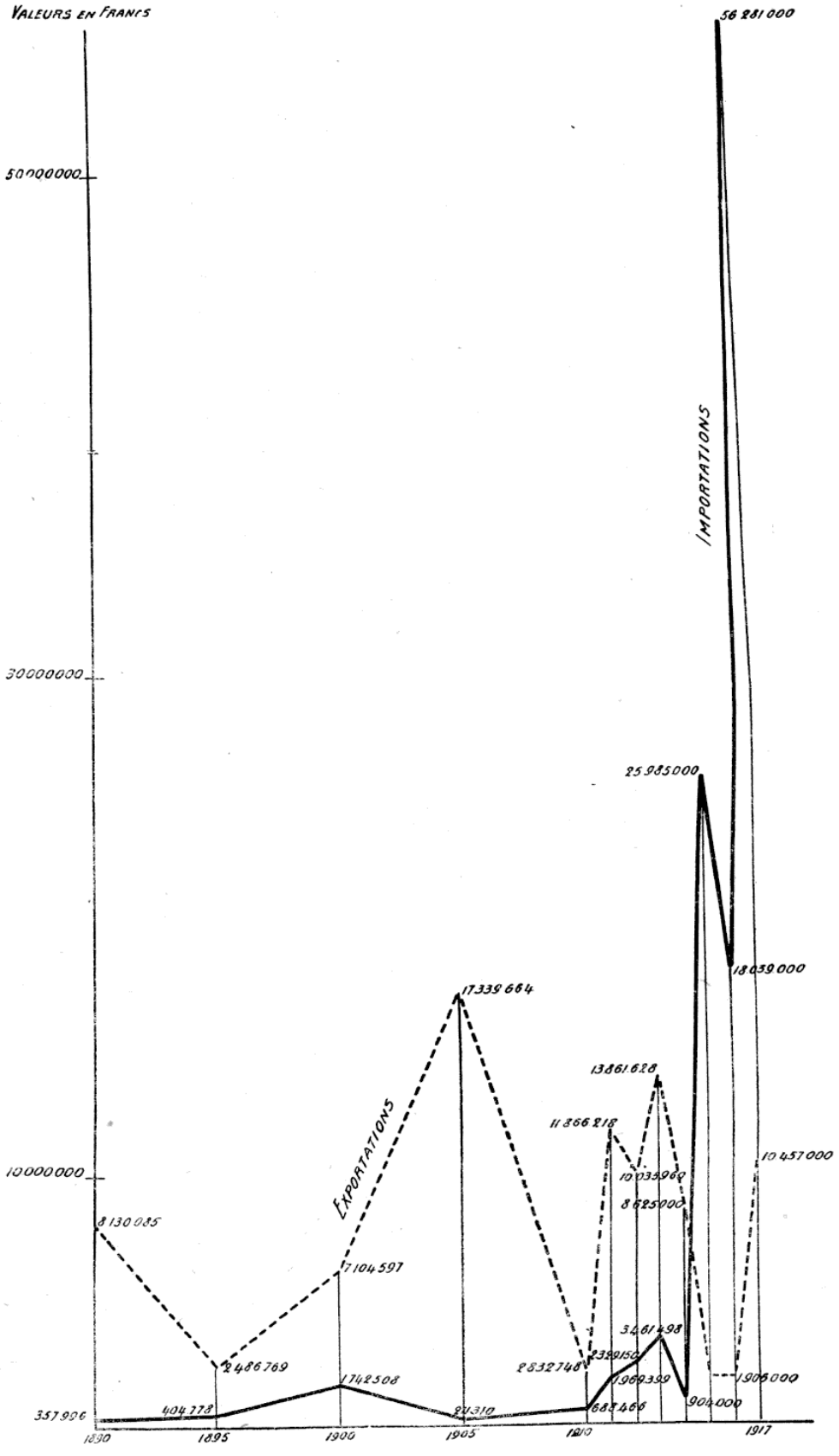


Fig. 225. — Constructions métalliques (Valeur). Importations et exportations françaises de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

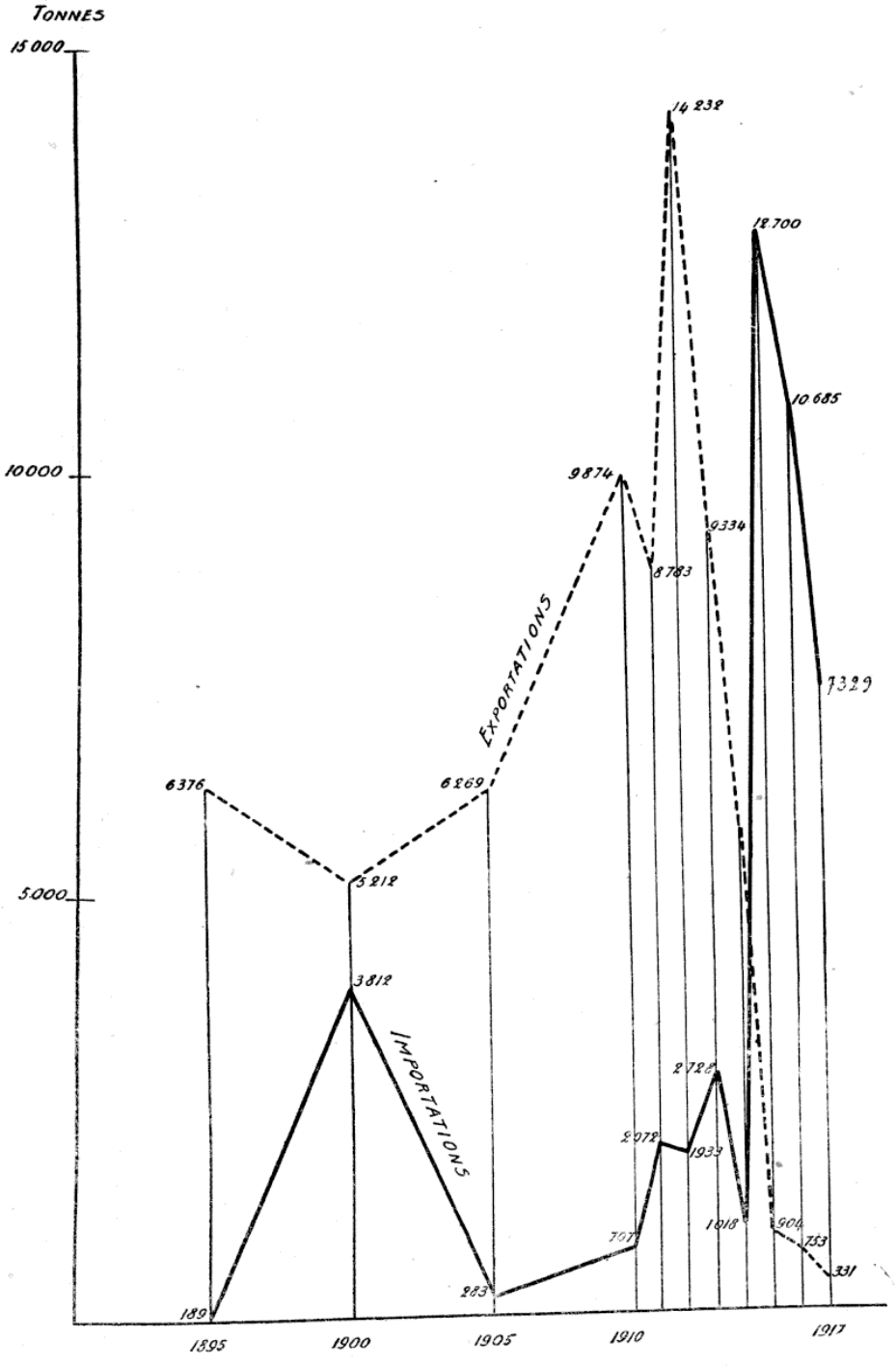


Fig. 226. — **Constructions métalliques. — Petits ouvrages non dénommés** (Tonnage). Importations et exportations françaises de 1895 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

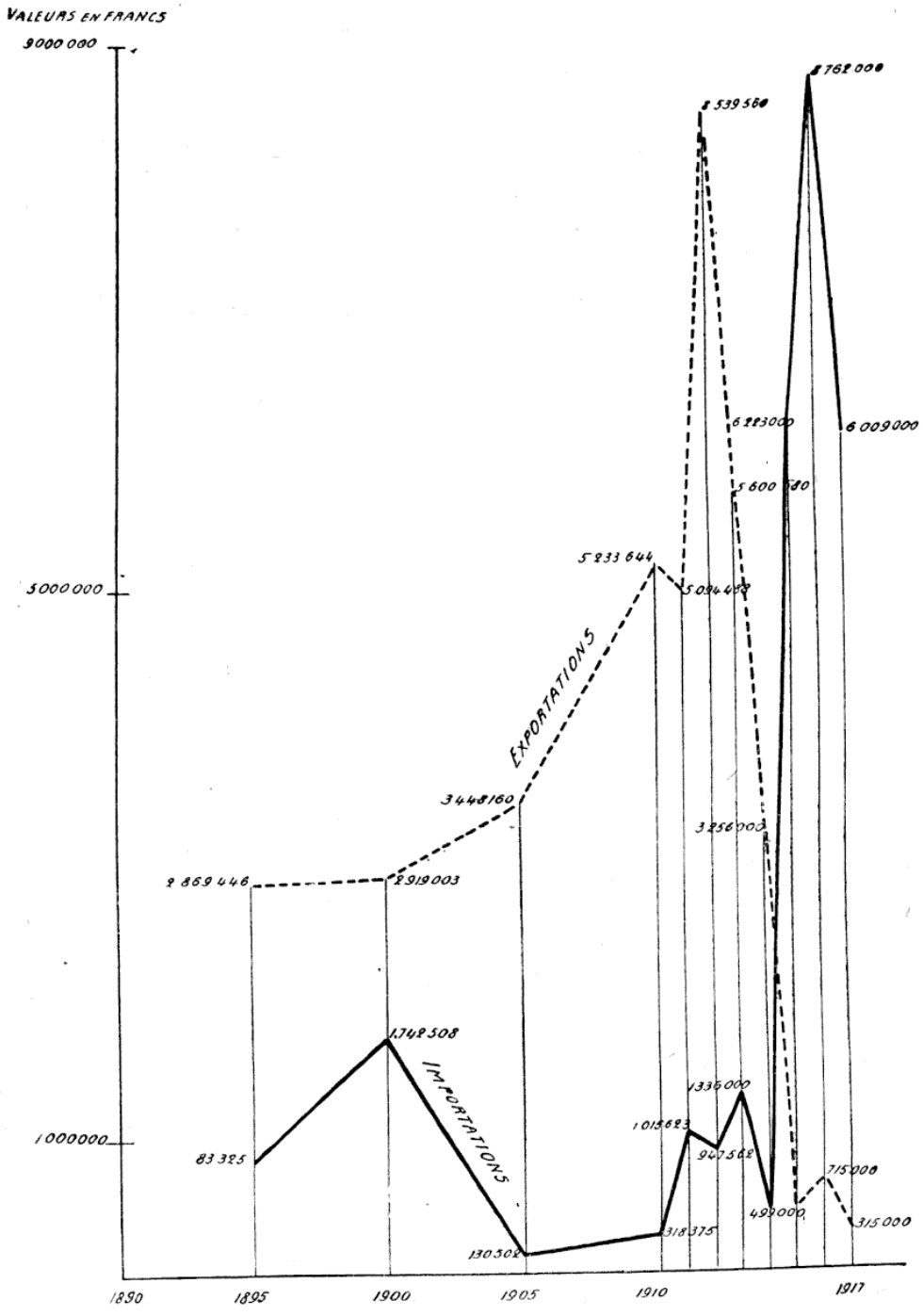


Fig 227. — Constructions métalliques. — Petits ouvrages non dénommés (Valeur). Importations et exportations françaises de 1890 à 1897.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

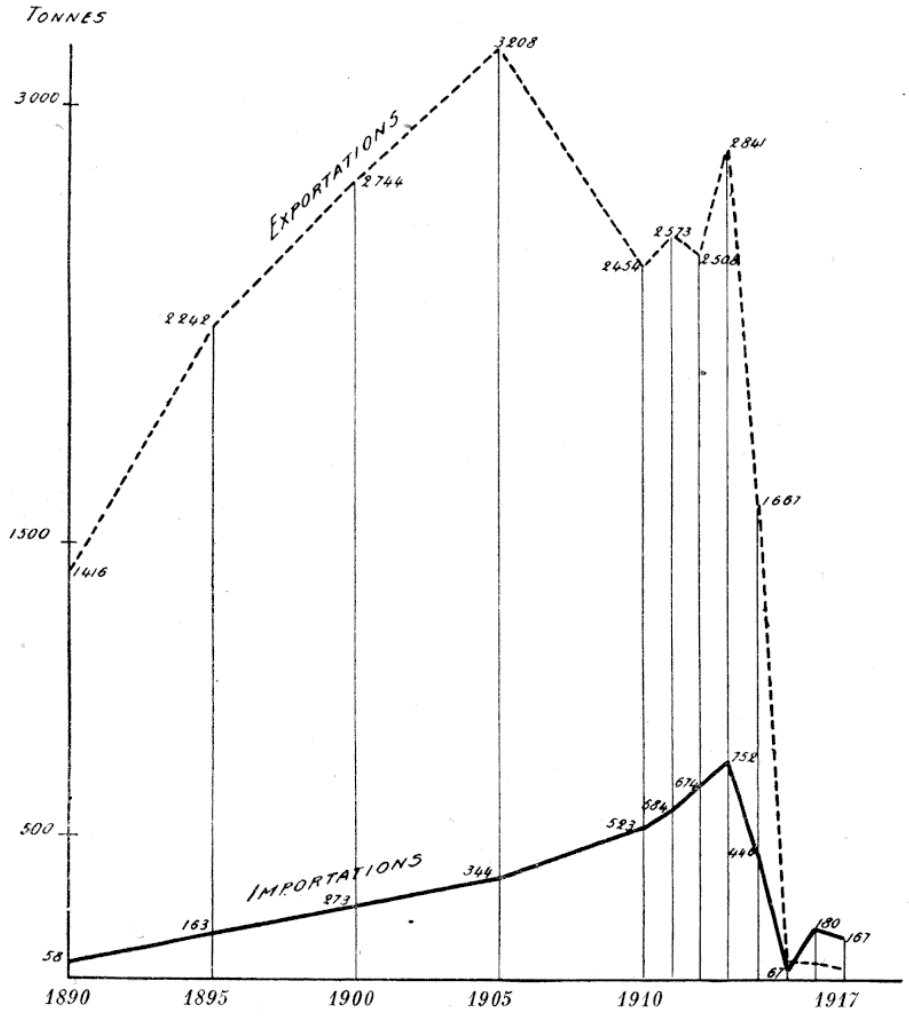


Fig. 228. — Serrurerie (Tonnage). Importations et exportations françaises de 1890 à 1917.

En 1913 la situation était la suivante :

CATÉGORIE.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Constructions métalliques	9,355	3,461,498	31,503	13,861,628
Petits ouvrages	2,731	1,336,818	9,334	5,600,580
Serrurerie	752	1.241,955	2,841	5,597,952

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

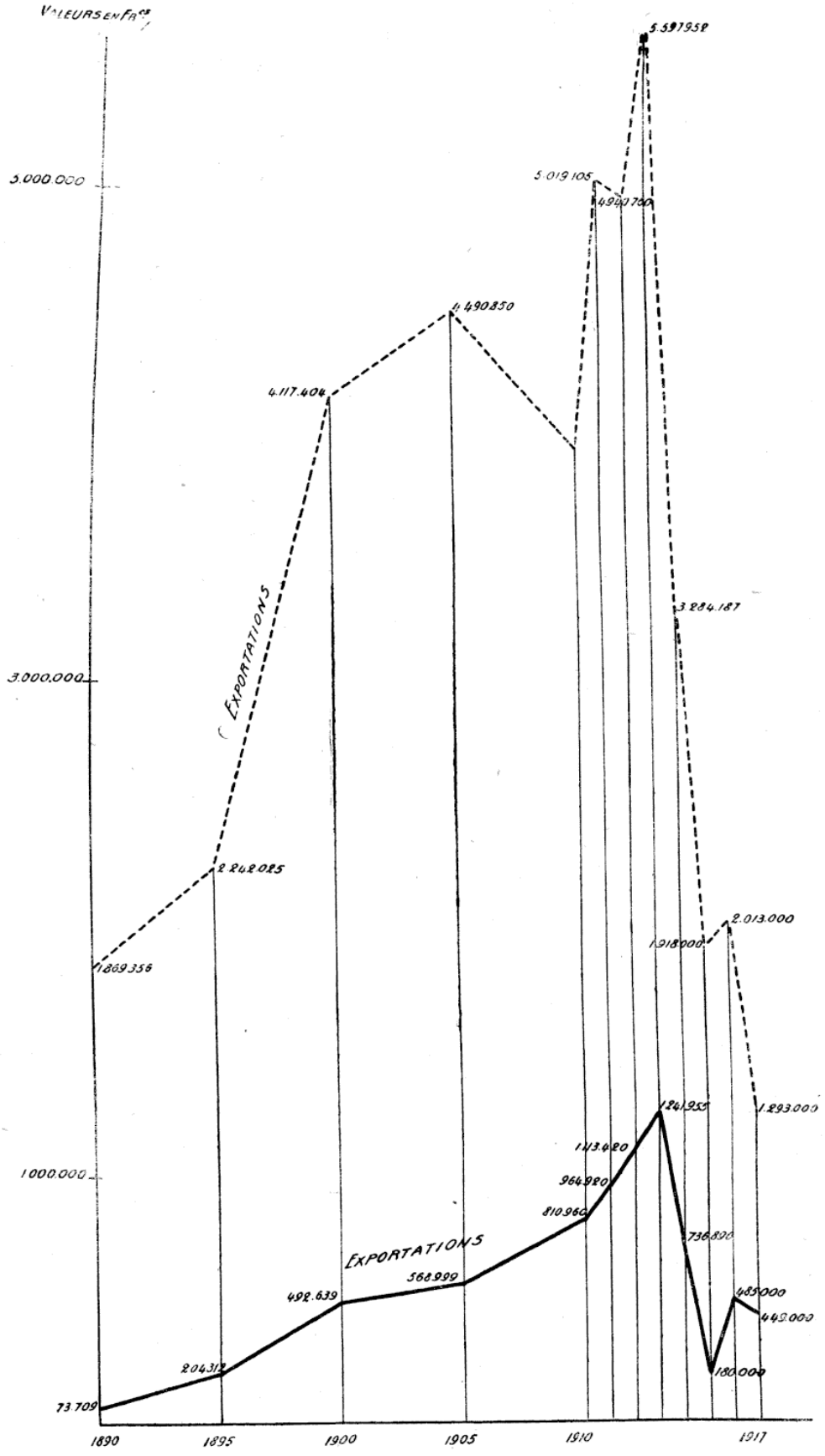


Fig. 229. — Serrurerie (Valeur). Importations et exportations de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au total, nous avions importé en 1913 pour 6,040,271 francs, et exporté pour 25,060,160 francs. Si nous étudions plus dans le détail les pays importateurs et exportateurs en 1913, nous pouvons

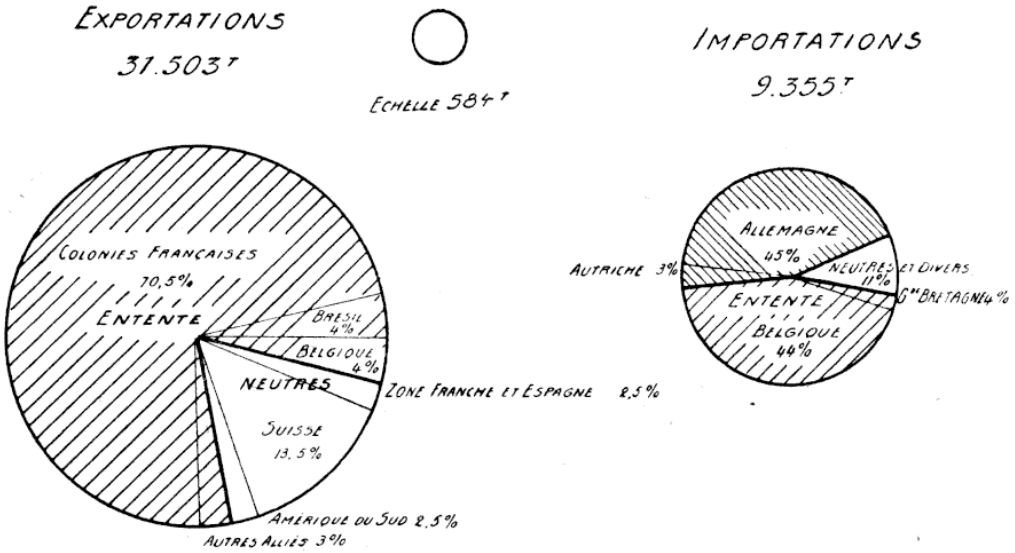


Fig. 230. — Constructions métalliques en fer et acier. — Importations et exportations françaises en 1913.

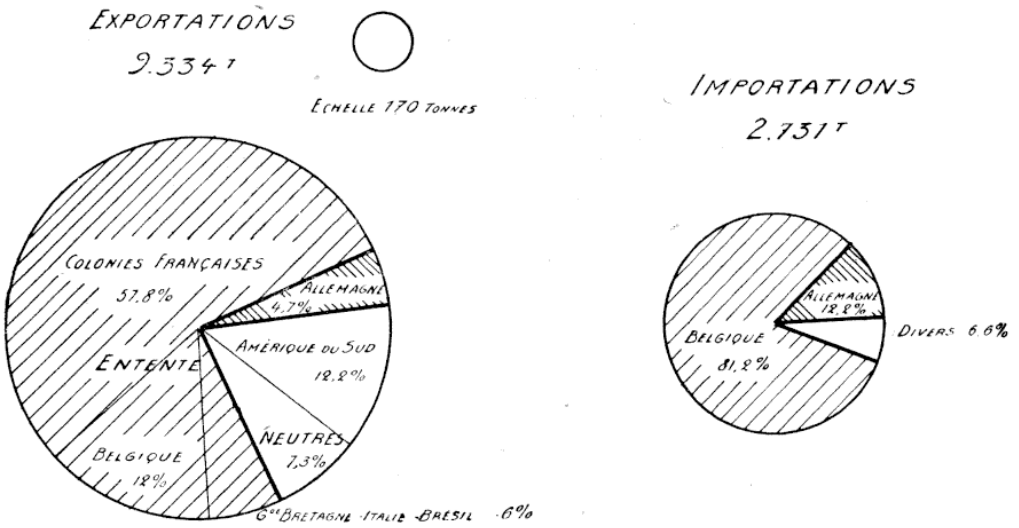


Fig. 231. — Constructions métalliques. — Ouvrages non dénommés. Importations et exportations françaises en 1913.

exposer schématiquement la situation par les diagrammes circulaires des figures 230 à 232 traduction des tableaux suivants :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

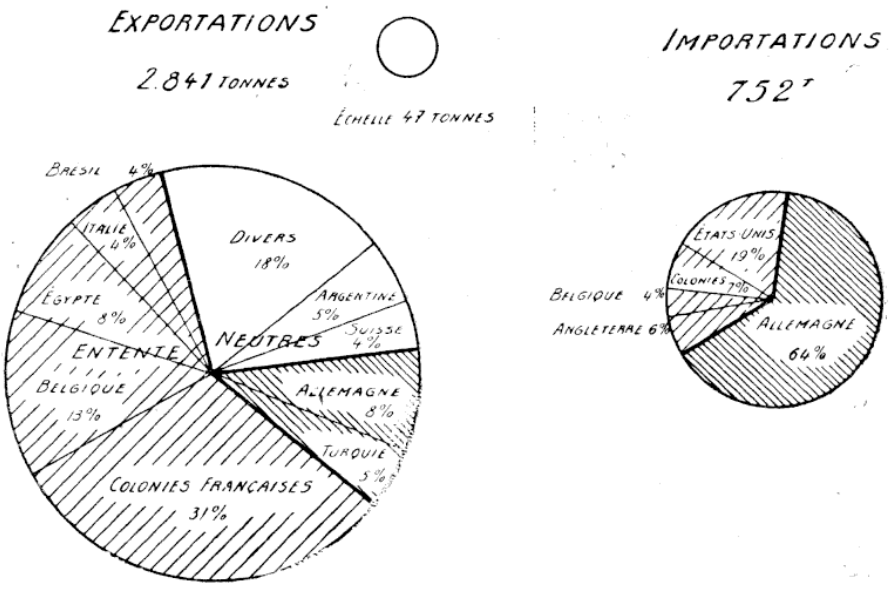


Fig. 232. — Serrurerie. — Importations et exportations françaises en 1913.

a) *Constructions métalliques.* — Détail par pays en 1913 :

PAYS.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Grande-Bretagne	403 3	//	56 1	//
Allemagne	3,909 7	//	//	//
Pays-Bas	488 0	//	//	//
Belgique	4,164 3	//	1,270 8	//
Suisse	46 0	//	4,188 7	//
Autriche-Hongrie	296 8	//	//	//
Autres pays	47 2	//	338 9	//
Tunisie	0 1	//	//	//
Espagne	//	//	519 8	//
Italie	//	//	421 5	//
Bulgarie	//	//	57 3	//
Serbie	//	//	39 3	//
Maroc	//	//	709 9	//
Brésil	//	//	1,282 2	//
Uruguay	//	//	62 3	//
République Argentine	//	//	621 8	//
Pérou	//	//	113 2	//
Chili	//	//	102 8	//
Cuba	//	//	105 2	//
Zones franches	//	//	251 9	4,462,348
Colonies françaises	//	//	21,352 0	9,399,280
TOTAUX	9,355 4	3,461,498	31,503 7	13,861,628

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b) Petits ouvrages non dénommés. — Situation en 1913 :

PAYS.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Grande-Bretagne	51	//	216	//
Allemagne	335	//	441	//
Pays-Bas	10	//	//	//
Belgique	2,218	//	1,127	//
Suisse	60	//	369	//
États-Unis	38	//	//	//
Autres pays	8	//	434	//
Colonies et protectorats	11	//	//	//
Espagne	//	//	155	//
Italie	//	//	93	//
Maroc	//	//	277	//
Mexique	//	//	109	//
Brésil	//	//	260	//
Argentine	//	//	489	//
Chili	//	//	102	//
Zones franches	//	//	153	//
Algérie	//	//	3,770	//
Tunisie	//	//	422	//
Madagascar	//	//	112	//
Indo-Chine	//	//	250	//
Martinique	//	//	164	//
Autres colonies	//	//	382	//
TOTAUX	2,731	1,336,818	9,334	5,600,580

c) Serrurerie. — Situation en 1913 :

PAYS.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Grande-Bretagne	41	//	//	//
Allemagne	485	//	208	//
Pays-Bas	12	//	//	//
Belgique	28	//	367	//
Suisse	29	//	107	//
États-Unis	150	//	//	//
Pays divers	6	//	537	//
Colonies et protectorats	1	//	272	//
Italie	//	//	101	//
Turquie	//	//	140	//
Égypte	//	//	210	//
Brésil	//	//	118	//
Argentine	//	//	152	//
Algérie	//	//	357	//
Tunisie	//	//	182	//
Indo-Chine	//	//	90	//
TOTAUX	752	1,241,955	2,841	5,597,952

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que l'Allemagne importait en France :

	IMPORTATION totale.
Constructions métalliques	45 p. 100
Petits ouvrages	12,2 —
Serrurerie	64 —

venant cependant après la Belgique, qui importait :

Constructions métalliques	44 —
Petits ouvrages	81,2 —
Serrurerie	4 —

Nos exportations allaient en majeure partie aux Colonies, puis vers l'Amérique du Sud et en Suisse.

Au total, nous voyons que dans cette année 1913 nous avons importé pour une valeur de 4,800,000 francs, et exporté pour 25 millions de francs.

Cependant, si nous défalquons le tonnage exporté aux Colonies, nous trouvons un chiffre d'exportation réduit à 10,750,000 francs.

En réalité, notre commerce extérieur était donc assez faiblement exportateur. Cela tient à ce que la plupart des pays construisent eux-mêmes leurs ouvrages d'art, pour eux ou leurs Colonies. L'édification des constructions métalliques par des maisons étrangères est en effet des plus délicates, les difficultés proviennent aussi bien de la main-d'œuvre locale que de la mise en œuvre des fers préparés et percés à l'usine. Souvent, les mêmes spécialistes qui ont fait à l'atelier le montage provisoire doivent faire sur place le montage définitif, ce qui entraîne des frais généraux assez élevés. L'industrie locale est, la plupart du temps, beaucoup mieux placée, économiquement parlant.

D'une façon générale, l'industrie de la construction métallique et de la serrurerie de bâtiment suivait, dans ses ventes, une courbe plutôt ascendante, mais avec des à-coups, les périodes d'activité, qui étaient celles des expositions, étant séparées par des périodes de dépression parfois profondes, où le travail était quelquefois exécuté à perte.

Il nous faut signaler ici une industrie intéressante, nettement exportatrice : celle de la *serrurerie d'art* et de la *ferronnerie d'art*, qui répandait dans beaucoup de pays, notamment ceux d'influence latine, le goût et le renom de l'artisan français. Ferronnerie de luxe, rampes d'escalier en fer forgé, lampadaires d'ornementation, marquises et balcons en fer et cuivre, paumelles de style, etc., tout ce qui contribue à ornementer et à embellir les habitations ou les palais et doit présenter la touche d'un goût averti et la facture d'un art délicat était exporté de France jusque dans les pays les plus éloignés, particulièrement l'Amérique du Sud. Nous en parlerons à nouveau dans le chapitre consacré aux Industries d'art.

Dans quelles conditions se développait avant la guerre l'industrie des appareils de levage et de manutention?

Ici nous étions nettement tributaires de l'étranger.

Très peu productrice, la France importait la plupart de ses ponts roulants, bascules, treuils, grues, bigues et appareils de transport et de manutention.

40 p. 100 de l'importation provenaient d'Allemagne; le reste était fourni par la Belgique, la Suisse, un peu par l'Angleterre, très peu par les États-Unis.

Les Allemands avaient plus particulièrement tendu leurs efforts vers les grosses installations pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

usines et ports. Leurs usines écoulaient en France, même pour des installations officielles, une partie de leur formidable production, sous le couvert de maisons françaises.

Produisant d'excellents appareils à des prix tels que toute concurrence devenait impossible (en utilisant en particulier certaines primes à l'exportation, qui devenaient leur seul bénéfice), ces firmes trouvaient en France des intermédiaires français qui plaçaient leurs installations complètes sous des étiquettes françaises.

C'est ainsi que beaucoup de gros travaux, commandés tant pour l'industrie privée que pour les compagnies de chemins de fer ou les chambres de commerce, ont été réellement exécutés entièrement, sous une façade française, par des maisons allemandes. La plupart du temps, les plans étaient fournis par ces maisons, démarqués en France et soumissionnés par les intermédiaires français. Les travaux étaient exécutés par une main-d'œuvre française, sous la direction de chefs monteurs allemands.

Quelquefois, les charpentes étaient faites en France d'après les plans allemands.

Bien que de grosses maisons françaises fussent la plupart du temps à même de fournir les moteurs et machines, les appareils de levage et de manutention étaient ordinairement montés avec une machinerie allemande.

On voit combien, dans cette branche, il était difficile de lutter contre cette organisation puissante, qui englobait certaines maisons françaises et non les moins connues.

La raison principale de l'impuissance des constructeurs français qui, la plupart du temps, eussent préféré de beaucoup fabriquer eux-mêmes plutôt que de servir d'intermédiaires, était le manque de puissance financière. C'est que chaque problème de transport, de levage ou de manutention est un cas particulier qui nécessite une étude spéciale, des plans s'adaptant aux lieux, et une mise au point délicate et toujours aléatoire. Les installations projetées entraînent une assez grande immobilisation de capitaux, et ne sont confiées, en général, qu'après une adjudication ne laissant que de faibles bénéfices. Dans ces conditions, comment ne pas accepter l'offre d'une maison étrangère, puissante, qui assurera à l'intermédiaire une rémunération certaine, prendra pour elle les frais et les risques et enlèvera l'affaire en livrant au prix de revient et même au-dessous, ne prenant pour elle qu'une prime d'exportation que lui verse son Gouvernement?

La faible production de la France était plutôt spécialisée dans les petits appareils de levage et de manutention, bascules, palans, chaînes, ponts roulants de faible tonnage, etc. Les fabricants français ne construisaient les gros appareils qu'à de très rares exemplaires.

Signalons enfin une spécialité dans laquelle les Allemands excellaient avant la guerre, celle des installations de machinerie pour théâtres, dont ils avaient presque le monopole.

Situation pendant la guerre. — *Situation française.* — Pendant les dix-huit premiers mois de la guerre, on peut dire que l'industrie de la construction métallique a cessé toute production, faute de matériaux, de main-d'œuvre et de commandes. Dans la suite, un certain nombre d'industriels ont travaillé pour les fabrications de guerre, un très petit nombre seulement pour la construction des ponts, dont la majeure partie a été faite par les ateliers de la Marine.

Les courbes relatives aux importations de constructions métalliques et de petits ouvrages montrent d'ailleurs qu'elles ont crû considérablement depuis 1914 jusqu'en 1915-1916.

La production en appareils de levage et de manutention a été également sensiblement nulle, les usines ayant été arrêtées, ou ayant travaillé pour les industries de guerre. Un certain nombre d'installations, cependant, ont été faites pour les arsenaux et les usines de guerre.

Il a été impossible de connaître les destructions d'ateliers de constructions métalliques, mais il y a tout lieu de croire que ceux du Nord et du Nord-Est ont été anéantis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un certain nombre d'appareils de levage et de manutention ont été importés en France, notamment d'Angleterre et d'Amérique.

Le prix de la main-d'œuvre a plus que doublé et celui de la matière première, fort rare, a sextuplé.

Deux ou trois maisons nouvelles construisant les appareils de levage se sont créées dans la région parisienne; deux autres dans l'Est; ces maisons sont d'ailleurs de faible importance.

Situation après la guerre. — *Situation française.* — Incontestablement, la France aura de très grands besoins en constructions métalliques.

Les matières premières, les produits du laminoir vont affluer. Nos constructeurs seront-ils à même de répondre aux demandes? Oui, sans aucun doute. Ils ont un état-major d'ingénieurs, de contremaîtres et de chefs monteurs qui peuvent résoudre tous les problèmes et venir à bout de toutes les difficultés.

Les méthodes les plus récentes et les plus perfectionnées leur sont connues : le manque de travail seul, avant la guerre, les laissait parfois dans l'inactivité.

D'une manière générale, cette industrie semble devoir suivre l'essor industriel et commercial du pays, sans qu'il y ait lieu de prévoir pour elle quelque développement brusque et excessif, analogue à celui qu'elle avait pris avant la guerre aux États-Unis et en Allemagne. Peu exportatrice en 1913, elle paraît devoir dans l'avenir, pour les motifs rappelés ci-dessus, rester confinée à nos propres besoins. D'autre part, l'emploi du métal dans la construction se développera certainement en France, mais dans des limites marquées par nos traditions (architecture et bâtiments) et par l'état du développement, déjà très avancé, de nos routes, canaux et voies ferrées (travaux d'art, ponts).

Concurrencée d'ailleurs par le béton armé et les matériaux naturels, la construction métallique paraît plutôt devoir s'appliquer dans l'avenir en France aux bâtiments industriels. Toutefois, n'oublions pas que des constructions de style en pierre de taille sont toujours possibles sur des carcasses métalliques; des exemples déjà nombreux ont consacré ce mode de construction rapide, dont l'application sera de plus en plus fréquente, surtout dans les grandes villes.

La serrurerie d'art conservera certainement la place qu'elle s'est acquise dans le commerce mondial; mais il est indispensable de lui former au plus tôt, dans nos écoles professionnelles, la main-d'œuvre nécessaire.

C'est surtout du côté de la construction des grands appareils de manutention et de levage — dont l'emploi s'étendra chaque année davantage — que les efforts les plus sérieux doivent être faits. L'Allemagne avait pris sur nous une avance considérable : il faut qu'après la guerre les capitaux affluent en France vers cette industrie qui, devenue puissante, doit être largement rémunératrice. Les débouchés sont nombreux; la main-d'œuvre se raréfiant ou devenant de plus en plus chère, les moyens mécaniques viendront remplacer tous les jours davantage les bras de l'homme. Presque tous nos ports, nos arsenaux et nos gares sont encore à équiper en appareils de manutention modernes.

Nos maisons françaises spécialisées dans ce genre de construction doivent prendre la place occupée chez nous par l'Allemagne.

Mais il faut créer, dans cette branche, une main-d'œuvre exercée et surtout un recrutement de professionnels techniciens spécialistes qui, jusqu'ici, ont fait défaut à la France. Pourquoi, à l'instar de la Belgique, n'organiserait-on pas des cours du soir professés par des ingénieurs en exercice, et s'adressant à des jeunes gens ayant reçu l'instruction primaire? Comme en Belgique, où ces cours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

existent et ont rendu les plus signalés services, l'État, la ville et les industriels intéressés pourraient assumer en participation la charge de ces chaires.

D'un autre côté, il est de toute nécessité que les forges françaises étudient et livrent certains profilés absolument indispensables à cette industrie, et que, jusqu'ici, on ne trouvait qu'en Allemagne : citons les poutrelles « Differdange », les rails « Rhotoerde », les rails « Bleichert », etc.

La question d'unification (standardisation) des profilés et des ouvrages courants intéresse au plus haut point les constructeurs. Leurs desiderata, déjà maintes fois exposés[1], sont bien connus. Un chapitre spécial traitera cette importante question qui semble devoir être résolue à bref délai.

Rappelons enfin que la construction métallique, qui utilise les produits du laminoir, doit pouvoir les obtenir au plus bas prix possible pour faire face à la concurrence étrangère.

D'autre part, il semble que cette industrie trouverait un avantage certain à l'établissement de comptoirs d'achat et de vente, groupant acheteurs et producteurs et régularisant la consommation et la production.

---

[1] C. Dumont. — Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES INDUSTRIES TEXTILES.

(CHAPITRES XIII À XX.)

Les matières textiles sont d'origine animale, végétale ou minérale.

Nous étudierons tout d'abord la laine et la soie, d'origine animale, puis le coton, le chanvre, le lin, le jute et la ramie d'origine végétale, enfin l'amiante d'origine minérale.

Il nous semble indispensable, pour la bonne compréhension de l'étude qui va suivre, de rappeler de façon très succincte, pour chaque matière, les diverses opérations par lesquelles elles doivent passer pour arriver sous leurs formes commerciales.

Examinons donc la succession des opérations pour la laine.

Coup d'œil général. — Après la tonte, la laine contient des matières étrangères, terre, paille, etc. et une matière grasse qui l'imprègne : le suint.

On commence par opérer un lavage méthodique à l'eau froide, puis à l'eau chaude, enfin au savon, on débarrasse ainsi la laine de la terre et du suint. Mais elle renferme encore la paille et les filaments courts, appelés *blousse*.

Sans autre préparation, la laine peut être *cardée*, opération qui consiste, en somme, à débrouiller les filaments très enchevêtrés. A cet effet, la laine passe entre des cylindres garnis de fines et nombreuses pointes d'acier constituant les machines appelées *cardes*. Les filaments de laine sont ainsi rectifiés, isolés, rendus parallèles, mis en nappes, puis en rubans qui seront ensuite filés.

La laine ainsi cardée est employée à faire les tissus cardés : draps de Sedan, d'Elbeuf, etc.

Lorsqu'on désire débarrasser complètement la laine de la paille et aussi des filaments courts, on emploie les machines peigneuses, d'ailleurs fort perfectionnées, qui, d'un coup de peigne donné sur la laine convenablement présentée, envoient d'un côté paille et filaments courts, de l'autre la laine longue absolument propre, et cela sans casser les filaments. La laine peignée sort de la machine sous forme de gros ruban, d'ailleurs assez irrégulier par suite des coupures produites par les coups de peigne.

La laine peignée est utilisée pour les tissus mérinos, tissus de robes, draperies fines, voiles, crêpes, la bonneterie, etc.

Le cardage et le peignage sont des opérations préparatoires. La laine arrive ensuite à la filature.

La transformation en fil peigné ou cardé étiré comporte deux phases : la préparation et le filage; la préparation a pour but l'amincissement du ruban de peignée et sa régularisation. La machine de préparation prend cinq à six rubans; elle les rend parallèles et cela en faisant en sorte que les coupures se contrarient. Elle les étire ensuite de façon que le ruban qui en sort soit plus mince que chacun de ceux qui le composent.

Suivant la régularité désirée, l'opération est répétée de six à douze fois. La laine passe ensuite au métier à filer.

Celui-ci fait trois opérations successives :

1° Il donne au ruban le dernier étirage qui fixe sa grosseur définitive, ce que l'on appelle le numéro (qui indique le nombre de kilomètres donnés par le kilo).

2° Il lui donne la torsion qui en fait le fil.

3° Il embobine le fil fait sur un fuseau nommé *broche*.

Le métier est une machine assez compliquée, délicate et précise, surtout pour le fil fin.

Le fil ainsi préparé constitue la matière première du tissage. Dans le métier à tisser, les fils de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaîne sont tendus en nappes qui s'ouvrent dans un ordre déterminé pour laisser passer la navette débitant la *trame* perpendiculairement à la chaîne. De cet entrecroisement naît le tissu.

Aperçu historique. — L'industrie textile mécanique ne remonte pas à plus de 150 ans.

Pendant des milliers d'années, le rouissage, le teillage du lin et du chanvre, le lavage de la laine faisaient partie des travaux agricoles. Pour ce qui concerne la laine, on peut croire que le lavage était rudimentaire et qu'on la travaillait comme le font encore les Arabes, les Bretons et les montagnards du centre de la France, sans la débarrasser complètement du suint. Le fil était plus souple et le tissu obtenu imperméable. Les Nerviens (Gaulois du Nord) avaient pour ces genres de tissus une réputation mondiale, et Caracalla doit son surnom à son habitude de porter la Caracalle nervienne.

Le peignage et le cardage se faisaient à la main au moyen de peignes en bois ou en fer et de chardons à cardes. On eut ensuite l'idée de couper ces têtes de chardons et de les appliquer sur des cylindres qui furent les premières cardes, puis au siècle dernier le chardon fut remplacé par des aiguilles d'acier posées sur un ruban de feutre garni de cuir ou de caoutchouc. Ce ruban était enroulé en spirales, sur des cylindres de bois ou de fer.

Le peignage mécanique fut étudié simultanément, à partir de 1820, en France et en Angleterre; il aboutit à des machines très différentes : la peigneuse anglaise dite Lister ou peigneuse circulaire, continue et de grand rendement, et la peigneuse française rectiligne, alternative, imaginée par un Alsacien Heilman, perfectionnée successivement par un ouvrier fourmisien Meunier, par un constructeur alsacien Schlumberger et un ingénieur avesnois Delette; elle produit moins que la peigneuse anglaise, mais elle est plus recherchée pour le travail de la laine fine.

Le filage et le tissage étaient depuis les temps préhistoriques des occupations familiales.

Dans le filage, l'ouvrière plaçait une certaine masse de matière textile sur sa quenouille, en étirait quelque filaments qu'elle roulait dans ses doigts de façon à en faire du fil qu'elle bobinait sur le fuseau.

La première machine à filer fut le rouet. L'étirage était encore produit par les doigts de la fileuse, mais la torsion était donnée par le fuseau qui tournait sous la commande d'une roue actionnée par une pédale.

A la fin du XVIII^e^ siècle, le fil tordu était bobiné presque automatiquement sur le fuseau par une ailette tournant avec lui, mais un peu moins vite.

A cette époque, un mécanicien anglais eut l'idée de monter plusieurs fuseaux ou broches sur un chariot qui s'éloignait du bâti pendant que le fileur donnait aux broches la torsion au moyen d'une manivelle. Puis, ramenant le chariot au bâti, il embobinait le fil sur les broches. Ce fut le *Mull-Jenny* ou métier renvideur.

Vers 1840, le Français Sauvage inventa le renvidage automatique, d'autres perfectionnements furent successivement apportés à cette machine par les constructeurs anglais et alsaciens qui constituèrent un métier absolument automatique, le renvideur self-acting, faisant à la fois de 600 à 1,000 bobines de fil.

Vers 1830, un Français, Fostier, eut l'idée de réunir sur un même banc, *le banc à broches*, plusieurs fuseaux à ailettes analogues au fuseau du rouet.

Cette machine mit plus de temps à se perfectionner que le Mull-Jenny. Elle était employée seulement pour les fils grossiers de laine cardée, de chanvre ou de jute. Les Alsaciens, vers 1870, remplacèrent l'ailette par un curseur[1] léger tournant sur un anneau entourant la bobine. A partir de ce moment, le continu put être employé pour les matières les plus fines et on peut dire qu'il est le

[1] L'idée du curseur serait peut-être d'origine anglaise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

métier à filer de l'avenir. Il a un mouvement beaucoup plus simple que le renvideur, demande moins de force, tient moins de place et peut être dirigé par une femme. »

Le métier à tisser est resté stationnaire pendant cinq ou six mille ans. Le seul perfectionnement de cette machine consista à porter de 2 à 5 ou 6 le nombre des nappes de chaîne que le tisserand soulevait au moyen de pédales, suivant un ordre déterminé, de façon à modifier légèrement l'aspect du tissu. Le grand initiateur du tissage moderne fut Jacquart[1], ouvrier lyonnais né en 1750. Il transforma complètement le métier à tisser, et de telle façon qu'après lui on n'eut plus à y apporter que des perfectionnements insignifiants.

Le principe de son invention consiste à commander la levée des nappes de chaîne en nombre illimité au moyen de cartons perforés d'avance suivant le dessin qu'on veut faire apparaître dans le tissu. La machine reproduit automatiquement le dessin le plus compliqué, paysage ou même portrait. La finesse et la perfection du dessin tissé ne dépendent que de la finesse du fil et du nombre de cartons.

Après Jacquart, pendant plus de cent ans, on n'apporta au métier à tisser que des modifications de détail. Il faut citer le métier *Revolver,* où les navettes de trame de nature ou de couleurs différentes sont montées sur un barillet tournant. La rotation de ce barillet est commandée par un système de cartons analogues à ceux de Jacquart. Suivant l'ordre des perforations, le barillet tourne de la quantité nécessaire et envoie dans le tissu la navette chargée de trame d'une nuance voulue.

Les Américains ont inventé les métiers automatiques genre Northrop pour diminuer la main-d'œuvre. Quand le fil de trame vient à casser, sans que le métier s'arrête, la canette du fil brisé est remplacée par une autre. On conçoit qu'avec ce système ingénieux un seul ouvrier puisse conduire jusqu'à dix métiers à la fois.

Dans les industries textiles secondaires, les Anglais sont les grands inventeurs. Ils avaient trouvé la machine à tricoter. Colbert parvint à l'introduire en France. Sous le Premier Empire un perfectionnement nous vint encore d'Angleterre. A la fin du XIX^e^ siècle seulement, les Allemands développèrent les machines à tricoter de grande production, les métiers rectilignes et les Rachel. Cela n'empêcha pas nos constructeurs français pendant la guerre, malgré la crise des aiguilles, de permettre aux bonnetiers de faire tous les genres de tricots qui venaient auparavant de Chemnitz. Pour la confection, tout le monde sait que ce sont les Américains qui construisirent les premières machines à coudre, vers le milieu du XIX^e^ siècle[2]. Les Allemands avaient cherché, suivant leur habitude, à les copier, mais ils ne fournissaient que du matériel à bas prix et de qualité secondaire.

Les métiers à broder et à dentelles mécaniques furent découverts en Angleterre vers 1850. Le principe en est très ingénieux et très différent du jacquart. C'est l'application du pantographe.

L'ouvrier qui conduit la machine suit avec une pointe mousse un dessin quelconque, le mouvement de la pointe est transmis par une règle à une centaine d'aiguilles qui reproduisent le même dessin en broderie sur une bande de tulle[3].

On peut ainsi imiter n'importe quel dessin de dentelle ancienne ou moderne. Si le dessin est assez enchevêtré, on pourra même faire disparaître chimiquement le tulle et ne laisser subsister que la broderie elle-même.

Ce court résumé montre clairement que ce sont les inventions anglaises, françaises et américaines qui sont à la base de l'industrie textile.

---

[1] Son appareil original figure au Musée du Conservatoire national des Arts et Métiers.

[2] L'inventeur de ces machines était un Français, Thimonier, dont la machine est à Paris au Musée du Conservatoire national des Arts et Métiers.

[3] On a pu tout dernièrement remplacer l'ouvrier conducteur par deux jacquarts qui guident la pointe du pantographe en fournissant pour chaque point du dessin ses deux coordonnées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIII.

LA LAINE.

1° Laine brute.

Situation à l'avant-guerre. — *Situation mondiale.* — La production mondiale de la laine se partage entre de nombreux pays dont les principaux sont l'Australie et la Plata.

Les courbes de la figure 233 donnent la production mondiale et celles de la figure 234 celles des principaux pays producteurs [1].

On voit que de 1890 à 1912 la production totale a passé de 900,000 tonnes à 1,400,000 tonnes, se trouvant ainsi multipliée par 1,55. Elle a augmenté notablement depuis 1911.

En 1912, la situation se présentait de la façon suivante [2] :

Production en France	35,334 tonnes.
— Grande-Bretagne	64,298
— Europe Centrale (non compris la France)	265,491
Production de l'Amérique du Nord	153,826
Total	**518,949 tonnes.**
Exportation d'Australie	377,626 tonnes.
— du Cap	50,609
— de la Plata, de l'Uruguay et de l'Argentine	246,624
— des autres pays d'Europe	106,769
Total	781,628 tonnes.
Total général	1,300,577 tonnes.

On voit que dans ce total l'Australie entre, par ses exportations, pour 29 p. 100, la Plata, l'Uruguay et l'Argentine pour 18,9 p. 100, l'Amérique du Nord pour 11,8 p. 100, l'Europe Centrale pour 20,4 p. 100.

La répartition de la production lainière entre les grandes régions consommatrices s'est faite suivant

---

[1] D'après le Rapport de la Commission des valeurs en douane.

[2] D'après la Commission des valeurs en douane.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

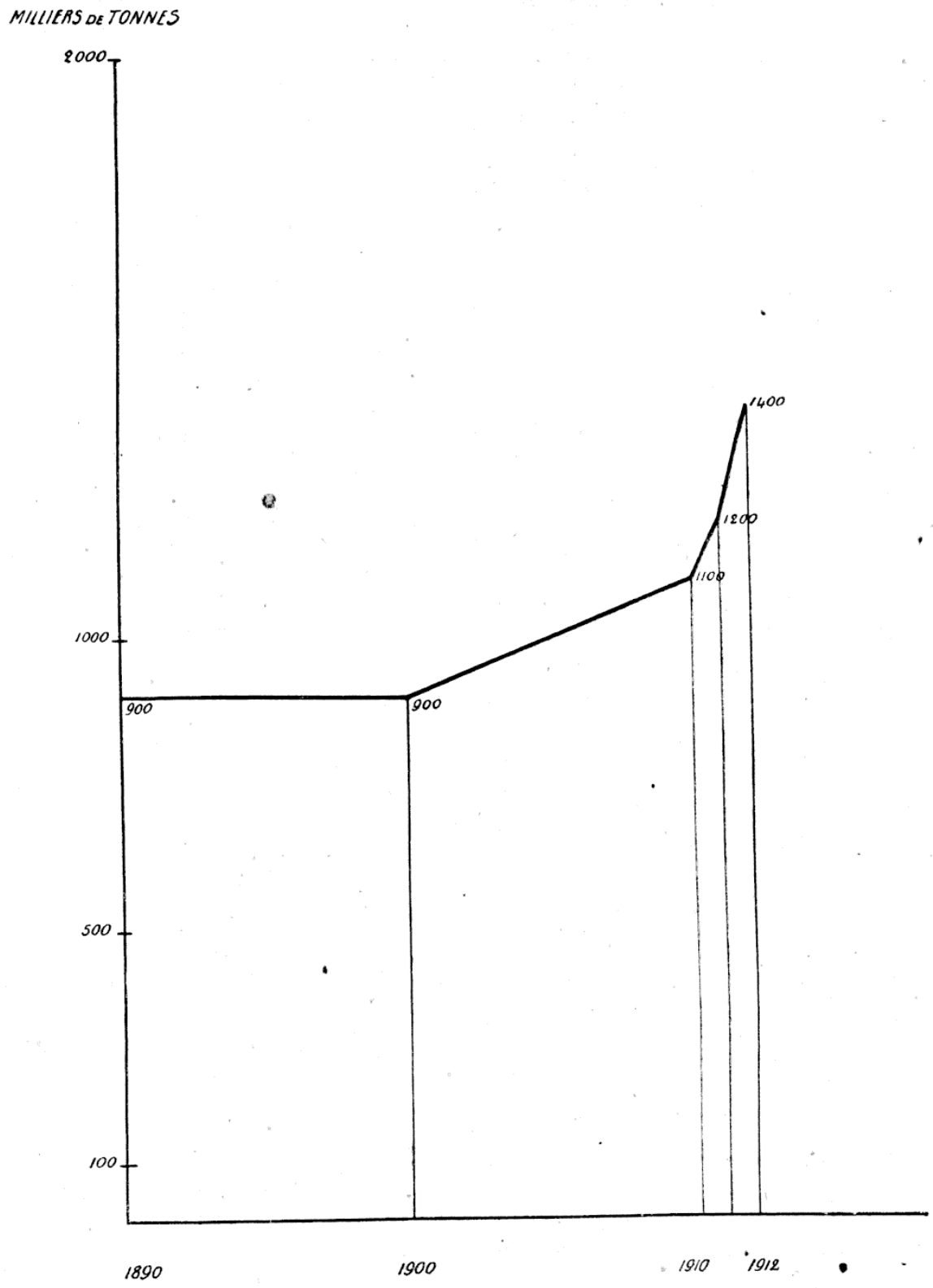


Fig. 233. — Laine. Matières premières. Production mondiale totale de 1890 à 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

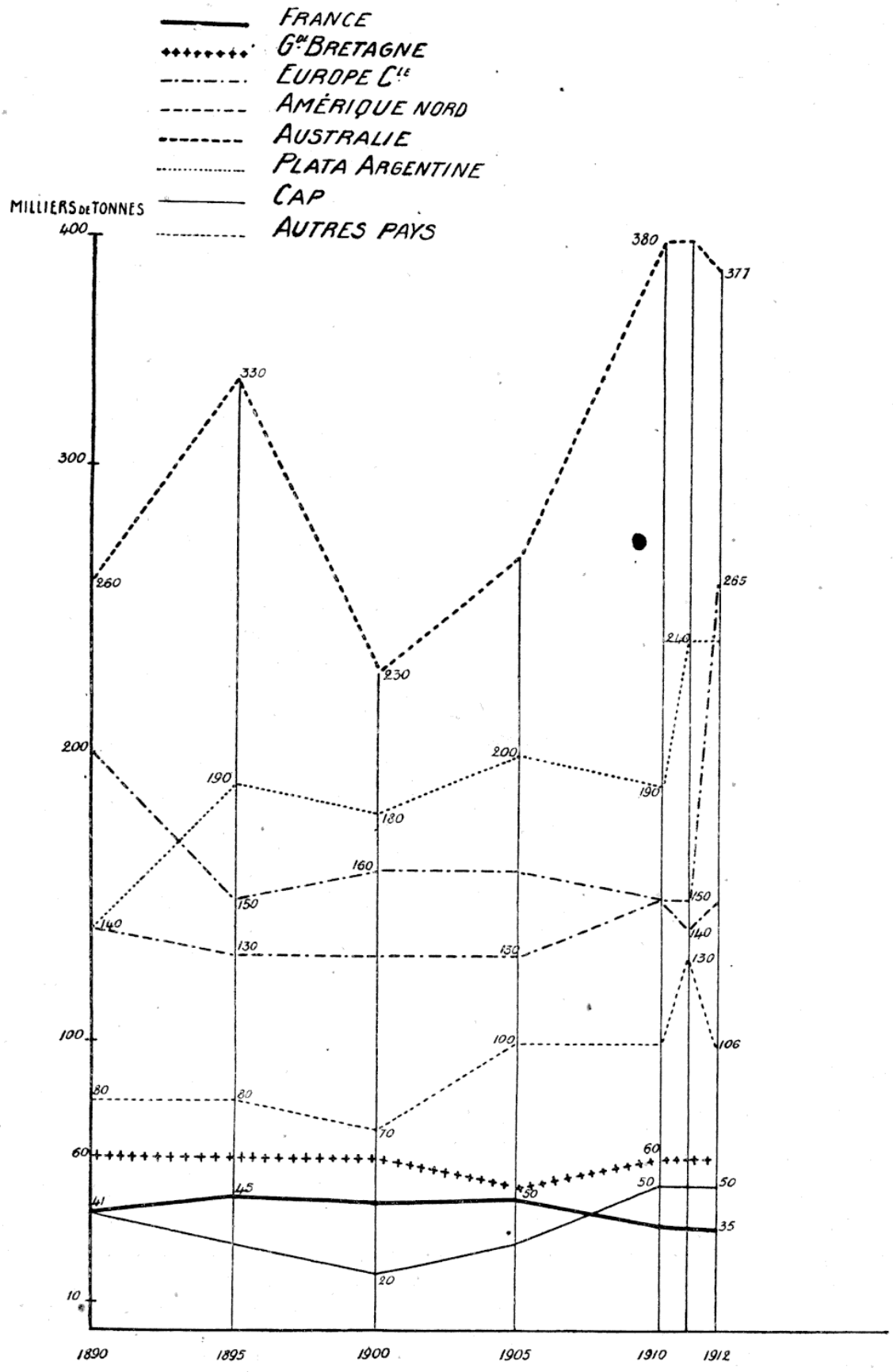


Fig. 234. — Laine. Production mondiale de laines brutes de 1890 à 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

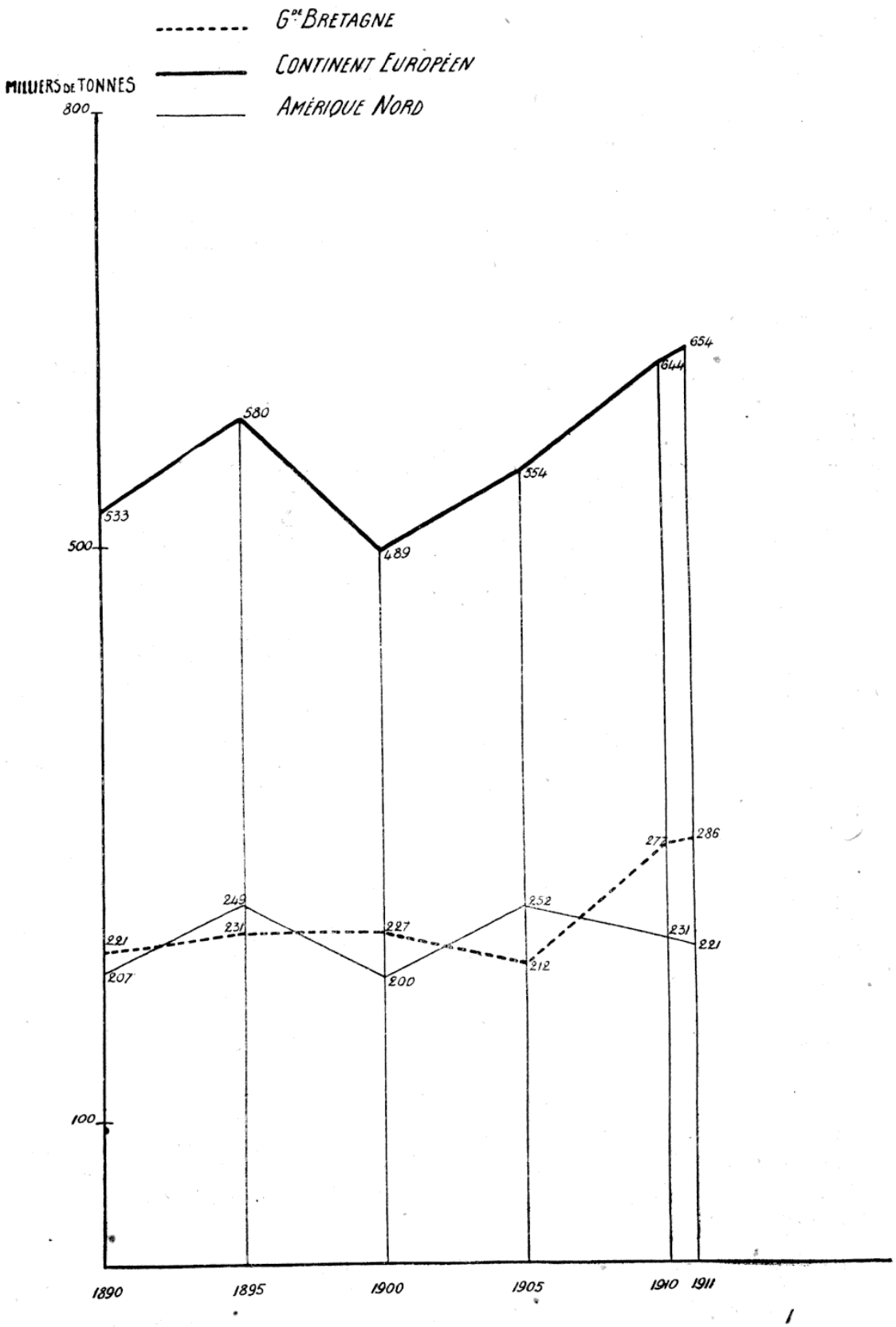


Fig. 235. — **Laine.** Répartition des laines brutes entre les grandes régions manufacturières de 1890 à 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les courbes de la figure 235, spécialement en 1911 (dernière année dont nous avons les résultats); les chiffres sont les suivants [1] :

Grande-Bretagne	286,700 tonnes.
Continent européen	654,600 —
Amérique du Nord	221,500 —
Au total	1,162,800 tonnes.

Situation française. — La production est nettement inférieure à notre consommation, ainsi que le montrent les courbes de la figure 236; nos importations sont donc bien supérieures à nos exportations.

En 1913, la situation se résumait comme suit :

Production	35,000 tonnes.
Importations	289,000 —
Exportations [2]	60,000 —

On voit que nos importations représentent plus de huit fois notre production.

Quels sont nos fournisseurs de laine brute?

En 1913, nous trouvons que l'importation totale de 285,292 tonnes, représentant une valeur de 700,185,660 francs, provient des pays suivants (voir fig. 237) :

	TONNES.
Les pays alliés nous ont fourni	170,864, soit 59,9 p. 100.
dont :	
Australie	93,884, soit 32,9 p. 100.
Algérie	8,931.
Grande-Bretagne	38,626.
Belgique	8,145.
Divers	21,278.
Les pays neutres	105,683, soit 37 p. 100.
dont :	
République Argentine	62,970.
Uruguay	26,122.
Divers	16,591.
Les autres pays	8,746, soit 3,1 p. 100.
dont :	
Allemagne	6,907.

	TONNES.
l'Allemagne	10,477, soit 17,4 p. 100.
la Belgique	29,118, soit 49,3 p. 100.
la Grande-Bretagne	11,231, soit 19,3 p. 100.
l'Italie	2,987.
la Suisse	5,057.

Quant à nos exportations, elles allaient surtout vers (voir fig. 237) :

---

[1] D'après la Commission des valeurs en douane.

[2] La consommation n'est pas donnée par la différence entre Production — Exportation + Importation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

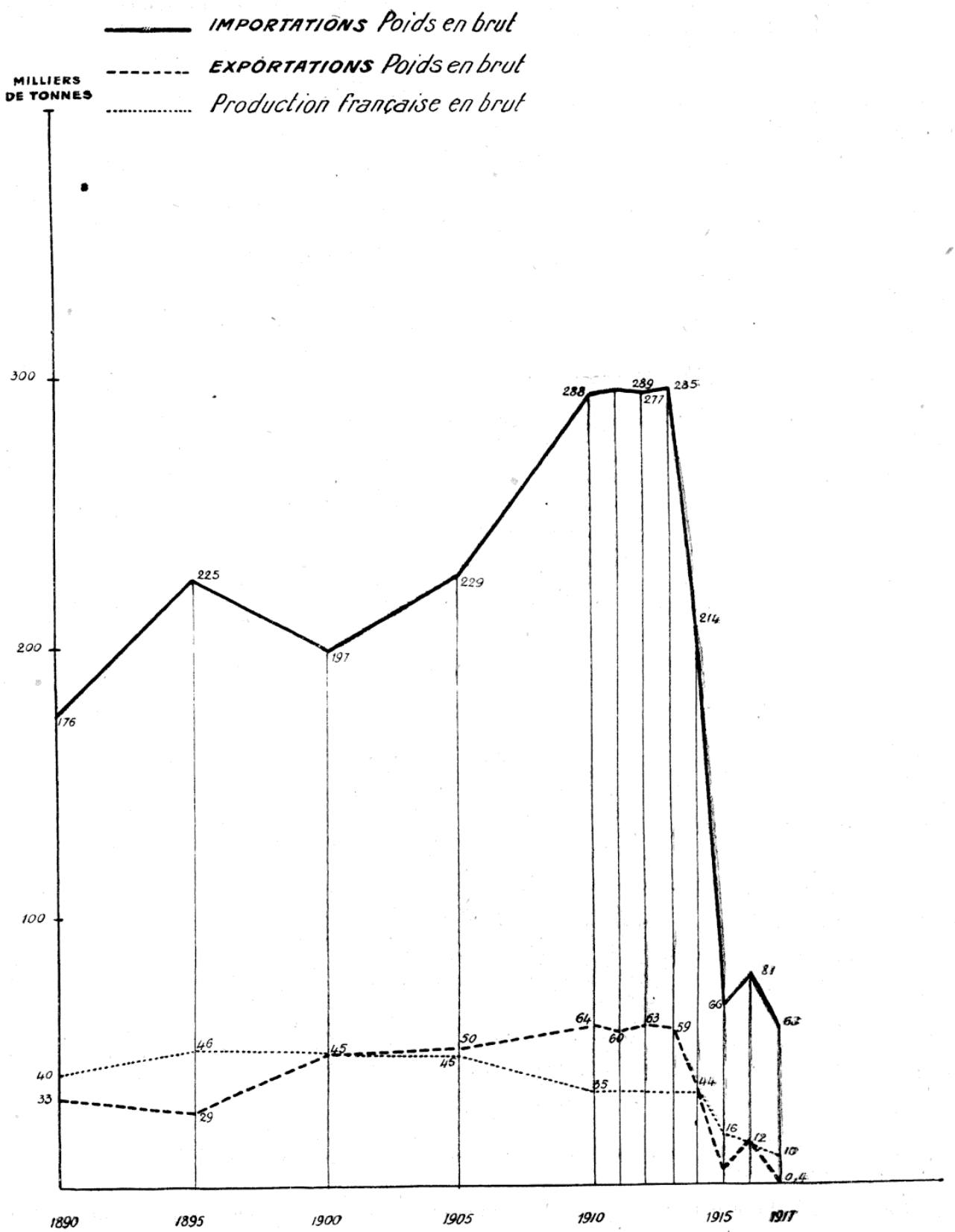


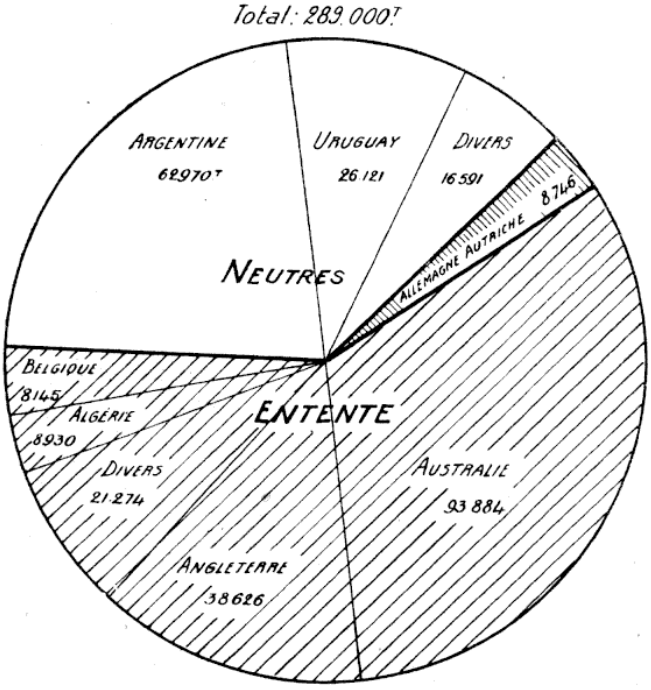
Fig. 136. — Laine. Importations et exportations françaises de laines brutes de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est bien à remarquer que les laines importées se divisent en trois classes :

Les laines provenant d'animaux importés vivants ; les laines encore adhérentes aux peaux importées, et enfin les laines importées en masses

IMPORTATIONS.



EXPORTATIONS.

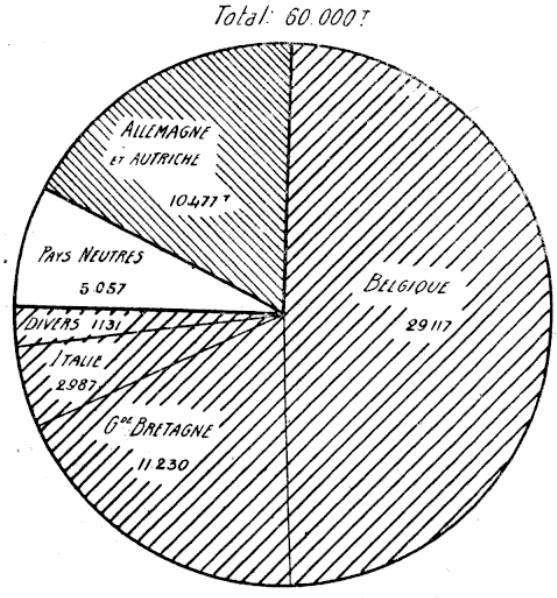


Fig. 237. — Laine. Importations et exportations françaises de laines brutes.

En 1912, la France a importé 813,306 moutons et brebis : elle en a exporté 9,657. Les 803,649 moutons ou brebis dont la laine est restée en France ont fourni 1,065 tonnes de laine en suint. La plupart des moutons ou brebis importés venaient d'Algérie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les laines importées encore adhérentes aux peaux se sont élevées à 67,105 tonnes, qui ont donné 34,548 tonnes de laine lavée.

On sait que l'industrie du délainage de la peau en France est centralisée principalement à Mazamet, qui est le grand centre, et à Croix, près de Roubaix. En 1912, Mazamet a traité 85 p. 100 des peaux recouvertes de laines qui ont été importées de la Plata, d'Australie et du Cap. Les laines importées en masse ont atteint 195,252 tonnes en 1912. Les importations de laine se totalisent donc de la façon suivante :

Laines importées	sur moutons et brebis	1,065 tonnes.
	avec les peaux	34,548 —
	en masses	195,252 —
	Total pour 1912	230,865 tonnes.

Ceci, d'après la Commission permanente des valeurs en douanes, correspond à 107,234 tonnes de laine lavée à fond. La production de laine brute, la même année, a été de 35,500 tonnes; elle a fourni, avec un rendement de 35 p. 100, 13,845 tonnes de laine lavée à fond.

Nos exportations se sont élevées à 59,244 tonnes en partie seulement lavées à fond. Elles correspondent à 23,864 tonnes de lavées à fond.

Évaluée de cette façon, la consommation française de laines lavées à fond a donc été la suivante (voir fig. 238) :

Importation	107,234 tonnes.
Production	13,845 —
Total	121,079 tonnes.
Exportations	23,800 tonnes.
Restées dans le pays	97,279 tonnes.

Situation pendant la guerre. — *Situation française.* — On n'a pas de chiffres précis sur la production nationale. Mais voici les importations et les exportations (en tonnes) :

ANNÉES.	IMPORTATIONS. LAINE BRUTE.	EXPORTATIONS. LAINE LAVÉE EN PARTIE.
	tonnes.	tonnes.
1913	285,292	59,244
1914	214,420	44,407
1915	66,467	5,092
1916	81,062	10,351
1917	63,356	4,520

Situation après-guerre. — *Situation française.* — Nous verrons plus loin que nos besoins seront augmentés.

En effet, du fait du retour de l'Alsace, notre consommation croîtra de 23 p. 100.

De plus, différentes filatures et tissages ont été montés pendant la guerre. On admet que, de ce fait, il y aura une nouvelle augmentation de 10 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

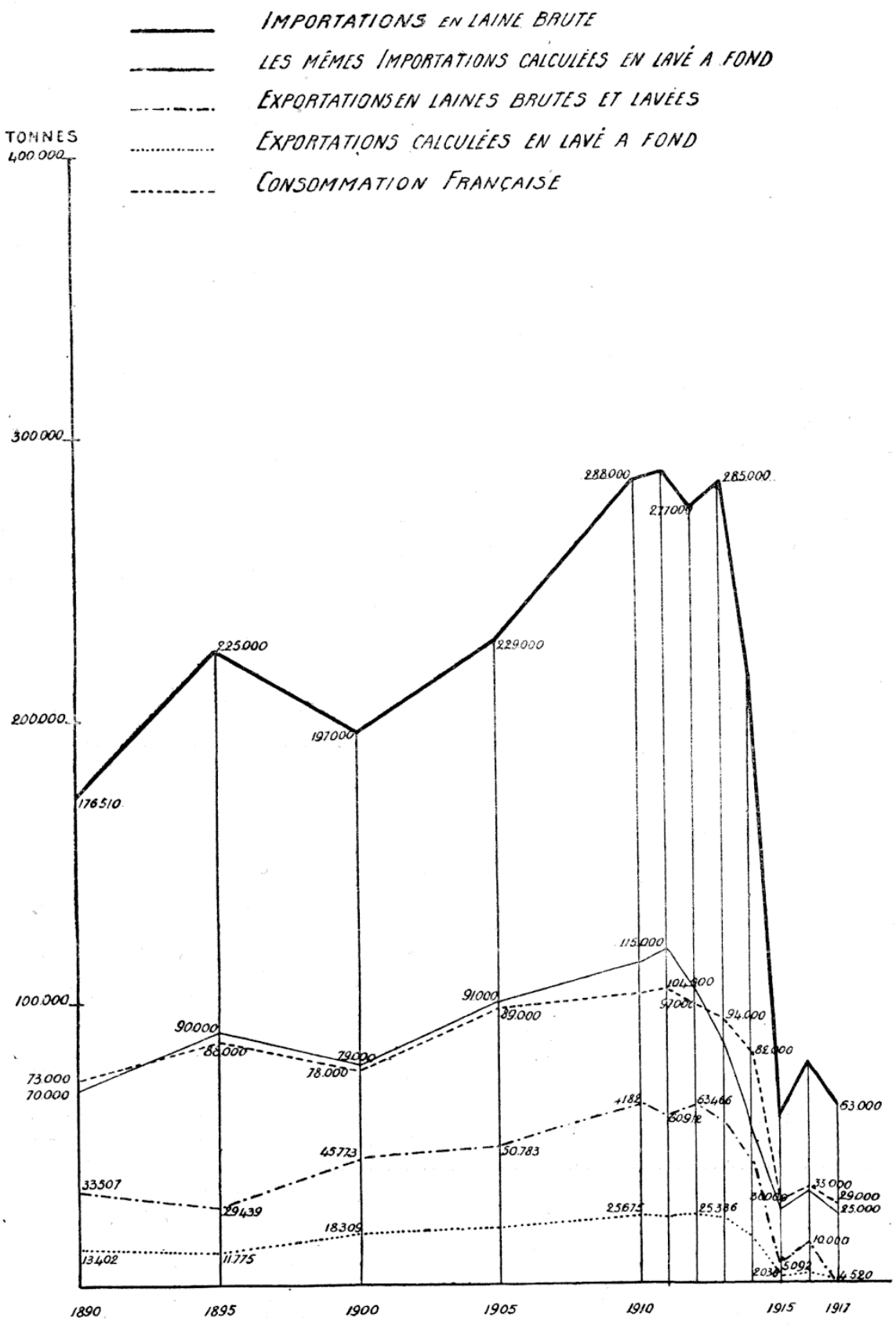


Fig. 238. — Laine. Situation générale en France du marché des laines brutes de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y aura donc, après reconstitution des pays envahis, une augmentation de consommation de 33 p. 100.

Et notre consommation totale deviendra 129,614 tonnes de lavées à fond, sans que l'on puisse espérer voir croitre sensiblement notre production; nos importations se trouveront donc portées à 140,000 tonnes de lavées à fond.

On pourrait arriver à l'augmentation de la production française en laine brute [1] en utilisant les contrées rendues désertiques par la guerre en y mettant des troupeaux. Il est facile d'augmenter notre nombre de moutons, nous avons d'excellents reproducteurs. Il l'est moins de créer des bergers. On pourrait utiliser pour cela un certain nombre de mutilés de la guerre à qui on donnerait un enseignement spécial.

2° Laine peignée. — Laine cardée.

Situation avant la guerre. — *Situation mondiale.* — On n'a pas de chiffres précis sur la production même des différents pays. Mais on connait le nombre de broches travaillant la laine peignée ou la laine cardée [2]:

Angleterre	5,625,000, soit 24 p. 100.
Allemagne	4,363,000, soit 18 p. 100.
États-Unis	4,021,000, soit 17 p. 100.
France	2,681,000, soit 11 p. 100.
Pays divers	2,500,000
Autriche	850,000
Russie	800,000
Belgique	563,000
Japon	400,000
Italie	360,000
Suisse	210,000
Espagne	150,000
Total	22,523,000

Le schéma de la figure 239 résume cette situation.

L'Annuaire de l'Union textile a conclu de cette répartition des broches la répartition suivante de la production mondiale pour 1907 (voir fig. 240).

PAYS.	LAINE		TOTAUX.
	PEIGNÉE.	CARDÉE.	
	nombre.	nombre.	nombre.
Angleterre	73,500	148,000	221,500
États-Unis	//	//	180,000
Allemagne	56,700	115,600	172,300
France	49,900	37,200	87,100
Autriche	10,700	15,100	25,800
Belgique	15,100	7,230	22,330
Total général	.....	.....	709,030

[1] Seydoux. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

[2] D'après la Circulaire Dalgety. (Rapport de la Commission des valeurs en douanes.) Dans cette circulaire on donnait les chiffres de 1907 en ajoutant une augmentation totale, pour 1912, de 41,200 broches.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

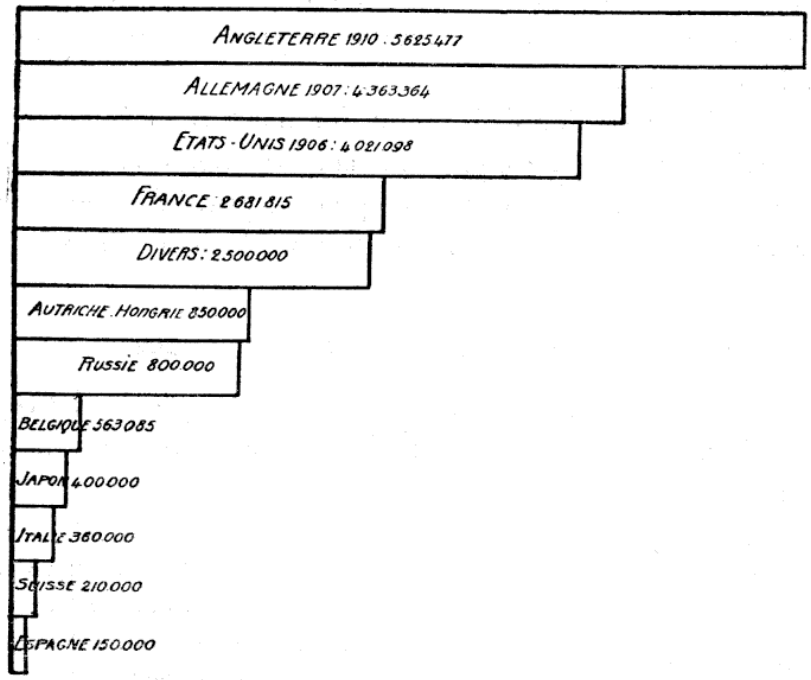


Fig. 239. — Laine. Répartition mondiale des broches à filer.

Total : 709,030 tonnes.

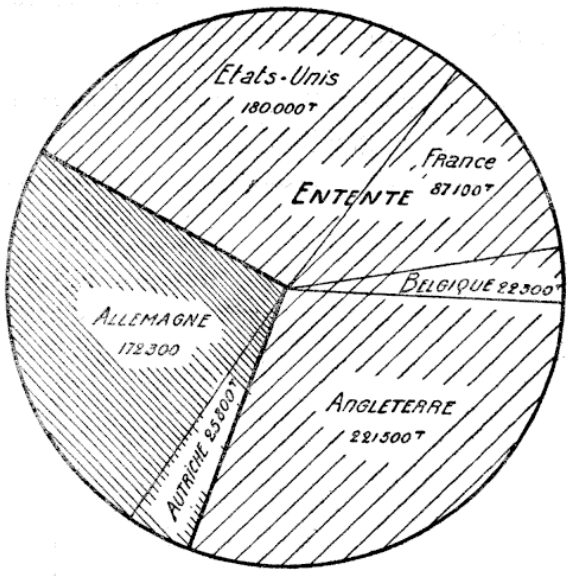


Fig. 240. — Laine. Répartition de la production mondiale de peignés et cardés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation française. — En 1911, la production pour le peigné et le cardé a été établie (Commission des valeurs en douanes) :

Au chiffre de	97,000	tonnes,
Les bureaux de conditionnement[1] ont donné le chiffre de	67,000	tonnes de peigné.
Il reste donc	30,000	tonnes pour le cardé.
La même année, nous avons produit	50,000	tonnes de fil peigné.
— produit et exporté	25,000	— de peigné en ruban.
— produit	38,000	— de fil cardé.
Ce qui donne un total de	113,000	tonnes de peigné et cardé.

Les courbes de la figure 241 représentent les variations des exportations et importations de 1890 à 1917.

On sait que l'opération du peignage est de plus en plus séparée de la filature dont elle était autrefois partie intégrante. La presque totalité des grandes usines qui font le peignage sont situées dans la région de Roubaix, Tourcoing et Reims.

Il y avait en France, en 1913, *2,000* peigneuses[2]; la moyenne de leur production était de 75,000 tonnes de peigné.

Le tableau suivant donne nos exportations et importations pour 1913 (voir fig. 242) :

EXPORTATIONS.		IMPORTATIONS.	
PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.	PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.
	tonnes.		tonnes.
Belgique	12,654	Entente	244
Italie	2,670	Neutres	8
Divers	671	Allemagne et Autriche	25
	15,995		
Neutres	886	Neutres	"
Allemagne et Autriche	4,488	Allemagne et Autriche	"
TOTAL	21,369	TOTAL	277

Nos exportations sont beaucoup plus importantes; elles représentent presque 100 fois nos importations.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — *Situation française.* — Notre production en laines brutes est tombée à 10,000 tonnes, en brut, représentant 4,000 tonnes de laine lavée.

---

[1] Il y aurait lieu d'ajouter les poids de peigné employés sans conditionnement par les établissements comportant peignage et filature : 8,000 à 10,000 tonnes.

[2] En Alsace, 500 peigneuses produisent environ 7,200 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

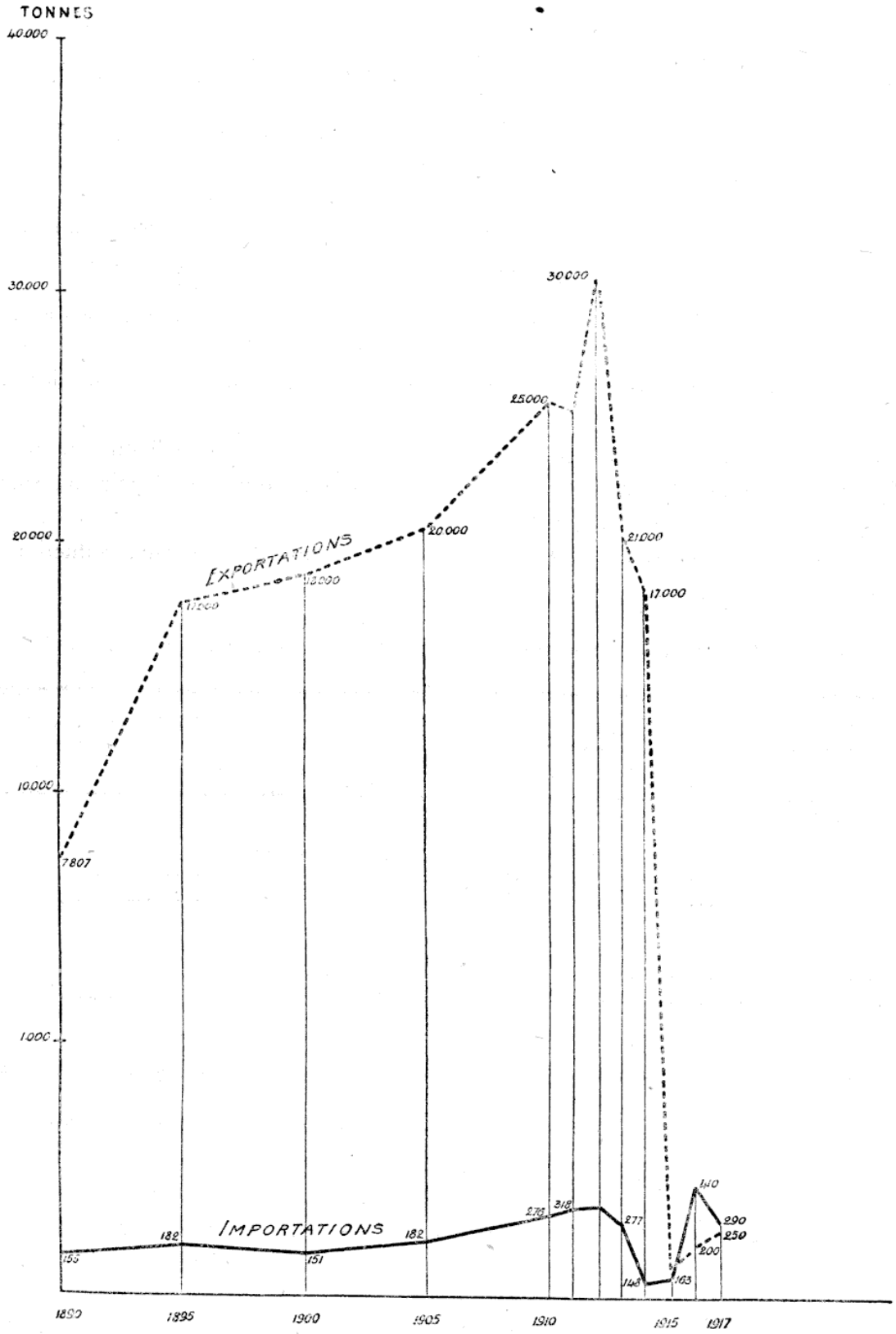


Fig. 241. — Laine. Importations et exportations françaises de laines peignées et cardées de 1890 à 1917.

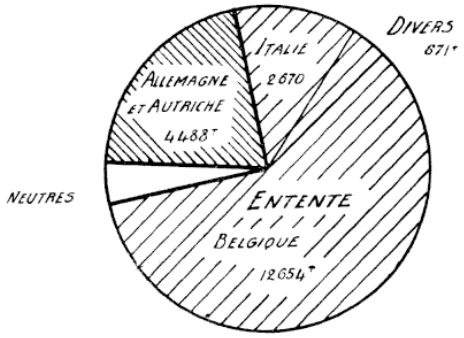
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les importations (réduites en lavé à fond) et les exportations ont été les suivantes :

DÉSIGNATION.	ANNÉES			
	1914.	1915.	1916.	1917.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Importations réduites en lavé à fond	85,768	26,582	32,357	25,000
Exportations	44,407	5,092	10,351	4,520
DIFFÉRENCE	41,361	21,490	22,006	21,520

En ajoutant à ces chiffres les 4,000 tonnes de production nationale en laines, calculées en lavées, nous aurons le chiffre de notre consommation : 25,000 tonnes environ. Il dépasse un peu ce que peuvent absorber nos machines, puisque le Comité interministériel de la laine est saisi d'assez nombreuses demandes d'exportations de peigné destiné à être filé à façon en Italie et en Espagne.

EXPORTATIONS.
Total : 21,369 tonnes.



IMPORTATIONS.
Total : 227 tonnes.

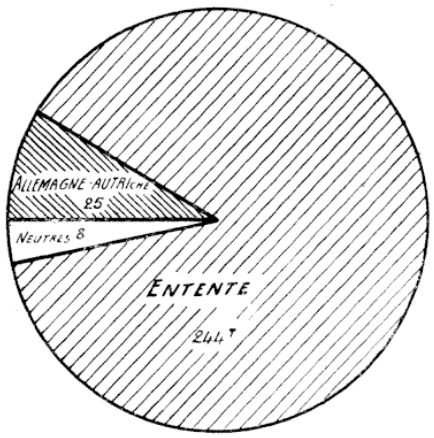


Fig. 242. — Laine. Importations et exportations françaises de laines peignées et cardées en 1913.

SITUATION À L'APRÈS-GUERRE. — *Situation française.* — La production de nos peignages et cardages sera augmentée de façon très importante par le retour de l'Alsace-Lorraine, d'une part, par les installations nouvelles faites pendant la guerre, d'autre part. En supposant la consommation intérieure constante, on a le tableau suivant en tonnes de laines peignées et cardées :

DÉSIGNATION.	PRODUCTION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	CONSOMMATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
En France 1911	113,000	318	22,000 (1)	88,318
En Alsace	20,000	"	"	23,000
Installations nouvelles	8,000	"	8,000	"
TOTAUX après la guerre	141,000	318	30,000	111,318

(1) Les exportations réelles en 1911 étaient de 25,000 tonnes, il faut en retrancher 3,000 tonnes à destination d'Alsace-Lorraine et qui ne figureront plus dans nos chiffres d'exportation d'après-guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Laine filée.

Situation avant la guerre, — *Situation mondiale.* — La production mondiale en filé est donnée figure 243.

En 1913, la production mondiale atteignait 814,507 tonnes se répartissant comme suit :

PAYS.	LAINE		TOTAL.	POURCENTAGE de LA PRODUCTION mondiale.
	PEIGNÉE.	CARDÉE.		
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	
Angleterre	73,500	148,000	221,500	27,2
États-Unis	//	//	180,000	22,2
Allemagne	56,700	115,600	172,300	21,1
France	49,929	37,248	87,177	11,0
Autriche	10,700	15,100	25,800	3,0
Belgique	7,230	15,100	22,330	2,5
Divers	//	//	105,400	13,0
Totaux généraux	.....	.....	814,507	100

On voit que l'Angleterre fournit 27 p. 100 de la production mondiale, les États-Unis 22 p. 100, l'Allemagne 21 p. 100, la France 11 p. 100.

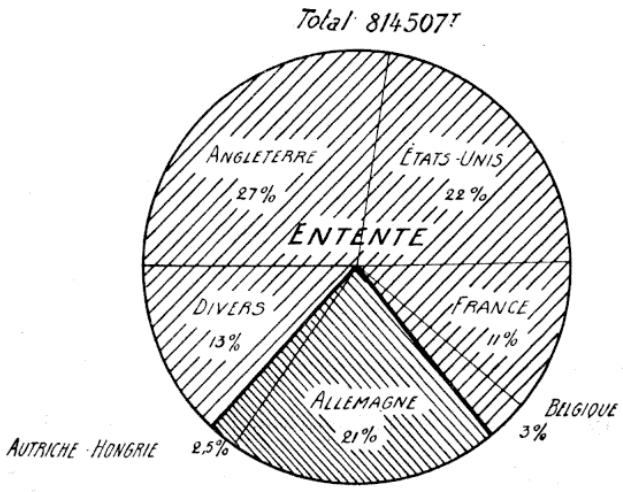


Fig. 243. — Laine. Production mondiale de laine filée en 1913.

Situation française. — Production. — La production des filés de laine en France s'est élevée en 1913 à :

50,000 tonnes données par les filatures en peigné, représentant environ 350 millions de francs;

38,000 tonnes données par les filatures en cardé, représentant environ 156 millions de francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les centres de filature de laine peignée sont les départements du Nord, de l'Aisne, du Pas-de-Calais, de la Somme et de la Marne, qui fournissent 96 p. 100 de la production nationale.

Les centres de filature de laine cardée sont bien plus nombreux; les principaux sont Mazamet, avec une production de 10,000 tonnes; la Normandie (Seine-Inférieure et Eure), avec une production de 6,000 tonnes; Roubaix et Tourcoing, avec une production de 5,000 tonnes, les Ardennes, de même production; Vienne, donnant 4,500 tonnes; puis les centres moins importants de Châteauroux, Fourmies, Reims.

L'outillage de la filature française comprenait en 1910 : 2 millions de broches pour laine peignée et 700,000 broches pour laine cardée[1]. Voici sa répartition par régions :

RÉGIONS.	BROCHES. en LAINE PEIGNÉE.	BROCHES. en LAINE CARDÉE.
	nombre.	nombre.
Fourmies, Cambrésis, Avesnes	912,000	12,000
Roubaix	308,000	//
Tourcoing	475,000	140,000
Ardennes	//	105,000
Seine-Inférieure, Eure	6,000	116,000
Somme et Pas-de-Calais	104,000	2,750
Marne	152,000	54,000
Territoire de Belfort	15,000	3,000
Mazamet	//	116,000
Vienne	//	51,000
Châteauroux	//	11,000
Lavelanet	//	16,000
Divers	22,000	56,000
TOTAUX	1,994,000	682,750

Importation — Exportation. — Consommation. — Notre commerce extérieur en filé de laine est résumé dans le diagramme (fig. 244) et la consommation dans la figure 245.

Celle-ci s'est élevée à 75,000 tonnes pour 1913.

Nos exportations ont augmenté d'une façon remarquable depuis 1905. En 1913, elles représentaient près de quatorze fois nos importations et s'élevaient à la valeur de 101,603,000 francs.

[1] Ministère du Commerce. — Évaluation de la production, p. 412.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

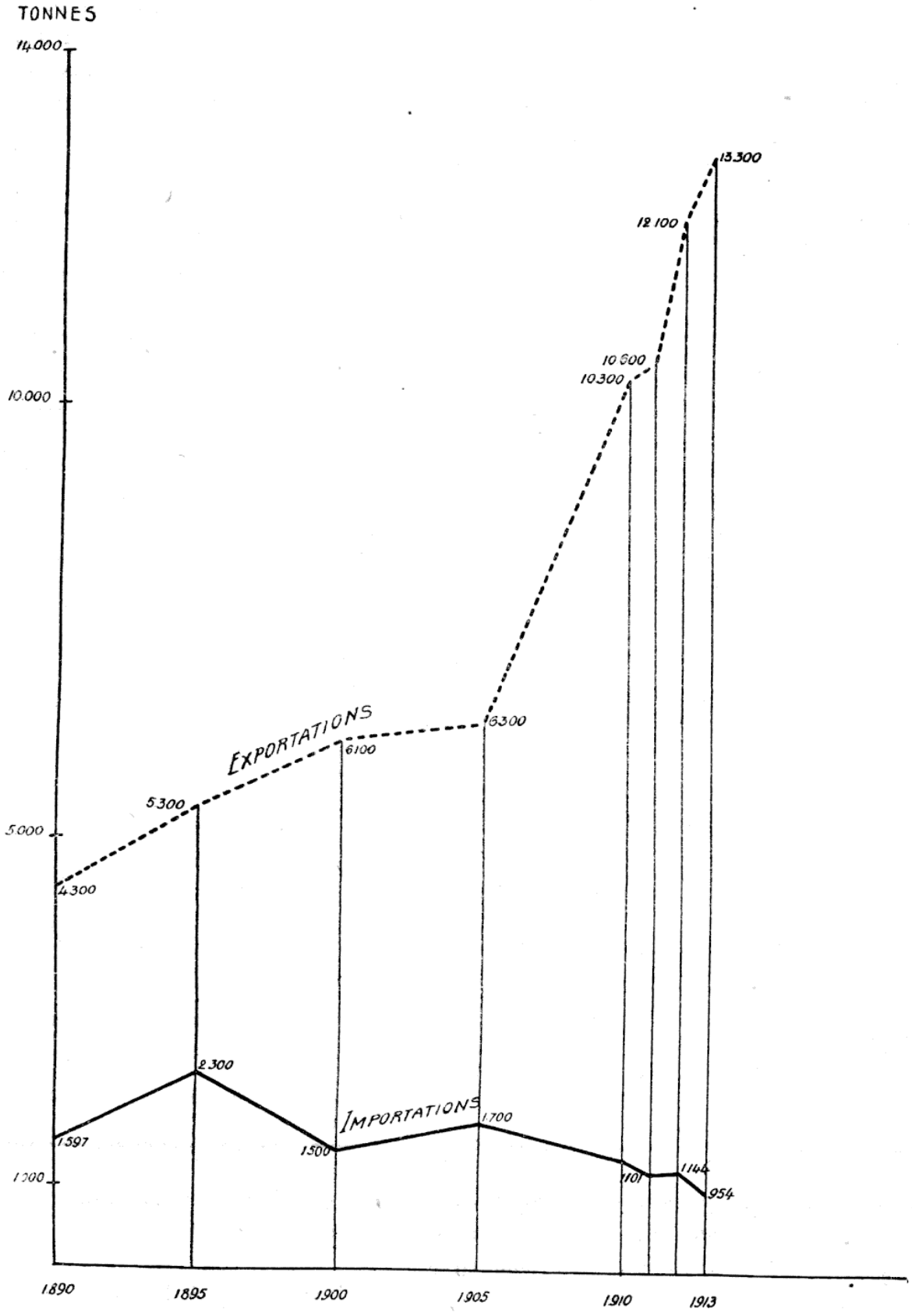


Fig. 244. — Laine. Importations et exportations françaises de laine filée de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

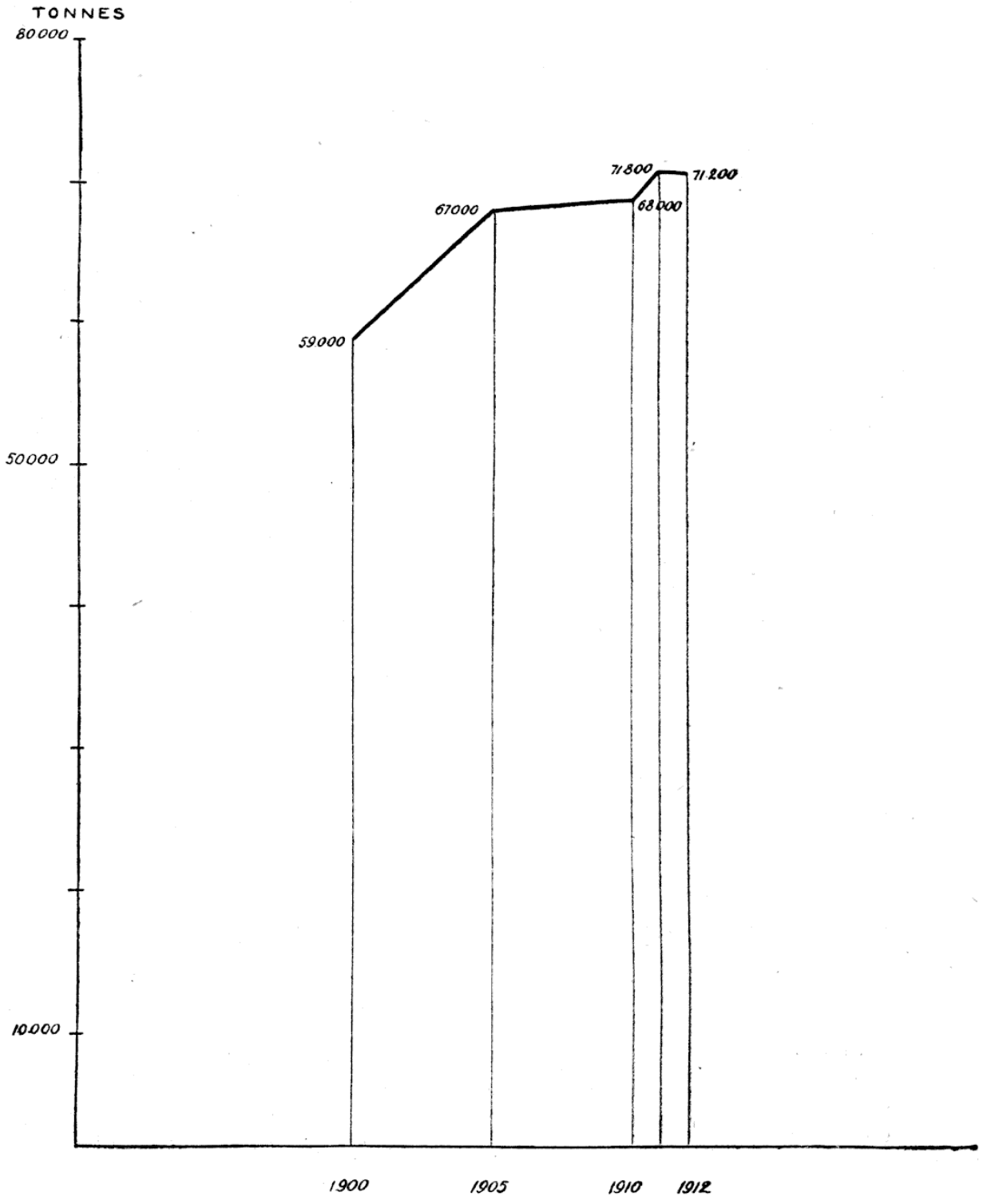


Fig. 245. — Laine. Consommation française de filés, de 1890 à 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici d'ailleurs pour cette année-là les détails (fig. 246) :

Grande-Bretagne	6,802	
Belgique	2,242	
Russie	62	
Colonies françaises	102	
Japon	254	
Autres alliés	14	
TOTAL	9,476	soit 72 p. 100
Suisse	425	
Pays-Bas	434	
Autres pays	1,242	
TOTAL	2,102	soit 16 p. 100
Allemagne	1,749	
Autres pays	31	
TOTAL	1,780	soit 12 p. 100

Soit, au total, 13,358 tonnes.

EXPORTATIONS.
Total : 13,358 tonnes.

IMPORTATIONS.
Total : 954 tonnes.

Fig. 246. — Laine. Exportations et importations françaises de filés, en 1913.

IMPORTATIONS (fig. 246).

Grande-Bretagne	727	816	soit 90 p. 100
Belgique	89		
Allemagne		71	soit 6 p. 100
Autres pays		67	soit 4 p. 100
TOTAL		954	

On remarque que nos principaux fournisseurs sont la Grande-Bretagne et la Belgique (90 p. 100), tandis que nos clients les plus importants sont aussi la Grande-Bretagne et la Belgique, l'Allemagne ne prend que 12 p. 100 de nos exportations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation pendant la guerre. — *Situation française.* — Notre production a singulièrement baissé pendant les hostilités du fait de l'invasion.

En effet, celle-ci a privé le pays de 95 p. 100 de ses filatures de laine peignée et de 45 p. 100 de ses filatures de laine cardée.

En 1916, notre situation a été la suivante :

Production de filés de laine cardée	35,000 tonnes
Production de filés de laine peignée	6,000
Importation de filés	6,896
Consommation en filés de laine	47,769
Exportation	127

Situation à l'après guerre. — *Situation française.* — En 1913, l'Alsace a produit 11,500 tonnes de fils de laine, tout en laine peignée. La consommation a été de 3,000 tonnes.

D'autre part, de nouvelles installations ont été faites dans les régions non envahies (environ 100,000 broches). On estime leur production à 3,000 tonnes.

Nos exportations devront donc croître très sensiblement, si notre consommation n'augmente pas.

On aurait alors la situation suivante (en tonnes) :

DÉSIGNATION.	NOMBRE DE BROCHES.			
	EN FRANCE 1913 : 2,600,000.	EN ALSACE : 500,000.	INSTALLATIONS nouvelles pendant la guerre : 100,000	TOTAUX après la guerre : 3,200,000.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Production	88,000	11,500	3,000	102,500
Importation	1,000	"	"	1,000
Totaux	89,000	"	"	103,500
Exportation	14,000	8,500	"	22,500
Reste	75,000	"	"	81,000
				75,000
				6,000
Moins consommation alsacienne	"	3,000	"	3,000
Excédent à exporter	.....	.....	.....	3,000

La filature après la guerre. — Comme nous l'avons vu, nous allons nous trouver, une fois notre industrie restaurée, dans une situation rendue difficile par l'obligation d'exporter une plus grande quantité de nos produits en face de voisins parfaitement outillés pour la production. Il est intéressant d'étudier sur un cas concret la possibilité de lutter avec nos concurrents par l'emploi de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

méthodes nouvelles d'organisation des usines. Bien que ce sujet fasse l'objet d'un des chapitres de la deuxième partie, il serait intéressant de citer ici même un exemple remarquable.

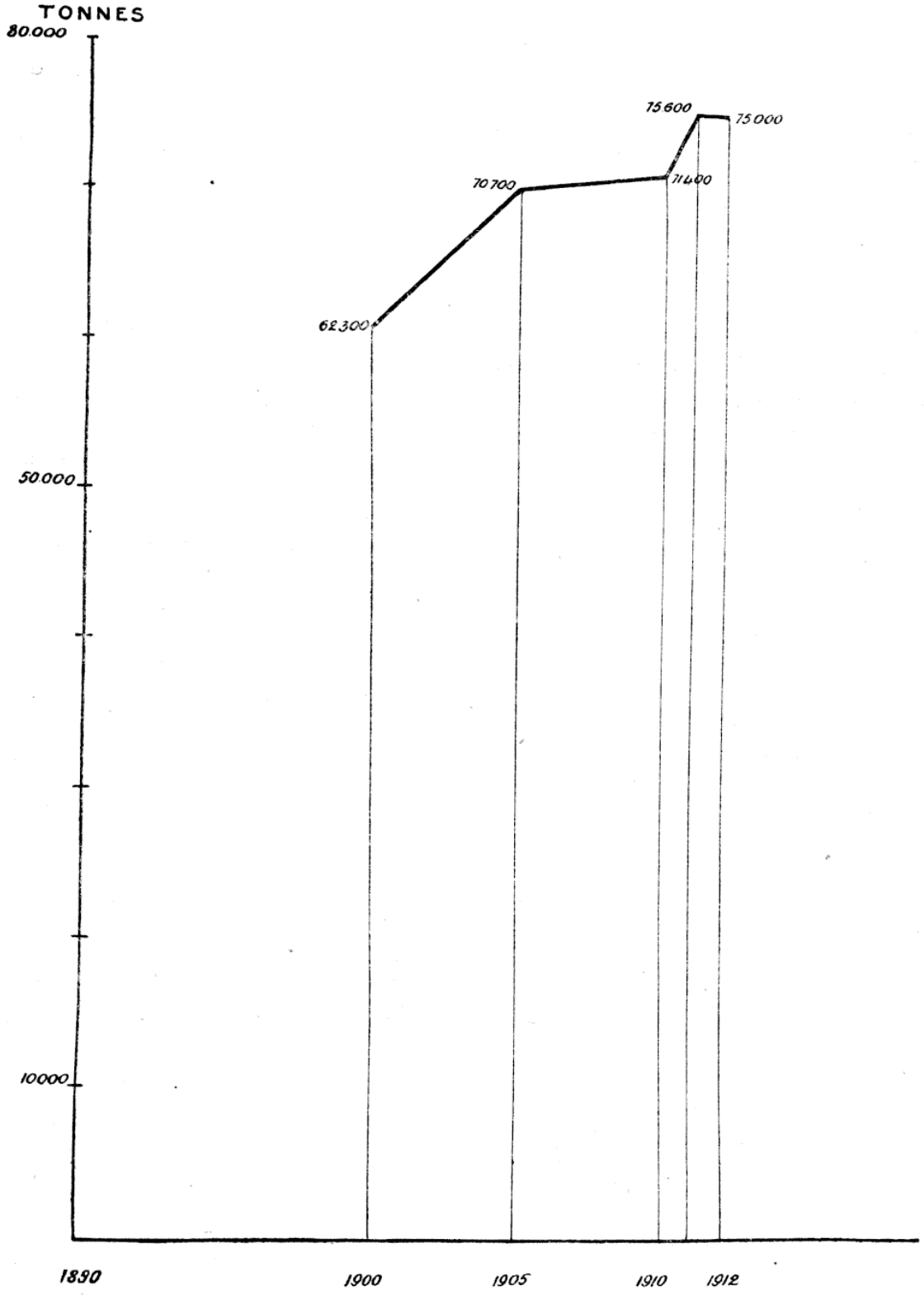


Fig. 247. — Laine. Production de tissus en France de 1890 à 1912.

Il semble difficile *a priori* d'appliquer à une industrie telle que la filature ces méthodes cependant si efficaces. En effet, la supériorité de notre industrie textile provient non seulement de l'ingé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

niosité et du goût de nos fabricants mais aussi de la variété des genres qu'ils savent offrir à leur clientèle. Les filateurs doivent mettre à leur disposition les sortes de filés les plus divers de grosseur, de torsion, fils écrus, blanchis, teints, mélangés, chinés. Comment faire du *travail en série* et pousser la production avec des genres si variés?

Une trentaine de filateurs de la région de Fourmies représentant 350,000 broches sur 500,000 viennent de trouver une solution élégante du problème. Ils mettent leurs usines en commun, sous une direction unique, qui répartira le travail dans chaque filature suivant les aptitudes, les habitudes et l'habileté de ses ouvriers.

Tandis que chaque filateur devait auparavant, pour satisfaire sa clientèle, faire presque tous les genres, il n'en fera plus qu'un seul. De ce fait, beaucoup d'inconvénients disparaissent. La préparation calculée jadis pour un numéro moyen était insuffisante pour un plus gros: les fileurs chômaient. Elle produisait trop pour un numéro fin et faisait du stock. Quand on travaillait du fil teint, les fils écrus ou blanchis étaient souillés par ce voisinage. Désormais une usine ne fera plus qu'un genre bien déterminé, plus d'à-coups ni de pertes de temps. Les machines produiront davantage, les ouvriers spécialisés dans un seul genre le feront plus vite et mieux. On peut de ce fait calculer une augmentation de production de 20 p. 100. Inutile de faire remarquer les autres avantages : gros achats en commun de matières premières, de combustibles ou d'énergie, diminution des frais de vente, de représentation, etc.

4° Tissus de laine.

Situation avant la guerre. — *Situation mondiale.* — On ne connaît pas le nombre de métiers à tisser existant dans le monde.

Les chiffres que nous pouvons citer sont des approximations basées sur la consommation de laine peignée et cardée. Il y a lieu de tenir compte de ce qu'une partie de cette laine ne va pas aux métiers à tisser, elle peut être employée pour la bonneterie, le feutre.

Il y aurait d'après cela, dans le monde, 500,000 métiers répartis de la façon suivante :

PAYS.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Angleterre	140,000	28,0
États-Unis	118,000	22,0
France	55,000	11,0
Belgique	13,000	2,1
Alsace	10,000	2,0
Divers	61,000	12,5
	389,000	77,6
Allemagne	97,000	19,4
Autriche	16,000	3,0
Totaux	502,000	100,0

Situation française. — *Production.* — La production des tissus de laine en France est donnée dans les courbes de la figure 247.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

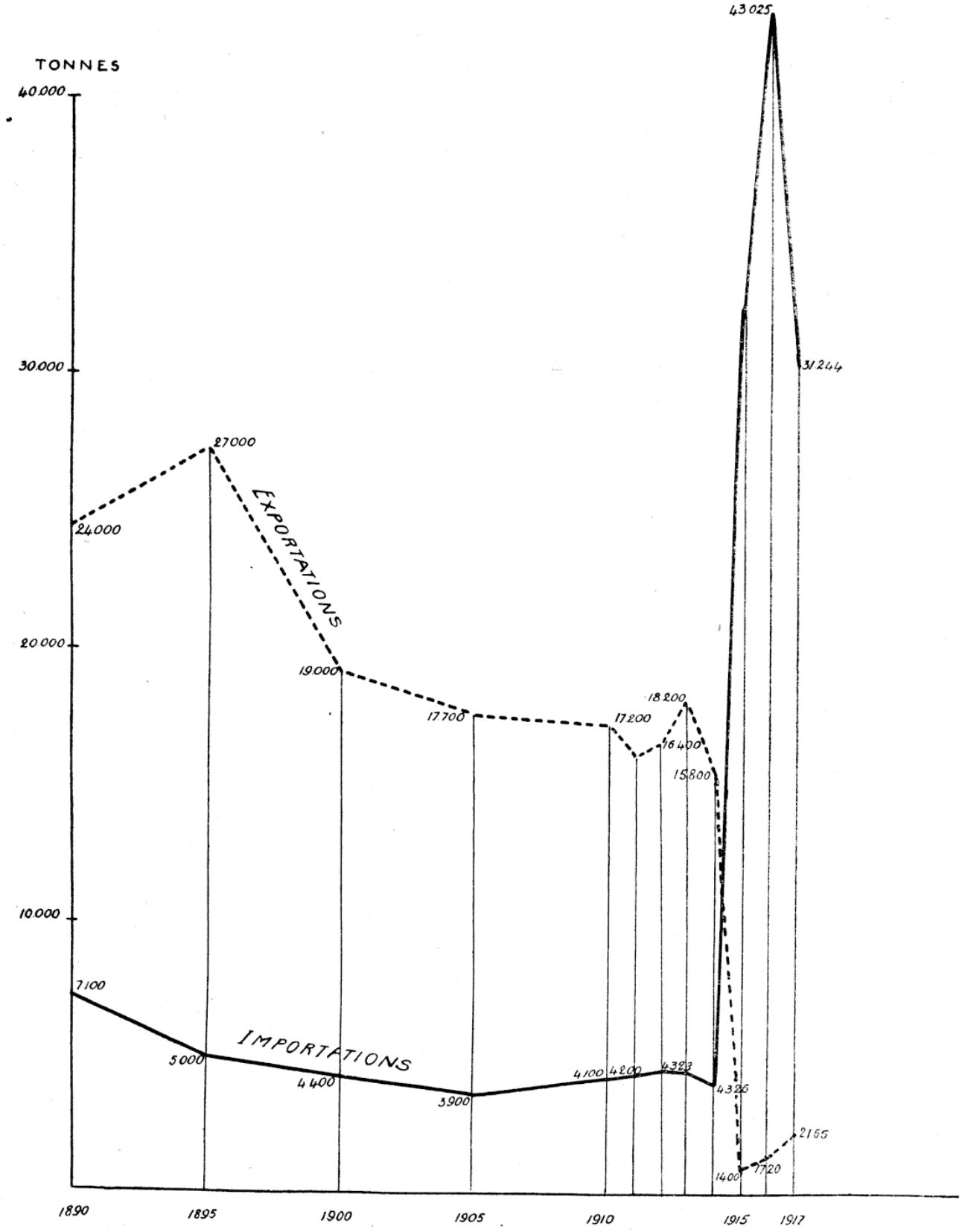


Fig. 248. — Laine. Importations et exportations françaises de tissus, de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1911, elle atteignait 71,200 tonnes représentant une valeur de 712 millions de francs (10 francs le kilogr.).

Les principaux centres de fabrication sont : Roubaix et Tourcoing, Sedan, Reims, Elbeuf et Louviers, Vienne, Mazamet, Lavelanet, Lodève, Bédarieux, Clermont, etc.

En 1913, il y avait en France 55,000 métiers utilisant 39,000 ouvriers.

Importation. — Exportation. — Consommation. — Les importations et exportations sont résumées dans la figure 248. On note de suite que nos exportations sont nettement supérieures à nos importations et qu'en 1913 le rapport des premières aux secondes était de $\frac{18,200}{4.300} = 4,2$.

Total : 4,323 tonnes.

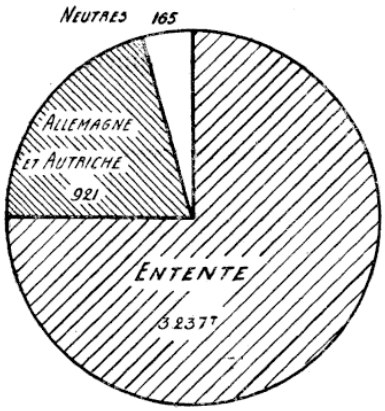


Fig. 249. — Laine.

Importations françaises de tissus en 1913.

Total : 18,273 tonnes.

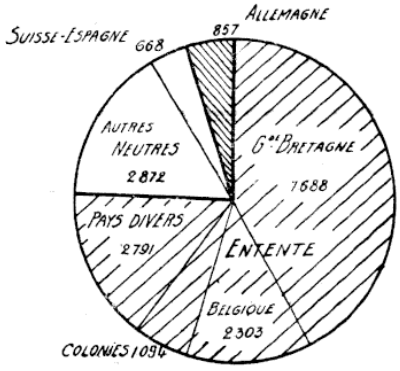


Fig. 250. — Laine.

Exportations françaises de tissus en 1913.

Voici d'ailleurs quels étaient pour 1913 les pays producteurs et consommateurs, fig. 249 et 250.

IMPORTATIONS.			EXPORTATIONS.		
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	TOTAUX.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.	TOTAUX.
	tonnes.	tonnes.		tonnes.	tonnes.
Grande-Bretagne	3,022		Grande-Bretagne	7,688	
Belgique	102		Belgique	2,303	
Italie	66		Italie	//	
Colonies françaises	42		Colonies françaises	1,094	
Autres pays	5		Autres pays	2,791	
		3,237			13,876
Allemagne, Autriche, Turquie		921	Allemagne, Autriche, Turquie		857
Suisse	34		Suisse	668	
Autres pays	131		Autres pays	2,872	
		165			3,540
TOTAL GÉNÉRAL		4,323	TOTAL GÉNÉRAL		18,273

Cette situation mérite réflexion.

On voit que l'Allemagne, après l'Angleterre, était notre plus important fournisseur; il est vrai que dans les chiffres de 1913 les draps venant d'Alsace, spécialement de Sainte-Marie-aux-Mines,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

occupent une place importante. D'ailleurs on doit remarquer que les importations allemandes allaient très sensiblement en diminuant, comme le prouvent les chiffres suivants :

ANNÉES.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
1900	880	9,687,000
1905	961	10,892,000
1910	811	9,872,000
1913	703	8,832,000

Ceci était dû sans doute à la qualité douteuse et au mauvais goût des produits importés.

Au contraire, en comparant les deux années extrêmes, on voit que nos exportations vers l'Allemagne ne diminuaient pas.

ANNÉES.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
1900	613	7,561,000
1905	421	5,234,000
1910	402	5,731,000
1913	623	7,161,000

L'Angleterre, notre plus fort fournisseur, concourait pour 77 p. 100 dans nos importations : les produits anglais reçus par nous représentaient une valeur de 36 millions.

L'ensemble de nos exportations lainières représente en 1913 le chiffre très important de 600 millions de francs, dont 220 millions de tissus, 90 millions de filé, 158 millions de laines cardées, peignées et de déchets, 133 millions de laines en masse.

Cependant nos exportations de tissus ont toujours baissé depuis 1900.

De 1889 à 1910, c'est-à-dire en dix années, les variations dans les exportations de draperie ont été les suivantes [1] :

France, diminution de 52 millions de francs.

Angleterre, augmentation de 80 millions de francs,

Allemagne, augmentation de 210 millions de francs.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — *Situation française.* — L'invasion a causé, nul ne l'ignore, une diminution considérable dans notre production.

Sur le nombre total de nos métiers à tisser, soit 55,000, il en a été immobilisé 50,000.

---

[1] Lucien ROMIER, Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre situation en 1916 est donnée dans la figure 248; elle se résume comme suit :

Consommation de filé de laine	47,769	tonnes
Différence entre les importations et les exportations de filé, alpaga, mohair, etc...	663	—
TOTAL	48,432	—

se partageant en :

Filé pour tissage	36,000	tonnes
Filé pour bonneterie, tricotage	12,432	—
TOTAL	48,432	—

et ayant donné lieu à :

Production de tissus	35,000	tonnes
Production d'autres articles	12,000	—
TOTAL	47,000	—

Cependant il faut noter que pendant la guerre différents tissages se sont montés. On en estime le nombre de broches à 100,000. D'autre part, de nombreux métiers de soie de la région lyonnaise ont marché en laine. En admettant les régions du Nord reconstituées, la situation, par le retour de l'Alsace et l'augmentation de tissage déjà analysée, se présentera de la façon suivante :

TISSUS EN FRANCE EN 1913 ET APRÈS LA GUERRE.

DÉSIGNATION.	EN FRANCE 1913.	EN ALSACE 1913.	AUGMENTATION DE PRODUCTION due à la guerre en pays non envahis.	TOTAL après LA GUERRE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Production	55,000	17,700	7,000	79,700
Importation	4,320	1.640	//	5,960
TOTAUX	59,320	19,340	//	85,660
Exportation	18,260	11,060	//	29,320
				56,340
Consommation française	41,060	//	//	41,060
RESTE	//	//	//	15,280
Consommation alsacienne, environ	.....	.....	.....	4,000
EXCÉDENT à exporter	.....	.....	.....	11,280

SITUATION À L'APRÈS-GUERRE. — *Situation française.* — En résumé, les tableaux que nous répétons volontairement ici et le diagramme des figures 239, 244, 245, 249, 250 résument clairement les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

situations d'avant-guerre et d'après-guerre en supposant que le marché intérieur conserve sa valeur de 1913.

MATIÈRES PREMIÈRES.

DÉSIGNATION.	EN FRANCE.	EN ALSACE.	INSTALLATIONS NOUVELLES.	TOTAL après LA GUERRE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Production	113,000	20,000	8,000	141,000
Importation	318	//	//	318
Totaux	113,318	//	//	141,318
Exportation d'après guerre	22,000	//	8,000	30,000
Exportations d'avant-guerre y compris les 3,000 tonnes qui étaient exportées en Alsace	.....	.....	.....	25,000
Excédent à exporter	.....	.....	.....	5,000

FILS PEIGNÉS OU CARDÉS.

DÉSIGNATION.	EN FRANCE.	EN ALSACE.	INSTALLATION NOUVELLE.	TOTAL après LA GUERRE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Production	88,000	11,500	3,000	102,500
Importation	1,000	//	//	1,000
Totaux	89.000	8,500		103,500
Exportation	14,000	//	//	22,500
Reste	75,000			81,000
				75,000
				6,000
Moins consommation alsacienne	//	3,000	//	3,000
Excédent à exporter	.....	.....	.....	3,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

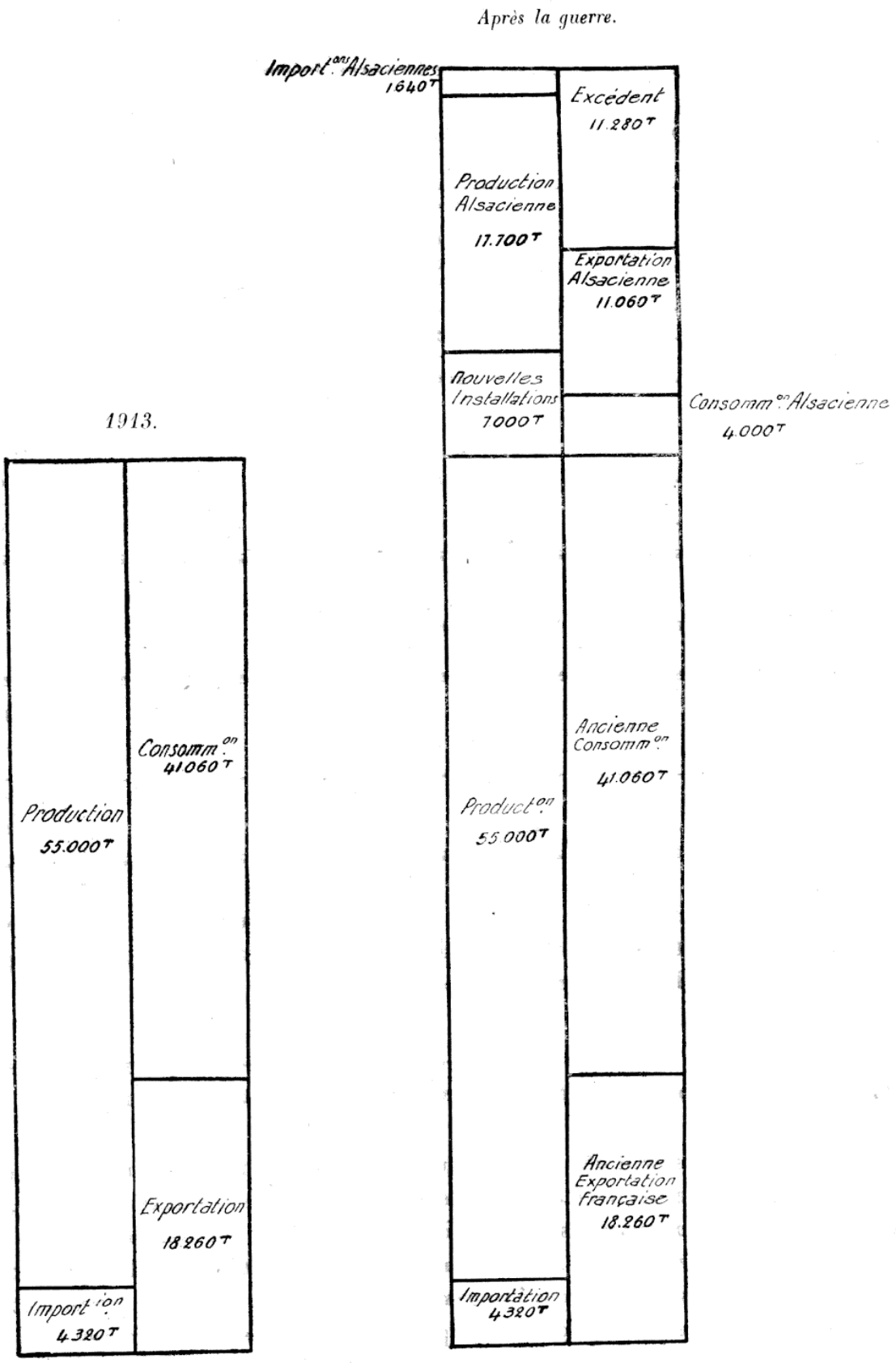


Fig. 251. — Laine. (Comparaison de la situation française au point de vue des tissus avant et après la guerre.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TISSUS.

DÉSIGNATION.	EN FRANCE.	EN ALSACE.	INSTALLATION NOUVELLE.	TOTAL après LA GUERRE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Production	55.000	17,700	7,000	79,700
Importation	4,320	1,640	//	5,960
Totaux	59,320	19,340	//	85,660
Exportation	18,260	11,060	//	29,320
Reste	41,060	//	//	56,340
				41,060
				15,280
Consommation alsacienne	//	//	//	4,000
Excédent à exporter	.....	.....	.....	11,280

En résumé on voit que nos augmentations seront les suivantes :

DÉSIGNATION.	LAINE PEIGNÉE ET CARDÉE.	FILÉS DE LAINE.	TISSUS DE LAINE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Augmentation d'exportation	25.000	3,000	6,280

Nos chiffres d'exportation doivent donc être augmentés considérablement. Or nous avons vu qu'au contraire nos exportations accusaient une baisse très sensible depuis 1900, du moins pour les tissus, avec cependant une légère augmentation vers 1913.

Pouvons-nous remonter le courant ?

Nos concurrents les plus importants étaient, — nous le savons, — l'Angleterre et l'Allemagne. Or, pendant la guerre, la production anglaise s'est considérablement accrue ainsi que ses exportations.

D'autre part, l'Allemagne avait déjà avant la guerre une très grande puissance. En 1913, elle avait exporté 24,400 tonnes représentant une valeur de 520 millions de francs. Cependant, depuis 1910, il y avait une diminution assez sensible. L'industrie italienne, qui avait prise sur le marché du Sud-Amérique, s'est développée pendant la guerre. Quant aux États-Unis, ils présentent, sous l'influence des circonstances actuelles, des changements considérables qui doivent attirer toute notre attention. Pour la première fois en 1915, les exportations des États-Unis ont dépassé les importations et les arrivées de matières premières ont été trois fois celle de 1914[1]. Évidemment l'entrée

[1] Lucien Romier. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en franchise de la laine, les besoins exceptionnels du pays, la participation de quelques-uns de nos industriels de la région Roubaix-Tourcoing aux installations nouvelles doivent nous enlever un peu de nos appréhensions [1]. Cependant il paraît bien incontestable que si les États-Unis ne nous ont pas enlevé notre clientèle, du moins ont-ils pris sur le marché du Sud-Amérique la place de l'Allemagne, avec des produits analogues à ceux qu'elle leur fournissait, notamment les produits connus sous le nom de tissu au kilomètre. Enfin le Japon, qui fait surtout la mousseline, a doublé sa production, et sa concurrence sera très redoutable dans tous les pays d'Orient. Par contre, nous pouvons devenir pour ce pays un fournisseur important de demi-produits peignés et surtout filés pour voiles et mousselines.

Il est donc de toute évidence que la lutte sera dure, Sans doute, grâce à la qualité de ses produits et au goût remarquable qui préside à sa fabrication, notre industrie lainière soutiendra son rang. Mais pour se développer, des réformes doivent être apportées, qui rentrent d'ailleurs dans la seconde partie de ce rapport, mais que l'on doit indiquer sommairement ici, à savoir :

Emploi de toutes méthodes utiles à abaisser le prix de revient, notamment l'utilisation de l'outillage le plus perfectionné, le développement de la main-d'œuvre féminine, l'abaissement du prix des matières premières, spécialement du charbon;

Organisation d'un groupement très uni de fabricants, constituant un véritable comptoir d'exportation;

Réforme dans les services consulaires, les transports;

Modification dans les crédits à l'exportation.

---

[1] Lucien Romier, Rapport à l'Association nationale d'expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIV.

LA SOIE.

Avant-propos. — Les opérations nécessaires pour utiliser le cocon, tel qu'il est fourni par les vers à soie, consistent dans le dévidage, que l'on appelle la filature, le moulinage, opération dans

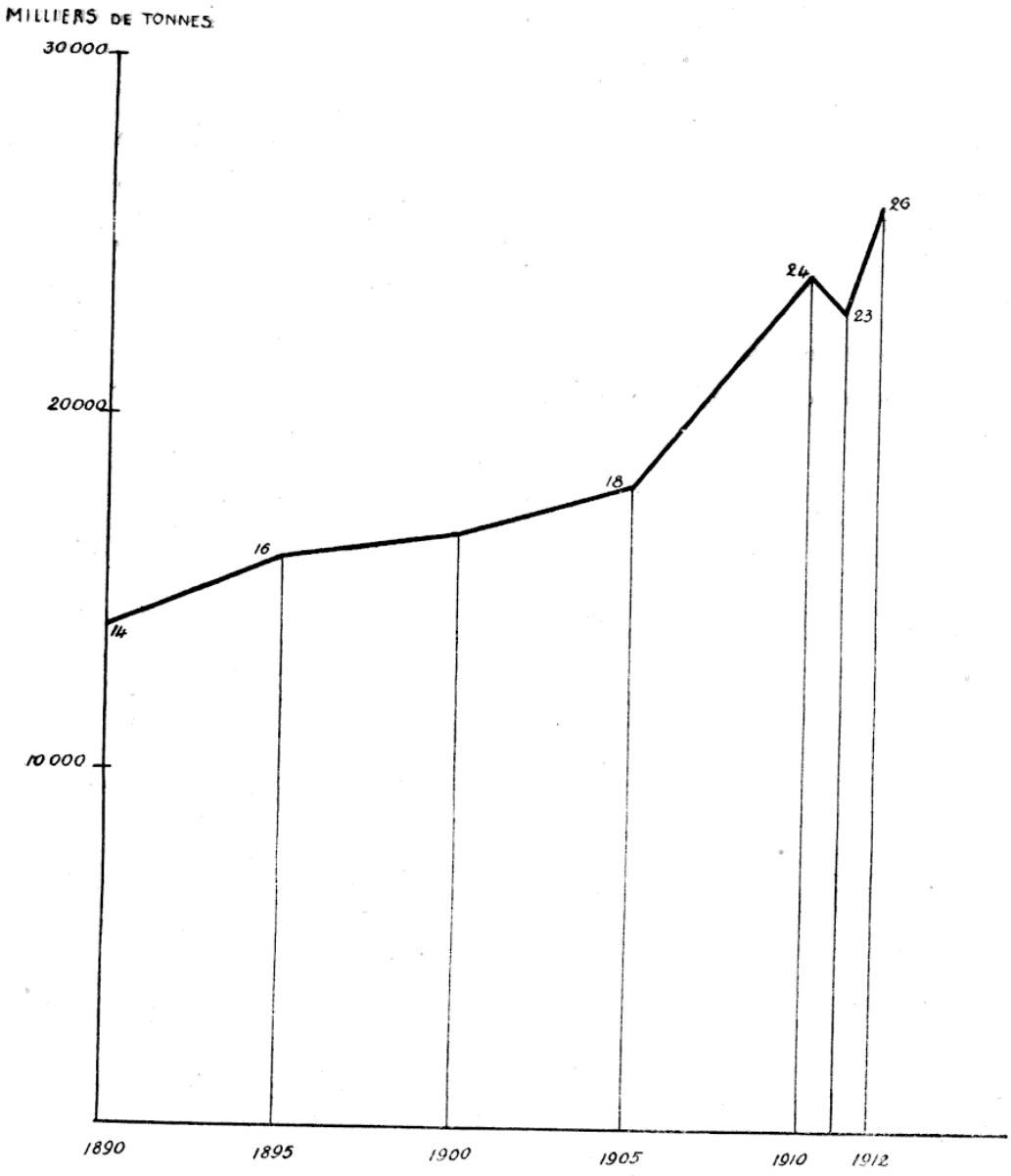


Fig. 252. — Production mondiale de la soie de 1890 à 1912.

laquelle on tord ensemble deux ou plusieurs fils, et le tissage qui s'opère dans les conditions indiquées pour la laine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'industrie de la soie, il y a lieu de distinguer :

1° Les produits obtenus, soit avec la soie cultivée provenant de l'élevage de la chenille, soit avec la soie sauvage;

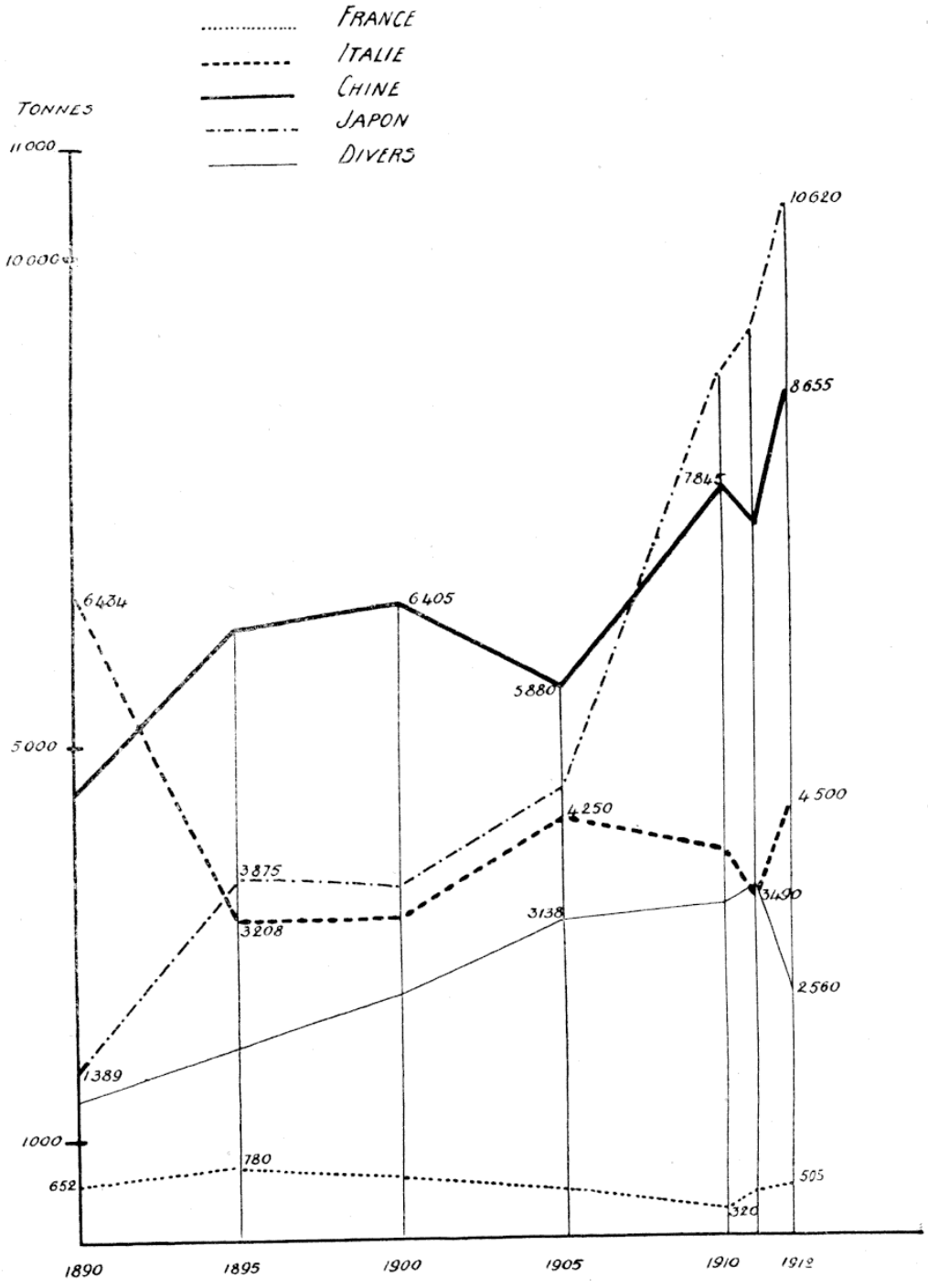


Fig. 253. — Soies mises à la disposition de l'industrie dans le monde, de 1890 à 1912.

2° La schappe, obtenue par le travail de la bourre et des déchets de soie;

3° La soie artificielle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Cocons. — Soies grèges.

Situation à l'avant-guerre. — *Situation mondiale.* — La variation de la production mondiale est donnée en milliers de tonnes dans les courbes de la figure 252.

On voit que, de 1890 à 1912, la production mondiale a été multipliée par 1.8; elle n'a donc pas été doublée.

D'ailleurs les quantités de soie mises à la disposition de l'industrie sont données dans la figure 253 en tonnes. Il ne s'agit pas de production proprement dite; car on ignore les quantités consommées par la Chine et le Japon. On voit que les nations les plus productrices sont : le Japon, la Chine, qui ont augmenté nettement leur importance, l'Italie et la France, dont le tonnage a baissé sensiblement, mais qui n'ont qu'un rôle secondaire.

D'ailleurs, la situation en 1912 se présente de la façon suivante (fig. 254) [1] :

PAYS.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE de la PRODUCTION MONDIALE.
	tonnes.	
EXPORTATION.		
Japon	10,620	39.6
Chine	8,655	32.3
PRODUCTION.		
Italie	4,500	16.8
France	505	1.9
Anatolie	425	9.4
Turquie d'Asie	400	
Caucase	395	
Autriche	302	
Turkestan	280	
Salonique	260	
Indes	215	
Bulgarie	145	
Espagne	78	
Grèce	50	
Total	26,830	100.0

Le Japon, qui vient en tête et dont nous n'avons noté ici que les exportations,— seul chiffre que l'on puisse affirmer — a une production extrêmement élevée. On assure qu'en 1913 elle atteignait 17,742 tonnes de soie grège et déchets de bourre de soie. Ceci correspondrait à plus de la moitié de la production mondiale, alors qu'en 1910 elle ne dépassait pas 36.5 p. 100.

[1] Rapport sur les textiles à la Commission des Valeurs en Douane et Évaluation de la Production, 1917, p. 420.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On évalue comme suit notre production en vers à soie (Rapport de la Commission des Valeurs en Douane) :

	TONNES DE COCON.
1903	32,0
1904	42,0
1905	42,0
1906	42,0
1907	44,5
1908	46,9
1909	46,6
1910	23,0
1911	36,0
1912	47,0

La consommation des principaux pays est donnée dans les courbes de la figure 255. On y remarque la croissance de la consommation des États-Unis et celle de la France.

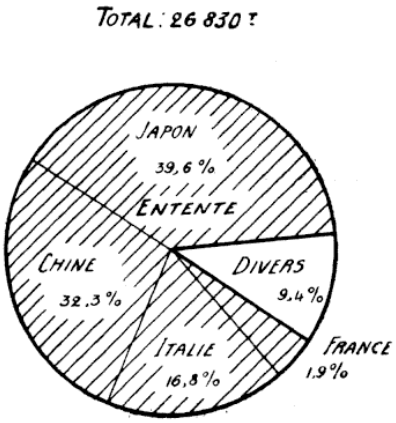


Fig. 254. — Production mondiale de soie en 1912.

D'ailleurs, pour 1911, la répartition de la consommation du cocon a été la suivante [1] :

PAYS.	CONSOMMATION.	POURCENTAGE de la CONSOMMATION mondiale.
	tonnes.	
France	4,077	16.2
États-Unis	9,215	37.2
Allemagne	3,445	13.8
Italie	1,720	6.8
Suisse	1,628	6.5
Espagne	1,100	4.4
Autriche-Hongrie	894	
Russie	605	
Angleterre	502	15.1
Espagne	150	
Divers	718	
TOTAL	24,054	100.0

[1] Commission permanente des Valeurs en Douane.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

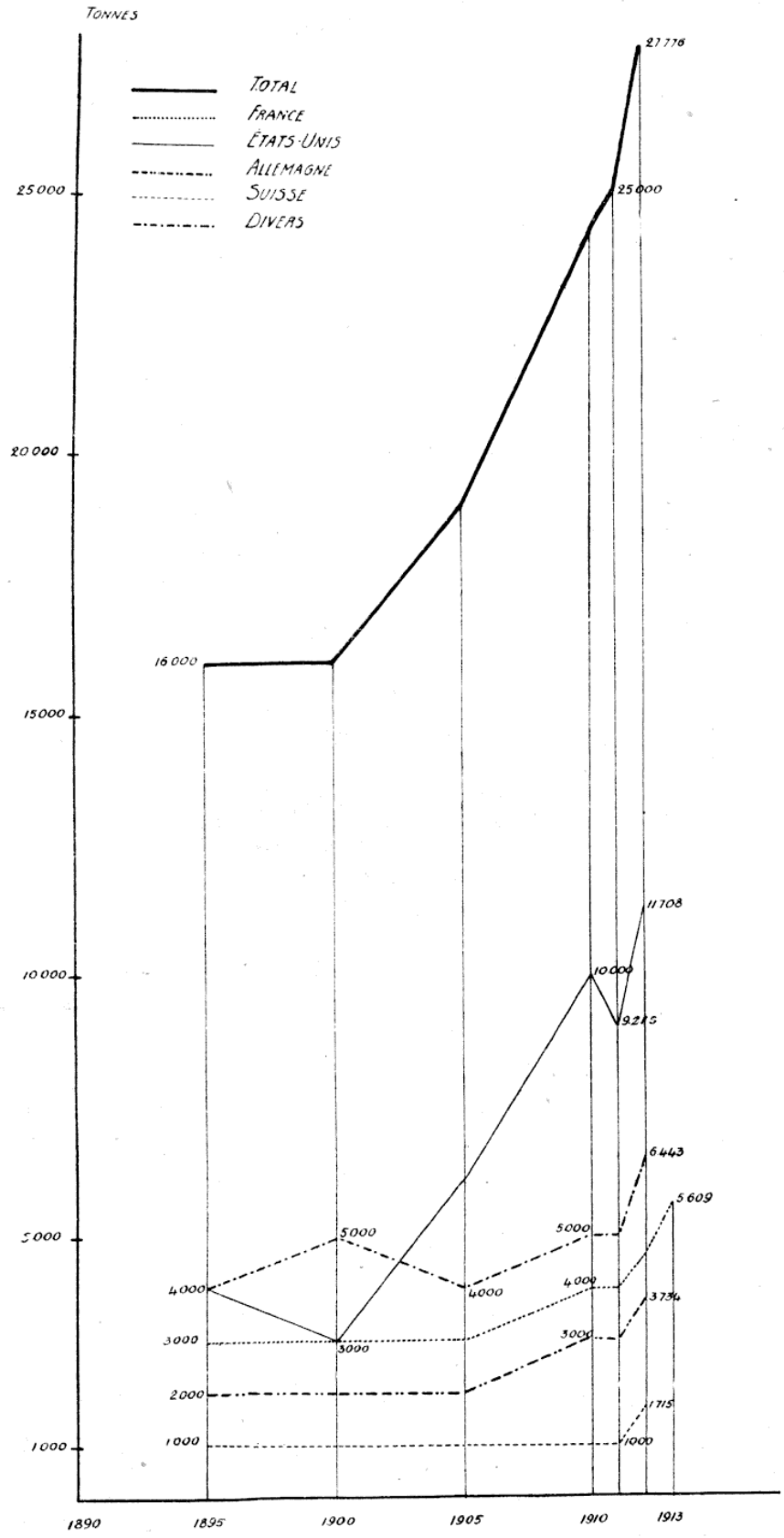


Fig. 255. — Consommation industrielle de la soie en France et dans les autres pays, de 1890 à 1913.

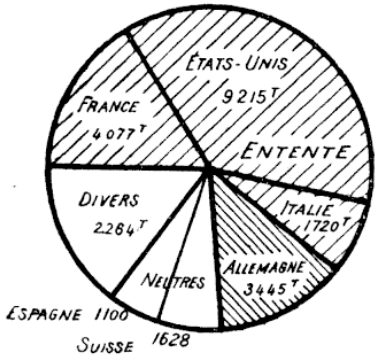
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il paraîtra sans doute intéressant d'établir une comparaison entre les consommations de l'Europe et de l'Amérique. Elle se trouve représentée dans le schéma inférieur de la figure 256. On note qu'en 1911 la situation se résume ainsi :

PAYS.	CONSOMMATION.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Europe	13,516	56.2
États-Unis	9,215	38.4
Divers pays	1,323	5.4
TOTAL	24,054	100.0

Le schéma supérieur de la figure 256 donne le détail de la consommation dans les principaux pays pour la même année.

TOTAL : 24,054 tonnes.



TOTAL : 24,054 tonnes.

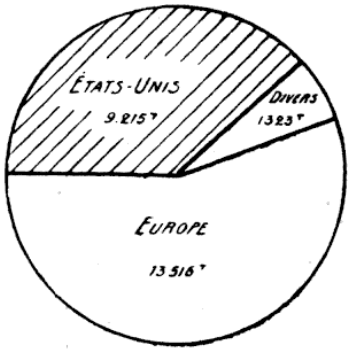


Fig. 256. — Consommation comparée de la soie dans le monde en 1911.

Situation française. — La variation de la production française a été étudiée précédemment (voir fig. 253).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Examinons les importations et les exportations qui se trouvent résumées dans les courbes de la figure 257. Elles font ressortir pour les importations, d'une part, les soies grèges et, d'autre part,

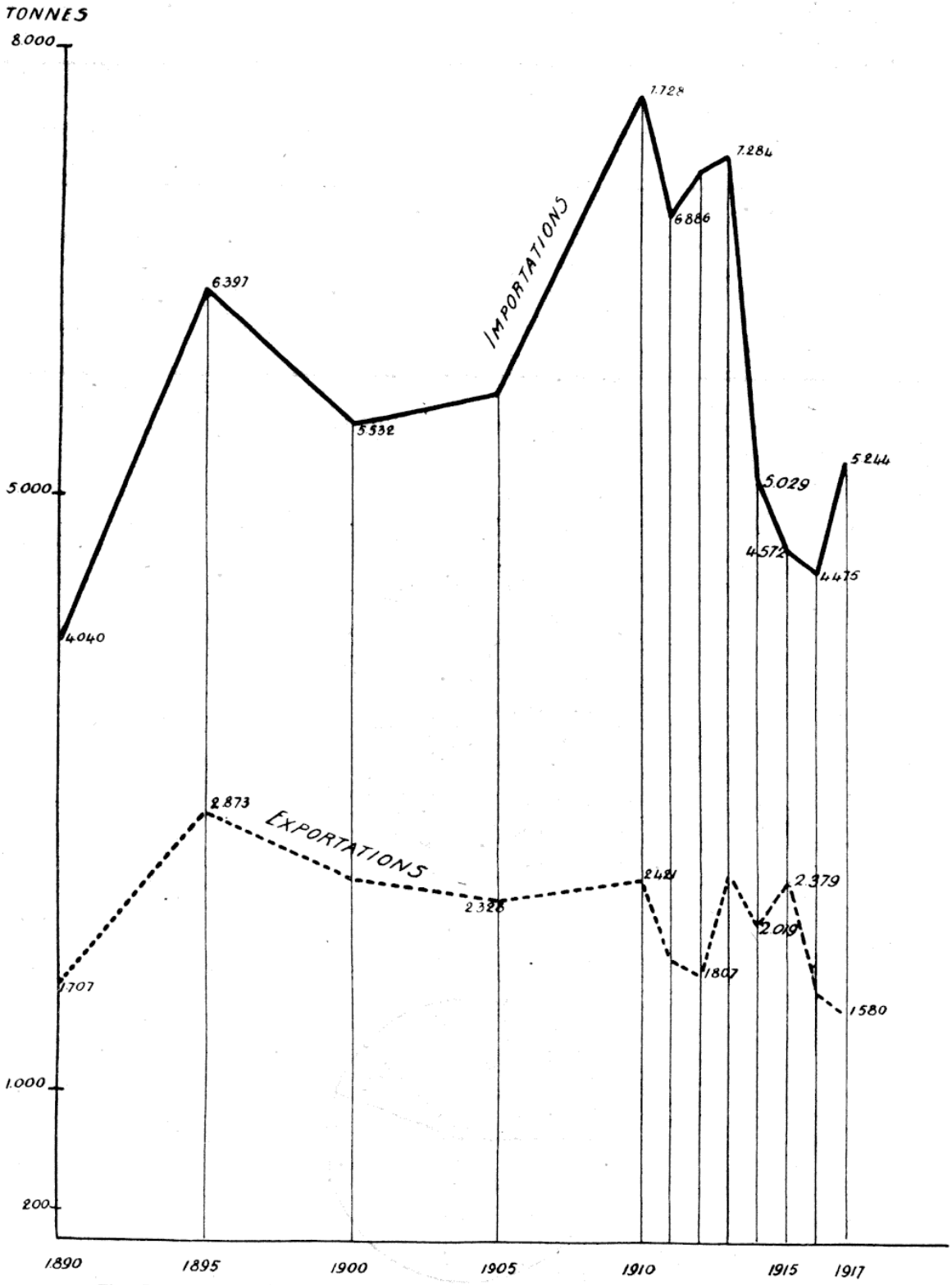


Fig. 257. — Soie en cocons et soie grège. (Importations et exportations françaises de 1890 à 1917.)

les cocons, ceux-ci étant ramenés en soie (1 kilogramme de soie étant donné par 3 kilogr. 800 de cocons).

Quant aux exportations, elles ont été en diminuant de 1895 jusqu'en 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Examinons maintenant comment on peut connaître les quantités de soie mises à la disposition de l'industrie française en 1912 [1].

Récolte française	505	tonnes.
Soie grège, excédent des importations tare déduite	5,264	—
Soie provenant de l'importation de cocons et calculée comme il a été dit	142	—
TOTAL	5,911	tonnes.
De là il faut déduire les exportations en soies ouvrées écrues. Excédent des exportations	1,211	tonnes.
En soies teintes. Excédent des exportations réduit en soie écrue	37	—
TOTAL	1,248	—
Quantité de soie restée en France	4,663	tonnes.

Il faut ajouter à cette quantité la différence des stocks pour la même année. La Commission permanente des Valeurs en Douane l'évalue à plus de 1,000 tonnes.

Voici, d'autre part, les détails des importations et des exportations pour 1913.

IMPORTATIONS [2].

En cocons :

De Turquie	231	tonnes.
De Russie	153	—
D'Espagne	55	—
De nos colonies	26	—
TOTAL	465	tonnes.

représentant une valeur de 5,300,000 francs ou 116 tonnes de soie grège.

En soie grège (fig. 258) :

De Chine	3,623	tonnes, soit	50	p. 100.
Du Japon	1,577	— soit	21	—
D'Italie	1,021	— soit	14	—
De Turquie	590	— soit	8	—
D'Autriche	38	— soit	5	—
D'Indo-Chine	11	— soit		
De divers	308	— soit		
TOTAL	7,168	tonnes, représentant une valeur de 270 millions.		
Cocons réduits en soie grège	116	— soit	2	p. 100.
TOTAL	7,284	— soit	100	—

[1] Renseignements fournis par M. DANTZER.

[2] Rapport de la Commission des Valeurs en Douane.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXPORTATIONS.

En cocons :

Italie	50,5	tonnes.
Autres pays	19,5	—
TOTAL	70,0	—

En soie grège :

Angleterre	121	tonnes.
Allemagne	33	—
Espagne	68	—
Italie	1,331	—
Suisse	462	—
Autres pays	300	—
TOTAL	2,315	—
70 tonnes de cocons convertis en soie	17	—
TOTAL	2,332	tonnes.

d'une valeur de 86 millions.

Il est bon de noter que Lyon constitue un véritable marché mondial des soies écrues, qui alimentait non seulement l'Europe, mais aussi les États-Unis.

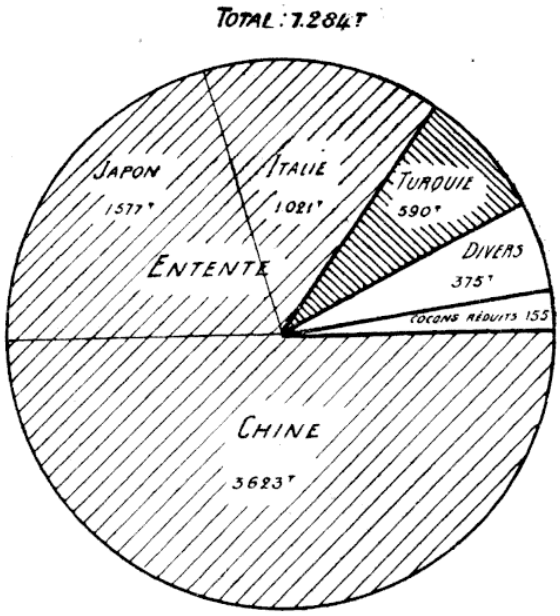


Fig. 258. — Importations de soies en France en 1913.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — Nos importations et exportations ont été les suivantes :

PRODUITS IMPORTÉS.	1914.	1915.	1916.	1917.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Cocons (poids transformé en soie grège)	87	48	46	44
Soie grège	4,942	4,524	4,595	5,200
TOTAL	5,029	4,572	4,475	5,244

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quantités arrivées en France. — Les arrivages du Levant et de l'Asie centrale ont été presque complètement coupés, par manque du fret.

PRODUITS EXPORTÉS.	1914.	1915.	1916.	1917.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Cocons (poids transformé en soie grège).....	14	10	4	5
Soie grège.....	2,005	2,369	1,726	1,574
TOTAL.....	2,910	2,379	1,730	1,579

SITUATION APRÈS LA GUERRE. — Nous ne pensons pas que l'on puisse compter sur une augmentation de la production nationale.

Nos importations seront donc toujours très importantes. On peut se demander si nos colonies ne pourraient pas nous fournir au moins partiellement les matières réclamées par notre soierie.

Il faut bien noter que la culture du cocon et la filature de la soie sont des industries de pays pauvres et de main-d'œuvre abondante et à bon marché. Ceci est tellement vrai que la production de ce textile, dont le centre a été la France et l'Italie, a graduellement passé aux pays du Levant d'abord et en Extrême-Orient ensuite [1].

Les essais faits dans nos colonies n'ont pas donné les résultats espérés. Cela ne doit pas étonner : « la sériciculture étant largement une industrie de tradition qu'on n'implante pas facilement parmi les populations qui n'en ont pas l'habitude [1] ».

On peut cependant avoir quelques espérances du côté du Tonkin, de l'Indo-Chine et du Maroc; jusqu'à maintenant, le Tonkin et l'Indo-Chine n'ont donné que des qualités secondaires. Au Maroc, on entreprend l'élevage du ver à soie. De grands efforts peuvent et doivent être faits de ce côté.

L'Angleterre demande à l'Inde de les faire le plus tôt possible.

2° Fils de soie.

SITUATION AVANT LA GUERRE. — *Situation mondiale.* — On est assez mal renseigné sur la situation de la filature de soie dans le monde. Cependant la consommation que nous avons indiquée plus haut pour les principaux pays nous montre leur importance relative.

De plus, la question du prix, qui est pour nous d'une importance capitale, est réglée par deux facteurs mondiaux : la récolte du Japon, qui est le plus gros producteur, la demande des États-Unis qui sont les plus importants consommateurs. Afin d'éviter les surprises, nos fabricants doivent avoir constamment l'attention en éveil et surveiller ces deux facteurs sur lesquels ils ne peuvent avoir trop de renseignements.

Pour le moulinage, nos principaux concurrents sont l'Italie et la Suisse. Nos mouliniers, jusqu'à

---

[1] Ennemond MOREL. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

présent, ont lutté avec succès contre la concurrence étrangère, grâce à un droit de 3 francs par kilogramme; mais ils se font entre eux une concurrence qui fait tomber souvent la transformation au-dessous du prix de revient.

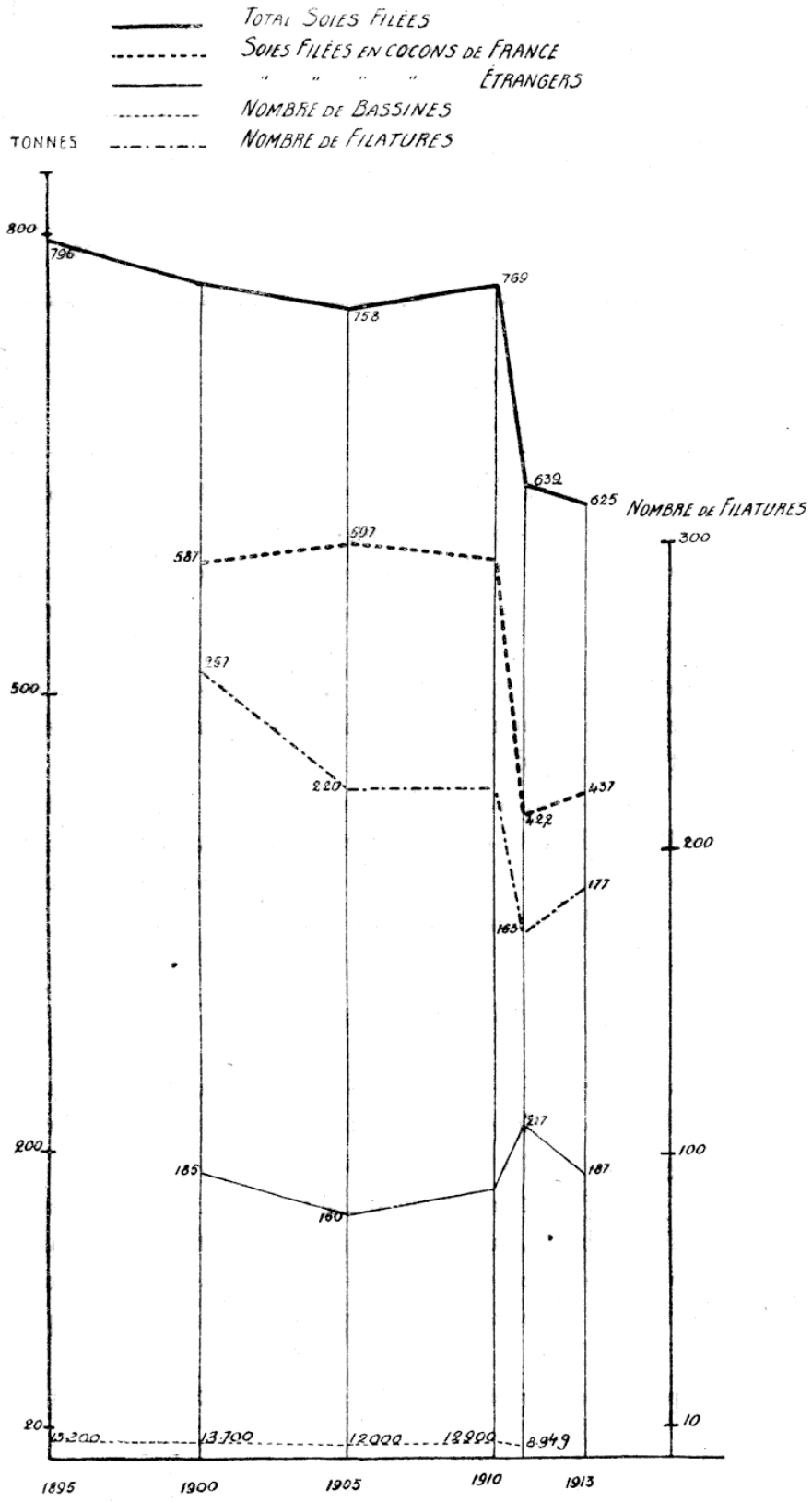


Fig. 259. — Outillage et production de la filature de soie en France de 1895 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation française. — Le diagramme de **la figure 259 nous indique :**

a. *La production française en soie filée ;*
b. *Les quantités de soie filées avec le cocon d'origine française ;*
c. *Les quantités de soie filées avec les produits étrangers ;*
d. *Le nombre de bassines existant en France* [1] ;
e. *Le nombre de filatures.*

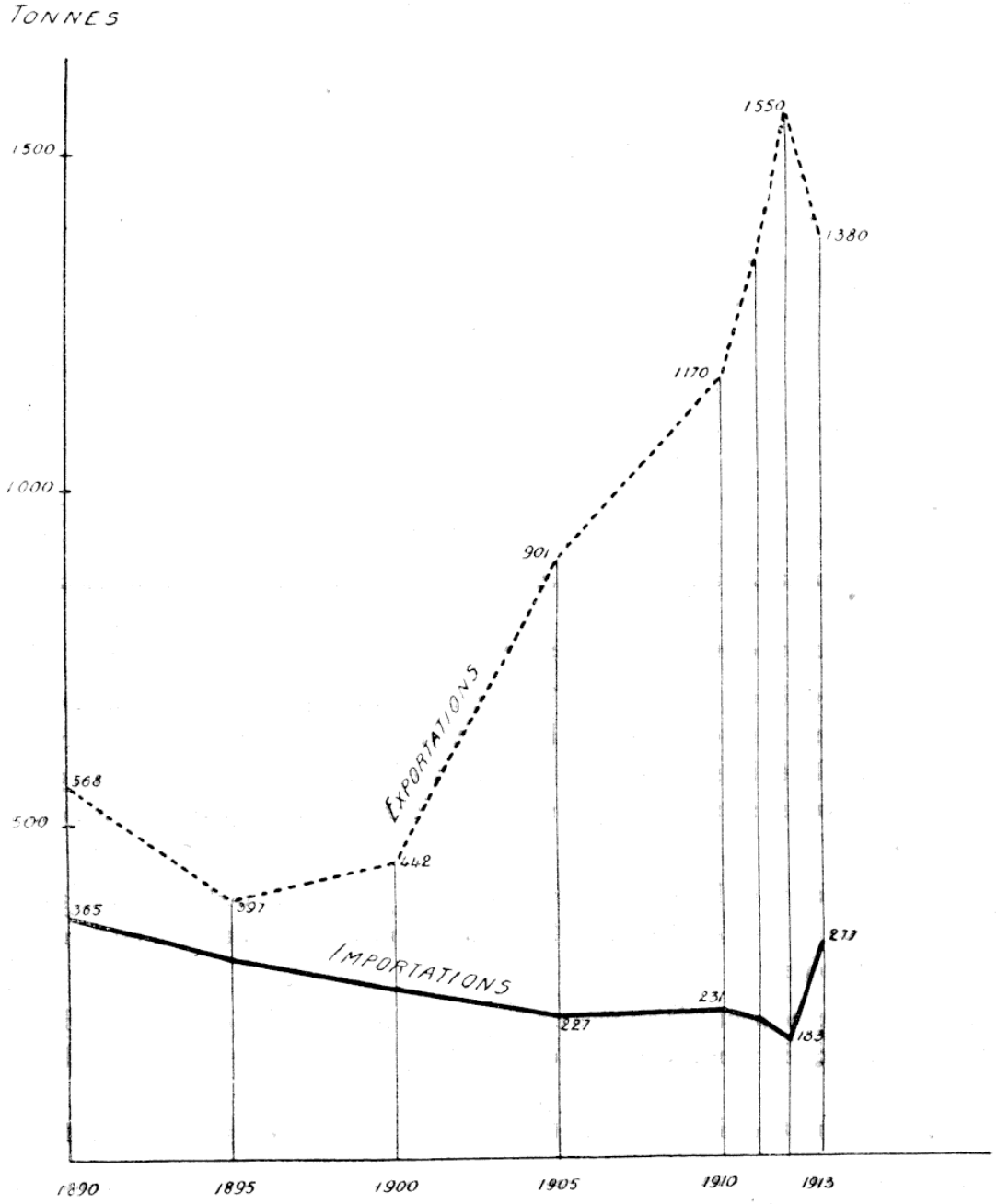


Fig. 260. — Soies filées. (Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.)

On voit en somme que la production a fortement baissé depuis 1910. Il est intéressant de connaître la répartition de cette industrie dans le pays.

[1] On sait que les bassines sont des éléments d'appréciation des usines à soie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici la répartition de la production et de l'outillage en 1912 [1] :

DÉPARTEMENTS.	QUANTITÉS.	NOMBRE DE FILATURES.	BASSINES.
	tonnes.		
Gard	231	87	4,300
Ardèche	162	32	1,900
Drôme	67	14	726
Bouches-du-Rhône	57	6	551
Hérault	47	14	761
Vaucluse	23	15	373
Var	9	1	111
Lozère	7	4	140
Tarn-et-Garonne	3	1	42
Isère	1	1	45
TOTAL	607	175	8,949

La France occupe 11,000 ouvriers ou ouvrières.

Quant au moulinage de la soie qui, nous l'avons dit, consiste à prendre un certain nombre de fils et à les tordre ensemble, leur donnant ainsi les qualités nécessaires au tissage de nombreux tissus [2], sa production annuelle était en 1908 de 3,500 tonnes [3]. Nous avons importé en 1912 près de 3 tonnes de soies ouvrées : valeur 1,119,000 francs. Nous en avons exporté 1,213 tonnes, valant 44 millions.

La filature de la schappe (bourre et déchets de soie) procède de méthodes analogues à celles utilisées pour la laine ou le coton. La soie, débarrassée des matières gommeuses, est cardée, peignée et enfin filée sur le métier.

La production française peut être estimée à 2,500 tonnes pour 1910. Les courbes de la figure 262 donnent la variation de la production qui s'est, on le voit, considérablement accrue depuis 1895.

Examinons maintenant nos importations et exportations pour les différents produits filés.

Le diagramme de la figure 261 nous montre combien nos exportations ont augmenté, tandis que nos importations allaient en diminuant.

---

[1] Ministère du Commerce et de l'Industrie. *Évaluation de la production*, p. 423.

[2] La soie grège peut être utilisée directement pour le tissage, mais à condition de ne pas avoir été teinte.

[3] RAIMOND. Rapport à l'Exposition de Londres,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

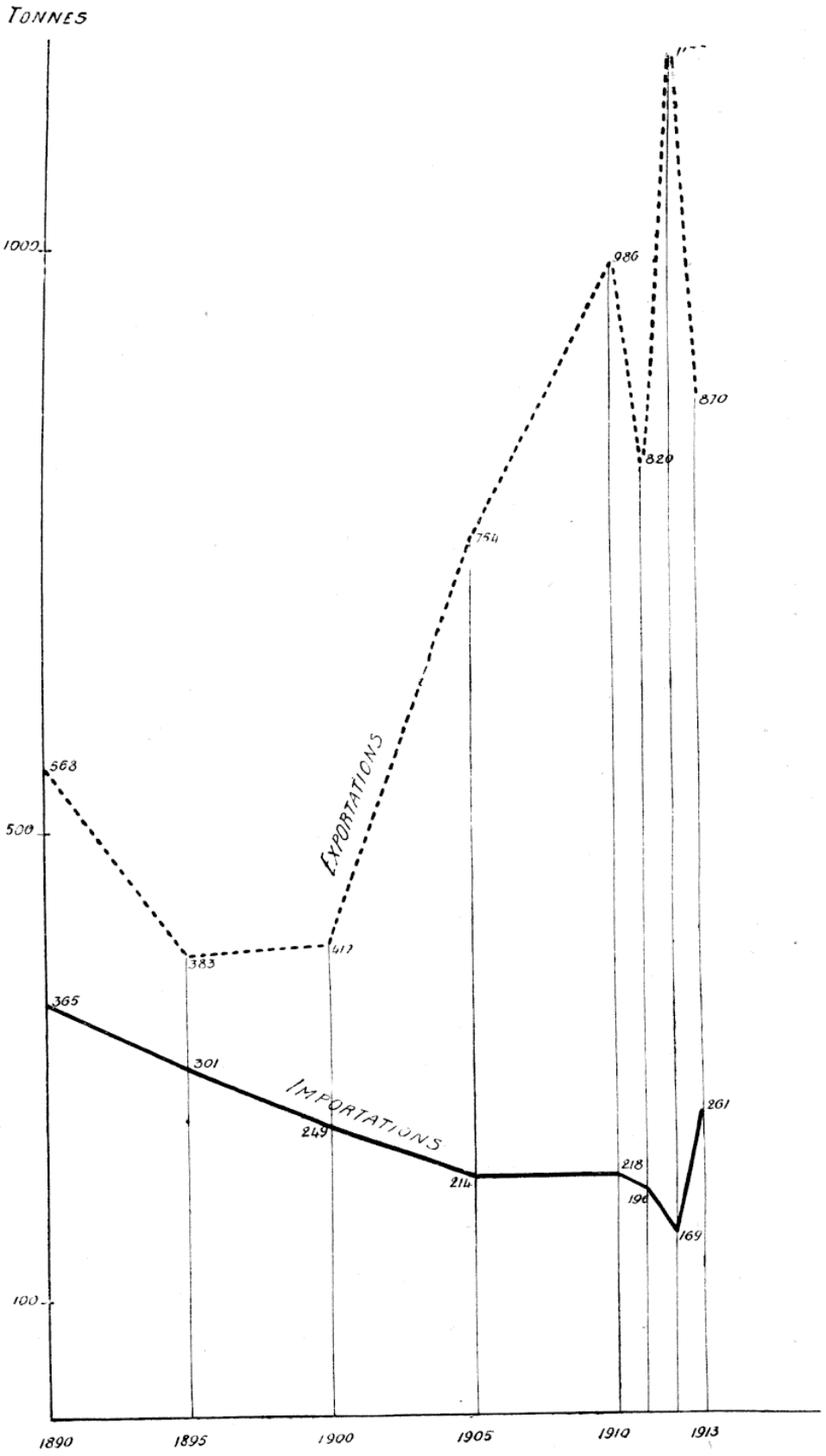


Fig. 261. — Importations et exportations françaises de fils de bourre et de bourrette, de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

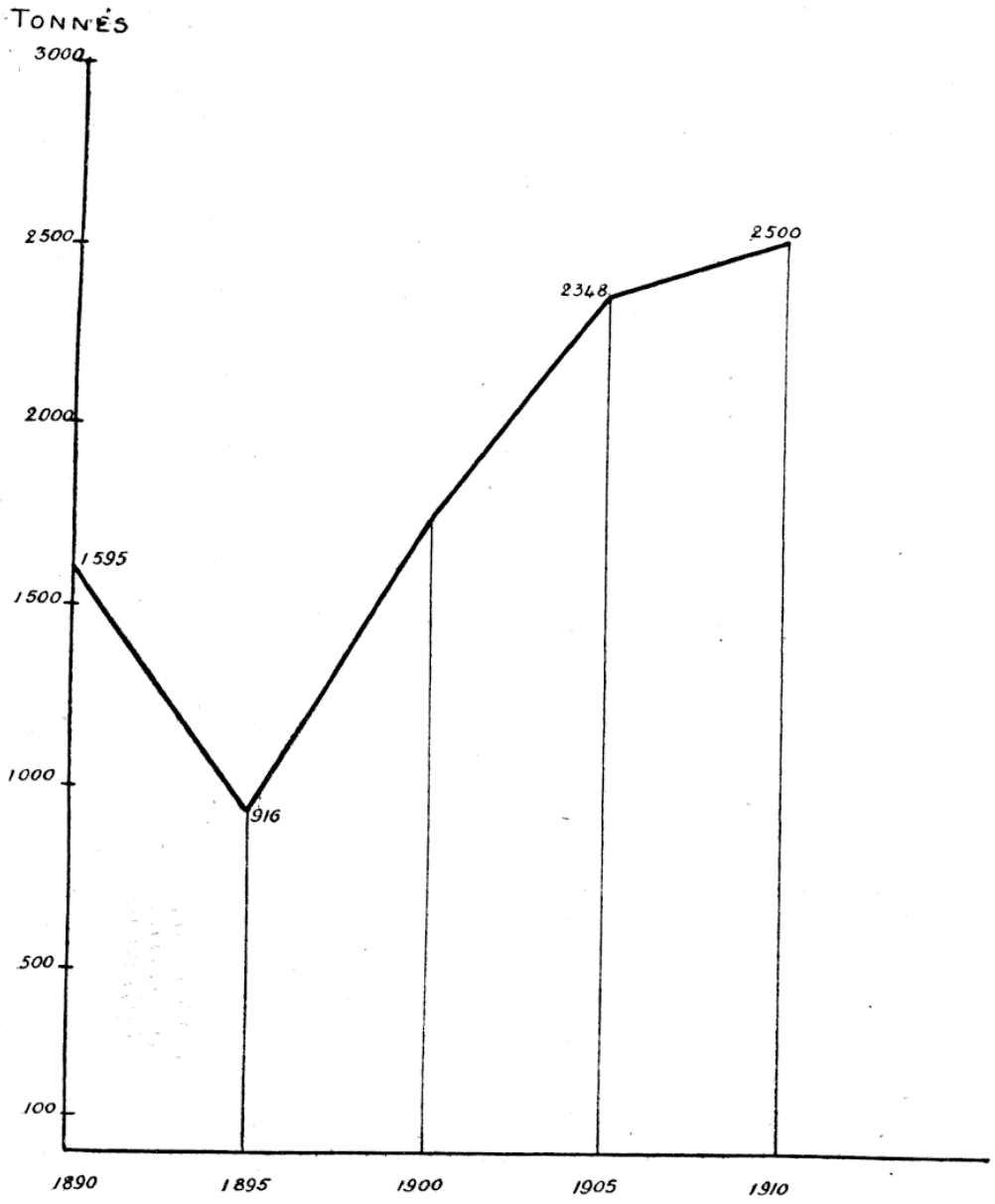


Fig. 262. — Filature des déchets de soie. Production française de 1890 à 1910.

Nos importations en 1913 ont été les suivantes [1] :

Allemagne	70 tonnes.
Suisse	68 —
Belgique	49 —
Italie	42 —
Grande-Bretagne	27 —
Indo-Chine	2 —
Autres pays étrangers	3 —
TOTAL	261 tonnes.

représentant une valeur de 4,377,600 francs.

[1] Enquête sur la production française, tome II, p. 86. Rapport de M. Lucien ROMIER à l'Association nationale d'expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation pendant la guerre. — Notre production était, avant la guerre, de 2,400 tonnes, valant 20 millions de francs.

Elle a souffert pendant la guerre du manque de main-d'œuvre masculine. Toutefois, les établissements qui produisaient la schappe de soie, étant situés dans la région de Saint-Étienne et de Nîmes, n'ont pas souffert de l'invasion.

Nos importations et exportations ont été les suivantes :

	1914.		1915.		1916.		1917.	
	QUANTITÉS.	VALEURS.	QUANTITÉS.	VALEURS.	QUANTITÉS.	VALEURS.	QUANTITÉS.	VALEURS.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Importations.....	90,1	1,871,280	28,1	545,000	2,0	1,422,000	326,0	6,448,000
Exportations.....	482,0	10,663,000	247,0	5,933,000	4,500	10,814,000	256,0	6,154,000

Situation à l'après-guerre. — La filature de schappe doit sa prospérité à deux causes : l'entente étroite qui règne entre la plupart de ses représentants et la faveur de la mode. Il n'y a aucune raison pour que ces deux causes ne continuent pas à favoriser le développement de cette industrie. Le Syndicat, toutefois, devra veiller à la concurrence allemande qui, n'ayant pas pu faire d'exportations pendant quatre ans, redoublera certainement d'efforts pour reprendre sa place.

3° Les tissus de soie.

Situation avant la guerre. — *Situation mondiale.* — Les grands consommateurs de soie sont connus, ainsi que la part prise par eux dans la consommation mondiale qu'il est difficile de préciser :

	CONSOMMATION mondiale.
États-Unis	37.0 p. 100.
France	16.2 —
Allemagne	13.8 —
Italie	6.8 —
Suisse	6.5 —
Espagne	4,4 —

La Chine et le Japon, qui sont les plus importants fournisseurs de soie, sont aussi les plus gros consommateurs; mais on n'a pas de chiffres pour cette consommation;

Les États-Unis consomment 9,000 tonnes, dont 760 tonnes proviennent de France;

L'Allemagne, sur 3,000 tonnes produites, nous en fournit 225. Nous lui envoyons 155 tonnes de tissus de qualité supérieure;

La Suisse, sur 1,600 tonnes produites, nous en fournit 227. Nous lui en envoyons 289 tonnes;

L'Angleterre, qui produit 510 tonnes, nous en prend 3,467, mais nous en envoie 175 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation française. — Le diagramme (fig. 263) donne en millions de francs :

a. *La production totale française;*

b. *La production de la région lyonnaise;*

c. *La production de la région de Saint-Étienne;*

d. *La production de la Picardie.*

En 1912, la situation se résumait ainsi [1] :

Production lyonnaise (99 p. 100 de la production française)	409 millions.
Production stéphanoise	8
Production picarde	4
PRODUCTION TOTALE	421

Cette production représentait 400 millions de francs.

Elle se partage à peu près de la façon suivante :
Tissus en soie pure : 75 p. 100;
Tissus en soie mélangée de laine ou de coton : 25 p. 100.
Ces derniers tissus sont plus spécialement faits dans la région picarde.
Il est nécessaire de faire ressortir l'importance du centre lyonnais.

Voici quelle était, pour 1912, la production en tissus.

DÉTAIL DE LA PRODUCTION FRANÇAISE EN 1912 (TISSUS DE SOIE) [2].

		MILLIERS de francs.
Tissus de soie et bourre, soie pure.	unis	130 400
	façonnés	30 500
Tissus mélangés d'or et d'argent		12 000
Tissus mélangés d'autres matières...	unis	53 200
	façonnés	8 200
Velours et peluches de soie	pure	7 700
	mélangée	28 800
Tissus de bourrettes, ameublements		1 100
Gazes et crêpes de Chine, mousseline		86 500
TOTAL		358 400

d'après l'évaluation des chambres de commerce.

Ceci représente l'ensemble de la région lyonnaise. Mais on peut faire ressortir la production de Grenoble (124,800,000 fr.) et Vienne (40,000,000 fr.) qui y sont compris. La même année, Saint-Étienne avait produit 8,205,000 francs et la Picardie 4,600,000 francs. La fabrique lyonnaise consomme 3 p. 100 de soie française, 82 p. 100 de soie provenant d'Extrême-Orient et 15 p. 100 d'Italie, de Turquie et d'Espagne, etc.

---

[1] Enquête sur la production française, *op. cit.*, p. 86. Rapport de M. Lucien ROMIER.

[2] Ministère du Commerce. Évaluation de la production, 2e partie, page 433.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

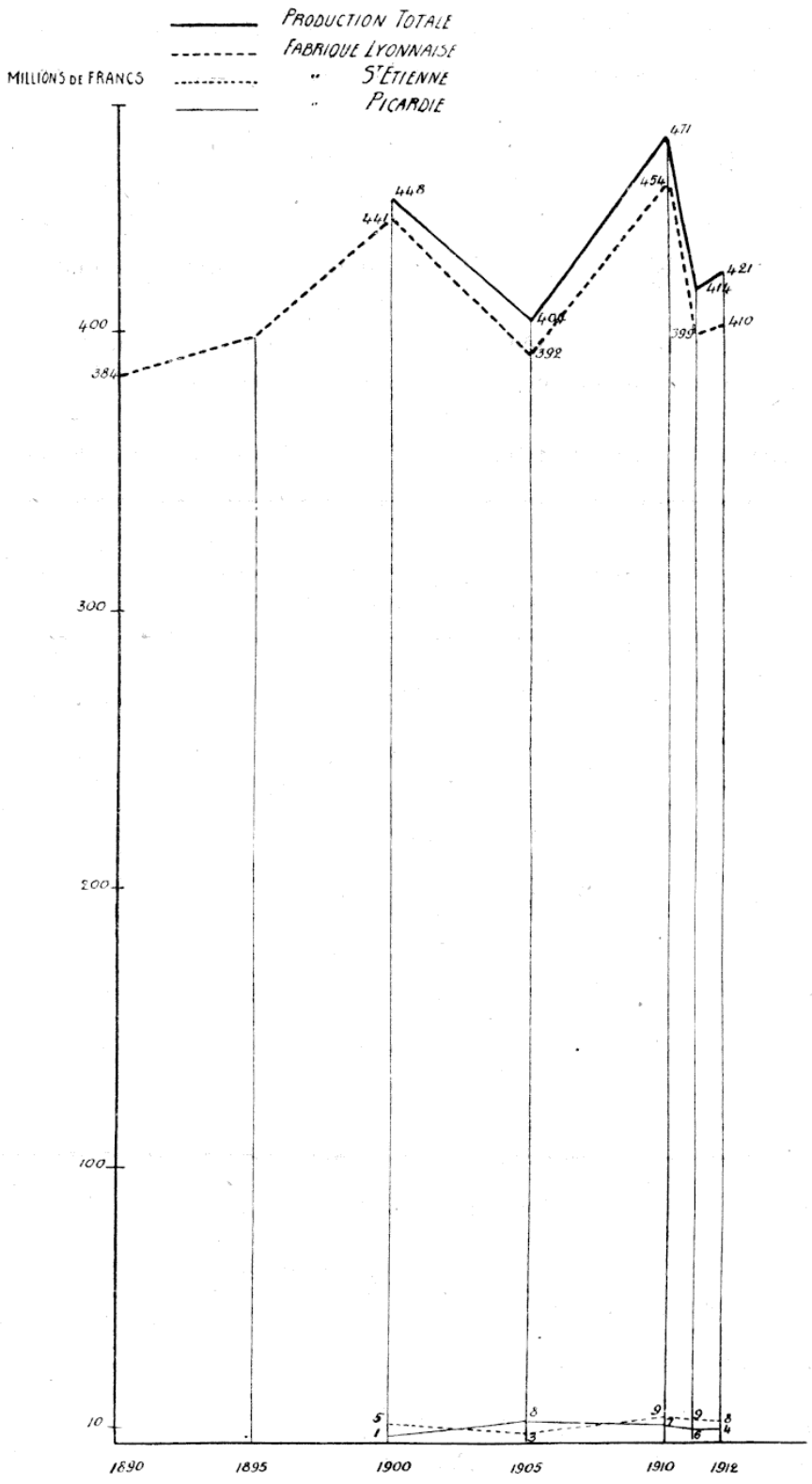


Fig. 263. — Production française des étoffes de soie de 1890 à 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre commerce extérieur est extrêmement intéressant à étudier; on doit distinguer :

a. *Les tissus de soie ou de bourre de soie;*

b. *Les tissus de soie ou de bourre de soie mélangés d'or, d'argent ou d'autres matières;*

c. *Les gazes et crêpes de soie pure ou mélangée;*

d. *Les tulles de soie;*

e. *Les velours et peluches de soie ou de bourre de soie (pure ou mélangée);*

f. *Les mousselines et grenadines.*

Nous donnons dans la figure 264, les importations et exportations totales en poids et en valeur.

On voit que nos exportations représentent sensiblement cinq fois nos importations.

Quant aux détails de notre commerce extérieur il doit être spécialement noté pour 1913.

IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS DES TISSUS DE SOIE FRANÇAISE EN 1913 [1].

IMPORTATIONS.			EXPORTATIONS.			
PAYS DE PROVENANCE.	QUANTITÉS.	VALEURS.	PAYS DE DESTINATION.	QUANTITÉS.	VALEURS.	POURCENTAGE.
	tonnes.	millions.		tonnes.	millions.	
Angleterre	175	9	Angleterre	3,467	212.0	63.0
Suisse	227	14	États-Unis	762	48.0	14.0
Allemagne	255	12	Belgique	454	32.0	9.5
			Suisse	269	18.0	5.4
			Allemagne	155	9.0	2.7
			Turquie	92	5.0	1.5
			Argentine	63	4.0	1.2
			Italie	41	3.0	
			Espagne	35	1.8	
			Maroc	52	3.0	2.7
			Algérie	10	0.8	
			Autriche	12	0.6	
TOTAL	657	35	TOTAL	5,412 [1]	337.2	

[1] Non compris rubanerie-passementerie.

Il nous faut méditer ces questions d'importations et d'exportations.

En effet, la situation des tissus et articles de soie (y compris les objets de bonneterie et de passementerie) correspond approximativement à :

Production normale	600 millions.
Exportation totale (avec les colis postaux)	400 —
Importations	49 —
Consommation intérieure (38 p. 100 de la production)	250 —

[1] Enquête sur la Production française, t. II, p. 121. Ces chiffres diffèrent légèrement de ceux qui sont donnés dans le Tarif des Douanes pour la même année et qui sont représentés sur la figure 264.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

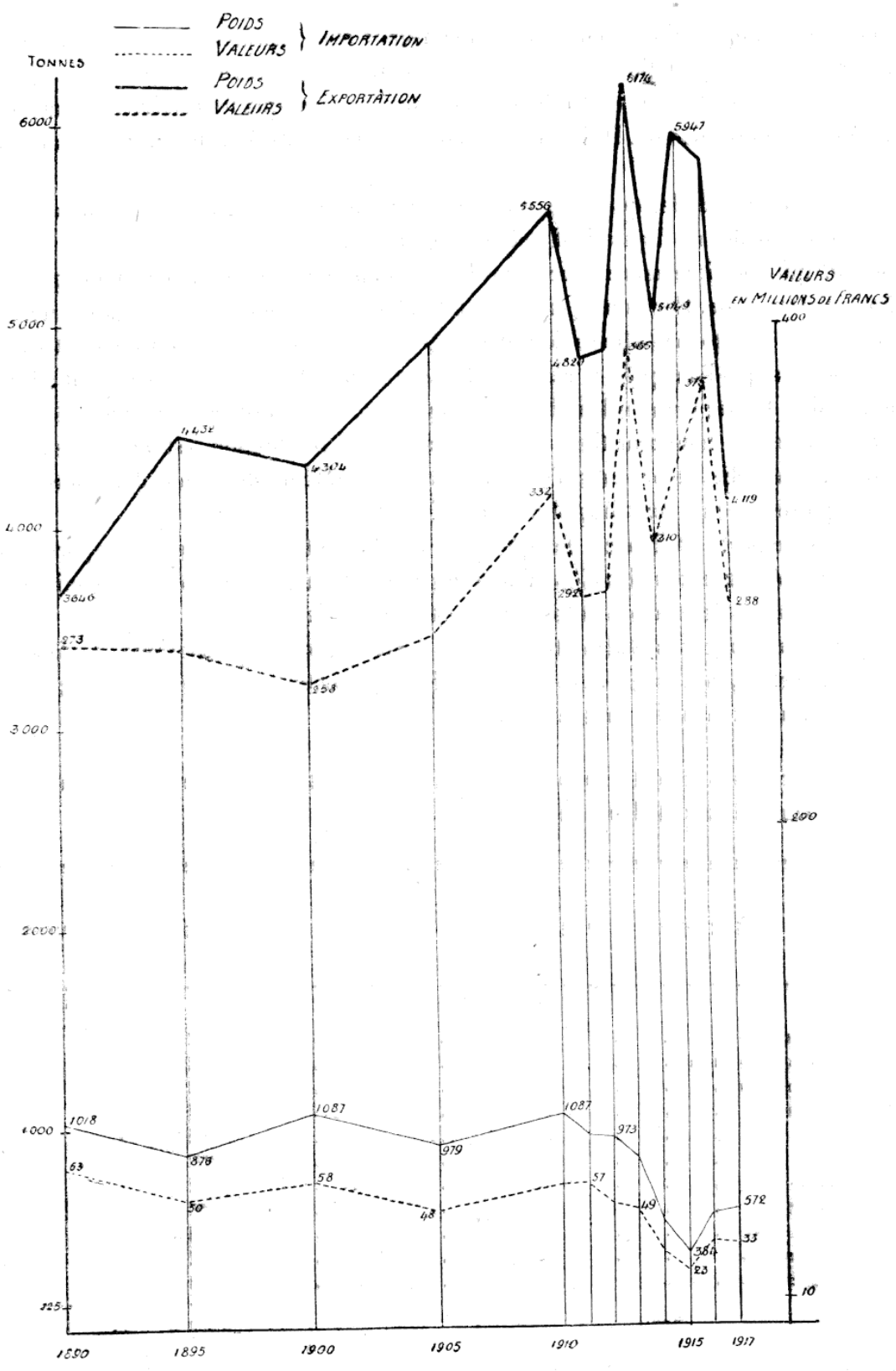


Fig. 264. — Étoffes de soie. Importations et exportations françaises de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi nos colonies, une seule, l'Indo-Chine, nous envoyait un appoint de 7 tonnes environ en 1913.

Les plus fortes importations sont celles d'Allemagne; elles représentent environ 13 millions de francs, alors que nos exportations vers le même pays atteignent à peine 10 millions.

Ce sont les velours et tissus de Crefeld et de Barmen, ainsi que les produits en soie artificielle, qui venaient sur notre marché. D'ailleurs, l'Allemagne était notre seul fournisseur étranger en soie pure.

Comme soie artificielle les quantités importées d'Allemagne atteignaient 39 tonnes, tandis que nos exportations totales ne dépassaient guère 31 tonnes.

La Suisse, qui constitue notre concurrent le plus important, nous envoie moins que nous semblons importer chez elle. Elle nous a fourni 226 tonnes d'une valeur de 14,600,000 francs et nous lui avons expédié 289 tonnes d'une valeur de 18,400,000 francs. Mais il faut bien noter ici que ces chiffres ne donnent pas l'image de la réalité [1]. Les statistiques fédérales n'enregistrent à l'entrée que des marchandises totales d'une valeur de 5,900,000 francs. La Suisse est donc bien plus un pays de transit qu'un pays de consommation. Le grand centre de production est Zurich; son activité se mesure par un ensemble de produits d'une valeur de 110 millions de francs, dont plus de 100 millions sont exportés surtout vers l'Angleterre et le Canada.

L'Angleterre importe en France des quantités notables de soie légère. Ses exportations totales avant guerre représentaient environ 30 millions de francs. En 1913, elle nous a expédié 132 tonnes de velours, 63 tonnes de gazes et crêpes, 16 tonnes de soieries.

Les importations italiennes étaient très faibles avant la guerre. Au contraire, le Japon était un fournisseur important, avec 112 tonnes en 1913, représentant 6,000,200 francs; sur ces 112 tonnes il y avait 110 tonnes de pongée et tussor.

En 1913, nous avons exporté, rappelons-le : 5,300 tonnes de tissus représentant une somme de 328,700,000 francs et se détaillant comme suit [1] :

PRODUITS EXPORTÉS.	QUANTITÉS.	VALEURS.
	tonnes.	millions de francs.
Pongée, corah, tussor	205.4	12.9
Autres tissus de soie ou de bourre	2,942.4	208.9
Tissus de soie mélangée d'or	1,701.4	59.6
Gaze et crêpe de soie	4.0	0.4
Tulles en soie	28.0	3.2
Dentelles de soie	225.7	22.6
Velours	28.5	2.4
Articles de bonneterie	125.2	16.8
Broderies	1.5	0.4
Mousselines grenadines	6.6	0.6
Tissus de soie artificielle	31.3	0.9
TOTAL	5,300.0	328.7

[1] Lucien ROMIER. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique. Enquête sur la Production française, t. II, p. 123.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

non compris la rubanerie et la passementerie, ni les expéditions faites par colis postaux qui, pour 1913, représentent 43,300,000 francs. Nous avons vu qu'en chiffres ronds :

L'Angleterre reçoit	65 p. 100
Les États-Unis reçoivent	15 —

de nos exportation.

Situation pendant la guerre. — Pour répondre aux besoins de la Défense nationale, un grand nombre de nos métiers à soie ont travaillé la laine.

Nos importations et nos exportations sont les suivantes :

ANNÉES.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	POIDS.	VALEUR.	POIDS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
1914	542	31,418,000	5,049	310,059,000
1915	384	22,168,000	5,947	329,317,000
1916	559	33,575,000	5,860	375,527,000
1917	572	33,028,000	4,119	288,334,000

Situation après la guerre. — Notre industrie de la soierie, qui a acquis une réputation mondiale, ne peut-elle pas recevoir un nouveau développement ?

La section compétente du Comité consultatif des Arts et Manufactures est tout à fait affirmative à ce sujet. Ce développement doit se trouver dans une augmentation de l'exportation, qui doit atteindre des proportions beaucoup plus élevées qu'à l'avant-guerre.

L'effort est le plus important et le plus difficile de tous ceux que la soierie doit produire [1]. Il faut absolument le faire.

En effet, les États-Unis offrent à nos produits un large marché, où la concurrence allemande se faisait fortement sentir à l'avant-guerre. D'autre part, les débouchés de l'Amérique du Sud, de l'Asie, méritent toute notre attention, et une place est à prendre au détriment de l'Allemagne.

Mais pour cela le groupement est indispensable. Or le Lyonnais n'aime pas à dépenser pour s'organiser au loin. De plus, il a des habitudes invétérées d'individualisme qu'il lui faudra modifier [1].

Signalons d'ailleurs les dispositions indiquées par le rapporteur lui-même [1].

Une autre condition non moins essentielle, c'est l'amélioration du prix de revient, amélioration qui s'obtiendrait notamment par le développement du machinisme. Là, bien des progrès sont encore à faire, et la soierie lyonnaise, du moins dans quelques ateliers, s'est laissée distancer par l'étranger. Cela provient du caractère très particulier du Lyonnais. « Le vieux fonds du caractère lyonnais subsiste, incompréhensible pour qui ne l'a pas pratiqué. »

---

[1] Ennemond Morel. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° La soie artificielle.

Les méthodes de farrication. — La soie artificielle est toujours obtenue par un produit à base de cellulose qui, passant à travers une filière, prend la forme et les principales propriétés du fil provenant du cocon.

Plusieurs procédés sont utilisés pour préparer la soie artificielle. Trois sont industriels; encore faut-il noter que les dernières méthodes sont à l'état d'essai.

Ce sont :

a. *Le procédé Chardonnet;*

b. *Le procédé de la soie cupro-ammoniacale;*

c. *Le procédé à la viscose;*

d. *Le procédé à l'acétate de cellulose;*

e. *Divers.*

Sans entrer dans les détails de chacun d'eux il semble nécessaire cependant d'en rappeler les principes.

A. *Le procédé Chardonnet.* — La matière première est le coton lavé, qui est transformé en nitrocellulose. Celle-ci est ensuite dissoute dans un mélange composé de parties égales d'alcool et d'éther (22 kilog. de nitrocellulose pour 100 litres de mélange). Après filtration et repos de plusieurs jours, la pâte est filée. Pour cela, on la fait passer à travers des tubes en verre terminés par des capillaires; on procède à la réunion de plusieurs fils, d'une épaisseur de 0.1 millimètre à 0.2 millimètre. On sèche vers 45 degrés, on dénitre le fil en le faisant passer dans un bain composé de sulfure alcalin, cela à aussi basse température que possible, et enfin on le blanchit au chlorure de chaux.

B. *Le procédé Despeissis à l'oxyde de cuivre ammoniacal.* — Le point de départ est une solution de cellulose dans l'oxyde de cuivre ammoniacal. La matière première est le coton dégraissé et blanchi que l'on mercerise au moyen d'une solution de carbonate de soude et de soude caustique.

Après lavage, essorage et séchage, le coton est passé dans une machine spéciale qui sépare les fibres, puis blanchi. C'est à ce moment qu'intervient la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre qui dissout la cellulose. Le malaxage dure plusieurs heures. La solution ainsi obtenue doit posséder un certain degré de viscosité.

Le produit est ensuite filé à travers des tubes capillaires : lavé, savonné, séché (à 55°), humidifié et travaillé ensuite comme la soie ordinaire avec dévidage, retordage, etc.

Les *Glanzstoff Fabriken* qui utilisent ce procédé ont apporté de grands progrès dans les questions de dissolutions, amenant la cellulose sous forme d'hydrocellulose avant l'action du réactif cupro-ammoniacal.

C. *La soie à la viscose.* — Ici la cellulose est amenée à l'état de thiocarbonate alcalin, qui constitue la viscose et duquel il est aisé de régénérer la cellulose pure, sous forme de fil soyeux.

Découverte en 1889, par MM. Cross, Bevan et Bexdle, la viscose est obtenue en traitant la cellulose par un excès de solution de soude à 15 p. 100. La matière première n'est pas le coton, mais bien la pâte de bois. Après contact avec la solution sodique, on essore, on laisse au repos pendant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plusieurs jours et on ajoute du sulfure de carbone (40 parties en poids pour 100 de cellulose). Celui-ci transforme l'alcali cellulose, provenant de l'action de la soude sur la cellulose, en thiocarbonate. Après repos, on obtient par addition d'eau une solution de concentration voulue. On la décolore.

La viscose ainsi obtenue est filée comme la nitrocellulose; le fil est coagulé par un bain de chlorure d'ammonium.

La viscose n'a pas seulement comme application la préparation d'une soie artificielle, mais bien aussi de matières plastiques; en effet, la viscose se solidifie très rapidement à chaud et donne le viscoïd.

On se sert de la viscose comme agglomérant, pour le liège, la sciure de bois, le kaolin, etc. On la moule ainsi aisément et après transformation en viscoïd on taille et polit. Le viscoïd est incombustible.

D. *Les procédés à l'acétate de cellulose.* — La fabrication de la soie artificielle basée sur l'acétate de cellulose n'est pas encore du domaine industriel. Nous parlerons de ce composé dans le chapitre consacré aux matières plastiques.

E. *Méthodes diverses.* — On a cherché à obtenir des soies artificielles en partant de matières autres que la cellulose; mais les produits obtenus sont de qualité très inférieure. Les essais ont porté sur la gélatine bichromaté d'une part et sur la caséine formolée, d'autre part.

Production par pays en 1913, différents procédés employés. — Le tableau suivant résume par pays les procédés utilisés, la situation des usines et leur production.

PAYS.	PROCÉDÉS.	USINES.	QUANTITÉS.		POURCENTAGE.
			tonnes.		
Angleterre	Cupro-ammoniacale	Flint	5,000	5,205	38
		Yarmouth	5		
		Coventry	200		
France	Chardonnet	Besançon	800	1,400	12
	Cupro-ammoniacale	Givet, Izieux, etc.	500		
	Viscose	Arques	100		
Allemagne	Chardonnet	Francfort, Boblingen	800	2,060	21
	Cupro-ammoniacale	Oberbruck	1,200		
	Viscose	Stettin	60		
Belgique	Chardonnet	Tubize	800	1,360	10
	Cupro-ammoniacale	Aal	500		
	Viscose	Arlon	60		
Autriche	Chardonnet	Szarwars	200	700	7
	Cupro-ammoniacale	Saint-Polten	500		
Suisse	Chardonnet	Sprinenbach	80	140	
	Viscose	*Idem*	60		
Alsace	Cupro-ammoniacale	Mulhouse		1,500	12
	Total			12,365	100

Les résultats de ce tableau sont représentés sur la figure 265.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1910, la production totale était de 8,000 tonnes, d'une valeur de 120 millions de francs. On voit les progrès rapides faits par ce produit.

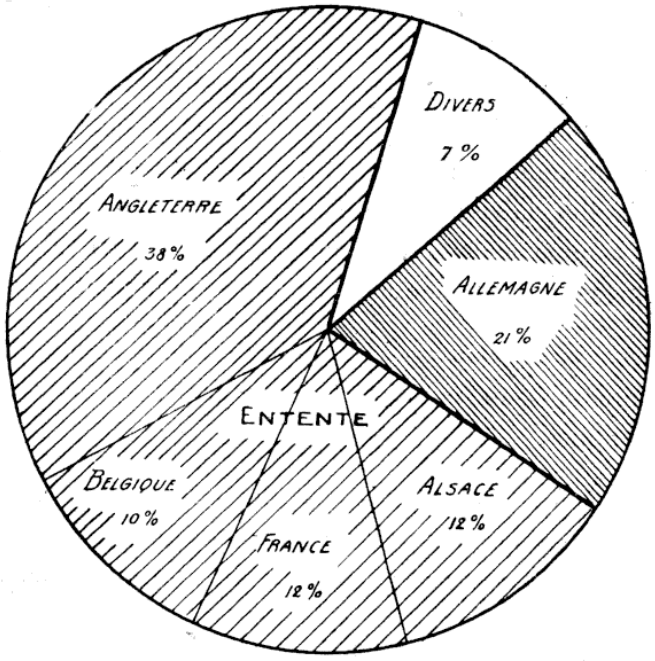


Fig. 265. — Production mondiale en soie artificielle en 1913.

SITUATION AVANT LA GUERRE. — *Situation française.* — La soie artificielle est apparue en France vers 1890, grâce au procédé de Chardonnet.

La variation de production est donnée dans la figure 266, et celle du prix du fil dans la figure 267.

En 1914, au moment de la guerre, cette industrie était en plein développement et l'on pouvait espérer une production de 1,800 tonnes, si les hostilités n'étaient venues interrompre la marche des usines. Durant la guerre, le tonnage produit a été réduit à environ 50 p. 100 de cette production.

Les débouchés de la soie artificielle sont extrêmement importants; elle paraît indispensable à la fabrication des rubans.

Nos importations et exportations sont données dans la figure 268. Spécialement en 1912, nous avons importé 60 tonnes de tissus d'une valeur de 1,600,000 francs.

La même année nous avons exporté 360 tonnes de fil, d'une valeur de 5,943,000 francs.

Voici, de plus, nos exportations de guerre.

ANNÉES.	QUANTITÉS.	VALEURS.
	tonnes.	millions de francs.
EXPORTATIONS DE FILS.		
1914	331	5,136,000
1915	545	10,452,000
1916	348	6,974,000
1917	151	3,028,000
EXPORTATIONS DE TISSUS.		
1915	73	1,916,000
1916	85	2,550,000
1917	45	1,350,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

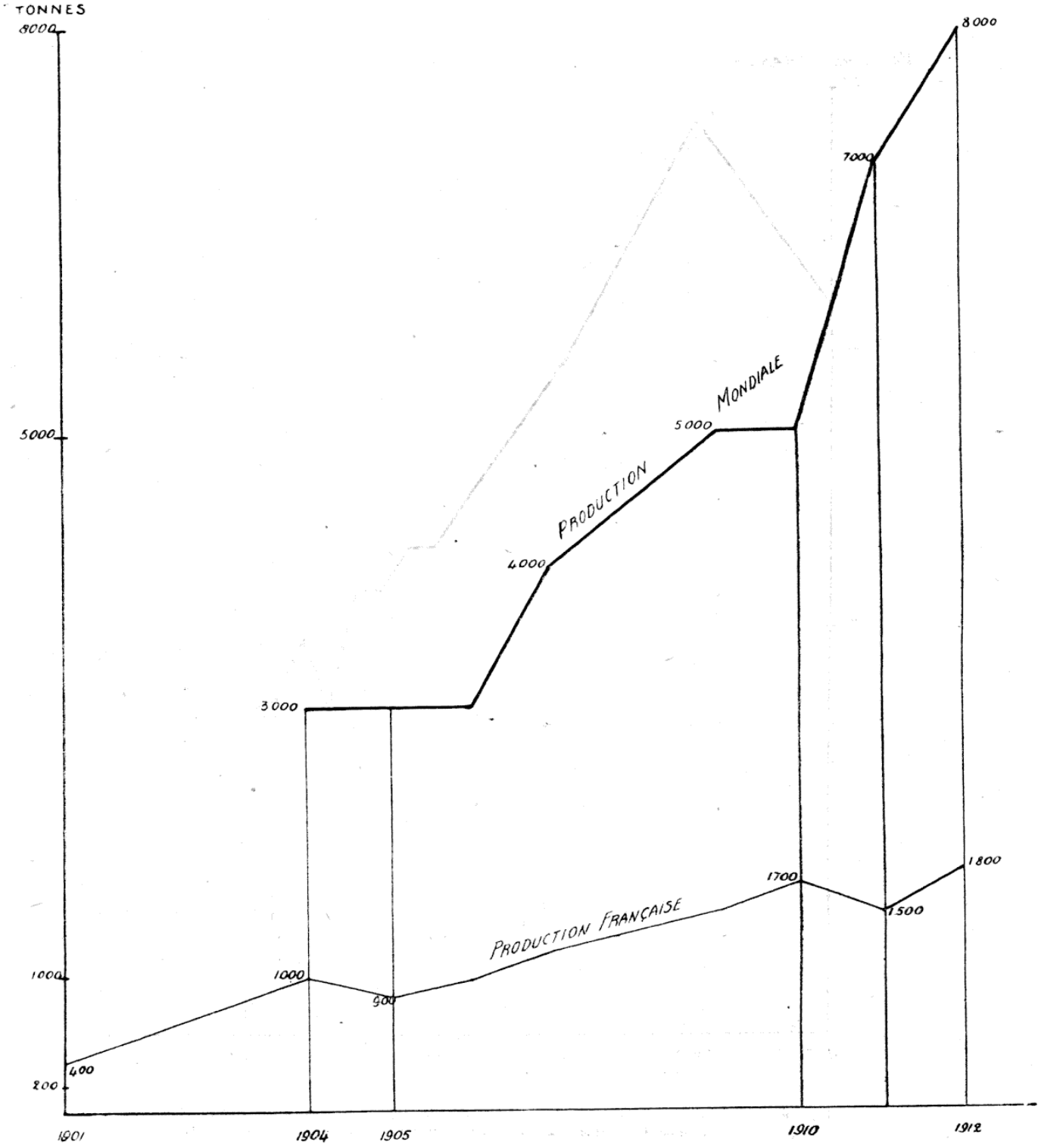


Fig. 266. — Production mondiale et française de soie artificielle de 1901 à 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

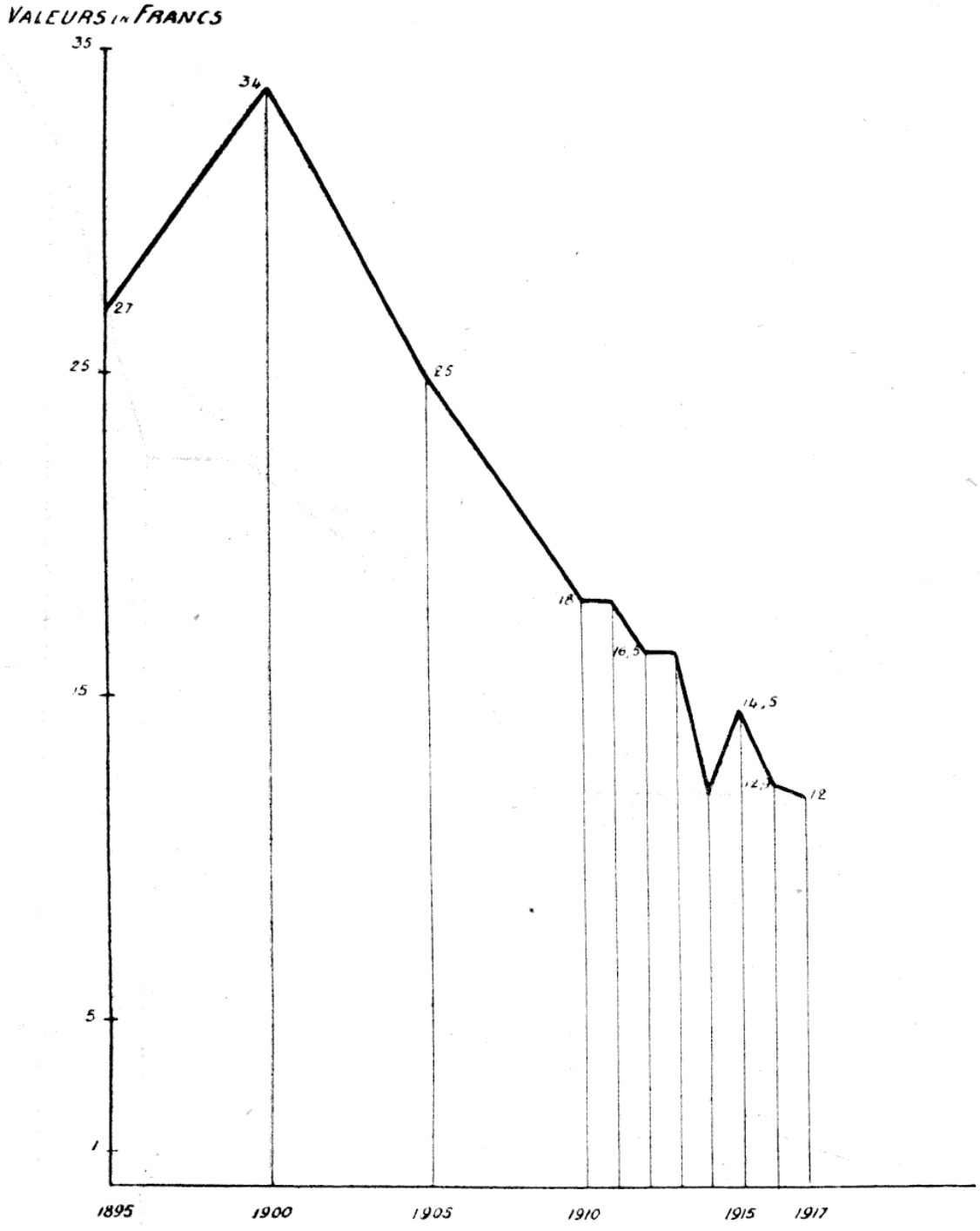


Fig. 267. — Variation de la valeur des fils de soie artificielle de 1895 à 1917 (prix du kilo).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

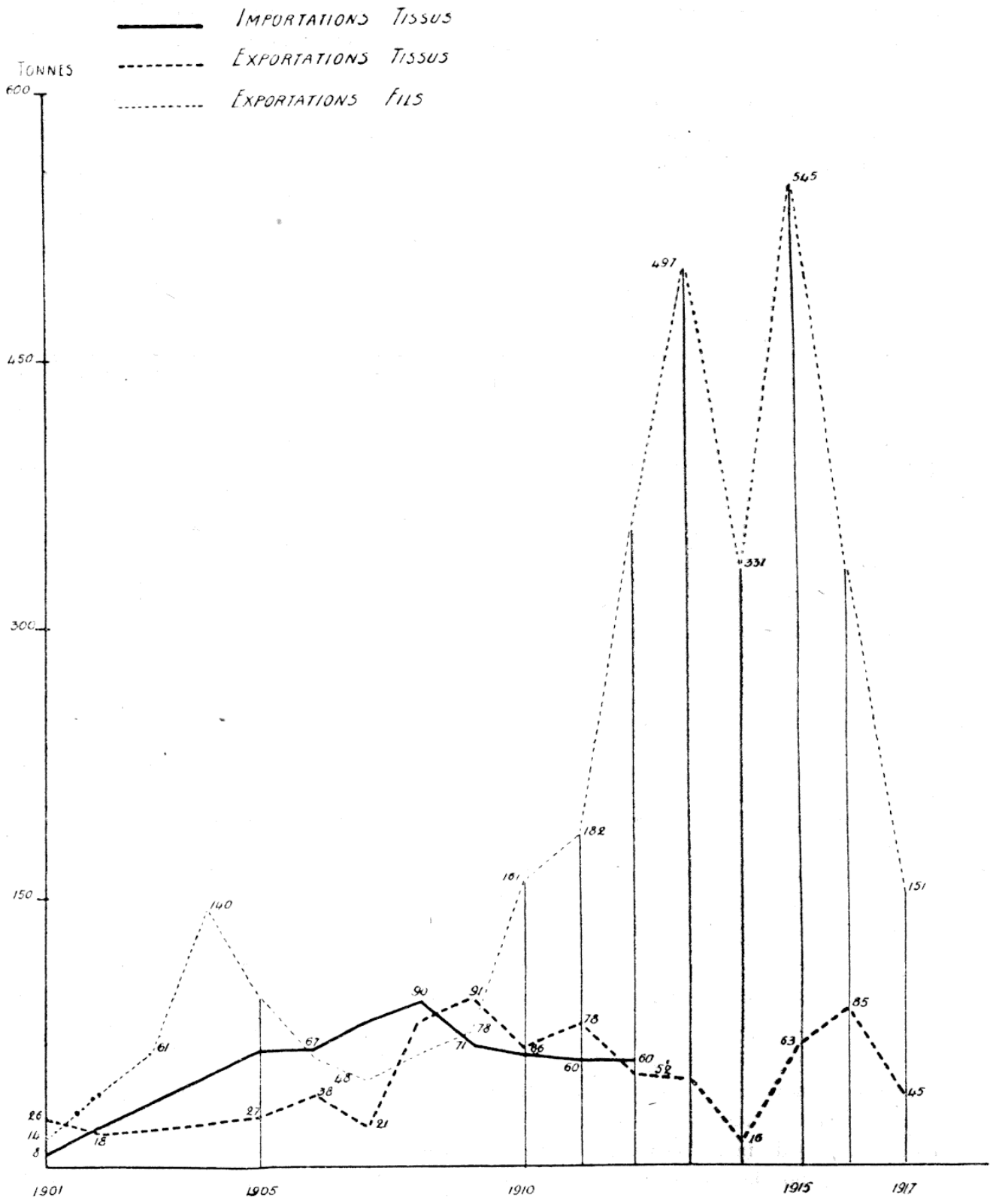


Fig. 268. — Importations et exportations françaises de soie artificielle de 1901 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'après-guerre. — On peut, croyons-nous, escompter un grand développement de la fabrication de la soie artificielle en France. Certains estiment que sa production doublera rapidement, nous mettant à l'abri des importations et nous permettant même de gagner le marché étranger.

Le tonnage de nos exportations est très encourageant, mais nous avons profité de l'abstention forcée de l'Allemagne pendant la guerre et il faudra après la signature de la paix veiller à maintenir notre place auprès de notre clientèle.

Conclusions.

En résumé, la situation de l'industrie de la soie à l'avant-guerre peut se résumer de la façon suivante (poids en tonnes, valeurs en millions de francs) [voir fig. 269].

PRODUITS.		PRODUCTION. (chiffres de 1912.)		IMPORTATIONS. (chiffres de 1913.)		EXPORTATIONS. (chiffres de 1913.)	
		QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
		tonnes.	millions de francs.	tonnes.	millions de francs.	tonnes.	millions de francs.
Matières premières	Grège	505	17	7,284	270,0	2,332	86,0
	Schappe	2,500	19	11,200	85,0	2,739	28,0
		3,005	36	18,484	355,0	5,071	114,0
Produits intermédiaires	Grège	607	28	//	//	//	//
	Fils de schappe	2,500	25	261	4,3	870	2,3
	Moulinés	3,500	147	3	1,0	1,213	4,4
Produits fins		8,625	575	572	49,0	4,119	388,0
Soie artificielle	Fils	1,800	27	60	1,7	360	6,0
	Tissus					52	1,5
Total		.....	.....	19,380	411,0	11,685	516,2

A l'après-guerre, la France, qui restera toujours largement tributaire de l'étranger et spécialement de l'Extrême-Orient pour les matières premières, peut développer ses exportations. Les marchés pris par les usines de Crefeld et de Barmen lui seront partiellement ouverts.

Quant à la soie artificielle, il semble qu'elle n'aura qu'à continuer l'augmentation de sa production. Elle trouvait un large débouché à l'étranger et son exportation, qui a continué à se développer même pendant la guerre (voir 1915 pour les filés), ne semble pas avoir d'autres limites que sa production et son prix de revient.

Mais nous ne devons pas oublier que cette industrie repose sur des brevets susceptibles de lui donner la stabilité indispensable aux capitaux qui y sont engagés. Ces brevets sont compromis par les cinq années de bouleversement que nous venons de traverser. Il serait donc nécessaire de prolonger la validité de ces brevets de la durée de la guerre ou de l'augmenter d'une période de cinq ans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

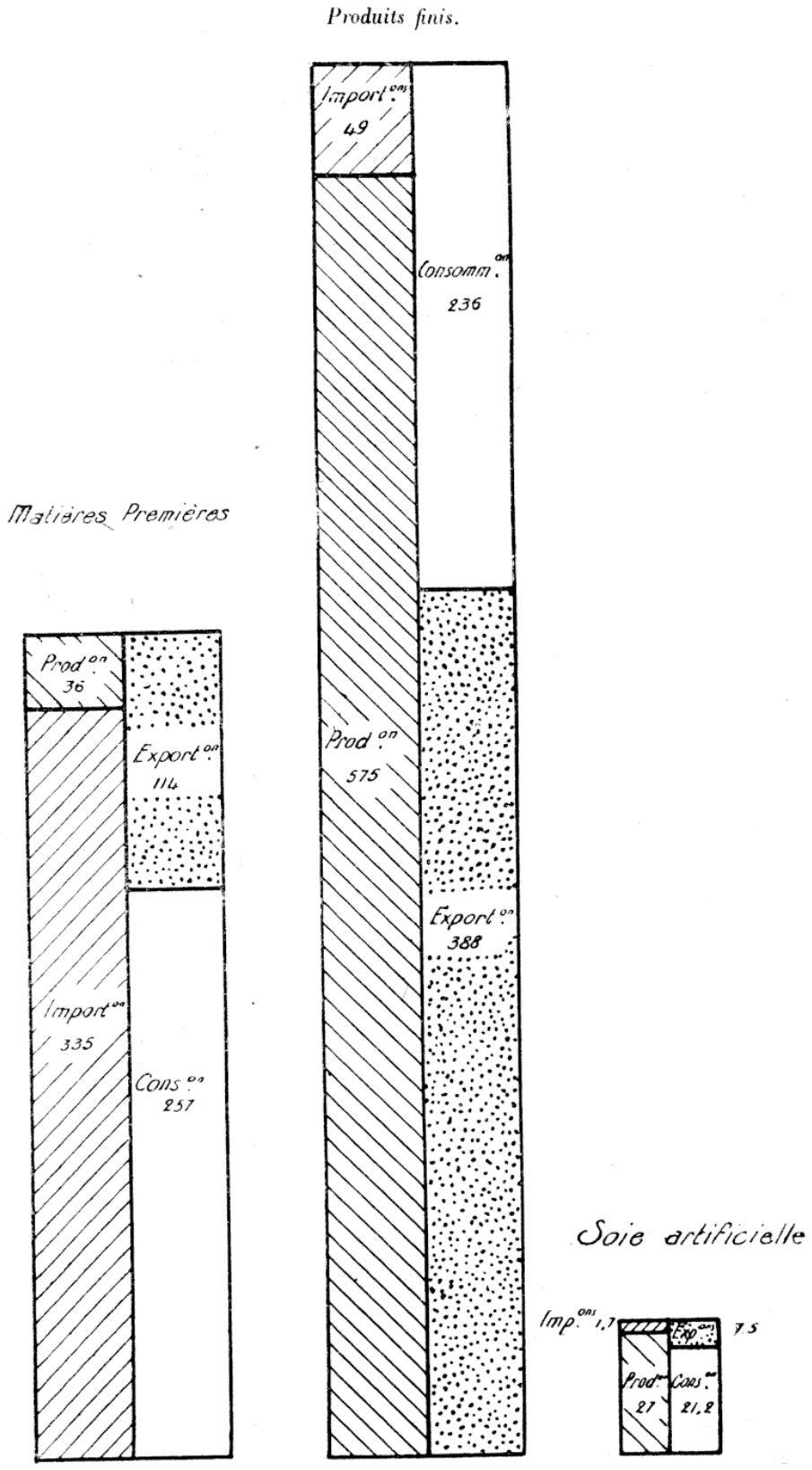


Fig. 269. — **Résumé de la situation de l'industrie française de la soie grège et de la schappe avant la guerre.**
(Les chiffres représentent les valeurs en millions de francs.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XV.

LES INDUSTRIES TEXTILES : LE COTON.

Aperçu général. — Les opérations auxquelles est soumis le coton pour sa transformation sont semblables à celles qui ont été décrites pour la laine.

Le coton est cardé, peigné, filé, tissé, suivant les mêmes principes. La teinture est plus difficile et l'impression des tissus écrus ou blanchis est extrêmement importante; elle se fait, chacun le sait, au moyen de cylindres qui portent le dessin en relief et que l'on recouvre des couleurs voulues.

1° Le coton brut.

Situation à l'avant-guerre. — *Situation mondiale.* — La production mondiale du coton brut est donnée dans la figure 270 [1]. On y trouve de plus les courbes de la variation de la production des États-Unis, des Indes anglaises, de l'Égypte et de l'ensemble des autres pays.

On voit que, de 1890 à 1913, la production mondiale a été multipliée par 2,7 ; dans le même temps, la production des États-Unis a été multipliée par 2,5; celle des Indes, qui est restée constante de 1890 à 1900, a été multipliée par 1,9; celle de l'Égypte n'apparait dans les statistiques qu'en 1900; sa production a été remarquablement constante.

Les autres pays producteurs, qui ont donné une quantité de coton sensiblement identique de 1890 à 1910, ont accrû rapidement leur production après un léger fléchissement : entre 1890 et 1910, le tonnage a été multiplié par 2,5.

En 1913, la situation se présentait de la façon suivante, au point de vue de la production (fig. 271):

PAYS.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
États-Unis	3,180,000	58,8
Indes anglaises	812,000	15,0
Égypte	330,000	6,1
Russie	216,500	4.0
Divers(1)	871,500	16,1
Total	5,410,000	100,0

(1) Les pays divers comprennent : Asie centrale, Pérou, Brésil, Chine, Corée.

[1] D'après le rapport de la Commission permanente des Valeurs en Douane et les statistiques anglaises. Les rapports de la Commission des Valeurs en Douane s'arrêtent à 1913. Les statistiques anglaises vont jusqu'à 1916. — Les statistiques allemandes et le Consortium français du coton indiquent pour cette année 1916 des chiffres variant de 5 millions à 5,500,000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

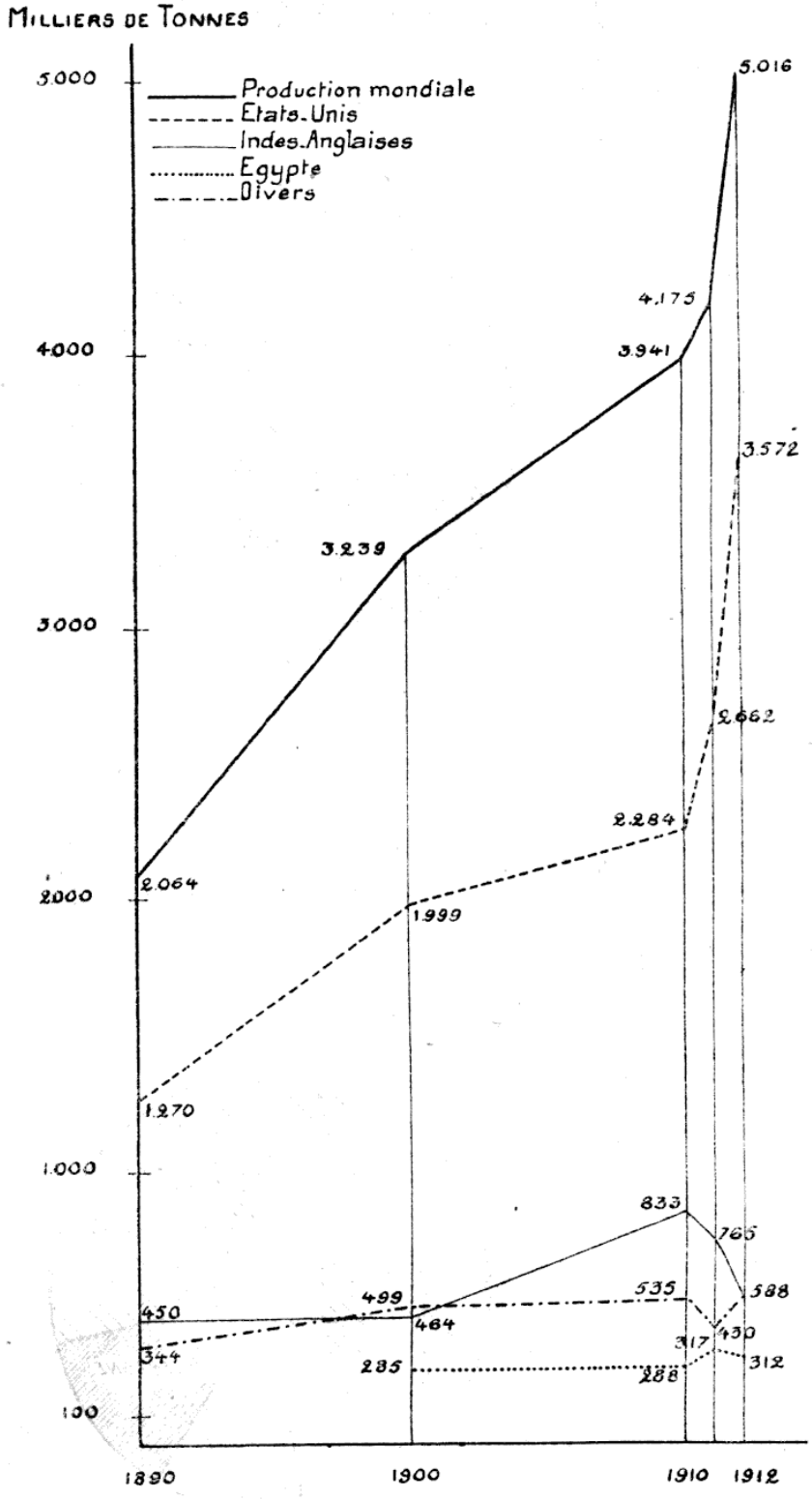
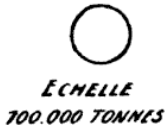


Fig. 270. — Coton brut. (Production mondiale de 1910 à 1912.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Production totale : 5,410,000 tonnes.

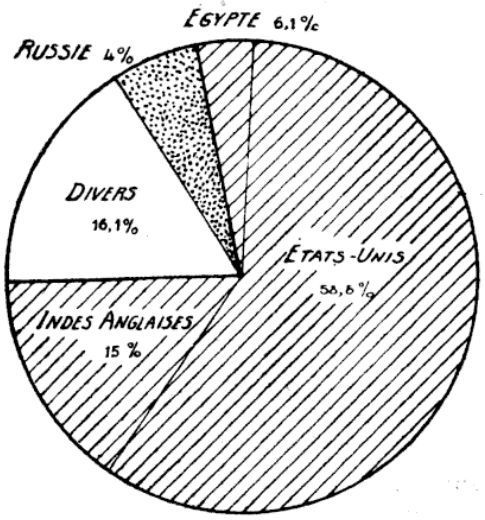


Fig. 271. — **Production mondiale du coton brut en 1913.**

Consommation totale : 4,727,000 tonnes.

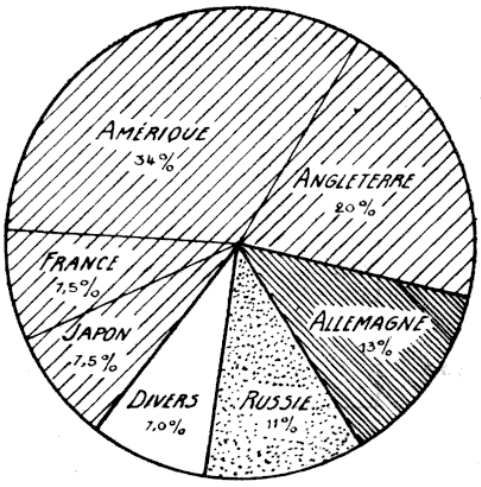


Fig. 272. — **Consommation mondiale du coton en 1913.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, la consommation s'est répartie comme suit (fig. 272) :

PAYS.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Amérique (États-Unis, Canada, Mexique, Brésil)	1,606,000	34,0
Îles Britanniques	960,000	20,0
Allemagne	645,000	13,0
France	327,000	7,5
Russie	515,000	11,0
Japon	358,000	7,5
Divers (Italie, Espagne, Belgique)	316,000	7,0
TOTAL	4,727,000	100,0

Les Indes anglaises consomment à peu près leur production, soit 800,000 tonnes en 1913.

Situation française. — Tout le coton consommé en France venant de l'étranger, il nous est aisé de connaître la situation de notre pays. Les courbes de la figure 273 donnent les importations et les exportations de coton brut et la consommation. On voit que, de 1890 à 1910, celle-ci a augmenté dans une proportion de 2,2 à 1.

Pour 1913, les détails de nos importations et de nos exportations ont été les suivants :

1° Pour nos importations :

États-Unis (78 p. 100)	249,876 tonnes.
Égypte (8 p. 100)	29,495 —
Indes anglaises (7 p. 100)	25,347 —
Grande-Bretagne	8,362 —
Belgique	3,876 —
Italie	1,853 —
Colonies françaises	764 —
	319,573 tonnes.
Brésil	1,258 tonnes.
Chine	989 —
Espagne	770 —
Pays-Bas	499 —
Haïti	421 —
Suisse	197 —
Pérou	116 —
Autres pays neutres	229 —
	4,479 tonnes.
Allemagne	3,589 tonnes.
Turquie	1,869 —
Autriche	27 —
	5,485 tonnes.
Soit au TOTAL	329,537 tonnes.

représentant une valeur de 578,494,800 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

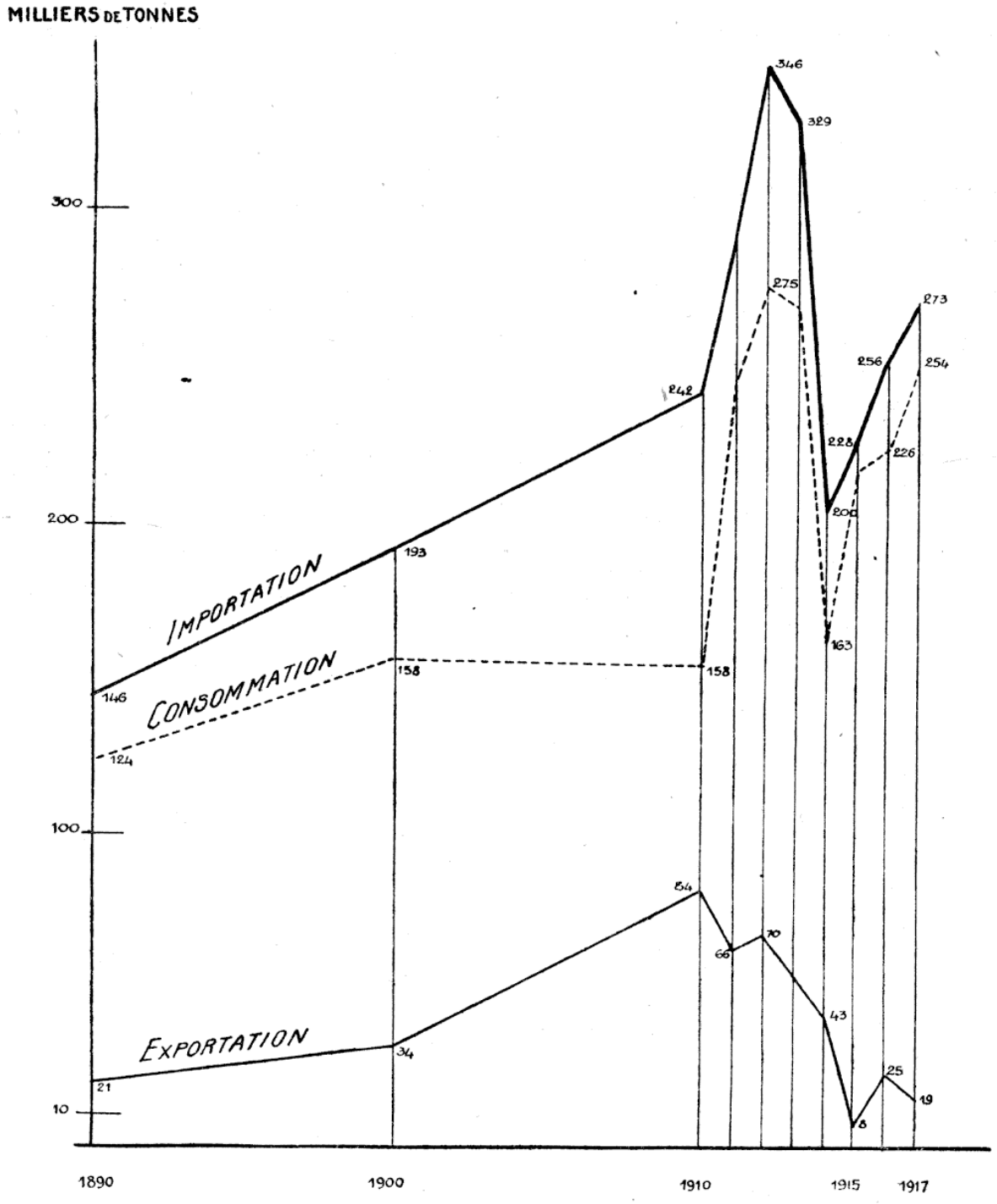


Fig. 273. — Coton brut. Importations, exportations, consommations françaises, de 1890 à 1917.

On voit donc d'où provenaient nos importations (voir fig. 274) :

97,1 p. 100 de pays alliés (particulièrement 75,9 p. 100 des États-Unis; 8,9 p. 100 d'Égypte; 7,7 p. 100 des Indes anglaises);

1,3 p. 100 de pays neutres;

1,6 p. 100 des autres pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il convient de noter que l'Égypte nous envoie un coton spécial, à longues fibres, le *jumel*, utilisé à des usages spéciaux.

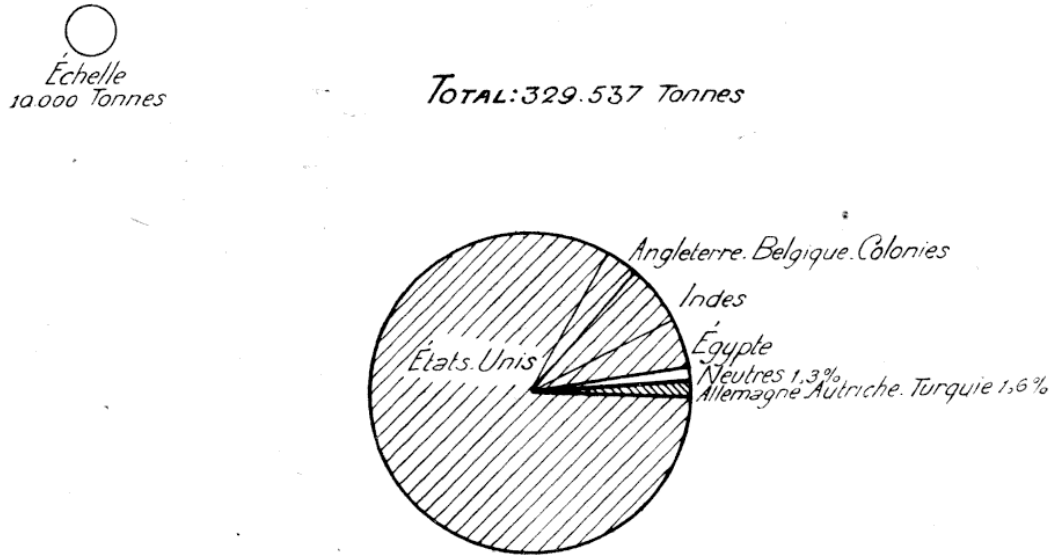


Fig. 274 — Importations françaises de coton brut en 1913.

Quant aux exportations de coton brut, elles ont été les suivantes :

Belgique	11,449 tonnes,
Russie	3,646 —
Grande-Bretagne	2,161 —
Italie	2,117 —
Colonies françaises	963 —
Grèce	46 —
	20,382 tonnes.
Pays-Bas	573 tonnes.
Suisse	6,420 —
Espagne	517 —
République Argentine	25 —
Chili	15 —
Divers neutres	1,265 —
	8,815 tonnes.
Allemagne	29,144 tonnes.
Turquie	35 —
	29,179 tonnes.
Soit au TOTAL	58,376 tonnes.

représentant une valeur de 103,897,000 francs.

On voit que nos exportations, qui représentent moins du sixième de nos importations, vont surtout vers : l'Allemagne (50 p. 100); la Belgique (19,7 p. 100) et la Suisse (11 p. 100).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation pendant la guerre. — La production mondiale a continué de croître d'une façon remarquable. Elle a atteint les chiffres suivants en tonnes [1] :

ANNÉES.	PRODUCTION MONDIALE.	ÉTATS-UNIS.	INDES ANGLAISES.	ÉGYPTE.	RUSSIE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1914	5,640,000	3,270,000	910,000	331,000	233,500
1915	6,120,000	3,400,000	940,000	284,000	255,000
1916	6,354,000	2,950,000	1,140,000	209,000	330,000
1917	//	2,790,000	//	//	//

Les productions des grands pays se sont maintenues à des taux très élevés; celle des États-Unis a baissé; les Indes anglaises ont, au contraire, augmenté leur rendement et surtout l'Asie centrale, le Pérou, le Brésil, la Chine, la Corée.

La production des pays autres que ceux énumérés dans le tableau précédent est passée de 871,500 tonnes en 1914 à 1,725,000 tonnes en 1916.

Quant à la situation française, elle se résume de la façon suivante (en tonnes) :

ANNÉES.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	CONSOMMATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1913	329,537	58,376	270,161
1914	206,624	43,418	163,206
1915	232,074	8,552	223,522
1916	256,096	29,893	226,203
1917	273,000	19,700	253,300

On sait d'ailleurs combien a été préoccupante la situation de l'approvisionnement en coton. M. le Ministre du Commerce a créé un consortium comprenant tous les intéressés qui, d'accord avec le Gouvernement français et celui des États-Unis, procède à l'achat, le fret et le change nécessaires étant mis à sa disposition par l'État.

Situation à l'après-guerre. — Que deviendra notre consommation après-guerre ? En admettant les pays envahis reconstitués, nous aurons, du fait du retour de l'Alsace-Lorraine, une augmentation de consommation de 67,000 tonnes et nous atteindrons 338,000 tonnes, soit une augmentation de 25 p. 100 (fig. 275).

Pouvons-nous espérer nous passer, du moins en partie, du concours actuellement demandé à l'étranger, dans nos approvisionnements de coton? La question ne saurait être résolue que par le concours de nos colonies. Dans quelles limites pourront-elles nous le donner?

En général, on admet que l'on récolte 90 kilogrammes de fibre de coton égrené par acre c'est-à-

[1] Statistiques anglaises; les statistiques allemandes donnent un chiffre moins élevé : 5,500,000 tonnes pour 1916.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dire par 40 ares. Ceci correspond sensiblement à 225 kilogrammes à l'hectare[1]. Pour satisfaire à nos besoins, il faudrait que la culture s'étendît à 1 million et demi d'hectares. Cela ne paraît pas impossible. L'Association cotonnière coloniale a montré que les cotons produits avec les graines

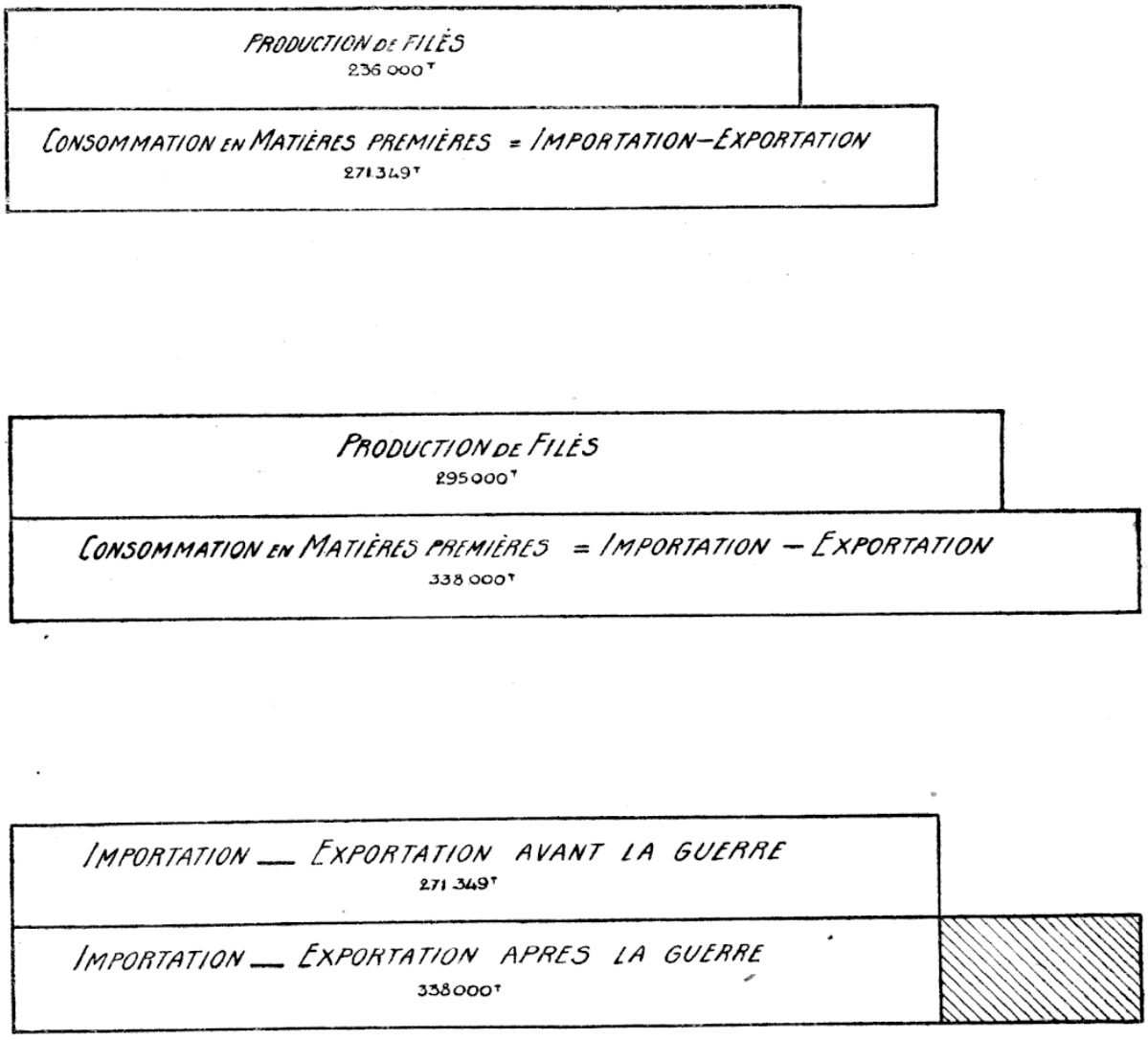


Fig. 275. — Coton. Situation française après la guerre, besoins en matières premières. Influence du retour de l'Alsace-Lorraine.

indigènes sélectionnées par ses soins répondent bien aux desiderata de nos filatures, quelle que soit la colonie envisagée.

D'ailleurs, on peut résumer la situation brièvement[1].

En Algérie (département d'Oran), on a obtenu des résultats remarquables avec le coton à longue fibre, mais il est nécessaire de prévoir les travaux hydrauliques indispensables aux irrigations. De même les essais faits au Maroc sont très encourageants. Dans l'Afrique occidentale, plus particulièrement à la Côte d'Ivoire, les résultats acquis sont déjà fort intéressants.

---

[1] Roy. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A la Nouvelle-Calédonie et aux Nouvelles-Hébrides, les progrès ont été très importants.

Les récoltes de l'Indo-Chine sont relativement bonnes; mais elles sont absorbées par le Japon et la Chine.

Voici d'ailleurs les chiffres d'exportation de coton brut de nos colonies pour les dernières années :

1900	7	tonnes.
1905	377	—
1910	334	—
1911	494	—
1912	662	—
1913	763	—
1916	1,000	—

On voit, en somme, que la question est en bonne voie de solution. Mais il est indispensable de la résoudre très rapidement par tous les moyens possibles. En effet, nous avons dit que notre principal fournisseur était les États-Unis; or eux-mêmes voient croître chaque année leur consommation, laissant ainsi un disponible de plus en plus faible pour les autres pays consommateurs. Voici quelques chiffres très frappants :

ANNÉES.	RÉCOLTE AUX ÉTATS-UNIS.		CONSOMMATION DE L'INDUSTRIE AMÉRICAINE.	
	EN BALLES.	EN TONNES.	EN BALLES.	EN TONNES.
	nombre.		nombre.	
1910-11	12,075,000	2,720,000	4,361,000	980,000
1911-12	16,101,000	3,610,000	5,391,000	1,210,000
1912-13	14,104,000	3,160,000	5,389,000	1,210,000
1913-14	14,552,000	3,270,000	5,503,000	1,230,000
1914-15	15,136,000	3,380,000	6,088,060	1,370,000
1915-16	12,000,000	2,600,000	7,000,600	1,575,000

D'ailleurs, en faisant de grands efforts pour développer la culture cotonnière dans ses colonies, la France ne fera que suivre les exemples qui lui sont donnés. L'Angleterre, en dehors de l'Égypte, augmente la production de ses colonies africaines; de 1910 à 1915, le nombre de balles obtenues a passé de 21,000 à 48,000 [1].

Notons que l'État anglais donne une contribution annuelle de 250,000 francs à son association cotonnière qui est au capital de 12 millions.

L'Allemagne poursuivait des études au Congo et au Cameroun et l'Association de l'Industrie cotonnière recevait 100,000 marks par an.

Il apparaît en première urgence de favoriser par tous les moyens l'action de nos Associations cotonnières coloniales.

---

[1] Roy. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Les filés de coton.

Situation à l'avant-guerre. — *Situation mondiale.* — Nous avons résumé dans la figure 276 la production mondiale des filés de coton, en faisant de plus ressortir les principaux pays producteurs : États-Unis, Europe centrale, Grande-Bretagne, Indes anglaises, France et Japon. La production en filés a été calculée en partant de la consommation en balles de coton, en admettant que le filé représente 87 p. 100 du coton brut. Pour le Japon, la Chine, le Canada et les pays divers, on a pris comme base le nombre de broches et admis comme production 35 kilogr. 5 par broche et par an.

On remarque de suite que la production, de 1889 à 1910, a été sensiblement doublée, que la production des principaux pays a augmenté surtout de 1911 à 1913, et que le Japon apparaît comme producteur notable en 1912.

D'ailleurs, pour cette dernière année, la situation se résume comme suit (en tonnes) :

PAYS.	PRODUCTION EN 1912.	
	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	tonnes.	
Grande-Bretagne	837,500	29,0
Europe continentale	1,475,000	37,0
France	197,500	5,0
Amérique (États-Unis, Canada, Brésil, Mexique)	1,035,000	31,0
Japon	312,000	7,0
Total	3,857,000	100,0

La répartition des broches dans le monde entier a été donnée pour 1912 par le rapport de la Commission permanente des Valeurs en Douane [1].

	NOMBRE DE BROCHES.
Grande-Bretagne	56,750,000
Allemagne	10,500,000
Russie	9,100,000
France	7,500,000
Alsace	1,900,000
Autres pays d'Europe	14,000,000
États-Unis [2]	29,500 000
Indes anglaises	6,375,000
Japon	2,100,000
Chine	750,000
Canada	850,000
Divers	1,840,000

Voir figure 277.

[1] Ministère du Commerce. Évaluation de la Production, 2e vol., page 400.

[2] États-Unis en 1918, : 33,720,000; augmentation, 4 millions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

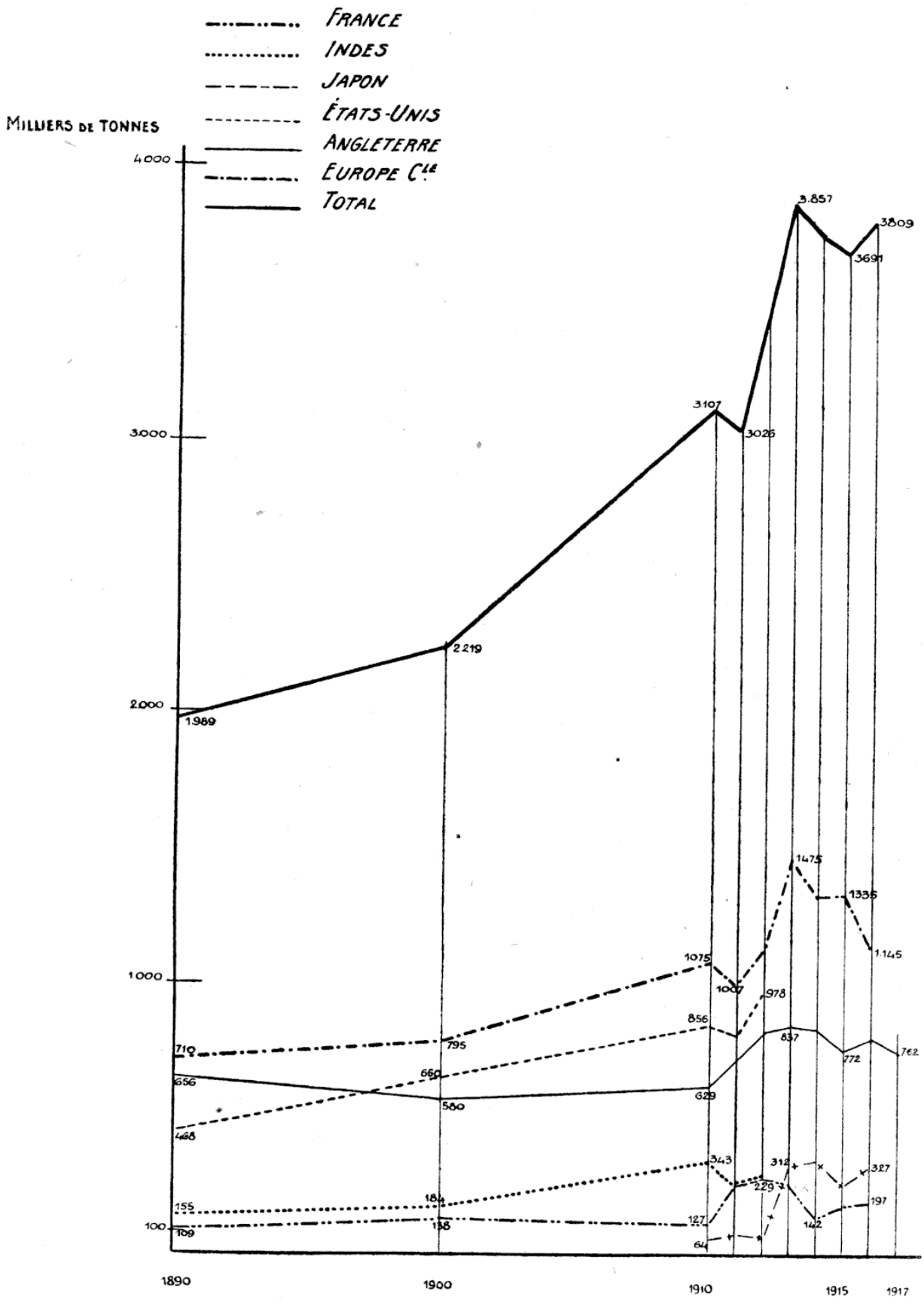


Fig. 276. — Filés de coton. (Production mondiale de 1890 à 1917.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

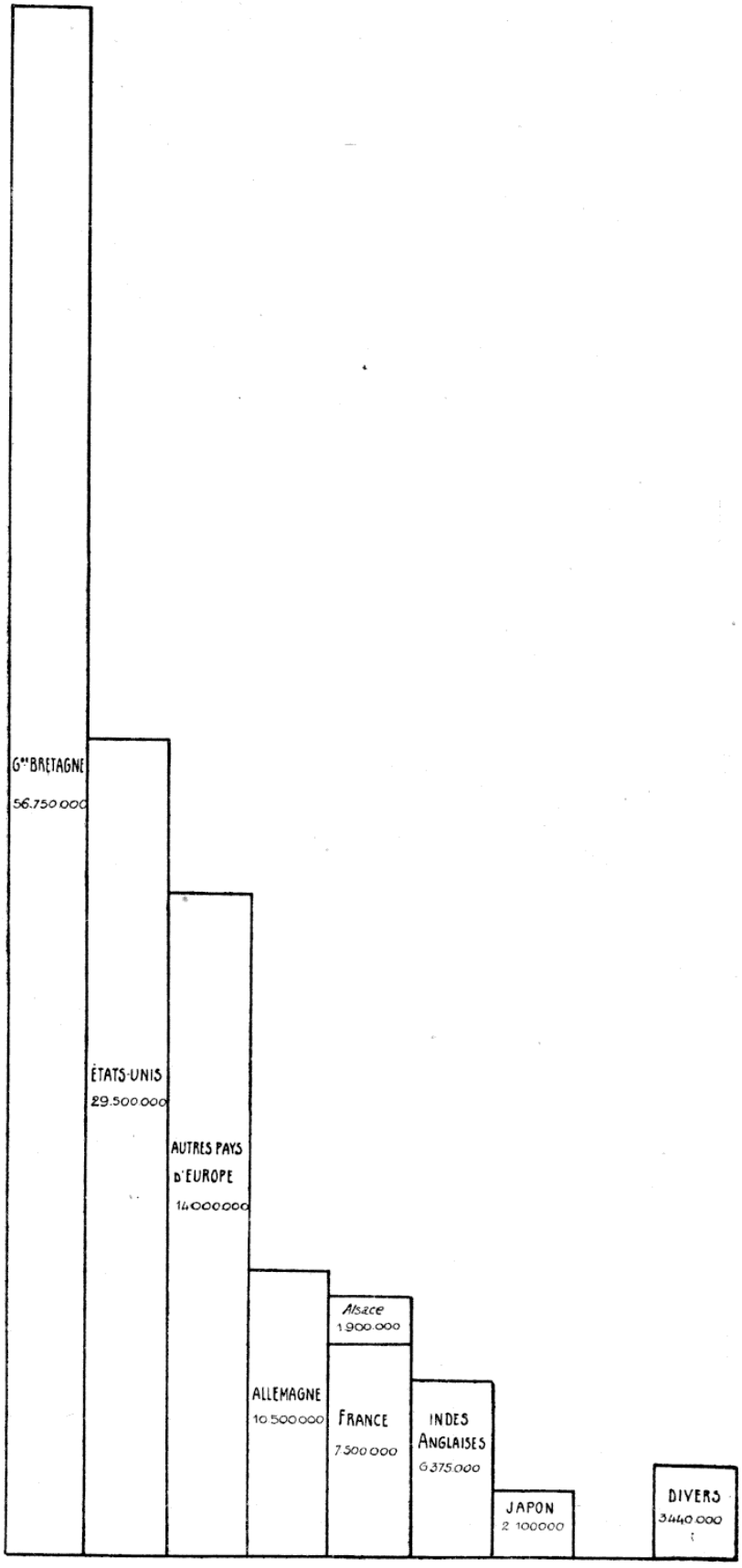


Fig. 277. — Répartition par pays, des broches à filer le coton en 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation française. — La situation de la filature de coton en France est fort intéressante à étudier, tant au point de vue de la production que de l'importation et de l'exportation.

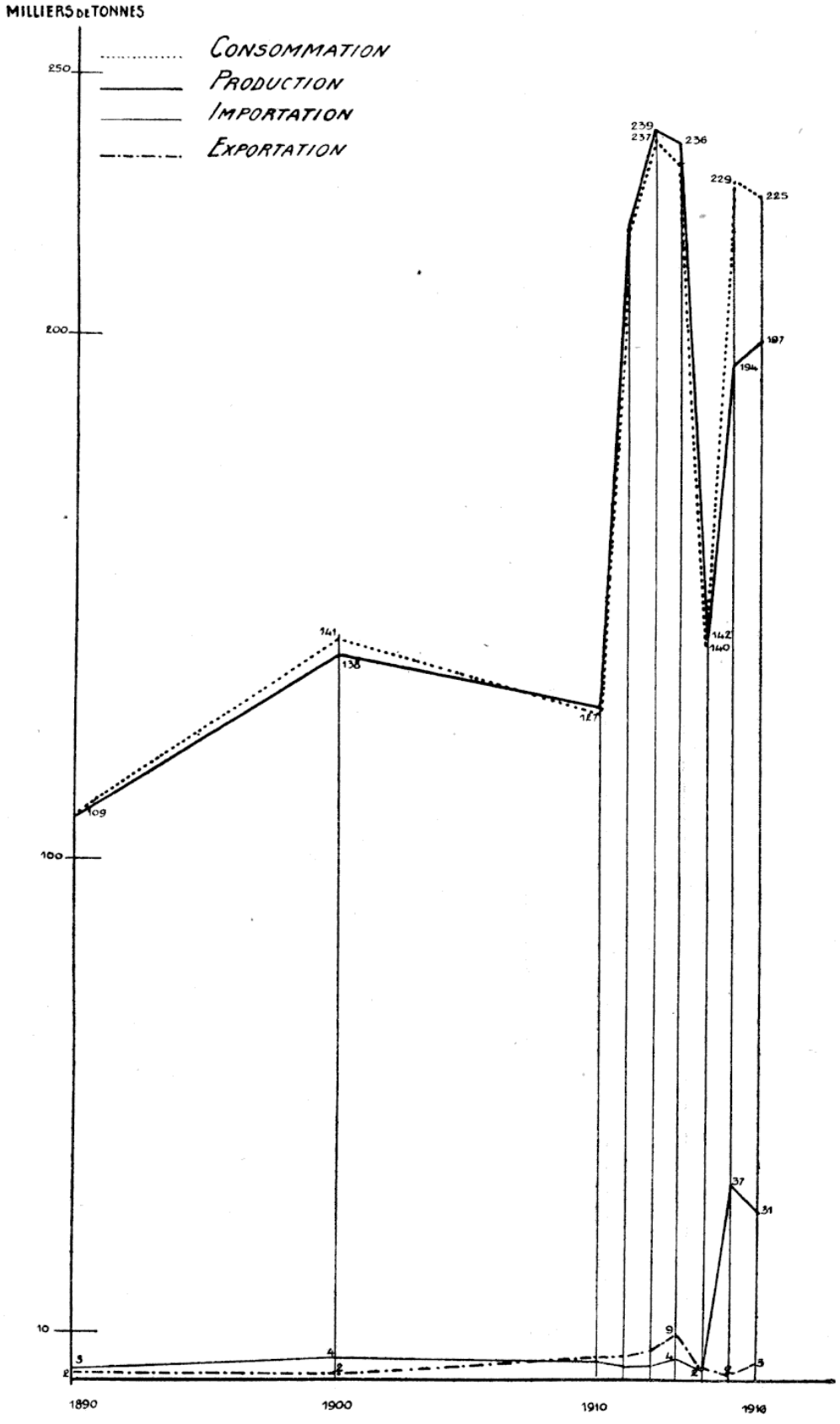


Fig. 278. — Filés de coton. (Situation de la France de 1890 à 1916.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La production, basée sur le rendement en filé de 87 p. 100 du coton brut, est donnée dans l'une des courbes de la fig. 278. Cette courbe est théorique et serait à modifier dans le cas où un stock important de coton serait resté disponible.

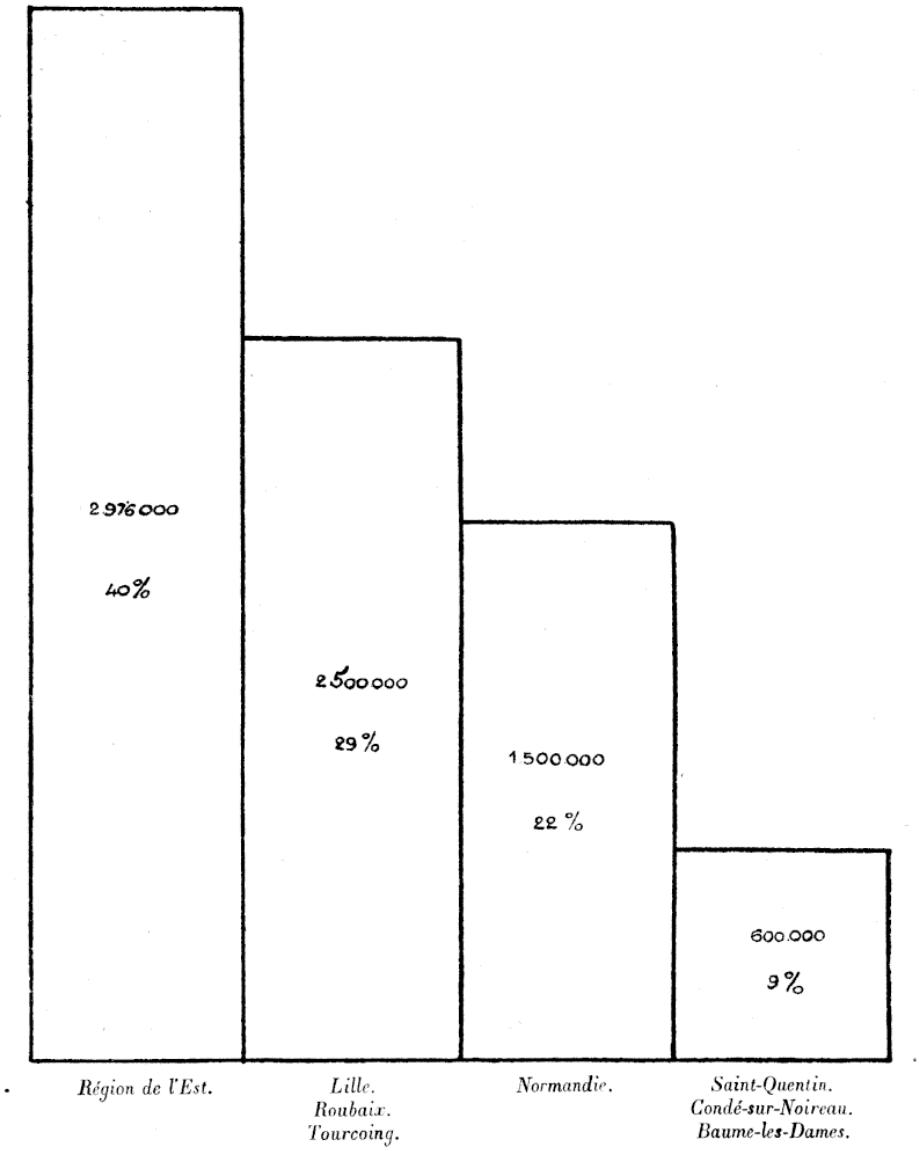


Fig. 279. — Nombre de broches à filer le coton en France pour 1912. (Répartition par régions.)

On sait que la filature du coton est concentrée en trois régions : l'Est et surtout les Vosges; le Nord, avec Lille, Roubaix et Tourcoing; Rouen et ses environs. Bien entendu, le tissage et la filature se font très souvent dans la même usine.

Le nombre des broches de filature était en 1912 (fig. 279) :

	NOMBRE DE BROCHES.
Région de l'Est	2,976,000
Normandie	1,500,000
Lille, Roubaix et Tourcoing	2,500,000
Saint-Quentin (Isolés), Baume-les-Dames, Condé-sur-Noireau	600,000
TOTAL	7,576,000

(1) Ministère du Commerce. Évaluation de la Production, 2e vol., page 400.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les importations données dans les courbes de la figure 278 sont, comme on le voit, très faibles par rapport à la production. Elles sont cependant un peu supérieures aux exportations. Voici d'ailleurs les détails pour l'année 1913 :

Sur 9,063 tonnes exportées :

4,175 tonnes sont allées vers les pays de l'Entente, soit	46,4	p. 100.
Dont :		
1,147 tonnes sont allées vers nos colonies, soit	12,0	—
2,642 tonnes sont allées vers la Belgique, soit	24,0	—
313 tonnes sont allées vers la Grande-Bretagne, soit	3,0	—
De plus :		
1,175 tonnes sont allées vers l'Allemagne, soit	12,0	—

Situation pendant la guerre. — Les courbes des figures 276 et 278 indiquent la production mondiale et française pendant les hostilités ainsi que les exportations et importations françaises.

On voit de suite quelle a été l'influence de la guerre sur notre production. Du fait de l'envahissement, nous avons été privés de 2,225,000 broches de filature de coton; il est vrai que nous avons retrouvé en Alsace avant la fin des hostilités 265,000 broches.

Par contre, on note l'augmentation de production de l'Amérique et du Japon.

Nos importations et exportations ont atteint les chiffres suivants :

ANNÉES.	IMPORTATION.	EXPORTATION.
	tonnes.	tonnes.
1913	4,251	9,063
1914	2,499	3,802
1915	37,252	1,980
1916	81,954	3,457

Situation à l'après-guerre. — Le retour de l'Alsace-Lorraine nous apporte 1,700,000 broches portant ainsi, après la reconstitution des usines détruites, le nombre de broches de nos filatures à 9,500,000 environ.

Notre production de filés passera de ce fait de 236,000 tonnes à 295,000 tonnes (voir fig. 275), en augmentation de 25 p. 100.

D'où la nécessité d'importer les quantités de coton indiquées plus haut, soit 338,000 tonnes.

Examinons maintenant ce que deviendra la consommation. Avant guerre, elle atteignait 231,000 tonnes; la consommation de l'Alsace-Lorraine est de 52,000 tonnes; donc, la consommation de l'après-guerre, calculée sur le taux de 1913, sera de 283,000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

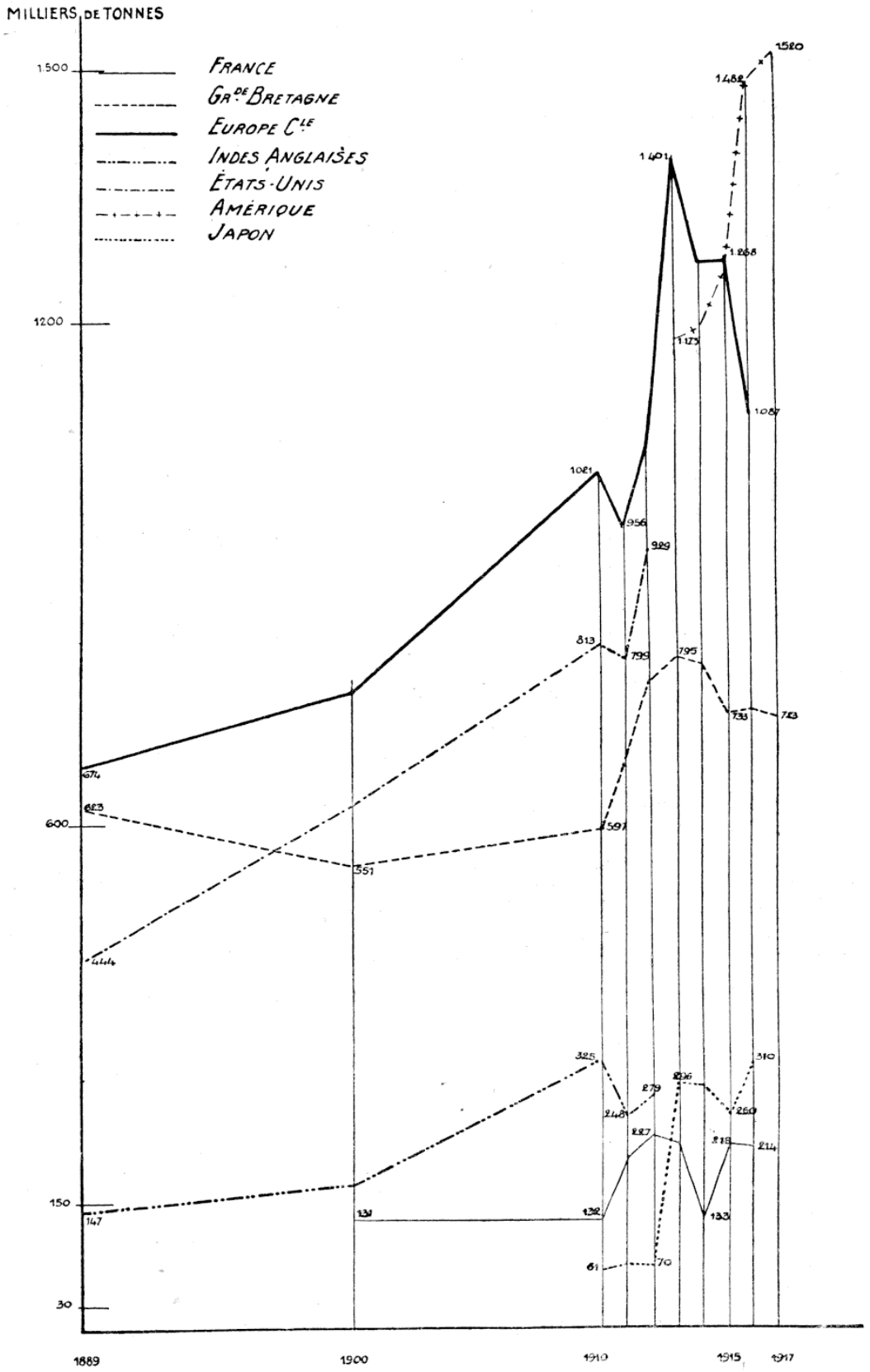


Fig. 280. — Production mondiale des tissus de coton de 1890 à 1917.

Comme nous l'avons vu plus haut, la production totale de la France et de l'Alsace réunies était de 295,000 tonnes; il restera donc en filés disponibles pour l'exportation, 12,000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Les tissus de coton.

Situation à l'avant-guerre. — *Production mondiale.* — Les productions des États-Unis, de l'Angleterre, des Indes anglaises, de l'Europe centrale et de la France et de divers pays sont données dans les courbes de la fig. 280.

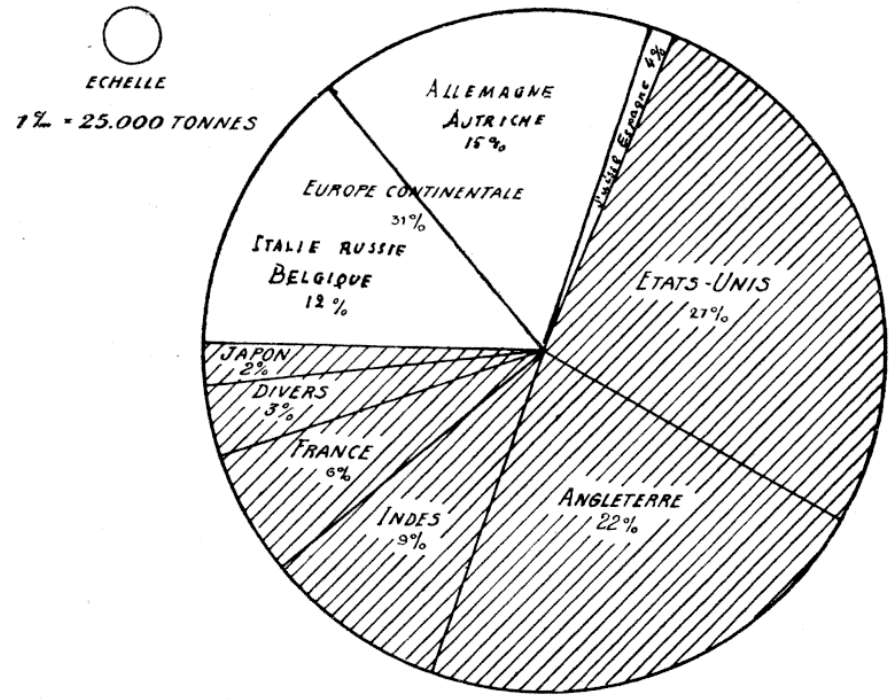


Fig. 281. — Production mondiale des tissus de coton en 1912.

On remarque : que la courbe des États-Unis est remplacée en 1913 par la courbe de l'Amérique totale; que le Japon s'est rapidement développé après 1913.

En 1912, la situation se résumait comme suit[1] (fig. 281).

PAYS.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE. (2)
	tonnes.	
Europe continentale	1,062,140	31,0
États-Unis	929,100	27,0
Angleterre	769,500	22,0
Indes anglaises	279,300	9,0
France	227,916	6,0
Japon	70,585	2,0
Chine, Canada, divers	115,805	3,0
Totaux	3,454,346	100,0

[1] On admet que la production est égale à 95 p. 100 de la consommation des filés. Les chiffres donnés comprennent donc tous les emplois du fil, bonneterie, passementerie, etc.

[2] Long. Rapport de l'Exposition de Turin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le nombre de métiers mécaniques donne une idée assez précise de la capacité de production des divers pays (1911)[fig. 282] :

	MÉTIERS MÉCANIQUES.
Angleterre	725,000
États-Unis	536,000
Allemagne	230,000
Russie	166.000
France	140,000
Autriche-Hongrie	135,000
Italie	120,000
Espagne	68,000
Suisse	18,000
Belgique	24,000
Hollande	21,000
Suède	19,000
Indes anglaises	52,000
Canada	19,000
Japon	9,000
Chine	2,000
Amérique du Sud	54,000

La situation française est plus aisée à préciser.

Avant la guerre la France comptait :

110,300 métiers mécaniques à tisser le coton en plus de 30,000 métiers à bras[1].

Ces 110,300 métiers mécaniques se répartissaient comme suit :

Est	60,700
Normandie	18,600
Nord	16,000
Loire et Rhône	15.000
TOTAL	110,300

D'ailleurs la variation de la production des importations et exportations est donnée dans la figure 283. On voit l'augmentation remarquable de notre production entre 1910 et 1912; elle est passée de 120,000 tonnes à 225,000 tonnes.

[1] Les 140,000 métiers français sont loin d'absorber notre consommation: 50,000 à 60,000 tonnes sont absorbées par la bonneterie, la rubanerie, la passementerie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, la situation était la suivante :

Production [1]	220,000	tonnes.
Importations	4,392	—
Exportations	50,613	—

Nous étions donc largement exportateurs.

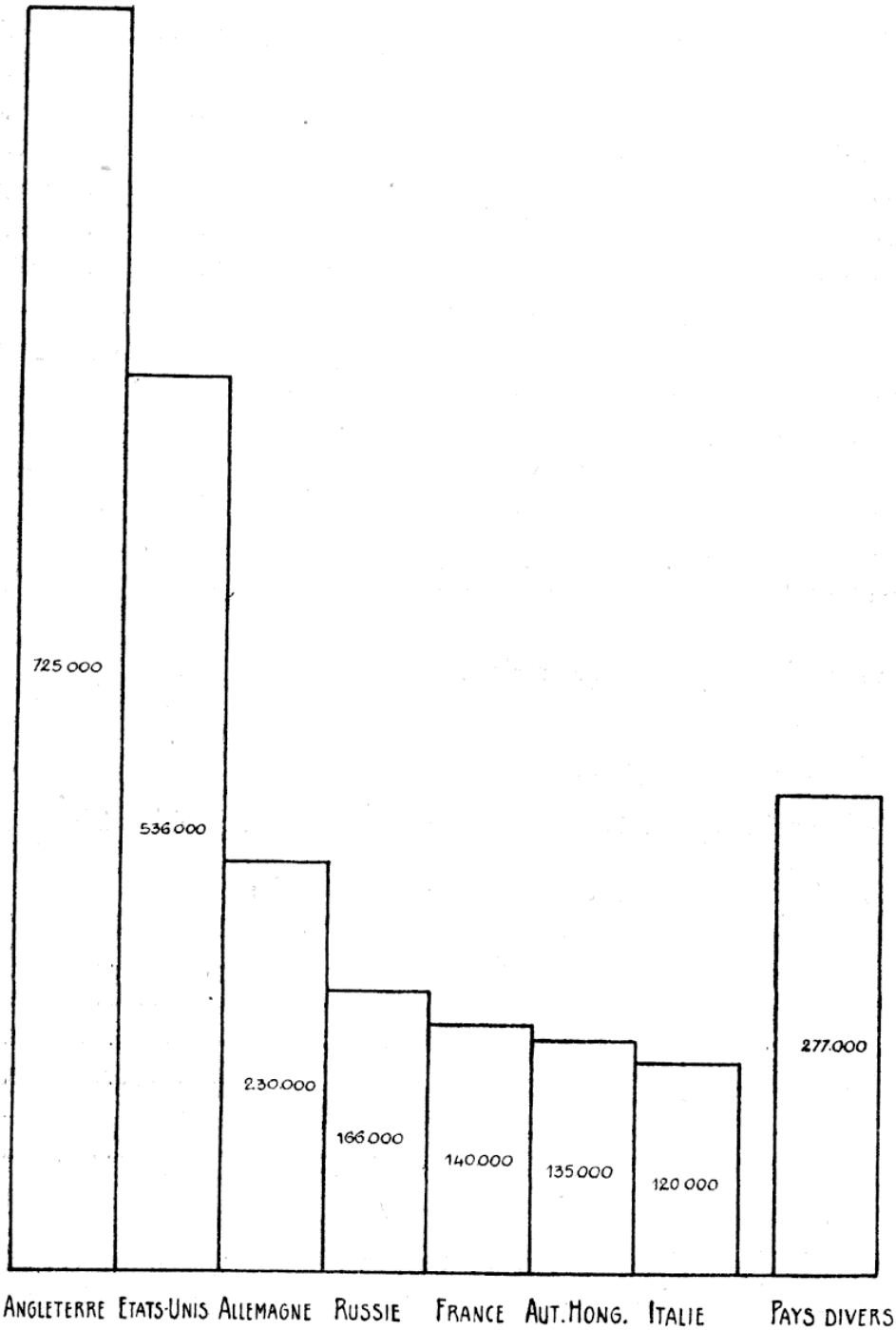


Fig. 282. — Tissage de coton. (Nombre de métiers à tisser le coton dans les principaux pays industriels en 1911.)

Mais il ne nous est pas indifférent de savoir d'où provenaient nos importations de tissus et où allaient nos exportations.

[1] Y compris la bonneterie, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

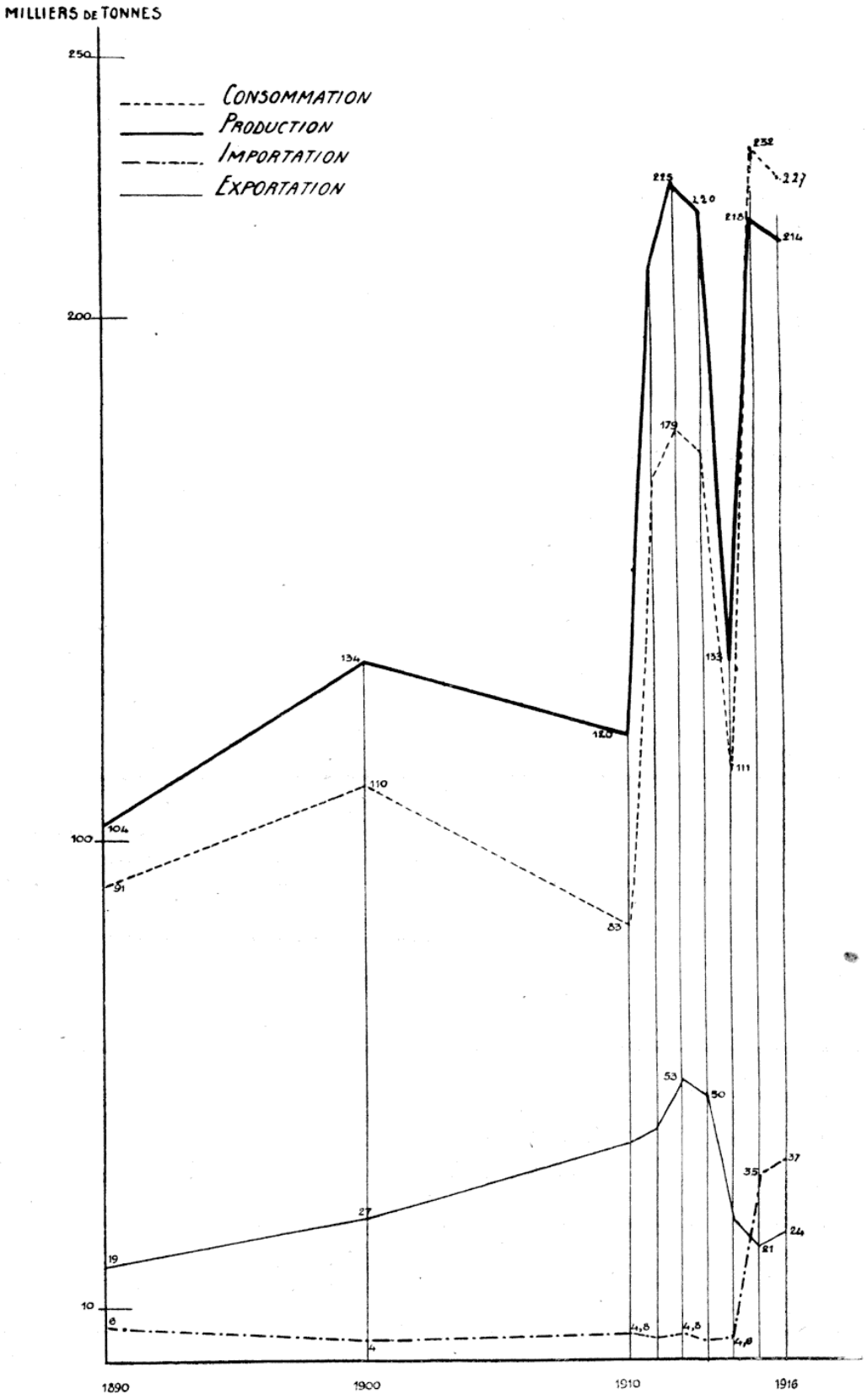


Fig. 285. — Tissus de coton. Situation de la France de 1890 à 1916.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour 1913, on a les résultats suivants :

Sur 4,392 tonnes d'importation représentant une valeur de 56,474,245 francs :

2,757 tonnes venaient des pays alliés, soit	62.8	p. 100.
dont :		
2,431 tonnes venaient de Grande-Bretagne, soit	55.0	—
243 tonnes venaient de Belgique, soit	5.0	—
1,419 tonnes venaient d'Allemagne, soit	32.0	—
173 tonnes venaient de Suisse	4.0	—

Et sur 50,613 tonnes d'exportation, représentant une valeur de 385,457,081 francs :

27,530 tonnes allaient vers nos Colonies, soit	54.4	p. 100.
3,874 tonnes allaient vers l'Angleterre, soit	7.7	—
3,524 tonnes allaient vers la Belgique, soit	7.0	—
3,111 tonnes allaient vers les États-Unis, soit	6.0	—
2,330 tonnes allaient vers la Russie, soit	4.5	—
1,628 tonnes allaient vers la Turquie, soit	3.2	—
660 tonnes allaient vers l'Allemagne, soit	1.3	—

Situation pendant la guerre. — Les courbes de la figure 280 montrent la variation de la production des principaux pays.

Voici quelques chiffres comparatifs.

PAYS.	ANNÉES.			
	1914.	1915.	1916.	1917.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Amérique	1,192,250	1,244,500	1,472,000	1,520,000
Europe centrale	1,268,250	1,268,250	1,087.750	//
France	133,500	218,000	214,000	//
Japon	296,450	260,300	310,650	//

Les chiffres pour 1917 ne sont pas bien connus.

On note l'augmentation de production pour l'Amérique.

Pour la France, en ces dernières années, la situation s'est présentée comme suit en tonnes :

ANNÉES.	PRODUCTION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	CONSOMMATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1913	220,000	4,392	50,613	173,780
1914	133,000	4,679	26,368	111,811
1915	218,090	35,669	21,391	232,569
1916	214,000	37,366	24,180	152,586

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

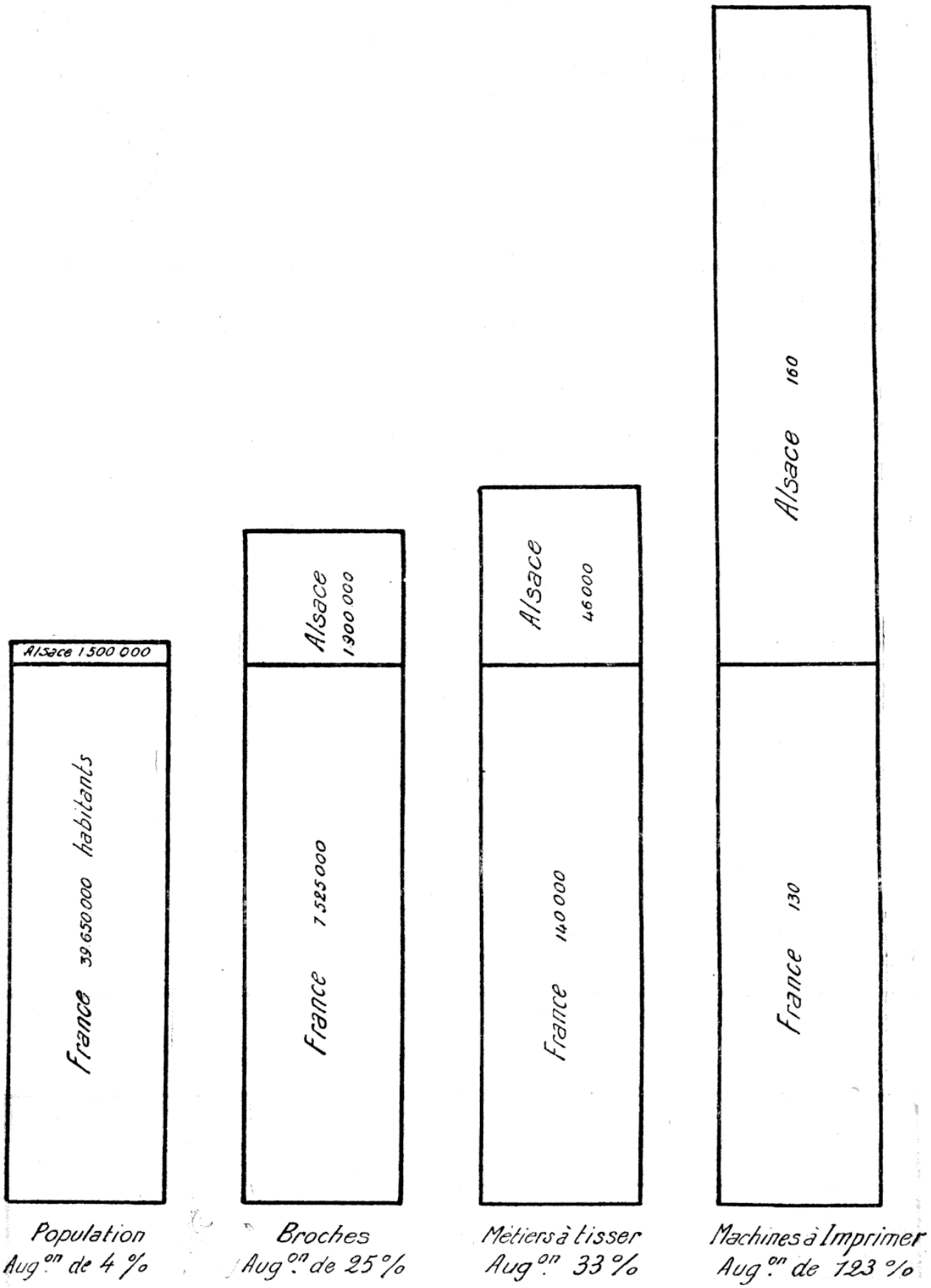


Fig. 284. — Industrie du coton en France. Influence du retour de l'Alsace.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation après la guerre. — Le nombre de métiers possédés par la France à l'avant-guerre s'élevait à 140,000.

L'Alsace avant la guerre en possédait 46,000.

En admettant les régions libérées reconstituées et sans parler des augmentations d'ailleurs faibles des autres régions pendant la guerre, on voit que la France posséderait 186,000 métiers; ce nombre représente une augmentation de 33 p. 100 par rapport à 1913. La production des tissus en coton croîtra donc dans la même proportion et pourra atteindre le chiffre de 272,600 tonnes (fig. 284).

De ce fait nos exportations seront augmentées, la consommation alsacienne étant de 6,950 tonnes, l'augmentation de nos exportations s'impose; elles devront atteindre, s'il n'y a pas d'augmentation de consommation, le chiffre de 96,263 tonnes environ.

Conclusions.

Il paraît nécessaire de résumer clairement la position de l'industrie cotonnière à l'avant-guerre et à l'après-guerre, dans les conditions où nous sommes placés, en admettant spécialement la reconstitution des pays envahis.

Pour cela nous donnons les tableaux suivants (fig. 284) :

1° NOMBRE DE BROCHES ET DE MÉTIERS.

COTON. — SITUATION DE LA FRANCE APRÈS LA GUERRE, RETOUR DE L'ALSACE.

DÉSIGNATION.	EN FRANCE avant LA GUERRE.	EN ALSACE avant LA GUERRE.	TOTAL.	AUGMENTATION.
	nombre.	nombre.	nombre.	p. 100.
Broches	7,525,000	1,900,000	9,425,000	25,0
Métiers	140,000	46,000	166,000	33,0
Machines à imprimer	130	160	290	123,0
Population	39,650,600	1,500,000	41,150,900	4,0

2° FILÉS.

DÉSIGNATION.	EN FRANCE AVANT LA GUERRE.	AUGMENTATION.	TOTAL.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Production	236,000	59,000	295,000
Consommation	231,000	52,000	283,000
Export. moins Import.	5,000	7,000	12,000
Exportation	9,000	7,000	16,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° TISSUS.

DÉSIGNATION.	EN FRANCE avant LA GUERRE.	AUGMENTATION.	TOTAL.	POURCENTAGE de L'AUGMENTATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	
Production	220,000	52,600	272,600	33,0
Consommation	173,779	6,950	180,729	4,0
Export. moins Import	46,221	45,650	91,671	97,0
Exportation	50,612	45,650	96,262	90,0

4° COTON.

BESOINS EN MATIÈRES PREMIÈRES APRÈS LA GUERRE, RETOUR DE L'ALSACE.

DÉSIGNATION.	AVANT LA GUERRE.	APRÈS LA GUERRE.	AUGMENTATION.
	tonnes.	tonnes.	p. 100.
Production de filés	236,000	295,000	25,0
Consommation de matières premières	271,349	338,000	25,0

Ces chiffres montrent clairement la puissance de notre industrie cotonnière.

Elle peut croître encore si cette industrie consent à se grouper d'une façon plus étroite et à rompre avec ses traditions d'individualisme.

M. Roy a exposé nettement au Comité le rôle que doit jouer un tel groupement [1]. Nous y reviendrons avec tous détails dans la seconde partie de ce rapport.

[1] Roy. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XVI.

INDUSTRIES DU LIN, DU CHANVRE, DU JUTE ET DE LA RAMIE.

Aperçu général. — Le *lin* et le *chanvre* subissent des traitements analogues.

Les tiges cueillies sont séchées. On recueille les graines. On fait *rouir*.

Le *rouissage* débarrasse les fibres de la substance gommeuse qui les entoure, cela par une fermentation qui a lieu dans l'eau. Cette opération se pratique généralement sur place. Cependant des

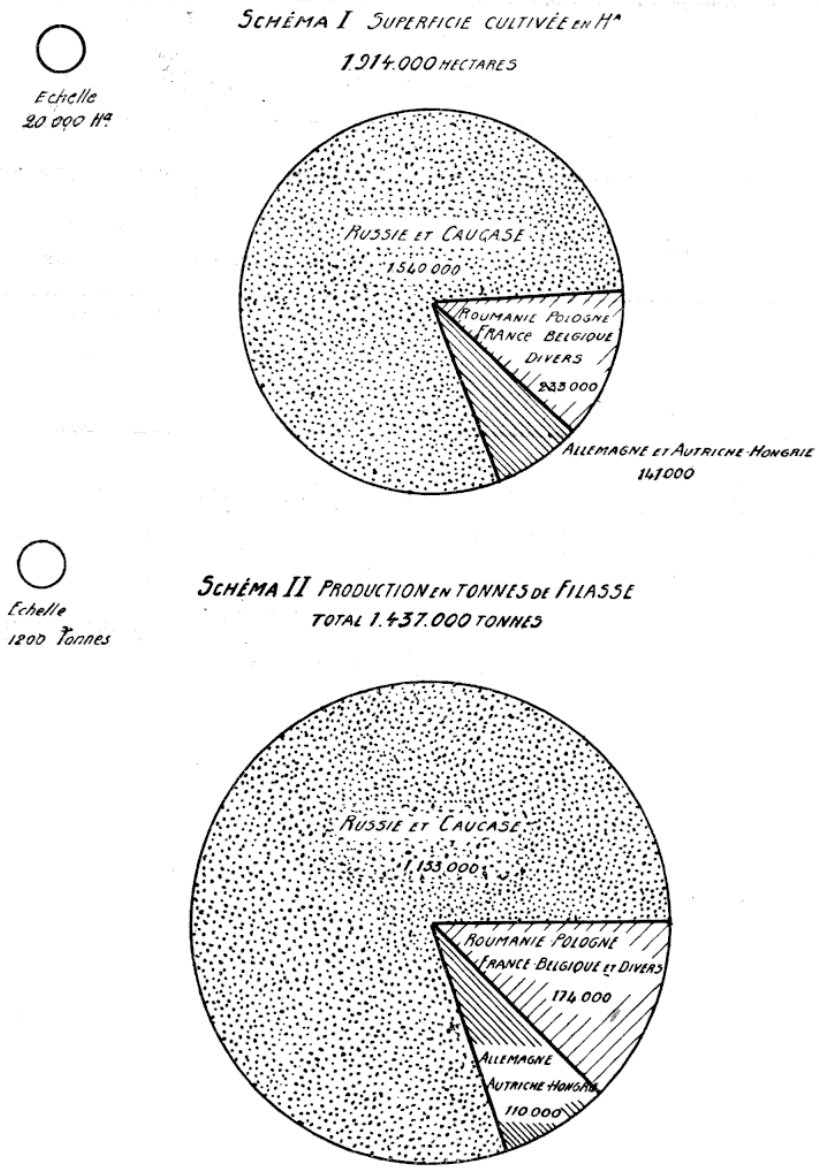


Fig. 285. — Production mondiale du lin en 1913.

recherches récentes ont rendu cette opération industrielle en fixant les conditions de température, de vitesse du courant d'eau, etc. Ces méthodes mécaniques paraissent appelées à un sérieux développement, sauf peut-être pour le lin destiné à la fabrication des fils fins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut ensuite séparer mécaniquement les fibres textiles du bois qui les entoure, on y arrive par le broyage, le teillage et le peignage.

Les métiers à filer sont analogues à ceux des autres textiles, on file au sec et au mouillé.

Le *lin* une fois filé est utilisé pour tisser les toiles de toutes grosseurs, depuis la toile à voile, où il est mélangé au chanvre, jusqu'aux toiles de lingerie : draps, linge de table, mouchoirs, batistes, linons, etc. On peut retordre en deux ou trois brins le fil de lin pour faire le fil à coudre. Cette opération est faite dans les fileteries.

Le *chanvre* est utilisé soit pur, soit mélangé au lin pour les toiles fortes; il sert surtout à la corderie et à la câblerie.

Le *jute* fournit surtout la toile d'emballage et la toile à sacs; cependant il est utilisé pour la fabrication des tresses de semelles et d'espadrilles, et même pour la préparation des tissus de prix modique, tapis, tissus d'ameublements; enfin on s'en sert pour l'obtention de cordages, ficelles et câbles.

La *ramie*, plante originaire de Chine, qui appartient à la famille des orties, donne des tissus d'une remarquable ténacité et est utilisée surtout dans la fabrication des linges de table; on l'emploie pure ou mélangée au lin.

A. LE LIN, LE CHANVRE ET LA RAMIE.

A. MATIÈRES PREMIÈRES.

1° Le Lin.

Situation avant la guerre. — *Situation mondiale.* — En 1913, la production et la culture mondiale du lin se trouvaient dans l'état suivant (fig. 285) :

PAYS.	SURFACE CULTIVÉE.	PRODUCTION ANNUELLE de filasse.	POURCENTAGE.
	hectares.	tonnes.	
Russie	1,470,000	1,100,000	76.9
Autriche	71,000	52,000	3.6
Roumanie	65,003	49,000	3.5
Caucase	70,000	53,000	3.6
Allemagne	50,000	38,000	2.6
Pologne	52,000	39,000	2.6
Italie	40,000	30,000	2.0
France	26,000	19,000	1.2
Hongrie	20,000	16,000	1.1
Belgique	21,000	16,000	1.1
Hollande	15,000	12,000	0.9
Angleterre	14,000	13,000	0.9
Totaux	1,914,000	1,437,000	100.0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le pays producteur par excellence est la Russie, chacun le sait. Il ne paraîtra pas superflu de préciser que ce sont les provinces centrales et la Sibérie, gouvernements de Pskoff, Tver, Smolensk, Jaroslaw qui fournissent la presque totalité des lins russes.

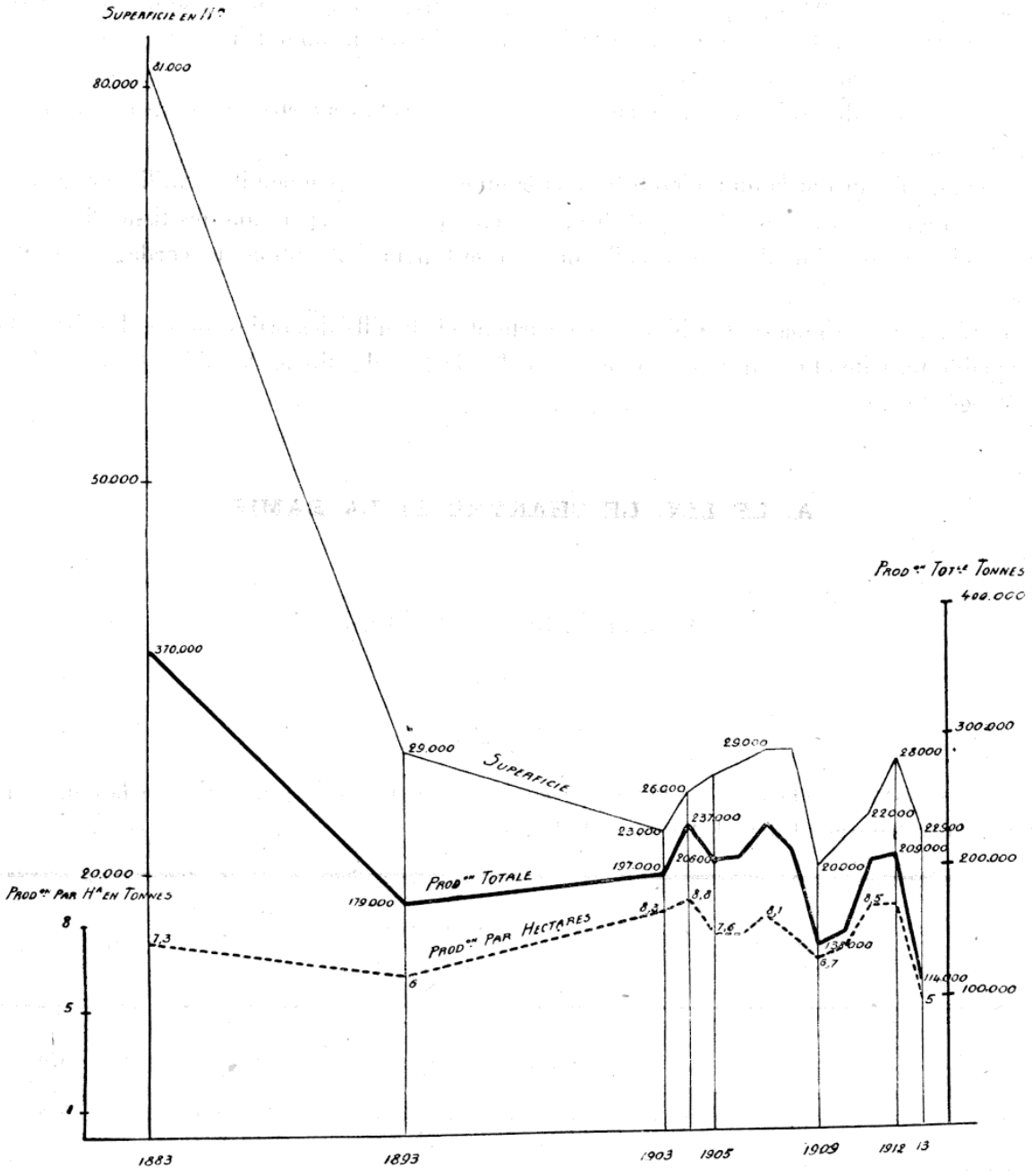


Fig. 286. — Superficie et production totale et par hectare du lin brut en France de 1883 à 1913.

Situation française. — Les courbes des figures 286 et 287 donnent la superficie des terrains consacrés à la culture du lin en France, le rendement à l'hectare, la production totale et la valeur de cette production.

On remarque que le nombre d'hectares cultivés a été sans cesse en décroissant jusqu'en 1893; depuis cette époque, la production est sensiblement stationnaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, la production française a atteint 114,770 tonnes de lin en paille obtenue dans la culture de 22,954 hectares qui ont rendu 5,000 kilogrammes à l'hectare en moyenne [1].

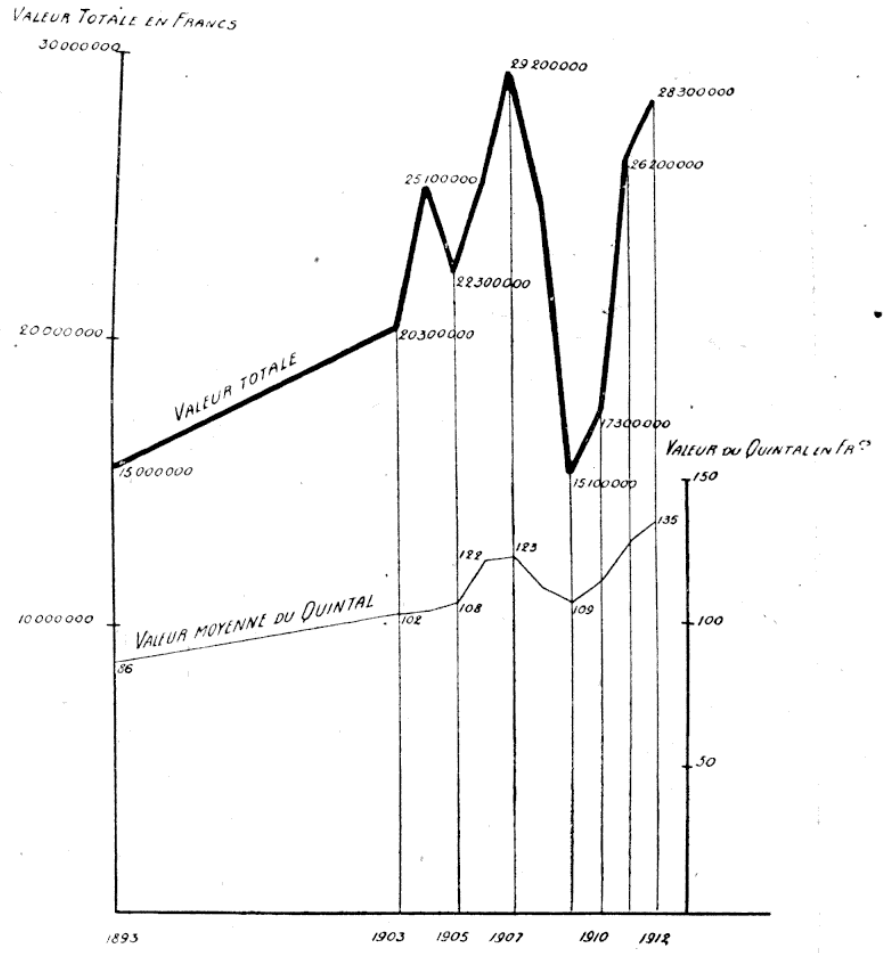


Fig. 287. — Valeur totale et au quintal du lin brut en France de 1893 à 1913.

Il y a trois grandes régions françaises de la culture du lin [2] :

1° La Bretagne, avec ses cinq départements, qui consacre 5,000 à 6,000 hectares au lin;

2° La baie du Mont Saint-Michel, 12,000 à 16,000 hectares;

3° La région du Centre et de l'Ouest qui comprend les départements de Maine-et-Loire, Vendée, Deux-Sèvres, Mayenne, Sarthe, Indre-et-Loire et Loir-et-Cher. Ces départements n'ont en totalité que 1,200 à 2,000 hectares consacrés au lin.

Les départements les plus producteurs sont: le Nord, 39.7 p. 100; la Seine-Inférieure, 20.8 p. 100; les Côtes-du-Nord, 12.1 p. 100.

Les variations des importations et exportations de matières premières, lin en paille, lin teillé, lin peigné et étoupes de lin, sont données globalement dans les courbes des figures 288 et 289.

---

(1) M. Guérin. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

(2) M. Albert Durand. Conférence à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 17 mars 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

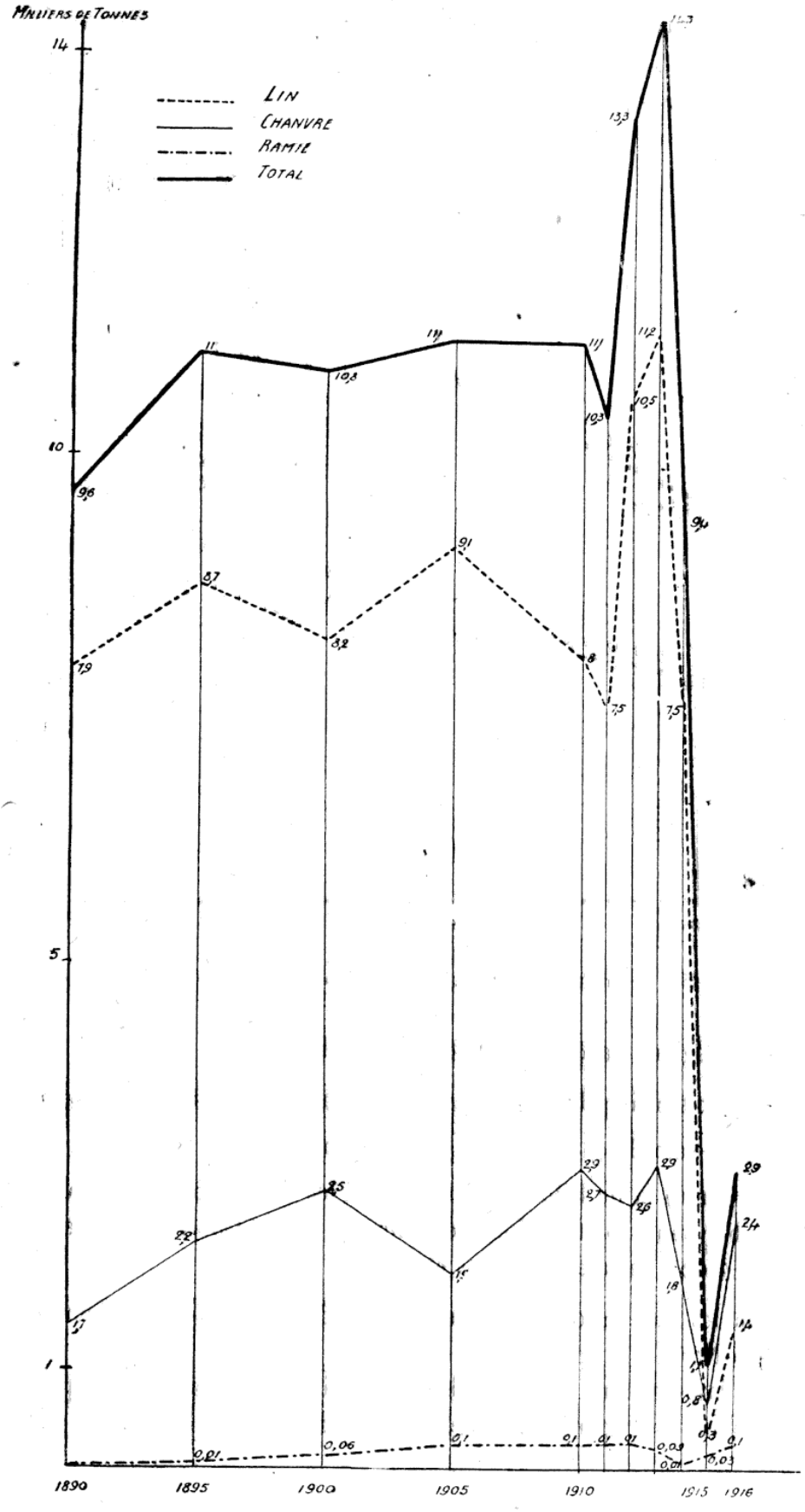


Fig. 288. — Situation de la France. — **Importations de lin, chanvre, ramie, matières premières de 1890 à 1916.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

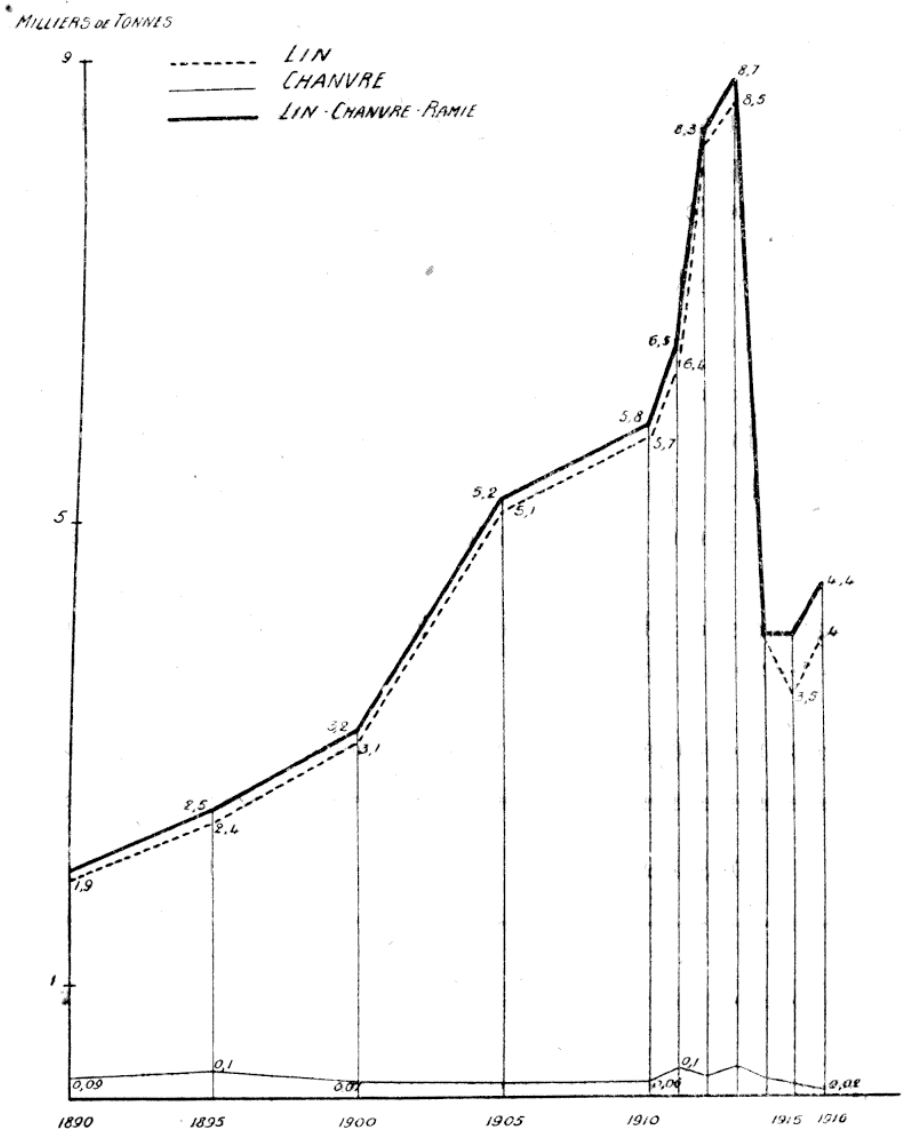


Fig. 289. — Situation de la France. — Exportations de lin, chanvre, ramie, matières premières de 1890 à 1916.

Voici les détails pour 1913 :

DÉSIGNATION,	PRODUCTION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	CONSOMMATION NATIONALE. (1)
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Lin en paille	115,770	777	76,421	39,355
Lin teillé	//	97,979	872	97,107
Lin peigné	//	602	112	490
Étoupes de lin	//	13,536	8,386	5,150

(1) La consommation est donnée par la production, augmentée des importations, diminuée des exportations. Ici la consommation est entrée dans le tableau sous forme de lin en paille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ce tableau, la consommation pour les lins teillés, peignés et les étoupes n'est qu'une consommation apparente; il faudrait, pour avoir la consommation réelle, y ajouter les produits de la production nationale.

Nos importations se font donc sous forme de lin teillé et d'étoupes. Nos faibles exportations ont lieu sous forme de lin en paille.

Pour mieux juger la question, il faut ramener tous ces chiffres en lin peigné [1].

Le lin brut donne par 100 kilogrammes :

75 kilogrammes de lin en paille;

12 kilogr. 500 de paillette;

12 kilogr. 500 de graines.

Dans le rouissage, le lin en paille égrenée perd 20 p. 100 de son poids.

100 kilogrammes de lin roui donnent au teillage 20 kilogrammes de filasse et 7 kilogrammes d'étoupes.

Enfin, 100 kilogrammes de filasse donnent 50 kilogrammes de lin peigné à longs brins, 47 kilogrammes d'étoupes avec 3 p. 100 de perte.

On aura alors les chiffres suivants (en tonnes de lin peigné ou d'étoupes) pour 1913 :

DÉSIGNATION.	LIN PEIGNÉ.	ÉTOUPES.
	tonnes.	tonnes.
Production nationale	4,600	8,050
Importations :		
Lin peigné et étoupes	49,622	47,039
TOTAUX	54,222	55,089
Exportations :		
Lin peigné et étoupes	3,604	5,749
CONSOMMATION	50,618	49,340

On voit donc que nos importations représentent :

80 p. 100 de la production;

98 — de la consommation.

Il nous faut examiner les pays expéditeurs et les pays destinataires.

---

[1] M. GUÉRIN. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici les détails pour 1913 (en tonnes) :

1° IMPORTATIONS.

PAYS.	LIN BRUT.	LIN TEILLÉ.	LIN PEIGNÉ.	ÉTOUPES DE LIN.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Belgique	659 4	5,543 8	46 9	8,561 7
Russie	//	91,244 5	545 2	4,149 7
Allemagne	//	477 5	9 9	386 2
Pays-Bas	88 0	563 8	//	//
Divers	29 6	149 6	0 1	438 7
TOTAL	777 0	97,979 2	602 1	13,536 3
Valeur	117,000f	104,838,000f	903,000f	11,235,000f

2° EXPORTATIONS.

PAYS.	LIN EN PAILLE.	LIN TEILLÉ.	LIN PEIGNÉ.	ÉTOUPES DE LIN.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Colonies françaises	//	//	//	1 1
Belgique	76,421 10	674 5	89 0	8,382 9
Grande-Bretagne	//	137 0	//	//
Danemark	//	//	25 8	//
Divers	0 4	60 7	3 0	1 7
TOTAL	76 421 50	872 2	117 8	8,385 7
Valeur	12,227,000f	1,570,000f	325,000f	8,134,000f

On voit donc que la Russie est notre plus important fournisseur; ensuite vient la Belgique à qui nous achetons en lin teillé ce qu'a produit le lin en paille que nous lui avons vendu.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — La diminution du fret d'abord, la défection russe ensuite, nous ont privés des matières importées (voir fig. 290 et 291).

Voici, en effet, ce que sont devenues nos importations :

DÉSIGNATION.	ANNÉE 1914.		ANNÉE 1915.		ANNÉE 1916.		ANNÉE 1917.	
	EXPORTATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	IMPORTATION.	EXPORTATION.	IMPORTATION.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Lin en paille	31,503	130	129	1,256	270	2,306	400	1,070 0
Lin teillé	1,750	66,513	3,161	2,008	3,505	11,021	2,947	6,601 0
Lin peigné	176	50	//	//	//	1,264	//	30
Étoupes de lin	6,818	8,688	274	40	121	172	364	537 0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'après-guerre. — Dès que l'on jette un coup d'œil sur la situation de l'industrie du lin en France, on se demande s'il ne nous serait pas possible de nous passer d'exportations.

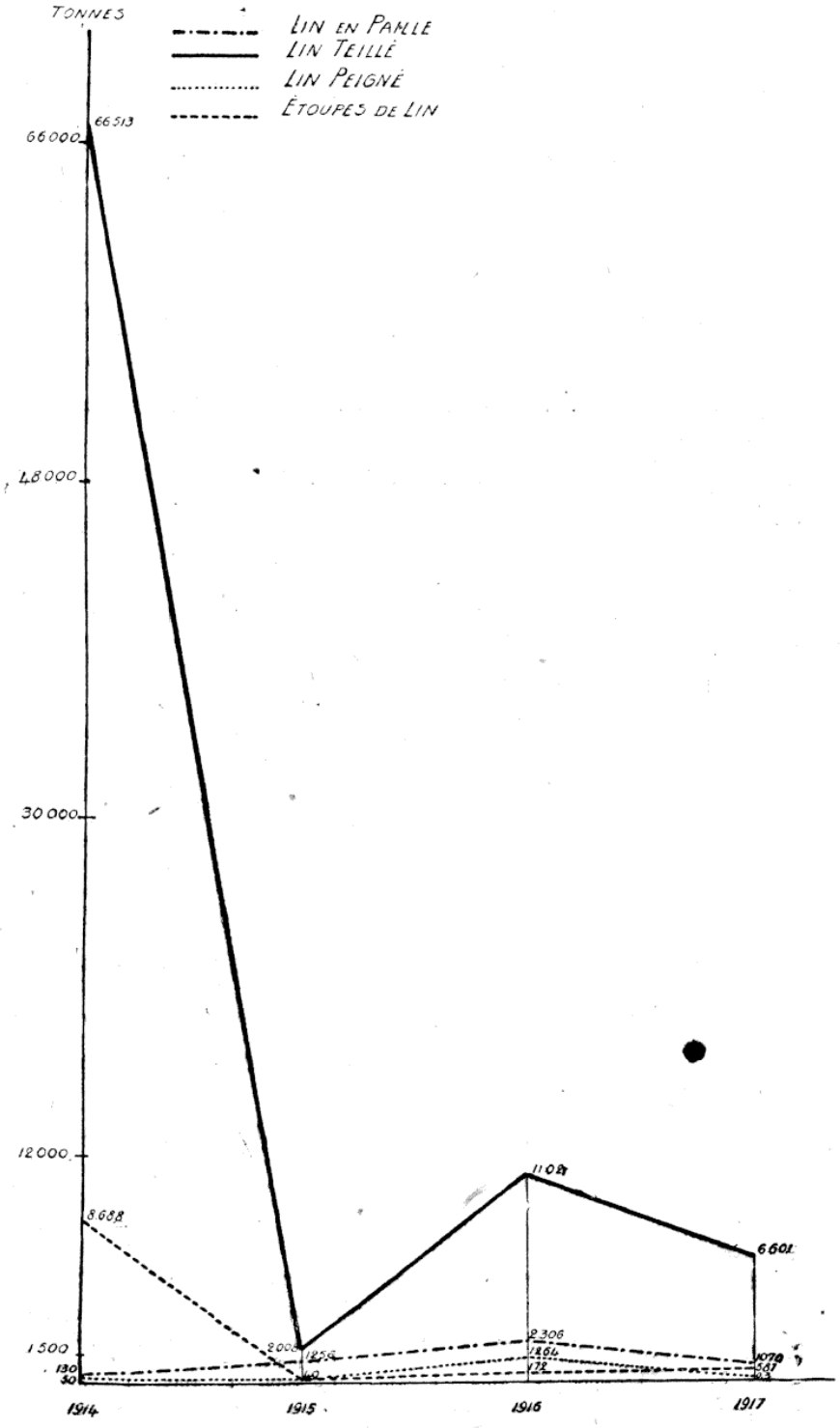


Fig. 290. — Situation française pendant la guerre. — Importations du lin en paille, teillé, peigné, des étoupes de lin, en France, de 1914 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si les cultures du lin et aussi du chanvre sont tombées, et cela malgré la prime de 2,500,000 fr. inscrite au budget du Ministère de l'Agriculture, cela provient de ce que [1] :

1° **Le lin est une des plantes industrielles qui exigent le plus de main-d'œuvre, pour les sarclages,**

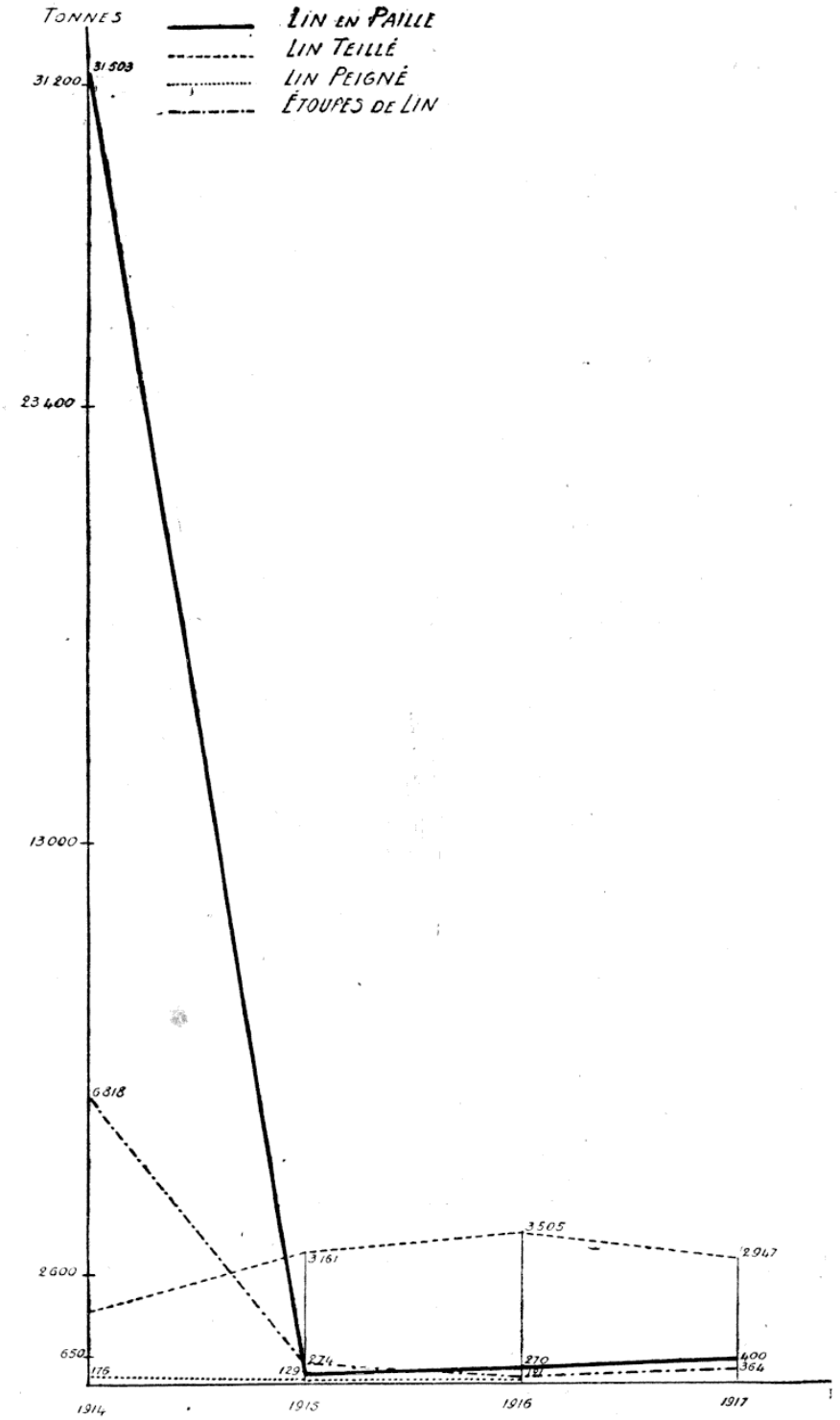


Fig. 291. — **Situation française pendant la guerre.** — Exportations du lin en paille, teillé, peigné, des étoupes de lin, en France, de 1914 à 1917.

[1] M. Albert DURAND. Conférence à la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, 17 mars 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

binages, arrachage et récolte et pour la culture de laquelle aucune machine n'a donné encore de bons résultats.

2° La culture présente de gros aléas, la valeur dépend essentiellement de la hauteur du lin et le produit de la récolte peut varier dans des limites extraordinaires;

3° La situation actuelle des marchés n'est pas favorable aux cultivateurs qui sont toujours dans l'incertitude d'une vente sur une base équitable.

Une grande partie de notre lin allait se faire rouir en Belgique pour rentrer ensuite en France. Il en sera autrement le jour où existeront de grandes usines centrales industrielles de rouissage et cela paraît actuellement très possible [1]. Une usine a été créée en 1913 à Goderville (Seine-Inférieure); elle a déjà eu les plus heureuses influences. D'autre part, nos colonies pourront peut-être venir à notre aide, particulièrement le Nord Africain.

Sans doute trouverons-nous des fournisseurs dans le Canada, le Mexique et la République Argentine. Dans ce dernier pays notamment, le lin est cultivé en grand pour la graine; mais la paille est brûlée sur place [2].

2° Le chanvre.

Situation avant la guerre. — *Situation mondiale.* — La production des principaux pays européens pour 1912 a été la suivante (fig. 292) :

PAYS.	HECTARES.	POURCENTAGE.
Russie	739,724	70 p. 100.
Italie	150,000	15 —
Autriche	29,000	10 —
Hongrie	65,335	
France	20,000	2 —
Serbie	13,000	3 —
Pologne	13,000	
Roumanie	5,000	
Total	1,035,059	100 p. 100.

Les chiffres manquent pour des pays producteurs d'une grande importance tels que la Chine, le Mexique et le Pérou; on estime que la quantité d'hectares cultivés dans le monde est d'environ 3 millions.

Situation française — Nous donnons, dans les figures 293 et 294, le nombre d'hectares cultivés en chanvre, la production moyenne par hectare, la production totale, la valeur totale [3], la valeur moyenne du quintal.

---

[1] M. Albert Durand. Conférence à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 17 mars 1914.

[2] Guérin. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

[3] Heurtier. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit combien a diminué notre production, quoique le rendement par hectare ait singulièrement augmenté.

En 1912, le chanvre a été cultivé sur 13,870 hectares qui ont eu un rendement moyen de 1 tonne par hectare et la production a atteint 13,863 tonnes, représentant une valeur de 12 millions environ.

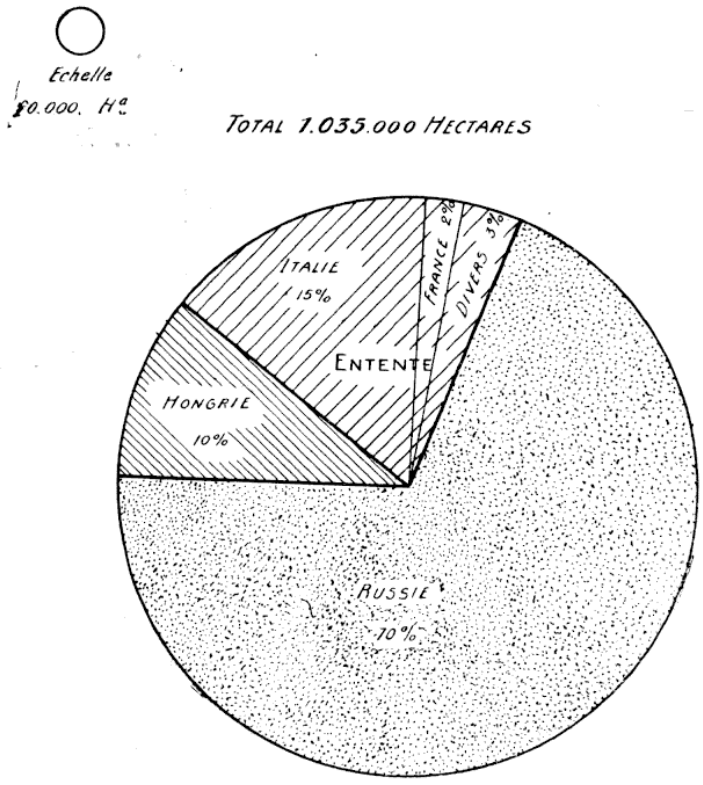


Fig. 292. — Situation mondiale du chanvre. — Surface cultivée en hectares en 1912.

Les principaux producteurs sont : la Sarthe (6,240 tonnes en 1912), le Morbihan (2,079 tonnes), le Maine-et-Loire (1,089 tonnes), la Corrèze (480 tonnes) et l'Indre-et-Loire (333 tonnes).

Notre production est absolument insuffisante à notre consommation ; les importations et exportations sont reproduites dans les figures 288 et 289.

En 1913 nous avons importé :

DÉSIGNATION.	TONNAGE.	VALEUR.
	tonnes.	francs.
Chanvre broyé et peigné	25,000	23,000,000
Chanvre peigné	352	641,000
Étoupes de chanvre	4,137	3,434,000
TOTAL		27,075,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

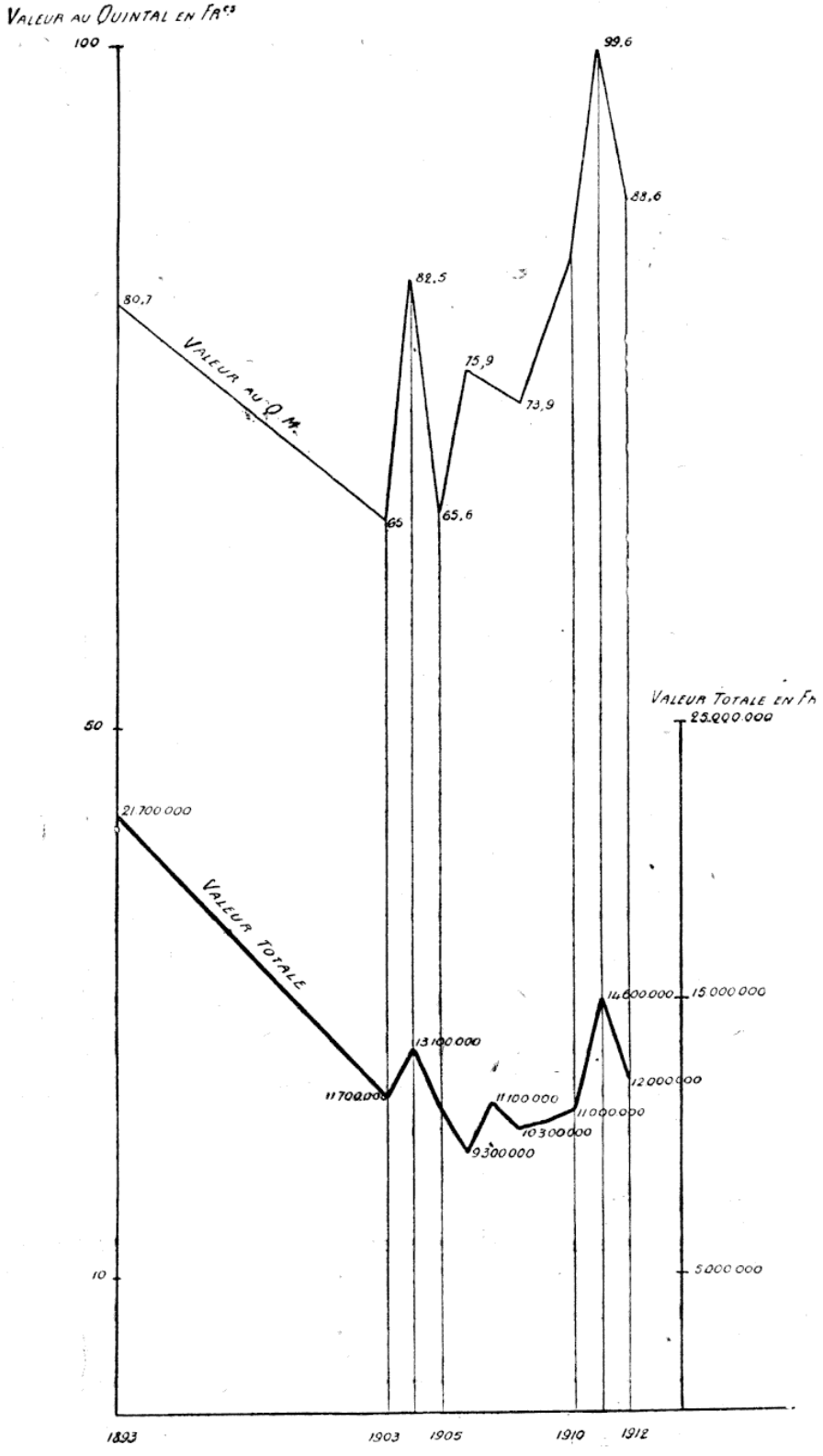


Fig. 293. --- Valeur totale et valeur au quintal du chanvre en France de 1893 à 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

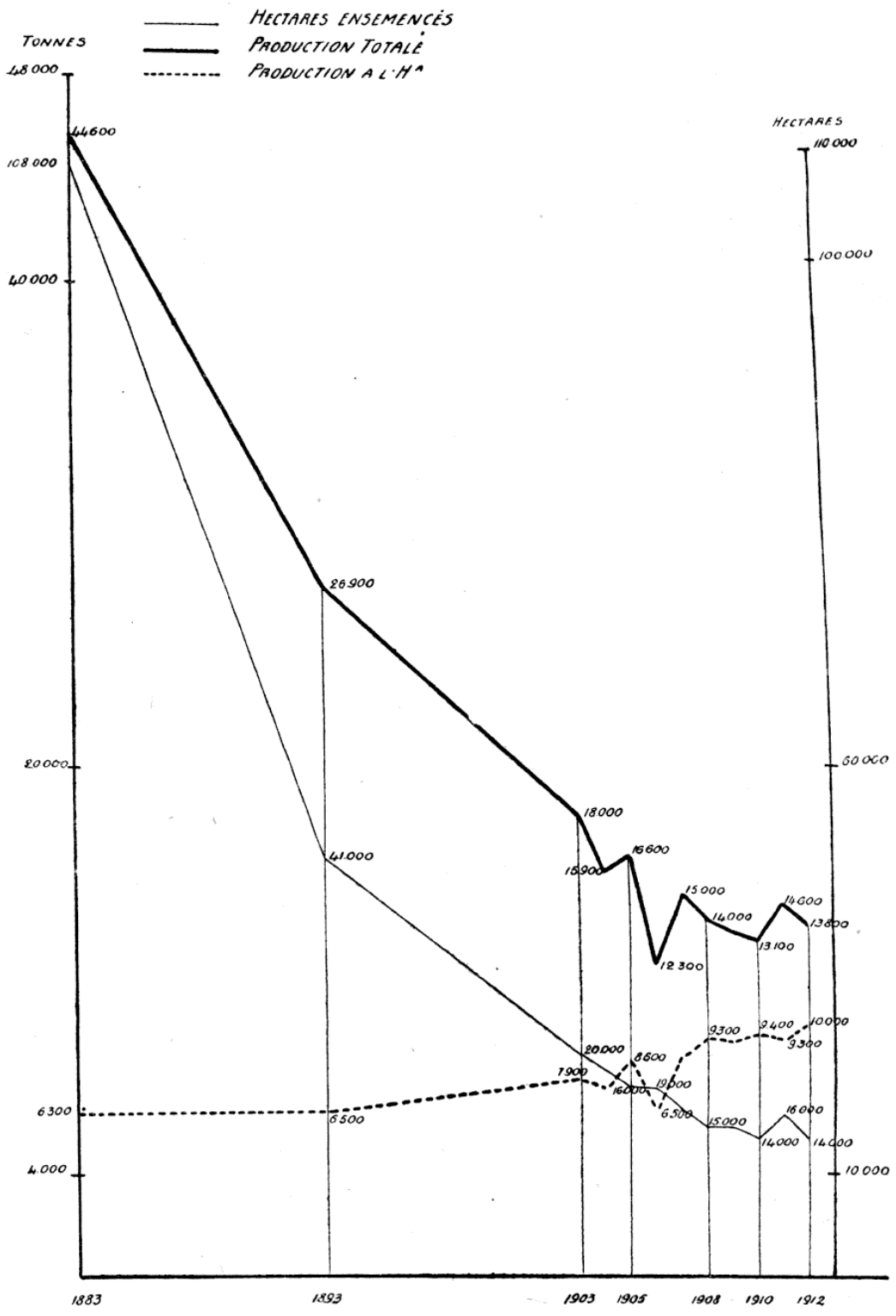


Fig. 294. — Hectares ensemencés. — Production totale. — Production à l'hectare du chanvre en France de 1883 à 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est intéressant d'évaluer le tout en chanvre peigné et en étoupe en admettant le rendement suivant, indiqué par M. Dantzer : 100 kilogr. de chanvre broyé donnent 62 kilogr. de peigné, 31 kilogr. d'étoupes, 7 de perte.

	CHANVRE BROYÉ.	CHANVRE PEIGNÉ.	ÉTOUPES.
Production nationale.....	13,800 t. donnant.....	8,556 t. et.....	4,278 t.
Importations.....	25,108 —	15,566 —	7,750
Autres importations [1].....		352 —	4,157
Totaux.....		24,474	16,185
Exportations.....	700 t. donnant 434 t.	457 — 210	645
Autres exportations [2].....	23	— 435	
Différence ou consommation.....		24,017	15,540

On voit donc que nos importations représentent 210 p. 100 de notre production et 71 p. 100 de notre consommation.

Le chanvre peigné donne 95 p. 100 de fil [3];

L'étoupe donne 85 p. 100 de fil.

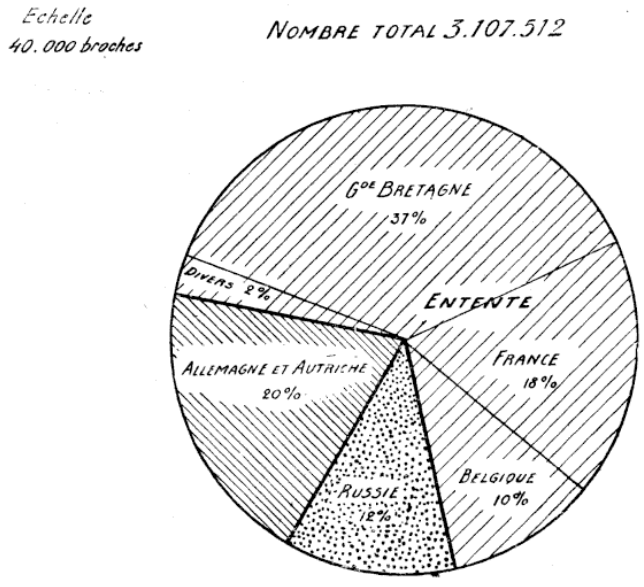


Fig. 295. — Filature du lin. — Nombre de broches dans le monde en 1913.

[1] Importation en chanvre déjà peigné et en étoupes.
[2] Exportations en chanvre peigné et en étoupes.
[3] Résultats indiqués par M. Dantzer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les détails des importations et exportations pour 1913 ont été les suivants :

PAYS.	CHANVRE BROYÉ ou teillé.	CHANVRE PEIGNÉ.	ÉTOUPES DE CHANVRE.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1° IMPORTATIONS.			
Italie	10,300	//	//
Russie	6,005	//	//
Angleterre	3,846	//	//
Allemagne	708	//	//
Divers	4,114	//	//
TOTAL	24,973	352	4.278
2° EXPORTATIONS.			
Angleterre	149	25	435
Pays divers	560	//	//
TOTAL	709	25	435

Il est à penser qu'une partie du chanvre qui nous venait d'Allemagne est en réalité du chanvre russe.

En résumé, ce sont donc l'Italie et la Russie qui sont nos principaux fournisseurs. Quant à nos exportations, elles sont évidemment très faibles.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — Nos importations et exportations en chanvre brut ou peigné ont subi de grandes perturbations, comme l'indique le tableau suivant :

DÉSIGNATION.	1914.	1915.	1916.	1917.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
EXPORTATIONS.				
Chanvre broyé ou teillé	438	215	70	93
Chanvre peigné	26	42	20	22
Étoupes de chanvre	197	237	200	63
IMPORTATIONS.				
Chanvre teillé	16,443	7,260	20,142	10,930
Chanvre peigné	134	593	1,271	1,008
Étoupes de chanvre	2,180	265	1,854	1,876

SITUATION APRÈS LA GUERRE. — La culture du chanvre peut-elle prendre de l'extension dans notre pays? Le gros obstacle réside essentiellement dans le rouissage que pratiquent les agriculteurs eux-mêmes. Cette opération a le très grave inconvénient d'enpoisonner les rivières une partie de l'année.

Actuellement des procédés industriels de rouissage sont en cours d'étude; on peut même dire que les premiers résultats obtenus sont très encourageants. S'ils deviennent réellement industriels, la culture du chanvre comme celle du lin pourra reprendre en France la place importante qu'elle occupait.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° La ramie.

Situation française avant la guerre. — Nous avons importé, en 1912, 1,302 tonnes de ramie en tige ou teillée valant 1,100,000 francs. L'Indo-Chine nous en a donné 10 tonnes valant 8,000 francs.

La ramie est teillée ou peignée comme le lin, elle est employée surtout mélangée avec le lin. On l'utilise aussi à l'état pur pour le linge de table de luxe et pour la fabrication des tissus servant aux doublures de manches (glissant). Il n'y a en France que 4 filatures de ramie employant en tout 600 ouvriers. La production se fait moitié dans le département de Vaucluse, un quart dans la Seine-Inférieure, un quart dans le Loiret.

Situation française pendant et après la guerre. — Nos importations (fig. 288) ont été en augmentant de 1890 à 1910 avec un léger fléchissement, surtout vers 1914, mais pour reprendre en 1916 leur valeur de 1910, ce qui fait bien augurer de la situation après guerre.

Les statistiques suivent assez difficilement la ramie pendant ses manipulations à cause des mélanges avec le lin dans ses différents emplois.

B. LES FILÉS DE LIN, CHANVRE ET RAMIE.

Situation avant la guerre. — *Situation mondiale.* — On ne connaît pas de façon très précise la situation de la filature du lin, chanvre et ramie dans le monde.

Cependant on sait le nombre de broches des principaux pays en 1913 (fig. 295) [1].

FILATURE DE LIN.

NOMBRE DE BROCHES DANS LE MONDE.

Grande-Bretagne	1,161,000	soit 37 p. 100.
France	577,350	soit 18 p. 100.
Russie	367,200	soit 12 p. 100.
Belgique	315,400	soit 10 p. 100.
Total	2,420,950	
Italie	20,000	
Suède	18,150	
États-Unis	8,612	
Espagne	5,000	
Hollande	8,000	soit 2 p. 100.
Total	59,762	
Allemagne	330,000	
Autriche	296,800	soit 20 p. 100.
Total	626.800	
Ensemble	3,107,512	

On voit la puissance productrice de l'Angleterre avec l'Irlande.

[1] Guérin, Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous arrivons au deuxième rang, représentant 18 p. 100 de la puissance mondiale de l'industrie linière.

Situation française. — Dans ces dernières années la puissance de la filature a augmenté très sensiblement. Voici, en effet, le nombre des broches à différentes époques [1].

ANNÉES.	AU SEC.	AU MOUILLÉ.	TOTAL.
	broches.	broches.	broches.
1899	153,000	332,000	485,000
1901	140,000	308,000	448,000
1907	142,000	386,000	498,000
1913	155,000	422,177	577,349

La production française en fil de lin, pour l'année 1913, a été de 72,000 tonnes nécessitant plus de 80,000 tonnes de lin peigné et d'étoupes. La valeur de ces filés de lin représente 350 millions de francs. La production française en fil de chanvre, 35,000 tonnes de fil, valeur 87 millions.

La production française en fil de ramie est de 200 tonnes environ : 1,200,000 francs.

La filature de lin est presque entièrement concentrée dans l'arrondissement de Lille avec cependant quelques établissements situés dans le Pas-de-Calais, dans la Somme et dans la Normandie.

Notre production nous permet des exportations importantes, tandis que nos importations, sensiblement constantes, sont faibles. Elles sont données dans les courbes de la figure 296.

On remarque la valeur croissante de nos exportations depuis 1895. En 1913, elles atteignaient 11,000 tonnes représentant plus de dix-huit fois nos importations.

Cette année-là nos exportations représentaient une valeur de 46 millions de francs et nos importations une somme qui ne dépassait pas 7,200,000 francs.

Le tableau suivant résume par pays les quantités importées et exportées en 1913 pour les différents fils (chanvre, lin et ramie).

1° *Importations.* — Tonnage total : 647 tonnes, d'une valeur totale de 6,911,000 francs, dont 443 tonnes en fil simple d'une valeur de 5,143,000 francs et 204 tonnes en fil retors d'une valeur de 1,768,000 francs.

Les principaux pays importateurs ont été :

Angleterre	229 tonnes soit 35 p. 100.
Belgique	112 tonnes soit 17 p. 100.

2° *Exportations.* — Tonnage total : 11,547 tonnes d'une valeur de 46,255,000 francs, dont 10,843 tonnes en fil simple d'une valeur de 41,445,000 francs et 704 tonnes en fil retors d'une valeur de 4,810,000 francs.

Les principaux pays destinataires sont l'Angleterre et la Belgique.

---

[1] Guérin. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

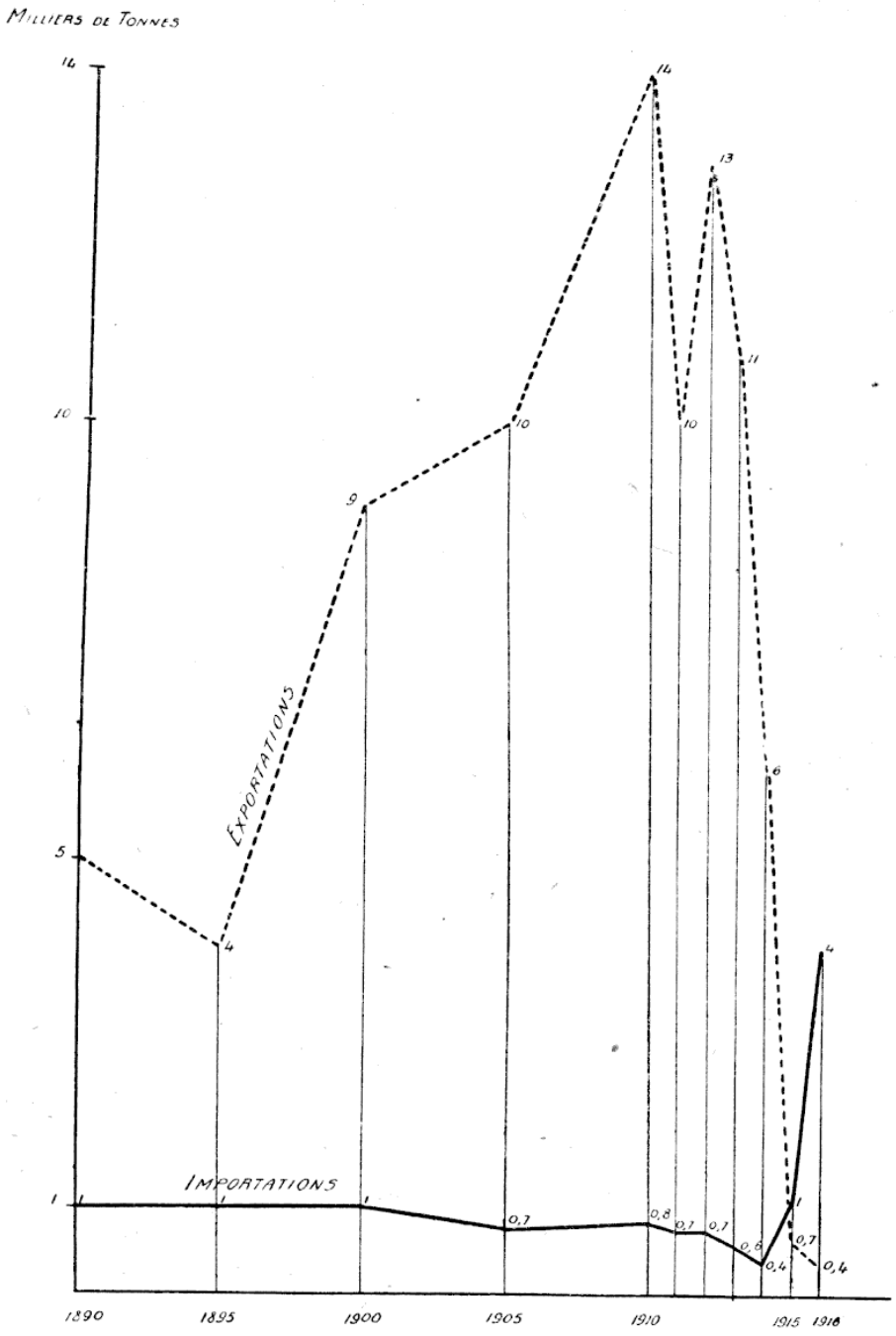


Fig. 296. — Importations et exportations françaises de filés de lin, chanvre et ramie de 1890 à 1916.

Ficelles et cordages.

SITUATION FRANÇAISE AVANT LA GUERRE. — L'industrie de la corderie est assez importante en France, 1,300 fabriques occupent 15,000 ouvriers. La production a été, en 1913, de 45,000 tonnes d'une valeur de 90,000,000 francs.

La figure 297 donne le tableau de nos importations et exportations en ficelles et cordages.

Malgré notre consommation intérieure très élevée, environ 40,000 tonnes, nos exportations sont dix fois supérieures à nos importations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La corderie emploie surtout du chanvre, un peu de lin, du phormium et du jute, ce dernier pour les ficelles servant aux moissonneuses-lieuses.

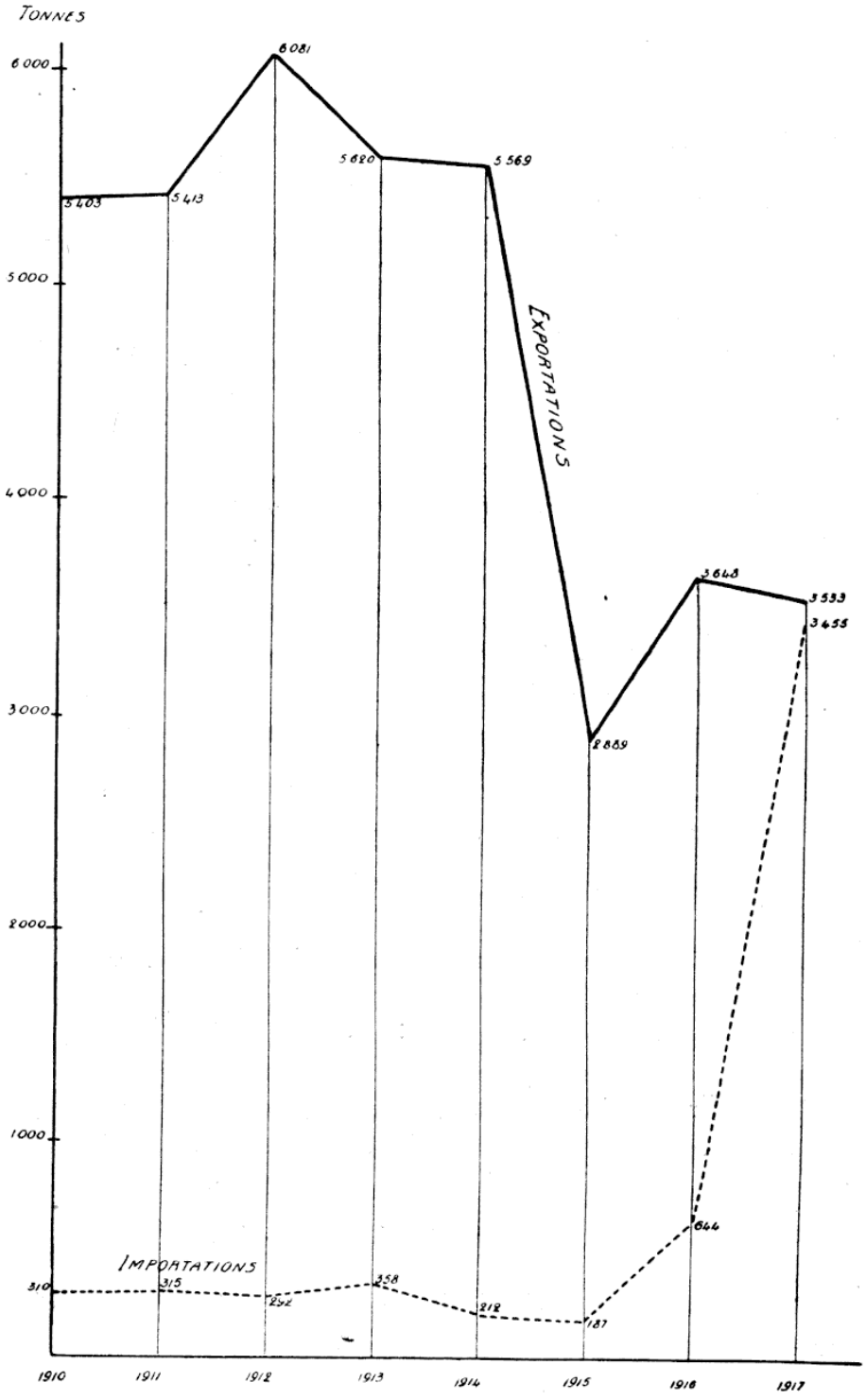


Fig. 297. — Importations et exportations. — Ficelles et cordages de 1910 à 1917.

SITUATION FRANÇAISE PENDANT LA GUERRE. — Notre production a beaucoup diminué, notre consommation a augmenté. On s'en aperçoit sur les courbes où l'importation et l'exportation tendent à se rejoindre vers 3,500 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La filature de lin a beaucoup souffert de l'invasion[1].

En juin 1913 il existait 577,349 broches.

Sur cet ensemble, 483,701 se sont trouvées en pays envahi et 56,856 ont été paralysées par l'offensive ennemie, parce que situées trop près du front. Il en est donc resté 36,792 pouvant produire.

Il en a été déplacé ou monté depuis la guerre 23,208. Donc, en dehors des régions envahies ou inactives par suite de la guerre, la France possédait 60,000 broches.

D'ailleurs, nos importations et exportations ont atteint les valeurs suivantes (en francs) :

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS.				EXPORTATIONS.			
	1914.	1915.	1916.	1917.	1914.	1915.	1916.	1917.
	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.	francs.
Fils simples	3,501,000	8,493,000	26,027,000	67,981,000	21,072,000	4,772,000	2,618,000	955,000
Fils retors	997,000	3,460,000	10,121,000	10,302,000	2,936,000	1,330,000	715,000	803,000

Situation après la guerre. — La diminution considérable constatée dans nos exportations est la conséquence naturelle de notre diminution de production résultant du manque de broches. Après la guerre, une fois nos filatures reconstituées, on peut prévoir une production qui pourrait, non seulement se rétablir au niveau qu'elle avait atteint en 1913, mais peut-être augmenter sensiblement si notre production en matières premières augmentait et surtout si le traitement de ces matières premières pouvait s'industrialiser, comme nous l'avons indiqué.

C. LES TISSUS DE LIN, CHANVRE ET RAMIE.

Situation mondiale. — On n'a pas de chiffres exacts sur le nombre des métiers à tisser des différents pays du monde, pas plus que sur le tonnage de leur production. La plus grande production est donnée par la Grande-Bretagne et surtout l'Irlande qui est notre principale concurrente en toile de lin. La France se place après, avec une production de moitié inférieure. Ensuite viennent la Russie et la Belgique à peu près équivalentes, puis l'Allemagne et l'Autriche. Les autres pays ne nous donnent qu'une production beaucoup plus faible, même en totalisant leurs chiffres.

Situation française. — En 1913, le tissage comptait environ 22,000 métiers mécaniques et 20,000 métiers à bras.

La principale région productrice est le Nord, avec le centre de Lille, Armentières, Halluin, Bailleul, le centre d'Amiens et d'Abbeville, le centre de Comines, et enfin Cambrai et Valenciennes.

Lisieux et Vimoutiers, Alençon, le Mans, Mayenne et Laval, la région de Cholet, ainsi que Gérardmer et Saint-Dié, fabriquent aussi le tissu de lin et de chanvre.

---

[1] Guérin. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Contrairement à ce que nous avons signalé pour le fil, nos importations sont supérieures à nos exportations; comme tonnage, les courbes de la figure 298 montrent leur variation. En 1912, les importations ont été semblables aux exportations. En 1913, on avait les chiffres suivants :

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	TONNAGE.	VALEUR.	TONNAGE.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Tissus unis ou ouvrés	238	1,961,000	3,160	25,105,000
Toile cirée ou linoléum	4,835	7,253,000	381	610,000
Toile préparée pour peinture	3	12,000	27	99,000
Linge de table damassé	9	150,000	7	287,000
Mouchoirs brodés et autres broderies	2,5	434,000	1	257.000
TOTAUX		9,810,000		26,358,000

Les détails de notre commerce extérieur en 1913 sont condensés dans les tableaux suivants pour les principaux pays, ils portent sur :

1° *Exportations* totales : 3,576 tonnes, d'une valeur de 26,000,000 francs, dont :

Allant en Grande-Bretagne	1,234	tonnes, soit	31	p. 100.
— Belgique	618	—	17	—
— Italie	125	—	4	—
— Colonies françaises	1,194	—	35	—
— Autres pays alliés	262	—	9	—
— Suisse	111	—	3	—
— Allemagne	25	—	1	—
— Autriche	7			
TOTAUX	3,576	—	100	p. 100.

2° *Importations* totales : 5,087 tonnes, d'une valeur de 9,810,000 francs, dont :

Venant de Grande-Bretagne	3,386	tonnes, soit	66	p. 100.
— Belgique	492	—	9	—
— Italie	12	—	0,1	—
— Suisse	18	—	0,4	—
— Allemagne	1,061	—	2,5	—
— Autres pays	108	—	22	—
TOTAUX	5,087	—	100	p. 100.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — Le tissage de chanvre, de lin et de ramie n'a peut-être pas été aussi atteint que la filature. Cependant les centres si importants de Lille, Halluin, Cambrai, Armentières ont été envahis, et il semble bien que, de façon tout à fait étudiée, l'ennemi ait enlevé tout le matériel linier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

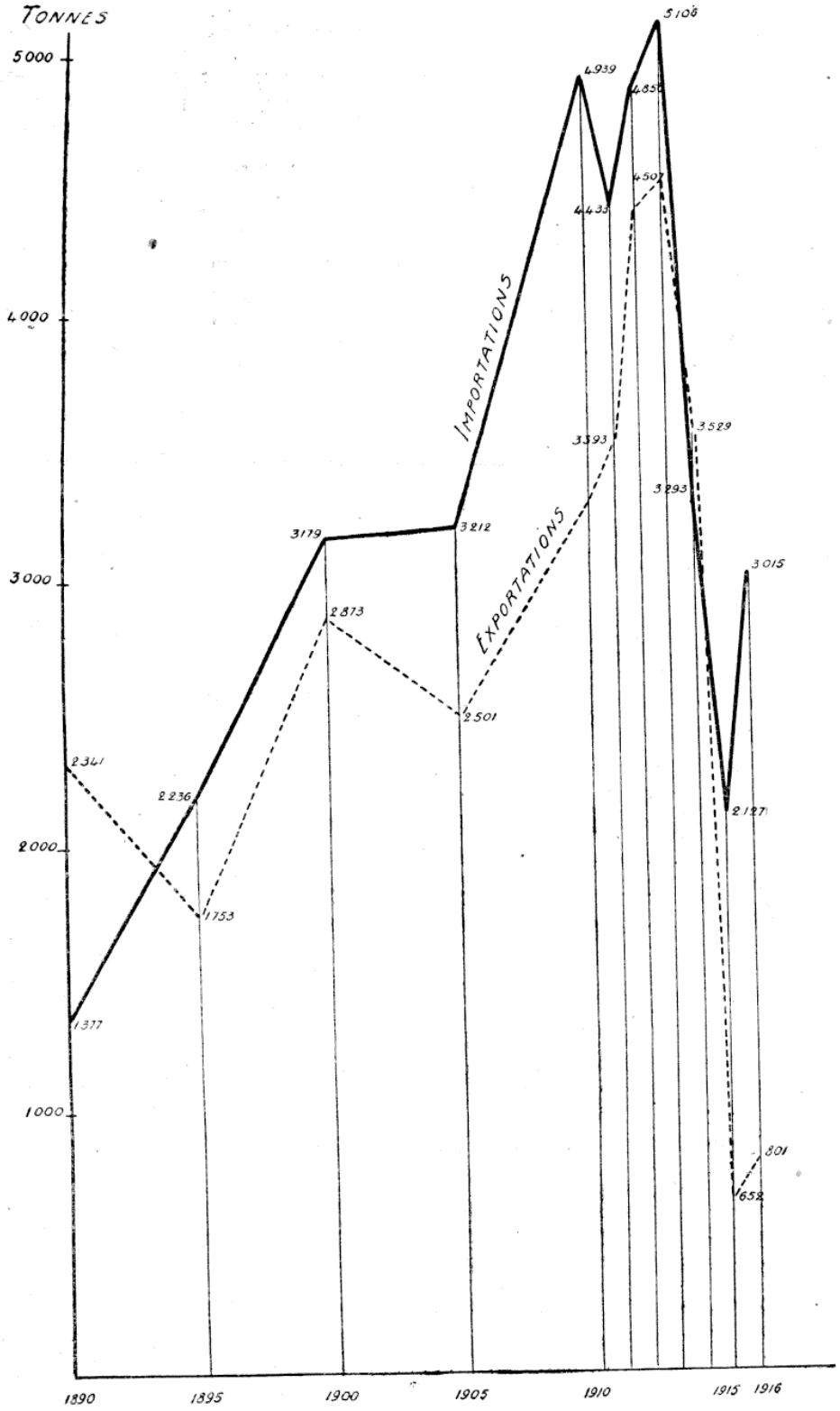


Fig. 298. — Tissus en lin, chanvre, ramie. — Importations et exportations françaises de 1890 à 1916.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les importations et les exportations faites pendant la guerre ont été les suivantes :

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS.				EXPORTATIONS.			
	1914.	1915.	1916.	1917.	1914.	1915.	1916.	1917.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Tissus unis ou ouvrés.....	143	1,607	2,283	5,531	2,969	556	503	453
Toile cirée ou linoléum.....	3,229	513	707	1,180	228	224	160	101
Toile préparée pour peinture.	6	//	//	//	27	12	14	7
Linge de table damassé.....	3	//	2	6	2	4	12	2
Mouchoirs brodés et autres broderies.....	2	//	2	1	1	//	//	2

Situation à l'après-guerre. — Le danger pour nos tissages de lin, chanvre, ramie, est nettement indiqué par la situation pendant la guerre, c'est celui du manque de matières premières. Nos tisseurs se plaignaient de la concurrence faite au lin par les mélanges lin, coton et même le coton pur, c'est un danger évidemment, mais moindre que le précédent. Que la récolte russe soit déficitaire, que les paysans russes cultivent moins ou exportent davantage en Allemagne par exemple, nos filatures et nos tissages s'en ressentent immédiatement. Ce qu'il faut, c'est encourager la culture des matières premières, lin et chanvre, et surtout leur rouissage industriel, de façon à rendre notre industrie moins dépendante de l'étranger.

Conclusions. — En résumé, la situation française des industries du lin, du chanvre et de la ramie était la suivante en 1913 :

MATIÈRES PREMIÈRES.

PRODUITS.	PRODUCTION.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.		CONSOMMATION.	
	TONNAGE.	TONNAGE.	VALEUR.	TONNAGE.	VALEUR.	TONNAGE.	VALEUR.
	tonnes.	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Lin (peigné) [1].....	4,600	49,622		3,604		50,618	
— (étoupes).....	8,050	47,039		5,749		49,340	
	12,650	96,661	117,092,000	9,353	22,256,000	99,958	//
Chanvre (peigné) [2].....	8,556	15,900		457		24,000	
— (étoupes).....	4,278	11,800		645		15,000	
	12,834	27,700	27,085,760	1,102	1,217.450	39,000	//
Ramie.....	//	1,302	//	//	//	//	1,100,000
Fils (en totalité).....	107,200	647	6,911,000	11,547	46,000,000	96,300	//
Tissus (en totalité).....	//	5,087	9,810,000	3,576	26,000,000	//	//

[1] Évalué en lin peigné et lin en étoupes.
[2] Évalué en chanvre peigné et en étoupes.

Nos exportations sont-elles susceptibles d'augmenter à l'après-guerre ? Nous n'occupons pas sur le marché étranger la place que méritent nos produits. On peut dire que notre industrie linière voit se dessiner deux courants nettement différents :

a) A l'intérieur, une consommation qui se porte de plus en plus sur l'article bon marché ;

b) A l'exportation, une demande qui porte sur des quantités de plus en plus réduites, mais en beaux articles pour lesquels la clientèle devient de plus en plus exigeante [1].

[1] Pierre Grillet. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'industrie linière est d'ailleurs orientée vers le marché intérieur et non vers l'exportation. Elle ne peut augmenter ses relations à l'étranger que si elle entreprend sur une large échelle, avec tous les moyens nécessaires pour réduire son prix de revient, la fabrication d'objets de qualité moins élevée, mais susceptibles de satisfaire une clientèle plus étendue. Il faut en plus une certaine coordination entre tous les efforts, qui, déjà avant la guerre, avait produit quelques fructueux effets, notamment pour la batiste et le linon du Cambrésis.

D'ailleurs il ne faut pas oublier que les États-Unis ignorent presque complètement les industries qui nous occupent ici. C'est là un débouché formidable pour nos produits, mais nous y serons toujours fortement concurrencés par les Irlandais et les Belges.

D. LE JUTE.

MATIÈRES PREMIÈRES.

Situation à l'avant-guerre. — *Situation mondiale.* — On sait que le jute ne comporte qu'un seul producteur important : les Indes anglaises. Le grand centre de culture est la province de Bengale.

En 1913, la production a atteint 1,980,000 tonnes.

Les exportations des Indes anglaises, cette même année, se sont élevées à 850,000 tonnes.

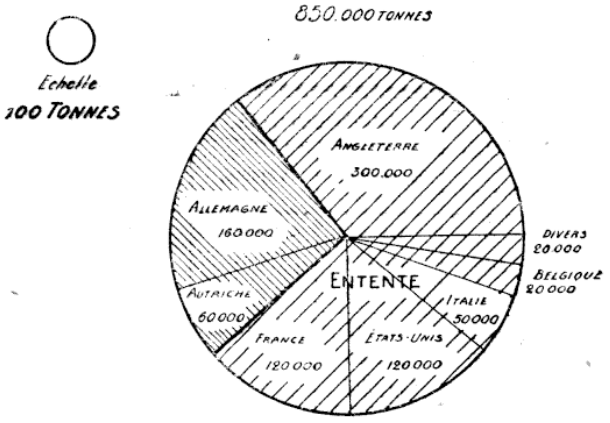


Fig. 299. — Jute. Consommation mondiale.

La consommation a été la suivante (fig. 299), en chiffres ronds :

	TONNES.	CONSOMMATION.
Grande-Bretagne	300,000 soit	35.3 p. 100
Allemagne	160,000	18.8 —
France	120,000	14.1 —
États-Unis	120,000	14.1 —
Autriche-Hongrie	60,000	7.1 —
Italie	50,000	5.8 —
Belgique	20,000	2.4 —
Divers	20,000	2.4 —
	850,000	100.0 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation française. — La production française étant nulle, notre consommation est donnée par la différence entre les importations et les exportations (fig. 300). Les courbes de la figure les donnent toutes deux.

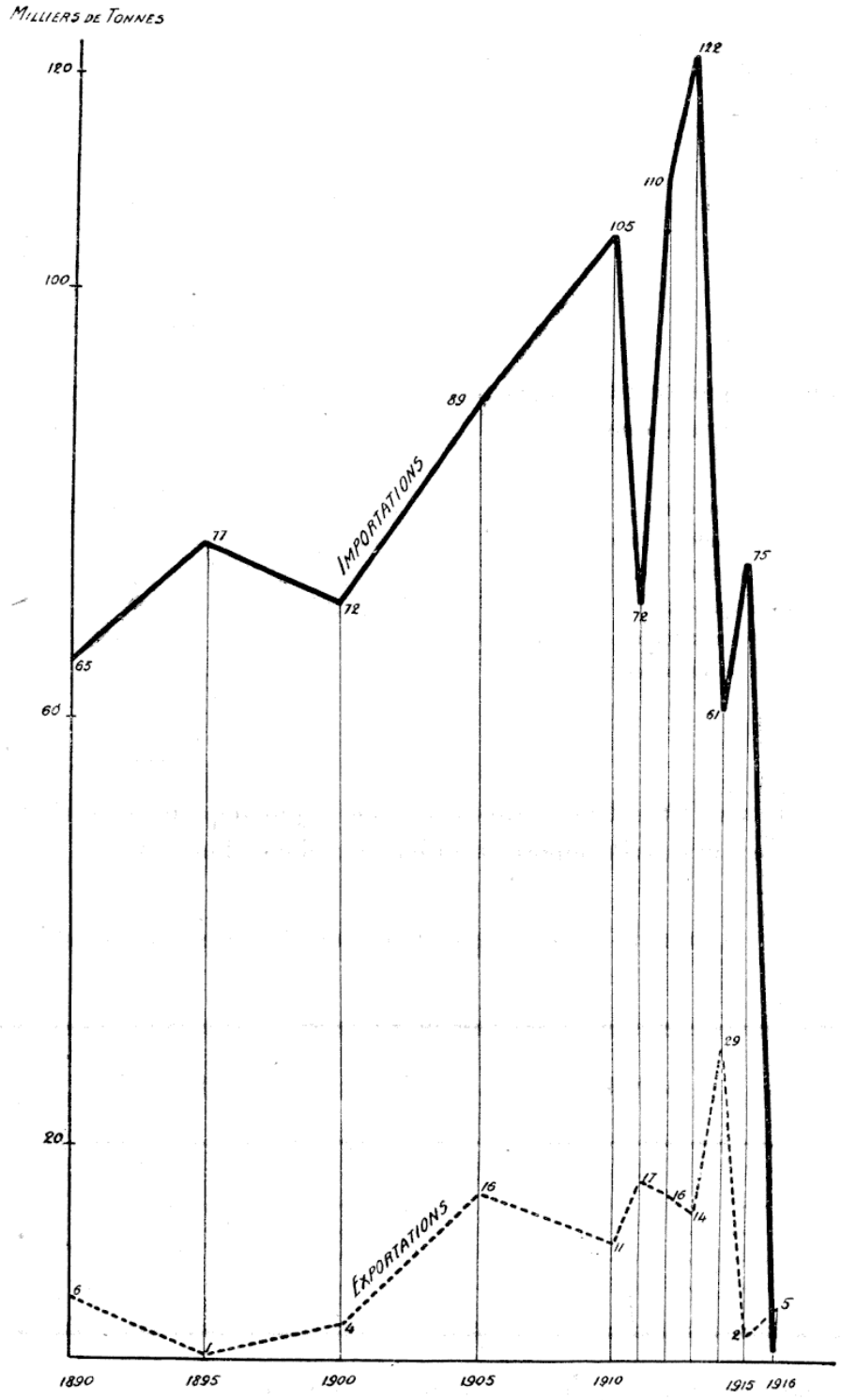


Fig. 300. — Jute. — Importations et exportations françaises de matières premières de 1890 à 1916.

On remarque notamment qu'en 1913 nos importations représentaient 8.7 fois nos exportations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les détails, pour 1913, peuvent être résumés de la façon suivante (fig. 301) :

Nos 122,229 tonnes d'importations représentent 73,339,780 francs, dont :

	TONNES.	
La Grande-Bretagne directement	41,116	soit 33.6 p. 100
Les Indes anglaises	80,081	65.6 —
L'Indo-Chine	81	0.2 —
La Chine	436	0.2 —
L'Allemagne	152	0.2 —
La Belgique	233	0.2 —
Divers	130	0.2 —
	122,229	100.0 —

Nos exportations en jute brut teillé, peigné et étoupes se sont élevées, en 1913, à 1,486 tonnes représentant 967,335 francs, dont :

	TONNES.	
Expédiées en Allemagne	308	soit 21 p. 100
— en Grande-Bretagne	225	15 —
— en Belgique	670	46 —
— aux États-Unis	80	8 —
— vers nos colonies	25	8 —
— vers les pays neutres	178	12 —
	1,486	100 —

On voit donc que nous travaillons sensiblement tout le jute importé; une très faible part gagne les pays étrangers. Le seul marché important du jute est celui de Londres.

Situation pendant la guerre. — Nos importations ont été les suivantes en jute brut teillé et étoupes :

ANNÉES.	QUANTITÉS.	VALEURS.
	tonnes.	francs.
1914	61,387	35,000,000
1915	75,359	43,709,000
1916	77,707	45,070,000
1917	67,239	38,999,000

On voit donc que, pendant la guerre, en raison des difficultés de transport, notre importation a été réduite de moitié.

Situation à l'après-guerre. — On peut se demander s'il ne serait pas possible de cultiver le jute en Indo-Chine : les essais qui ont été faits par la maison Saint frères n'ont pas donné des résultats

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intéressants. La production semble moins régulière qu'au Bengale [1] par suite de l'inégalité de répartition des pluies, des inondations des rivières; de plus les eaux sont impropres au rouissage. Enfin les endroits convenant aux cultures sont dispersés et les transports très difficiles. En 1913, l'Indo-Chine avait expédié 81 tonnes en France. Il est douteux qu'un marché important puisse s'établir avant de longues années.

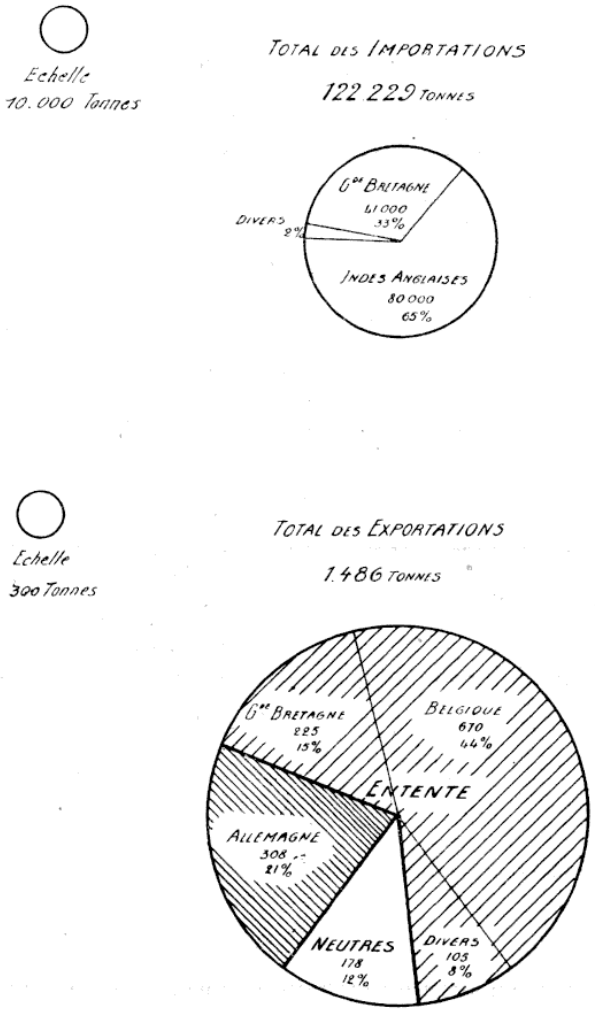


Fig. 301. — Jute. — Importations et exportations françaises en 1913.

On s'est souvent préoccupé des succédanés possibles du jute. On a parlé de diverses plantes du Mexique et du Sud-Amérique. L'alfa du Nord-Africain, l'*Urena Cobata* de Madagascar, le *palmier rafia* du Congo français donnent de grandes espérances. Mais les quantités produites jusqu'ici sont très faibles. Le concurrent le plus redoutable est assurément la textilose, dont nous parlons plus loin.

[1] Pierre GRILLET, Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FILS DE JUTE.

Situation avant la guerre. — *Situation mondiale.* On n'a aucun renseignement précis.

Situation française. — La production française est donnée dans les courbes de la figure 302 ; les importations et les exportations sont données dans la figure 303. Elles se résument de la façon suivante pour 1913 (en tonnes) :

PROVENANCE.	EXPORTATIONS.	IMPORTATIONS.
	tonnes.	tonnes.
Grande-Bretagne	2,446	0.1
Belgique	3,466	5.1
Colonies	216	15.4
Allemagne	176	5
Divers	434	1.4
Totaux	6,738	27.0

représentant une valeur de 7,816,312 francs.

En somme, en 1913, nous avions pour les fils de jute :

Production	108,000 tonnes.
Importations	27 —
Exportations	6,738 —
Consommation = Production + Importations — Exportations	100,200 tonnes environ.

Il y avait avant la guerre 100,000 broches de filature de jute, produisant plus que les métiers à tisser ne pouvaient en absorber; aussi étions-nous exportateurs de fils de jute.

Situation pendant la guerre. — *Situation française.* — Trois filatures situées à Lille et à Seclin ont été arrêtées par l'occupation, les autres ont continué à marcher avec un personnel féminin. Nos importations et nos exportations ont été chiffrées comme suit :

ANNÉES.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.
	tonnes.	tonnes.
1914	159	2,449
1915	113	5,387
1916	32	5,221
1917	1,082	915

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation à l'après-guerre. — *Situation française.* — Notre production, comme on pouvait le prévoir, a brusquement diminué au moment de la guerre, puis s'est sensiblement relevée en 1915-1916. Les besoins de notre consommation sont si grands, qu'on peut prévoir, aussitôt que

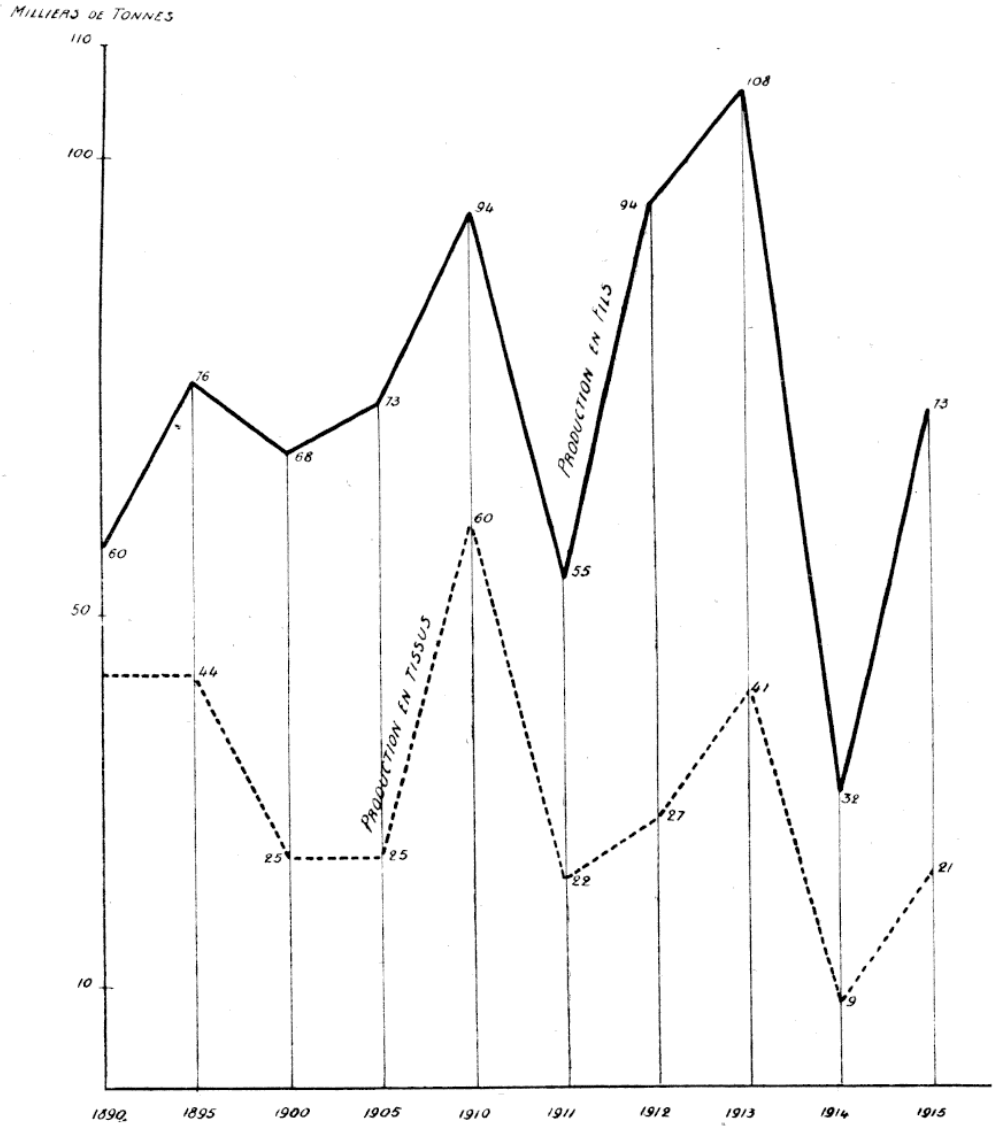


Fig. 302. — Fils de jute. — Production française de 1890 à 1915.

toutes nos broches de jute pourront fonctionner, une reprise importante de la filature. Nous avons la spécialité des fils fins que nous exportons en Angleterre et en Belgique. Tout porte à croire que nous pourrons après la guerre augmenter cette exportation [1].

TISSUS DE JUTE.

Situation avant la guerre. — *Situation française.* — La production en tissus de jute est donnée dans les courbes de la figure 302.

[1] D'autant plus qu'il y a à Mulhouse une importante filature de jute.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, notre production a été de 41,000 tonnes.

La figure 304 donne la variation des importations et des exportations de tissus.

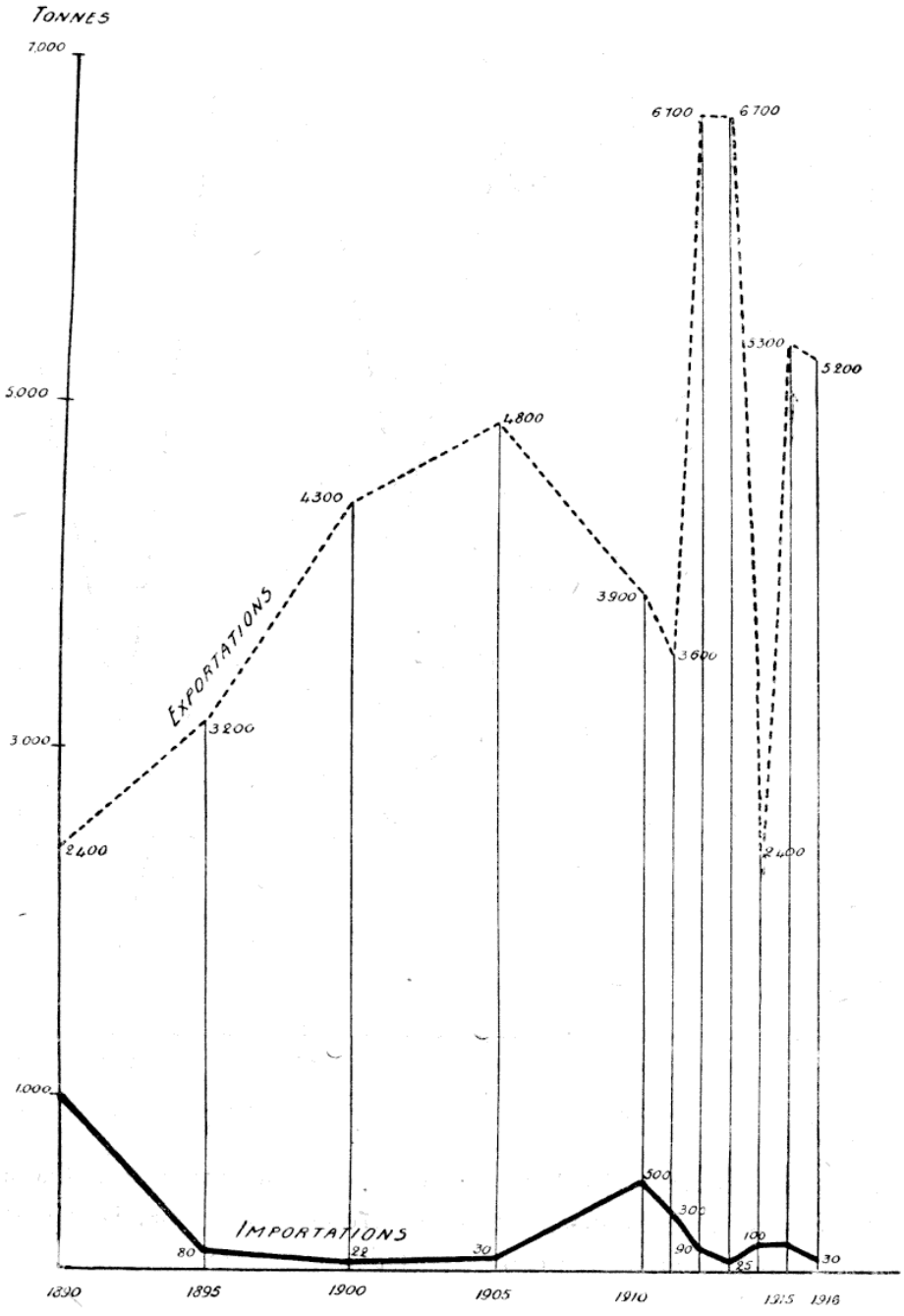


Fig. 303. — Fils de jute. — Importations et exportations françaises de 1890 à 1916.

On note l'augmentation extraordinaire de nos importations depuis 1905. C'est ainsi qu'en 1913 les importations représentaient environ 16 fois les exportations, tandis qu'en 1905 les exportations, au contraire, représentaient plus de 12 fois les importations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

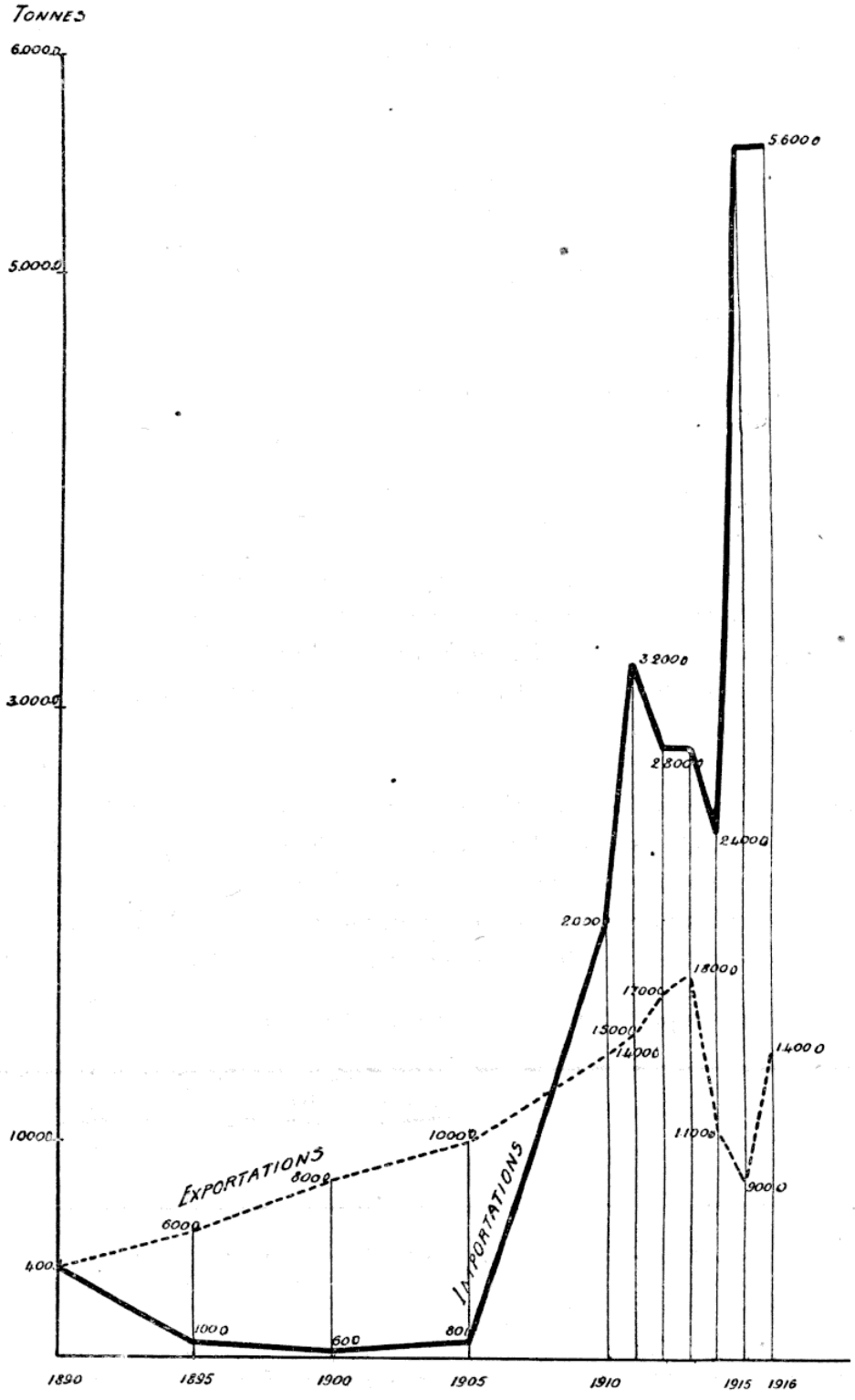


Fig. 304. — Jute. — Importations et exportations françaises de tissus de jute de 1890 à 1916.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, sur 28,469 tonnes d'importations d'une valeur de 14,663,650 francs :

8,082 tonnes nous sont venues des Indes.
2,428 tonnes nous sont venues de Belgique.
1,223 tonnes nous sont venues de Grande-Bretagne.
318 tonnes nous sont venues des Colonies françaises.
807 tonnes nous sont venues d'Espagne.
13 tonnes nous sont venues de Suisse.
1,918 tonnes nous sont venues des Pays-Bas.
2,965 tonnes nous sont venues d'Allemagne.
10,712 tonnes nous sont venues de divers.

Sur 18,738 tonnes d'exportation d'une valeur de 17,362,519 francs :

2,494 tonnes sont allées en Grande-Bretagne.
936 tonnes sont allées en Belgique.
12,094 tonnes sont allées aux Colonies françaises.
88 tonnes sont allées en Danemark.
626 tonnes sont allées en Espagne.
577 tonnes sont allées en Allemagne.
1,923 tonnes sont allées dans divers.

Ce sont donc nos colonies les plus gros consommateurs de tissus de jute.

Il existe en France environ 130,000 broches à filer et 8,000 métiers à tisser le jute. Les filatures et le tissage de jute français sont situés dans le Nord de la France, dans la région de Dunkerque et dans la vallée de la Somme. Il y a cependant une fabrique spéciale dans les Pyrénées pour la confection des semelles de chaussures.

Situation pendant la guerre. — *Situation française.* — Parmi les industries textiles, le tissage du jute est une des fabrications qui ont le moins souffert. Cinq tissages ont été arrêtés à Lille, Roubaix, Halluin. Mais les approvisionnements se sont faits très rares, tandis que les besoins devenaient pressants et particulièrement intéressants, parce que touchant la Défense nationale : le jute en effet servait à la confection des sacs à terre, des sacs pour le ravitaillement des troupes, etc.

Nos importations et nos exportations de jute se sont élevées à :

ANNÉES.	EXPORTATIONS.		IMPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
1914	11,601	11,033,000	24,282	12,726,000
1915	9,592	8,303,000	56,187	49,059,000
1916	14,306	13,383,000	56,668	43,233,000
1917	9,390	7,942,000	58,563	57,884,000

Situation à l'après-guerre. — *Situation mondiale.* — Nos concurrents sont les Indes anglaises, gros producteurs ayant sous la main les matières premières, possédant un outillage neuf et très moderne, une main-d'œuvre abondante et peu coûteuse. Calcutta constitue assurément le plus important centre de fabrication du monde, qui possède les plus grandes facilités d'exportation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'Angleterre, spécialement l'Écosse, vient après les Indes; le marché de Londres facilite considérablement la tâche des usines de Dundee; les produits gagnent aisément l'Amérique du Sud et l'Afrique dont les marchés offrent des débouchés importants en un même produit et permettent la fabrication en grande série.

La Belgique est aussi un centre de fabrication important; la matière première arrivait par Anvers, mais ses produits ne sont pas très nombreux.

L'Allemagne alimentait surtout la Russie, la Suisse et l'Espagne. L'une des grosses usines était alsacienne.

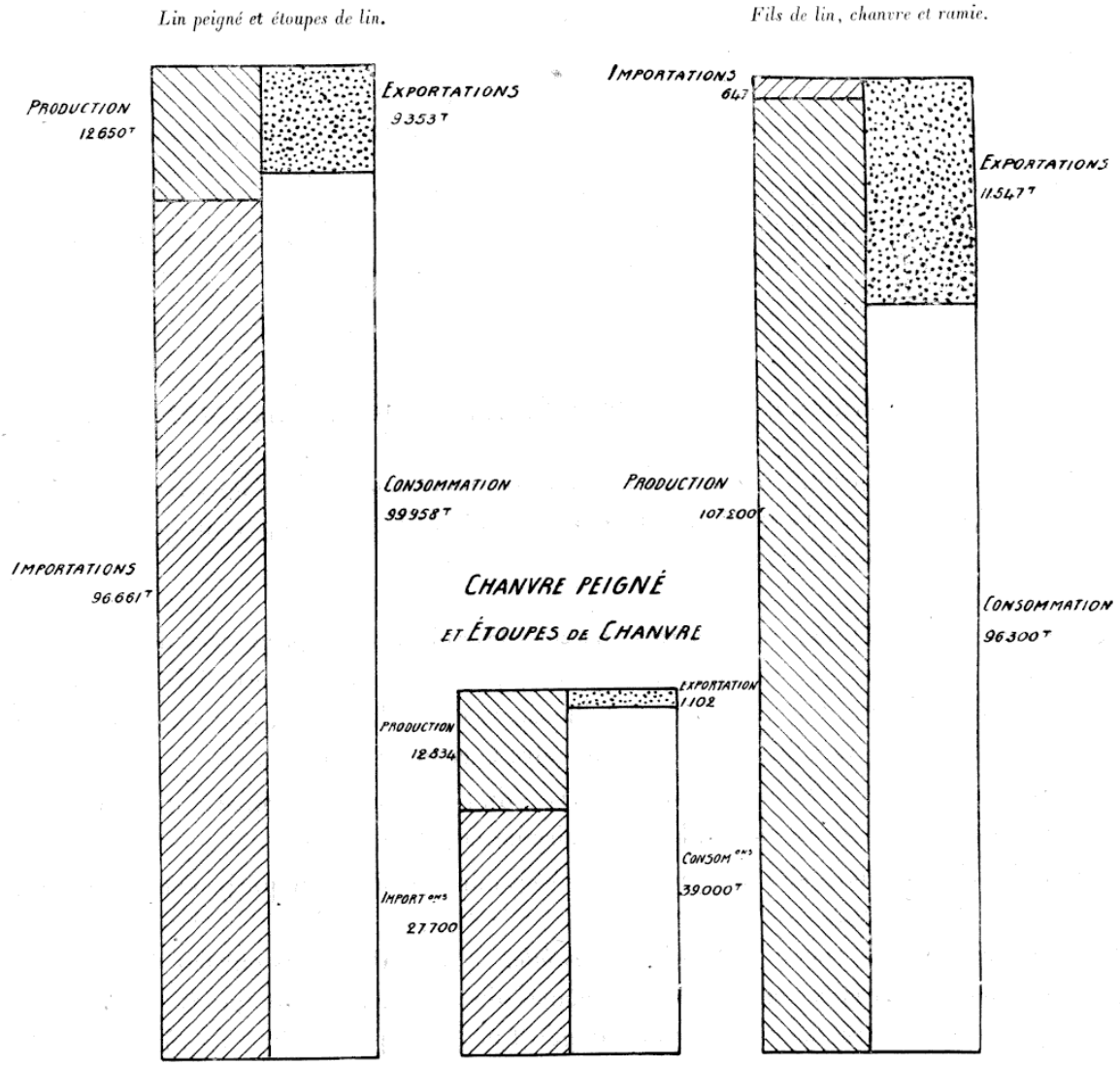


Fig. 305. Lin, Chanxre, Ramie. — Situation française.

Son retour va augmenter notre production et nécessiter un effort plus grand pour les exportations et les importations.

Situation française. — Jusqu'ici l'industrie française du jute n'a cherché qu'à satisfaire le marché national. Elle n'a jamais porté ses efforts vers l'exportation qui, d'ailleurs, est très limitée par suite des difficultés d'approvisionnement de la matière première.

Cependant nos colonies et nos pays de protectorat augmenteront leur consommation; spécialement le marché de l'Afrique du Nord va se développer, notamment vers le Maroc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut espérer aussi voir s'élargir le cercle de nos relations avec l'Espagne et avec la Suisse. Toutefois l'industrie du jute n'est pas l'une de nos industries textiles qui prendra le plus d'extension après la guerre. On peut admettre le tableau suivant :

DÉSIGNATION.	EN 1913.		APRÈS-GUERRE.	
	FILS.	TISSUS.	FILS.	TISSUS.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Production	108,000	41,000	118,000	45,000
Importation	27	28,000	//	//
Exportation	6.700	18,700	//	//

En admettant que nos exportations ne varient pas, notre consommation, du fait de la rentrée de l'Alsace-Lorraine, augmentera de 10 p. 100. L'Alsace-Lorraine est outillée pour produire les fils et tissus correspondants; c'est donc nos importations en matières premières qui devront augmenter de la même quantité (fig. 305).

E. LE GENÊT ET LES TEXTILES DE REMPLACEMENT.

Le Genêt. — Cette plante, très abondante, pousse spontanément dans les terrains incultes; elle n'avait guère été utilisée avant la guerre que comme combustible par les paysans qui, souvent, pour s'en débarrasser, la brûlent sur place.

Pour en extraire les fibres, on débarrasse d'abord les rameaux des parties les plus ligneuses; on leur fait subir un traitement chimique qui sépare la partie gommeuse de la fibre, puis on dégage mécaniquement cette fibre au moyen d'une teilleuse spéciale. Le genêt, une fois teillé, est traité comme le jute; il donne une filasse qui le classe entre le chanvre et le jute.

Le rendement en *genêt teillé* n'est que de 10 p. 100 du poids du *genêt brut*. Mais il donne 50 p. 100 de déchets en matière ligneuse utilisables pour faire de la pâte à papier.

Cette industrie étant nouvelle, nous ne pouvons examiner sa situation que pendant la guerre.

Situation depuis la guerre. — *Situation mondiale.* — Les Allemands ont fait de grands efforts pendant la guerre dans la recherche des succédanés du jute, employant toutes les fibres textiles telles que les orties, etc. La valeur de la fibre du genêt ne leur a pas échappé. La *Frankfurter Zeitung* (27 juillet 1918) dit que les fibres du genêt sont employées en fils et tissus avec le lin, le coton artificiel et la laine artificielle. Ce journal estime à 700 tonnes la quantité employée en 1918 en prévoyant le double, soit 1,400 tonnes pour 1919 [1].

En Angleterre, une société se serait constituée à Belfast pour exploiter la fibre du genêt.

---

[1] Citons l'usine de Trèves qui débute et celle de Mayence qui ne fonctionne pas encore à cause de l'occupation américaine. Les résultats obtenus en filasse sont remarquables. La matière première paraît supérieure au chanvre. La toile fabriquée semblerait tissée avec du fil faisant environ 40,000 mètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation française. — D'après une note adressée à M. le Ministre du Commerce (21 novembre 1918), note à laquelle nous empruntons les renseignements fournis, les essais d'abord soumis à l'inspection générale de l'habillement ont permis de passer pour 1918 un premier marché de fibres de genêt.

Une usine disposant de 50 HP en force hydraulique dans la Vaucluse produit actuellement 300 kilogrammes de fibres par jour et atteindra prochainement 1,000 kilogrammes par jour.

La Société propriétaire de cette usine se propose d'en créer d'autres dans les régions productrices du genêt afin d'éviter les frais de transport.

Ces régions sont la Lozère, les Landes, l'Auvergne et la Bretagne.

On calcule qu'une machine teilleuse du prix de 2,000 francs peut traiter 500 kilogrammes de genêt par jour.

La fibre du genêt a son utilisation immédiate pour tous les produits de la corderie.

Elle peut être filée et tissée pour faire de la toile à sacs, bâches, tentes, etc., pour la sparterie, la passementerie, etc.

A notre point de vue, ses premiers avantages sont les suivants :

1° Emploi d'une matière première abondante sur notre territoire et inutilisée jusqu'à présent.

2° Traitement industriel de la fibre; on sait que si nos cultures de lin et de chanvre ont diminué, c'est surtout à cause des difficultés rencontrées dans les méthodes surannées du rouissage agricole qui sera difficilement remplacé par un traitement plus rationnel.

3° Mise à la disposition de nos fabriques de pâtes à papier des déchets qui peuvent supprimer une partie de nos importations, soit en pâtes, soit en bois.

AUTRES TEXTILES DE REMPLACEMENT[1].

Après avoir consacré quelques lignes à la filasse de genêt, nous pouvons les compléter en examinant les textiles de remplacement dont les Puissances centrales ont fait l'essai et même l'emploi pendant la guerre. Nous étudierons ensuite les divers produits exotiques susceptibles de remplacer nos textiles ou au moins de leur fournir un appoint sérieux. N'oublions pas que nos besoins en substances filamenteuses iront toujours en croissant; il est donc prudent de ne rien négliger parmi les produits qui nous sont offerts par les pays étrangers et dont quelques-uns peut-être pourraient être produits par nos colonies.

Textiles indigènes. — Il s'agit, bien entendu, de textiles grossiers pouvant remplacer le jute et le chanvre. En général on peut dire que les essais de ces succédanés n'ont pas donné de résultats très appréciables. Le temps a d'ailleurs manqué pour développer d'une façon sérieuse la culture des plantes auxquelles on a recours.

---

(1) Renseignements fournis par le Ministère du Blocus. — (Comité des restrictions des approvisionnements et du commerce de l'ennemi.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fibres d'orties. — La fibre de l'ortie commune a une longueur de 2 à 6 centimètres; elle est plate, soyeuse, d'une solidité qui est intermédiaire entre celle du lin et celle du coton.

La plante est recueillie sèche; la fibre, isolée du bois par un traitement chimique, est débarrassée des parties ligneuses par un teillage mécanique. Elle peut être ensuite travaillée sur les métiers à lin ou à coton.

Les fils et tissus fournissent des produits supérieurs au coton pour les vêtements de dessous et le fil à coudre. C'est le genre de la ramie qui est de la même famille.

L'ortie donne environ une demi-tonne à l'hectare. Les Allemands en y joignant l'ortie sauvage cueillie minutieusement ont pu en réunir 5,000 tonnes; ils ont calculé qu'ils ne pourraient pas en produire plus de 18,000 tonnes sans nuire aux autres cultures du pays.

Nous ne sommes pas fixés sur le rendement en filasse de ces 18,000 tonnes, mais il doit produire un total assez faible.

Aiguilles de pin. — Une maison de Chemnitz annonce être parvenue à tirer des aiguilles de pin un excellent succédané du coton et du jute plus élastique que les filés de papier. On aurait fabriqué avec ce textile des torchons, des toiles à sacs, des imitations de cuir. Mais nous pensons que ce sont plutôt des essais de laboratoires que des applications industrielles.

Nous savons que des essais sérieux avaient été faits dans les Landes avant la guerre et qu'on était arrivé à tirer des aiguilles de pin une sorte de crin végétal très élastique susceptible d'être employé pour l'ameublement, le bourrage des matelas, mais nous ignorons si des applications ont pu être faites en grand.

Fibres de typha. — Le typha est un roseau de marécages assez commun en Allemagne. Une usine fondée à Charlottenbourg a pu en travailler une certaine quantité et confectionner avec les fibres de cette plante des traits de chevaux, des bandes molletières, des sacs et même des vêtements de femmes.

On aurait pu recueillir 60,000 tonnes de typhas donnant un rendement en filasse de 20,000 tonnes, soit 30 p. 100 environ.

Autres succédanés. — Les Allemands ont essayé l'écorce d'arbres, les fibres du houblon, mais sans succès. Une société danoise a fabriqué, près de Silkéborg, des étoffes avec 75 p. 100 de fibres extraites de la tourbe. Ces fibres étaient mélangées de 25 p. 100 de déchets de laine. Nous sommes un peu sceptiques sur l'emploi de la tourbe dans les tissus malgré le grand fracas des réclames faites en France sur ce genre d'étoffes.

En résumé, le seul résultat très sérieux obtenu par les Empires centraux a été celui du tissage du papier que nous avons étudié de près dans un chapitre spécial.

Textiles exotiques. — Les résultats donnés par le jute sont assez importants pour que nous ayons le devoir de passer en revue les textiles exotiques susceptibles d'un emploi similaire.

Ceux qui parviennent en France portent le nom général de « phormium » au moins pour les douanes. Comme la production du phormium est assez limitée, nous devons croire que les fibres qui nous arrivent sous ce nom de phormium sont plutôt du chanvre de Manille, de l'abaca ou de l'aloès. Nous donnerons en terminant les chiffres de nos importations dans ces fibres exotiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Agaves ou aloès. — Plantes croissant dans les pays chauds, principalement au Mexique et dans l'Amérique centrale. On en récolte aussi dans l'île Maurice, aux Antilles néerlandaises, aux Philippines, à Java.

Les Allemands l'ont introduit dans l'Est africain et, en 1913, on estime qu'ils en ont tiré 20,000 tonnes.

Dans nos colonies, à la Guadeloupe, à la Martinique et à la Guyane, les essais ont produit d'excellents résultats, de même qu'au Soudan français; il faudrait donner une vigoureuse impulsion à cette culture et encourager les essais trop timides. La Réunion, le Tonkin et l'Indo-Chine pourraient nous fournir ces textiles en quantité. Seulement il faudrait, comme pour le chanvre et le lin, renoncer aux moyens primitifs de rouissage. A Madagascar, les indigènes obtiennent par cette méthode des rendements de 2 p. 100 qui n'ont rien d'industriel et n'encouragent pas les colons.

Il y a donc là des efforts sérieux à faire qui donneraient de grandes ressources à nos colonies et nous procureraient une matière extrêmement utile pour la confection de la corderie, de la sparterie, des nattes, toiles à sacs, etc. L'avantage de la corde d'aloès est qu'elle est très légère, très résistante et ne s'allonge que de 2 p. 100 sous l'action de l'eau.

Voici du reste la production mondiale de la fibre d'aloès en 1912 [1] :

Mexique	128,000 tonnes.
Est Africain allemand	16,000 —
Îles Bahamas	3,500 —
Île Maurice	2,500 —
Antilles néerlandaises	600 —
Îles Hawaï	400 —
Indes anglaises	500 —
Afrique anglaise	350 —
Philippines	350 —
Java	80 —
TOTAL	152,000 tonnes.

On voit que sans atteindre de loin la production du jute ce textile tend à prendre une certaine importance.

Quand on considère les résultats obtenus par les Allemands en vingt ans, il semble qu'il serait facile, étant donnés nos essais encourageants, d'arriver à une production importante dans nos colonies.

Phormium tenax. — Plante cultivée presque exclusivement dans la Nouvelle-Zélande. Si sa culture en était plus répandue, ce textile occuperait un rang tout à fait supérieur : la filasse qu'il donne est longue, solide et résistante et d'un emploi en corderie meilleur que celui du jute. Malheureusement, sa production ne dépasse guère 30,000 tonnes par an. Le rendement est cependant, par hectare, de 4,000 kilogrammes de fibre fine et 4,000 kilogrammes d'étoupes.

(1) La récolte des Indes en 1916 a dépassé 50,000 tonnes. (Renseignements fournis par le Ministère du Blocus.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Husa textiles ou Abaca. — Bananier localisé dans son pays d'origine, les Philippines, où il est cultivé sur 475,000 hectares, produisent 168,000 tonnes de filasse, qui porte vulgairement le nom de chanvre de Manille.

Il demande un terrain volcanique et une humidité continuelle; cette exigence a probablement empêché le développement de la culture.

On fait des fils très fins servant aux tissus appelés gazes avec les parties les plus fines. Avec les autres fibres, on confectionne d'excellents cordages et même des tresses pour chapeaux connues sous le nom de « tagal ». Le rendement est de 150 à 600 kilogrammes à l'hectare, suivant le terrain.

Les principaux pays importateurs de ce textile sont [1] :

Les États-Unis	95,000 tonnes.
La Grande-Bretagne	50,000
Le Japon	12,000

Hibiscus. — Végétal à filaments très analogue au jute. Il nous intéresse parce qu'il croît spontanément en Nouvelle-Calédonie, ainsi qu'aux Antilles françaises.

On le cultive également au Brésil, au Mexique, en Floride, au Texas.

L'hibiscus est connu dans l'Afrique tropicale et aux Indes, qui en fournissent 14,000 tonnes.

Le rendement par hectare serait de 3,800 à 4,000 tonnes.

Importations en France des fibres textiles sous le nom de phormium [2] :

1890	17,000 tonnes.
1895	13,000
1900	16,500
1905	23,600
1910	27,500
1911	30,000
1912	27,400
1913	32,400
1914	29,500
1915	26,600
1916	35,500

Les végétaux filamenteux qui vont suivre ne sont pas, à proprement parler, des textiles; les filaments qu'ils nous fournissent doivent plutôt porter le nom de « bourres » en raison de leur usage pour remplacer le crin dans la confection des matelas, dans l'ameublement ou la sellerie et bourrellerie. Toutefois, un certain nombre peuvent encore être utilisés dans les tissus spéciaux.

Kapok. — Le kapok, appelé aussi édredon végétal, est constitué par les poils intérieurs des fruits de diverses espèces de Ceiba ou Bombex ou Fromagers.

Ce sont les Indes néerlandaises et la Malaisie qui fournissent surtout le kapok.

Aux Philippines, on peut compter qu'un hectare de 280 arbres rapporte 400 kilogrammes de fibres pendant les premières années. On arrive à 600 kilogrammes au bout de dix ans.

---

[1] Renseignements fournis par le Ministère du Blocus.

[2] Statistiques douanières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le kapok donne une fibre très légère, peu attaquée par les insectes. Cette fibre contient de l'air, ce qui la fait employer pour la confection de vestes de sauvetage. Il est surtout utilisé en raison de son élasticité pour le remplissage des matelas et coussins. On peut se servir de l'ouate de kapok pour les pansements.

Comme celles du coton, les graines contiennent de l'huile. On en retire 24 p. 100.

Voici les principaux producteurs de kapok [1] :

Indes néerlandaises	10,000 tonnes.
Indes anglaises	1,000
Mexique	160
Togo	2
Haut-Sénégal et Niger	27
Côte d'Ivoire	3

Le Soudan commence à en produire dans la région de Kayes.

Fibre de cocotier ou coïr. — C'est une fibre qui entoure la noix de coco. Le cocotier d'origine malaisienne est à présent répandu dans toute la zone tropicale. Il se plaît surtout au voisinage de la mer, jusque sur les bords du rivage.

Voici les superficies cultivées en cocotiers dans le monde [1] :

Ceylan	307,000 hectares.
Java	210,000
Indes anglaises	160,000
Bornéo	150,000
Amérique du Sud	202,000
Philippines	170,000
Amérique Centrale	60,000
Cochinchine	45,000
Antilles	45,000
Madagascar	44,000

Il faut quinze à vingt ans pour que le palmier rapporte des fruits : 10 par an à partir de 7 ans. Le nombre va en augmentant jusqu'à 100 noix par arbre.

On récolte, avec la fibre, la noix pour en extraire le coprah. La fibre est utilisée pour faire des brosses, des nattes, des rembourrages.

Crin végétal. — Il est produit par un palmier nain qui croit en Algérie, principalement dans la région de Nemours, dans la vallée du Cheliff et dans la petite Kabylie. On en récolte aussi à Madagascar.

La cueillette des feuilles est faite par les indigènes. Elles sont expédiées dans des usines à matériel perfectionné qui les transforment en crin.

L'exportation qui tend à s'accroître oscille autour de 50,000 tonnes. Ce crin est employé en brosserie et en sparterie.

---

[1] Rapport du Ministère du Blocus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Piassava. — Fibres très élastiques extraites d'un palmier (*Attalea funifera*); les plus fines sont employées à la fabrication de cordages d'une résistance spéciale à l'eau de mer; avec les plus grosses fibres on fabrique des balais, des paniers et des brosses.

Chaque arbre donne de 2 à 3 kilogrammes de fibres. La récolte qui était de 5,000 tonnes tend à diminuer par suite d'une exploitation mal comprise.

C'est l'État de Bahia qui est le principal producteur. Outre les fibres du palmier on emploie les fruits à nourrir les porcs et le noyau très dur fournit l'ivoire végétal.

Corojo. — C'est la fibre d'un palmier croissant à Cuba. Elle est employée à faire des tresses, des sangles; on l'essaie pour supporter le caoutchouc des bandages des automobiles.

Raphia. — Cette fibre est tirée de la feuille d'un grand palmier constituant la zone forestière des parties marécageuses de Madagascar. Très utilisées par les indigènes qui les emploient à vingt usages différents, ces fibres servent de liens à nos horticulteurs. On s'en sert pour la confection de tresses et de certains articles de vannerie.

Pendant la dernière guerre le raphia fut très utilisé au camouflage des pièces d'artillerie.

Madagascar en exporte 6,000 tonnes.

Conclusions. — Nous voyons par cet exposé que si les textiles européens de remplacement ne paraissent pas toujours avoir un grand avenir, surtout ceux utilisés par les Empires centraux pour combattre les effets du blocus, il n'en est pas de même des textiles exotiques, tous appelés à se développer dans de vastes proportions.

C'est pourquoi nous avons cru utile d'appeler sur un certain nombre d'entre eux l'attention de la France qui possède des colonies sous toutes les latitudes. La culture et l'exploitation industrielle de ces différents textiles devront devenir pour nos colons une source de richesse en fournissant à la métropole des aliments pour son industrie textile toujours à la recherche de matières premières. Il suffira principalement à la France de veiller à l'amélioration de ses moyens de transport.

F. L'AMIANTE.

Les emplois de l'amiante sont essentiellement basés sur sa résistance au feu et à un grand nombre de réactifs, notamment aux acides.

Ce silicate double de chaux et de magnésie se trouve dans les Pyrénées et dans le Piémont sous forme d'amphibole, tandis que l'amiante chrysolite est donnée principalement par le Canada, le Cap, l'Oural et la Sibérie.

Le minerai, après broyage, peut être séparé en deux parties : une portion pulvérisée, une portion fibreuse. La première est utilisée telle quelle, dans la fabrication de peintures et enduits ignifuges, dans les filtrations, dans le revêtement d'objets soumis à une température élevée, comme support dans la catalyse, etc. La seconde est employée soit à la fabrication des tissus, pour les fibres les plus longues, soit à la fabrication du papier et du carton pour les fibres les plus courtes.

Pour le tissage, il n'est nul besoin de faire de mélange avec d'autres fibres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation avant la guerre. — La production mondiale en 1911 et 1912 est donnée dans le schéma de la figure 306, qui résume les chiffres suivants [1] :

PAYS.		1911.	1912.
		tonnes.	tonnes.
États-Unis		7,830	4,820
Cap		1,320	1,300
Rhodésie		1,500	1,350
Canada.	Amiante en fibres	110,400	112,300
	Amiante en poudre	29,000	27,300
Chypre		880	910
Italie		200	200
Russie		18,700	20,000

Le fournisseur le plus important est donc le Canada (84 p. 100 de la production mondiale). Sa production provient en presque totalité de 8 mines situées dans la province de Québec. En 1913, on a traité 1,177,000 tonnes de minerai d'une teneur de 6.03 p. 100 en fibres. On a obtenu en amiante prêt à être utilisé 134,000 tonnes. Les ouvriers employés dans les usines et carrières s'élevaient à 3,000 [2].

Production totale : 168,210 tonnes.

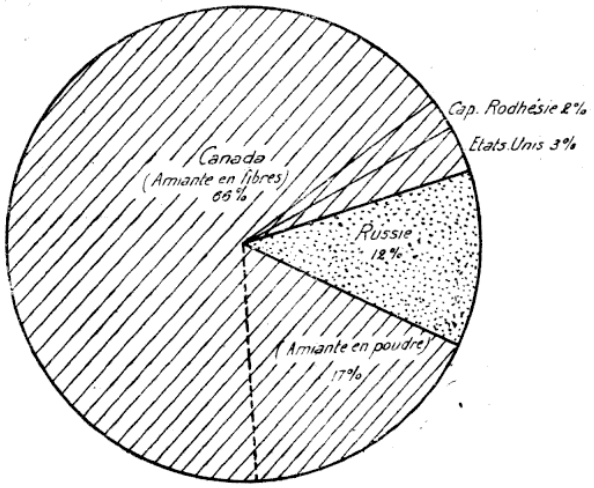


Fig. 306. — Production mondiale de l'amiante avant la guerre.

La France qui ne possède aucun gisement exploitable importe du Canada la plus grande partie de l'amiante consommée par son industrie; on estime [3] ces quantités à :

1,200 tonnes de matières brutes utilisées pour la fabrication des tissus, tresses, cordes, etc.
1,800 — de fibres pour carton.
8,000 — de fibres pour ciment calorifuge.
5,000 — de fibres pour les parquets sans joints.
15,000 — de fibres pour la fabrication des ardoises et du ciment.

[1] Comité des Restrictions, des Approvisionnements et du Commerce de l'ennemi.
[2] D'après la Société française de l'Amiante.
[3] Comité des Restrictions, des Approvisionnements et du Commerce de l'ennemi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En plus il venait quelques centaines de tonnes de Russie (700 environ) pour le bourrage des matelas calorifuges, la fabrication des cartons et des feutres; et du Cap (250 tonnes) pour les usines de produits chimiques. Des usines de transformation existent notamment à Caen et à Flers-de-l'Orne.

Notre consommation s'élevait donc à 32,000 tonnes. Il est bon de remarquer que la marine française consommait 284 tonnes, dont 200 utilisées à la fabrication des accumulateurs pour sous-marins [1]. En outre la France importait 200 tonnes d'amiante manufacturée; elle en exportait environ 2,000 tonnes [2], notamment vers la Suisse.

La Grande-Bretagne importe de grandes quantités d'amiante brute (11,741 tonnes en 1913 dont 7,659 du Canada et 594 du Sud-Afrique, et exporte sur une vaste échelle les produits finis.

Mais c'est l'Allemagne qui, par l'intermédiaire de la maison Beckes et Haag de Berlin, avait le quasi-monopole de l'industrie de l'amiante. Plus de soixante importantes usines existent en Allemagne et en Autriche qui transforment le produit brut en objets manufacturés; ceux-ci, en grande partie, s'en vont vers la Suède, la Hollande et la Suisse.

Situation depuis la guerre. — La production de l'amiante a été stimulée, par les hauts prix résultant de la grande consommation de la marine et de l'artillerie; de 1914 à 1917 ces prix avaient doublé.

Ainsi nous voyons [2] la production du Canada passer de 139,000 tonnes en 1912 à 150,000 tonnes, d'une valeur de 35 millions de francs en 1917. Les États-Unis, sous la même impulsion, avaient considérablement augmenté leur production : 200 tonnes en poids et 300,000 francs en valeur d'augmentation en 1917.

Voici du reste les importations comparées des deux dernières années aux États-Unis :

PAYS.	1916.		1917.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Sud-Africain	112	50,000	1,791	541,000
Canada	114,918	15,000,000	131,525	20,500,000
Angleterre	1,072	1,115,000	296	328,000
Colonies portugaises d'Afrique	//	//	496	695,000
Total	116,102	16,165,000	134,108	22,364,000

La production russe tombée à 9,000 tonnes en 1916 n'est plus estimée en 1917; on a dû en cesser l'extraction. C'étaient les Gouvernements de Perm, d'Ekaterinbourg et en Sibérie, ceux d'Irkousk et du Iénisséi qui étaient les principaux producteurs.

---

[1] Comité des Restrictions, des Approvisionnements et du Commerce de l'ennemi.

[2] Mineral Industry. Documents fournis par le Bureau du commerce extérieur et intérieur des États Unis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est probable que les hauts prix se maintiendront pendant un certain temps, car si les besoins spéciaux de la guerre cessent de se faire sentir, l'Allemagne qui était avant 1914 le grand importateur et manufacturier d'amiante doit avoir pour son industrie des besoins considérables de matières premières et on peut présumer que, pendant plusieurs années, on ne pourra compter sur aucune production russe.

La production du Canada, des États-Unis et du Sud-Africain continuera sans doute à augmenter assez sensiblement, et sera absorbée avec une facilité encourageante pour l'extraction par les transformateurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XVII.

LE PAPIER DANS L'INDUSTRIE TEXTILE.

Coup d'œil général. — Les applications du papier dans l'industrie textile ont pris une telle importance et paraissent avoir un tel avenir qu'il nous a paru intéressant d'y consacrer un court chapitre. C'est surtout sous forme de textilose que le papier est utilisé dans la fabrication des tissus.

Nous entendons par textilose un tissu dont tout ou partie des fils sont constitués par des bandes de papier couvertes de duvet textile, de coton de préférence, et ensuite roulées sur elles-mêmes, puis tordues et filées.

Employer du papier pour faire des tissus est un procédé qui paraît plutôt un expédient de guerre qu'une industrie pratique, à moins que nous ne trouvions pour fabriquer ce papier un moyen d'utiliser nos déchets de bois et de matières ligneuses.

Jusqu'à présent on a surtout employé pour le papier à textilose de la pâte à la soude faite avec de l'épicéa. Mais rien ne dit qu'on ne puisse utiliser soit nos pins des Landes, soit d'autres matières fibreuses et résistantes.

Filés de papier.

Situation mondiale. — *Avant la guerre.* — Un brevet avait été acheté avant la guerre par un Français [1] qui avait acquis la propriété des brevets Clavièze pour tous les pays, sauf l'Allemagne et l'Autriche, et avait cédé ses droits, moyennant certaines redevances, à des sociétés de différents pays.

Pour l'Espagne à Peñarroya : Sociedad Española de Textiles industriales ;

Pour l'Angleterre : à une firme de Rochester ;

Pour la Belgique : à une usine de Malines ;

Pour l'Italie : à la Società Italiana della Textilosa (Usine de Trofarello) ;

Pour la France : à l'Usine de Rethel avec une filiale aux États-Unis.

Pendant la guerre. — L'usine d'Espagne fonctionna en important des pâtes de Norvège. Celle de Trofarello, en Italie, fut arrêtée par le manque de charbon. L'usine de Rochester se consacra à la textilite, papier sans duvet. L'usine de Malines eut son matériel soigneusement détruit. Quant aux usines allemandes, elles se lancèrent dans la fabrication du papier sans duvet. On se demande quelle en fut la raison. Il y a lieu de croire que l'administration militaire, très avare des moindres débris textiles, y mit de l'opposition, craignant que, mélangé au papier, le duvet ne puisse plus être récupéré par la suite.

Situation française. — *Avant la guerre.* — Nous avions une usine montée avec les machines les plus perfectionnées d'origine allemande et suédoise. Les Allemands n'ont pas manqué d'en transporter chez eux le matériel complet, ils avaient même demandé le concours d'ouvriers monteurs suédois pour éviter tout risque d'accident dans le démontage et le transport des machines.

L'usine, avant les hostilités, fonctionnait bien ; elle avait auprès d'elle la papeterie qui lui four-

[1] M. Guirch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nissait la matière première dans de bonnes conditions. On ne faisait à la filature que 4 p. 100 environ de déchet, nous verrons plus loin que certains concurrents allaient jusqu'à 40 p. 100. Le fil produit avait un aspect souple et moelleux, présentant l'apparence du chanvre ou du jute. La production était de 4,500 tonnes par an et pouvait être portée à 12,000 tonnes.

Il semble donc d'après cet essai qu'il soit possible de prévoir pour cette industrie un avenir fructueux, à la condition, bien entendu, de pouvoir se procurer la matière première, le papier, dans des conditions qui ne soient pas trop onéreuses.

Les efforts français devaient tendre à se libérer dans la plus large mesure de l'importation des pâtes étrangères et si possible des bois étrangers, et à utiliser les pins des Landes, les déchets de la filasse du genêt et peut-être certains autres produits filamenteux indigènes.

Tant que le rouissage du lin et du chanvre ne sera pas rendu industriel, nous serons longtemps tributaires de l'étranger pour les textiles végétaux. Nous devons donc encourager les essais, quels qu'ils soient, de matières susceptibles de remplacer, au moins en partie, ces textiles.

Situation des Empires centraux. — La textilose en Allemagne et en Autriche est une industrie de substitution. Ces deux nations ont dû remplacer, à cause du blocus, le chanvre qu'elles employaient à raison de 173,000 tonnes, par des succédanés variés. Ayant à leur disposition des ressources considérables en bois, tant dans leur production nationale que dans les importations de Suède, c'est du côté du papier qu'on a fait des recherches et poussé à la production.

1 mètre cube de bois donne 90 kilogrammes de cellulose à la soude, propre à préparer le fil de papier. C'est 2 millions de mètres cubes de bois qu'il faudra en plus pour le papier destiné à remplacer les 173,000 tonnes de chanvre manquant. Pour son papier, l'Allemagne employait déjà 35 millions de mètres cubes de bois, dont 15 venaient de Suède. Les importations sont passées à 17 millions et, comme cela ne suffisait pas à sa consommation, elle a fait fabriquer en Suède de la pâte de bois qui lui a permis de consacrer à la fabrication du fil de papier 200,000 tonnes. Avec ce tonnage, les Allemands espéraient remplacer par le papier non seulement le chanvre et le jute, mais en partie la laine et le coton.

Grâce au fil de textilose, ils comptaient non seulement parer au manque de textiles causé par le blocus, mais alimenter en même temps leurs tissages de lin, de coton, de laine, en partie arrêtés par la crise de la matière première.

Les mécomptes ne leur ont pas manqué. Au point de vue filature d'abord, le papier divisé en bandes étroites manquait de consistance et, malgré la précaution de l'humidifier avant la torsion, il cassait et faisait un déchet de 40 p. 100.

Cette proportion formidable n'arrêta pas les industriels. Le déchet retournait à la matière première et le temps perdu par les ouvriers ne faisait qu'augmenter légèrement le prix de revient.

Mais comme nous le verrons au chapitre des tissus les inconvénients du *cellulon* furent bien plus graves et vinrent restreindre l'emploi de ce produit qu'on avait, dès 1918, sérieusement songé à remplacer par le *stapelfaser,* qui est une sorte de soie artificielle produite à meilleur marché que la véritable.

Textilose. — Tissus.

Situation française. — On peut employer la textilose pure et faire tous les tissus dans le genre jute : toiles à sac, toiles d'emballage, toiles de tenture.

On peut aussi s'en servir comme on le ferait du chanvre comme chaîne d'un tissu dont la trame est du coton. On obtient ainsi des toiles d'ameublement qui peuvent s'imprimer comme les toiles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Jouy et en ont l'apparence, le papier prend la teinture aussi bien que le coton et mieux que le chanvre et le jute.

Empires centraux. — Comme nous l'avons dit, la textilose en Allemagne fut loin de remplir les promesses faites par ses protagonistes.

Comme toile d'emballage ou pour la confection des sacs à terre, il n'y eut pas trop de mécomptes; mais ce ne fut pas la même chose pour les sacs à farine ni pour les tissus d'habillement.

A cause de la sécheresse du fil, dont nous avons parlé, et malgré les duitages les plus serrés, les sacs à farine laissaient échapper leur contenu. Quant aux emplois dans les tissus d'habillement, bien qu'on mélangeât la textilose avec de la laine et du coton artificiel (effilochage), la textilose résistait mal à la teinture et encore moins à l'humidité malgré les imprégnations savantes qu'on lui fit subir : colle formaldéhyde, silicates, etc.

Les essais pour la fabrication des courroies et même des harnais ne réussirent pas mieux. Comme la textilose était mélangée à du chanvre et à de la ramie, les textiles se comportaient d'une façon différente à la tension et les courroies se déchiraient.

Prix de revient. — Il est intéressant de voir ce que coûtaient en Allemagne les tissus ainsi obtenus. Nous ne nous occuperons que de celui qui avait réellement réussi : celui des toiles à sac et toiles de tentures dont nos soldats ont fait une abondante moisson dans les abris allemands.

La matière première était la cellulose à la soude. On pouvait acheter le papier directement en Suède au prix de 4 fr. 35 le kilogramme pour du papier à 40 grammes le mètre carré.

On pouvait aussi employer du papier allemand, moins bon (pour la trame), à 3 fr. 10 le kilogramme.

Les tissus constitués avec ces fils, façon et déchets compris, revenaient à 5 francs le mètre carré[1].

L'expérience fut faite sur une très grande échelle, puisque la production de ces fils passa de 50,000 tonnes en 1916 à 200,000 tonnes en 1918.

En septembre 1918, nous savons par la Suède, qui était directement intéressée à cette industrie, que les étoffes fabriquées ont fait faillite pour tout ce qui concerne l'habillement ou les sous-vêtements. Il en est de même des produits qui devaient remplacer le cuir. Tous les consommateurs qui en avaient fait l'essai ne voulaient plus en entendre parler.

On avait trop demandé à ce textile et nous pouvons conclure de ces expériences en grand, d'ailleurs très instructives, que la textilose doit simplement remplacer le jute et quelquefois le chanvre. Elle ne peut convenir que pour la production d'articles qui ne doivent pas être lavés : sacs, tapis, tentures.

Même restreinte à ces limites, cette industrie n'en demeure pas moins intéressante pour nous qui manquons de matière première et sommes tributaires de l'Inde pour notre fabrication de jute.

Les Allemands l'ont compris et continuent leurs recherches. Ils essayèrent de filer de la pâte de bois directement mélangée à des fibres végétales qui lui donnèrent de la solidité sans passer par l'intermédiaire du papier. Ce fut le cellulon ou zellulon; les essais ne réussirent pas.

Ils se retournèrent alors vers le stapelfaser, sorte de soie artificielle à bon marché destinée à remplacer le coton. Ils en disaient naturellement le plus grand bien, montaient des usines à Elberfeld, à Pirna, à Kelsterbach, à Augsbourg. Il s'agit très probablement de procédés analogues à ceux que nous avons décrits à propos de la viscose, car on nous dit que c'est la mise au point d'un brevet français.

---

[1] Renseignements fournis par le Ministère du Blocus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XVIII.

LES INDUSTRIES SECONDAIRES DE TRANSFORMATION DES TEXTILES.

Pour chaque textile, nous avons étudié dans tous les détails que nous permettait le cadre de ce rapport général la filature et le tissage.

Mais il est, chacun le sait, d'autres industries de transformation qui jouent en elles-mêmes un rôle moins prépondérant, mais qui cependant ne peuvent pas ne pas être étudiées. Nous les appelons industries secondaires de transformation, ce mot *secondaire* n'étant point pris dans un sens péjoratif.

Nous les classerons de la façon suivante :

La rubanerie;

La passementerie;

La fabrication des tulles, dentelles et broderies;

La bonneterie;

La fabrication du feutre.

Nous passerons rapidement en revue l'état de ces industries en France.

1° La rubanerie.

Rubanerie de soie. — La rubanerie de soie et de soie mélangée, connue aussi sous le nom d'industrie de Saint-Étienne, est représentée par 170 fabricants et occupe 80,000 personnes, avec 12,000 métiers. La production normale représente une valeur d'environ 100 millions de francs. De cette production, moitié est consommée en France, moitié s'en va à l'étranger. Les importations représentent environ 10 p. 100 de la consommation.

D'ailleurs, les courbes de la figure 307 donnent le commerce extérieur de la France en rubans de soie ou de bourre de soie mélangée.

En 1913, les détails peuvent être résumés comme suit :

Importations totales. — 57 tonnes ayant une valeur de 4,986,000 francs, dont :

51 tonnes provenant de Suisse, soit 89 p. 100 des importations;

4 tonnes provenant d'Allemagne, soit 7 p. 100 des importations.

Exportations totales. — 793 tonnes ayant une valeur de 53,192,000 francs, dont 446 tonnes pour la Grande-Bretagne, soit 56 p. 100 de nos exportations.

Rubanerie de coton. — Pour la rubanerie de coton, le commerce extérieur indiqué dans les courbes de la figure 307 est résumé pour 1913 dans les tableaux suivants :

Importations totales. — 29 tonnes ayant une valeur de 491,000 francs, dont 11 tonnes venant d'Allemagne, soit 32 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

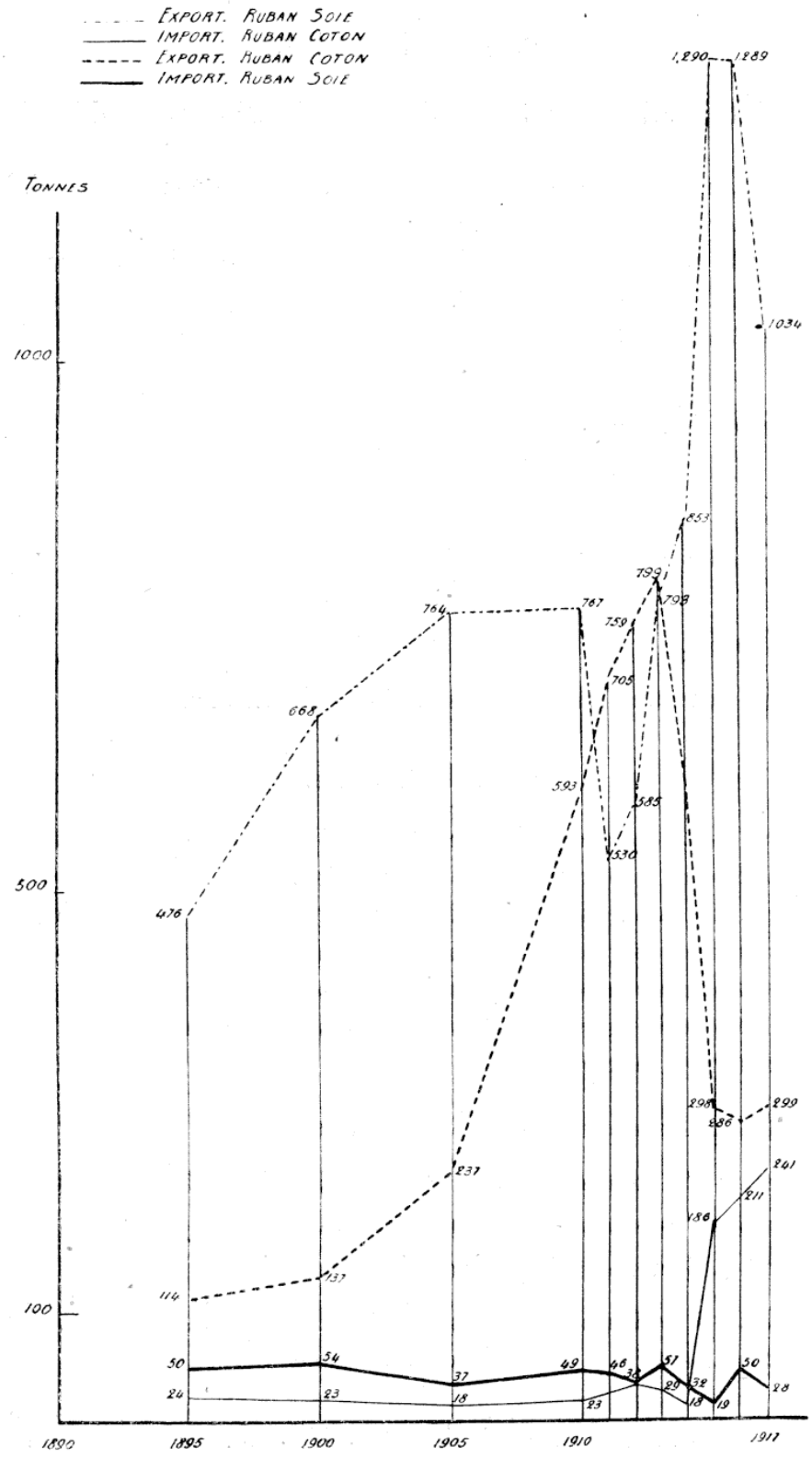


Fig. 307. — Rubanerie de coton et de soie. Importations et exportations françaises de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exportations totales. — 799 tonnes ayant une valeur de 17,635,000 francs, dont 185 tonnes pour la République Argentine, soit 25 p. 100.

Situation. — La concurrence, surtout pour la rubanerie de soie, vient du côté de la Suisse et de l'Allemagne. D'ailleurs il paraît bien prouvé qu'une bonne partie des produits qui sont indiqués comme venant de la Confédération helvétique sont réellement de provenance allemande [1].

Les principaux débouchés offerts en 1913 à la rubanerie française étaient [2] :

Grande-Bretagne	446	tonnes.
États-Unis	151	—
Chine	50	—
Belgique	32	—
Suisse	28	—
Allemagne	9	—
Turquie	3	—
Canada	2	—
Algérie	1	—
Tunisie	1	—
République Argentine	0,6	—

Nos exportations de France en Angleterre représentaient 28 millions de francs, soit 40 p. 100 de l'importation totale anglaise. Si l'on compare les produits français et allemands introduits en Angleterre, on trouve les chiffres suivants qui prouvent combien les Anglais recouraient aux produits allemands (en millions de francs) :

DÉSIGNATION.	1909.	1911.	1913.
	francs.	francs.	francs.
Produits français	13,50	12,85	21,53
Produits allemands	13,55	11,43	11,58

Les États-Unis constituent un autre débouché très important, surtout pour les rubans de velours (81 tonnes en 1913).

2° La passementerie.

La passementerie consiste principalement dans la fabrication des tresses et lacets, de certains objets d'ameublement et de costumes militaires; elle utilise les fils métalliques, la soie, la laine, le coton, le lin.

Sa production est estimée à plus de 60 millions de francs, dont plus de la moitié pour la fabrication des tresses et lacets.

Le grand centre de production est Saint-Chamond pour les tresses et lacets. La passementerie

---

[1] La rubanerie de laine et de lin est comprise dans la passementerie en même textile.

[2] Lucien Romier. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'or et d'argent est surtout **fabriquée** à Paris. Nos exportations sont bien plus élevées que nos importations, ainsi que le montrent les courbes de la figure 308.

Spécialement, en 1913, on note les chiffres suivants :

DÉSIGNATION.		IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
		QUANTITÉS.	VALEURS.	QUANTITÉS.	VALEURS.
		tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Passementerie	rubanerie et sangles en ficelles	4,3	29,000	58	481,000
	rubanerie, tresses et lacets en jute	//	//	38	70,000
	de coton pur	19,5	520,000	554	17,738,000
	et rubanerie en laine pure	1,9	39,000	198	4,311,000
	et rubanerie en laine mélangée	//	//	19	414,000
	d'or fin	0,066	10,000	0,5	86,000
	ou				
	d'argent faux	5,106	91,000	53,7	1,236,000
	de soie pure	1,745	115,009	12	867,000
	ou				
	de bourre de soie mélangée	6,350	244,000	15	712,000
	TOTAUX	.....	1,048,000	.....	25,915,000

Quant aux détails par pays d'origine ou de destination, on peut les résumer comme suit :

DÉSIGNATION.		COTON.	LAINE.	OR ET ARGENT.	SOIE.
Importations d'Allemagne		18,4	1,5	4,5	6
Exportations	vers la Grande-Bretagne	175	43	6	2,6
	vers la Belgique	125	93	0,61	1,1
	vers les États-Unis	26	18	20	1,3
	vers le Chili	36	10	//	0,8

On voit que l'Allemagne nous envoyait, grâce à ses manufactures de Barmen-Elberfeld, des produits, pour la plupart, de bas prix.

Par contre, nous lui expédiions des produits de haute qualité, notamment de la passementerie de soie.

Il est à penser que, grâce aux méthodes qui seront étudiées plus loin, il sera possible à l'industrie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

française de prendre sur les marchés étrangers une partie de la place occupée par l'Allemagne et l'Autriche, spécialement sur les marchés du Levant, du Sud-Amérique et même en Russie, si les tarifs douaniers ne sont plus prohibitifs.

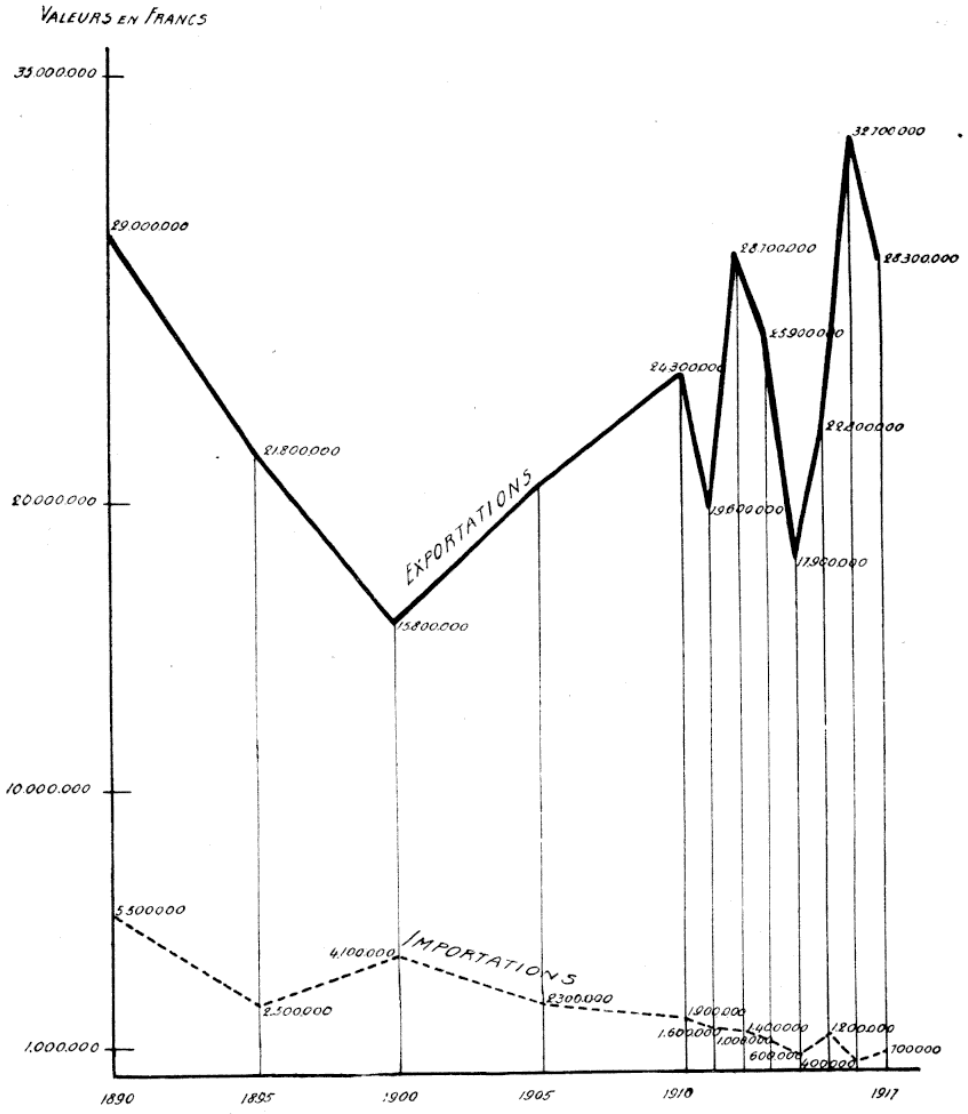


Fig. 308. — Passementerie. — Importations et exportations françaises (valeurs) de 1890 à 1917.

3° Fabrication des tulles, dentelles et broderies.

La fabrication française en tulles, dentelles et broderies, en France, est de toute première importance. Les grands centres de production sont Caudry et Calais, pour les tulles et guipures; Le Puy, pour les dentelles à la main ordinaires; la Normandie, les Vosges, la Bretagne et la Haute-Savoie pour les dentelles de luxe; Tarare, pour les rideaux de tulle, etc. La production française n'a jamais été évaluée, même de façon vague. On sait seulement qu'elle dépasse de beaucoup nos besoins et que sa production s'élève à plus de 200 millions de francs pour les dentelles et guipures, à plus de 160 millions de francs pour les broderies.

Nos importations sont faibles, nos exportations importantes, on le voit dans les courbes de la figure 309.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

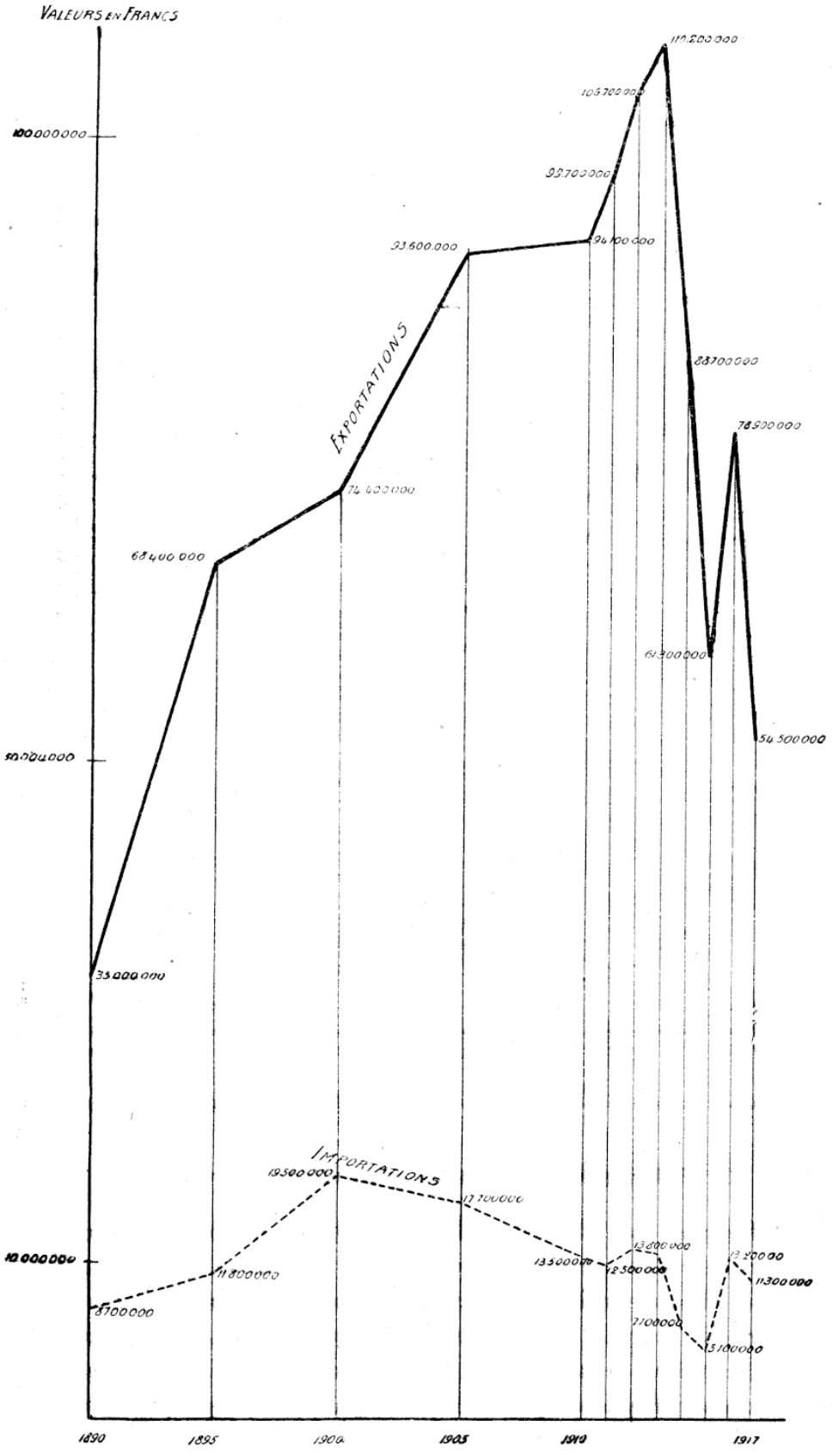


Fig. 309. — Dentelles, tulles. — Importations et exportations françaises (valeurs) de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour 1913, on a les détails suivants :

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Dentelles : et guipures de lin et de chanvre	3,5	210,090	2,7	37,000
Dentelles : de coton à la mécanique, tulles, tulles-bobinots ou guipures en bandes	73,4	5,945,000	776	60,574,000
Dentelles : de coton à la main	17,4	5,572,000	12	4,289,000
Dentelles : et guipures de lainage	//	//	0	//
Dentelles : de soie et de bourre de soie	0,03	7,922	225	22,557,000
Dentelles : Totaux	94,33	11,934,922	1,015,7	87,457,000
Tulles : de coton unis	24,9	1,046,000	429	16,472,000
Tulles : bobinots	0,6	6,000	32	986,000
Rideaux de tulle de coton application	0,4	19,000	36	1,752,000
Tulle de soie	7,6	844,000	28	3,224,000
Totaux	33,8	1,915,000	525	22,704,000
Mouchoirs brodés et autres broderies de lin	2,54	431,000	1	236,000
Broderies de soie : sur tulle	1,89	945,000	0,160	100,000
Broderies de soie : chimiques ou aériennes à fond découpé	0,35	247,000	//	//
Broderies de soie : autres	3,6	809,550	1,311	262,000
Broderies de laine à la main ou à la mécanique	0,3	32,500	0,146	15,000
Broderies de coton : à la mécanique, sur tissus de coton	//	//	9,4	202,000
Broderies de coton : ayant droit à la réduction	26,6	3,090,000	//	//
Broderies de coton : à la main, sur tulle, sans tissus	16	2,498,000	7,7	246,000
Broderies de coton : à la mécanique, chimiques ou aériennes, sur fond découpé ou avec tissu partiellement visible	26	4,919,000	145	20,600,000
Broderies de coton : avec tulle partiellement visible	0,27	50,000	//	//
Autres	16	1,894,000	//	//
Totaux	93,55	14,916,050	164,177	21,661,000

Au point de vue de la provenance, sans entrer dans tous les détails, on peut indiquer les faits suivants :

L'Angleterre est notre principal fournisseur de tulles, de cotons unis (23 tonnes sur 25) qui viennent surtout de Nottingham.

La très faible quantité de rideaux de tulle importée vient de Suisse (centre de Saint-Gall).

Nos exportations de tulles de coton, qui ont atteint le chiffre de 16,7 millions, s'en vont surtout vers les États-Unis (11 millions 2), celles des rideaux de tulle (36 tonnes) vers la Grande-Bretagne (21 tonnes).

Pour les dentelles mécaniques de coton, il y a baisse très sensible des importations, par suite du développement des centres de Calais et de Caudry. La Grande-Bretagne (46 tonnes sur 73) et l'Allemagne (27 tonnes) sont nos seuls fournisseurs.

Au contraire, nos exportations dans le même article atteignaient un chiffre très élevé : 776 tonnes, représentant 60,6 millions de francs. Les États-Unis nous ont acheté 490 tonnes, l'Allemagne 62, la Belgique 32. Ce sont les dentelles mécaniques qui sont les plus vendues à l'extérieur; les dentelles à la main ne sont expédiées qu'en faible quantité (12 tonnes valant 4,289,000 francs).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette indication vient confirmer le fait que la machine a remplacé, dans de très nombreux cas, le travail à la main. Elle prouve aussi que la consommation intérieure, qui est considérable, mais qu'il est difficile de chiffrer, absorbe la majeure partie du travail fait à la main[1]. Pour les dentelles

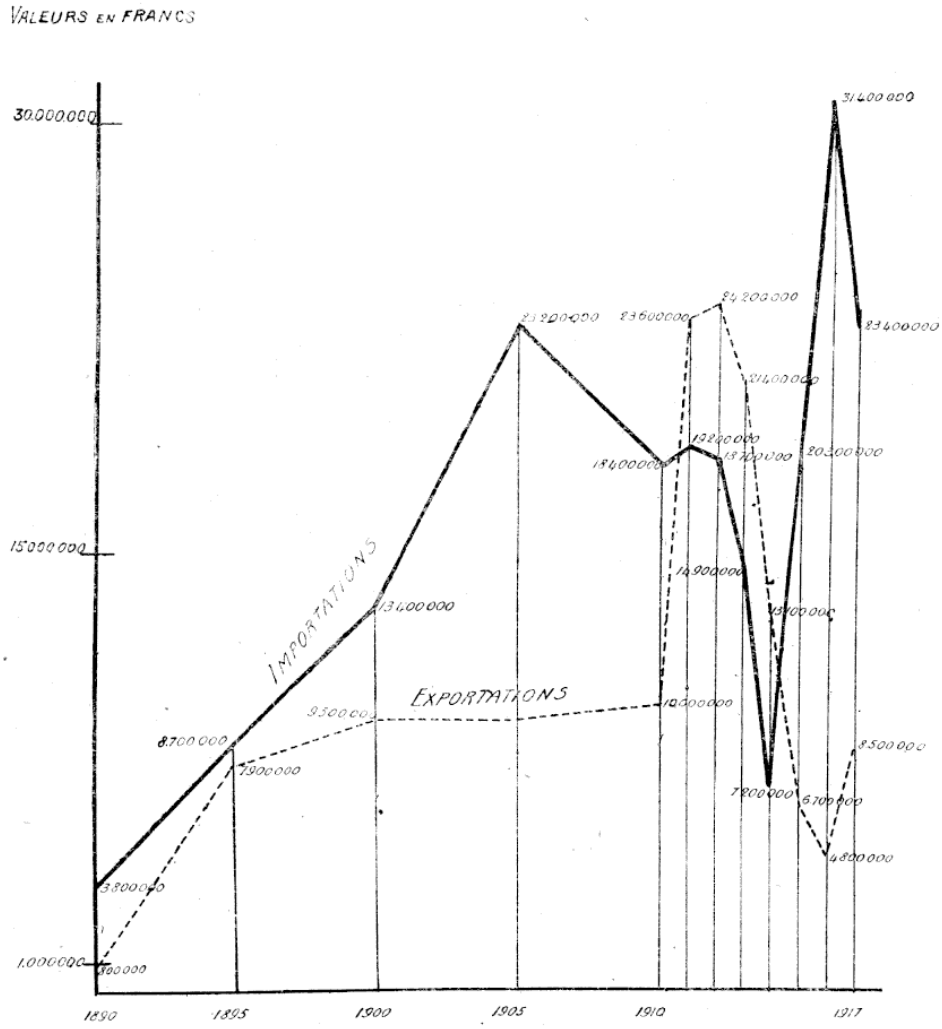


Fig. 310. — Broderies. — Importations et exportations françaises (valeurs) de 1890 à 1917.

de soie, nos exportations sont, aussi, bien supérieures à nos importations. Mais le contraire se produit pour les dentelles de lin qui nous venaient d'Allemagne. Nos colonies entraient très peu dans tout ce commerce de dentelles. Le marché des États-Unis, qui se fermait peu à peu à nos produits, a pris un grand développement depuis les hostilités, sans doute sous l'influence d'une consommation très élevée.

Il semble bien que ce soit dans ce pays, dans nos Colonies et sur le marché oriental, plus spécialement en Perse et en Arménie, que nos fabricants de dentelles peuvent avoir l'espoir d'étendre leurs relations.

---

[1] Pierre GRILLET et Lucien COQUET. Rapports à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° La bonneterie.

La bonneterie, qui utilise le fil comme matière première, a des spécialités bien nettes qu'on peut classer soit suivant la matière première, soit suivant les objets fabriqués.

On distingue donc :

La bonneterie de soie, dont les principaux centres de production se trouvent dans le Gard et l'Hérault;

La bonneterie de coton, qui se fait surtout à Troyes, à Romilly-sur-Seine, à Moreuil;

La bonneterie de laine, dont les centres de production sont surtout la Picardie, la Somme, l'Aube et la Loire;

La bonneterie de lin, qui se fabrique à Troyes, Arcis-sur-Aube, Meaux et Arras;

La ganterie, qui est fabriquée à Vendôme, à Saint-Just-en-Chaussée et à Paris.

Ces différents centres produisent des bas, des chaussettes ou des sous-vêtements.

La bonneterie fantaisie à la mécanique, à la main, en tissus des Pyrénées, au contraire, fabrique des châles, fichus, bonnets, manteaux, vêtements d'hiver ou de sport. Les centres se trouvent à Roanne et aux environs, Saint-Just, Hangest, Bagnères-de-Bigorre, Montbéliard, Nancy.

Les figures 311, 312 et 313 donnent les importations et les exportations.

Quant à la production française, elle peut être évaluée comme suit pour 1913 [1] :

RÉGIONS.	NOMBRE DE FABRICANTS.	QUANTITÉS.
		millions de francs.
Troyes	86	110
Paris	34	30
Picardie-Santerre	38	45
Lille-Roubaix	16	18
Lyon	18	17
Pyrénées	9	16
Roanne	39	13
Nimes	23	12,50
Falaise, Vire	14	8
Toulouse-Mazamet	33	7
Nancy	6	5
Doubs	5	3
Rennes-Dinant	7	3
Saint-Dié	8	3,50
Valenciennes-Ohain	6	3,50
Belfort	9	3
Saint-Just, Arras	//	2,50
Meaux, Fère-en-Tardenois	3	2,50
Dijon	3	2,50
Savoie	4	1,50
Le Mans	4	1,50
Angers	2	1
Divers	//	12
TOTAL	338	321

[1] Renseignements donnés par M. Blais MOUSSERON d'après le travail de M. MARTIN, vice-président de la Chambre syndicale de la Bonneterie de Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est la production des principaux fabricants. Il existe une quantité de petits fabricants de bonneterie travaillant, soit à façon, soit pour compte. Cela permet d'évaluer la production totale

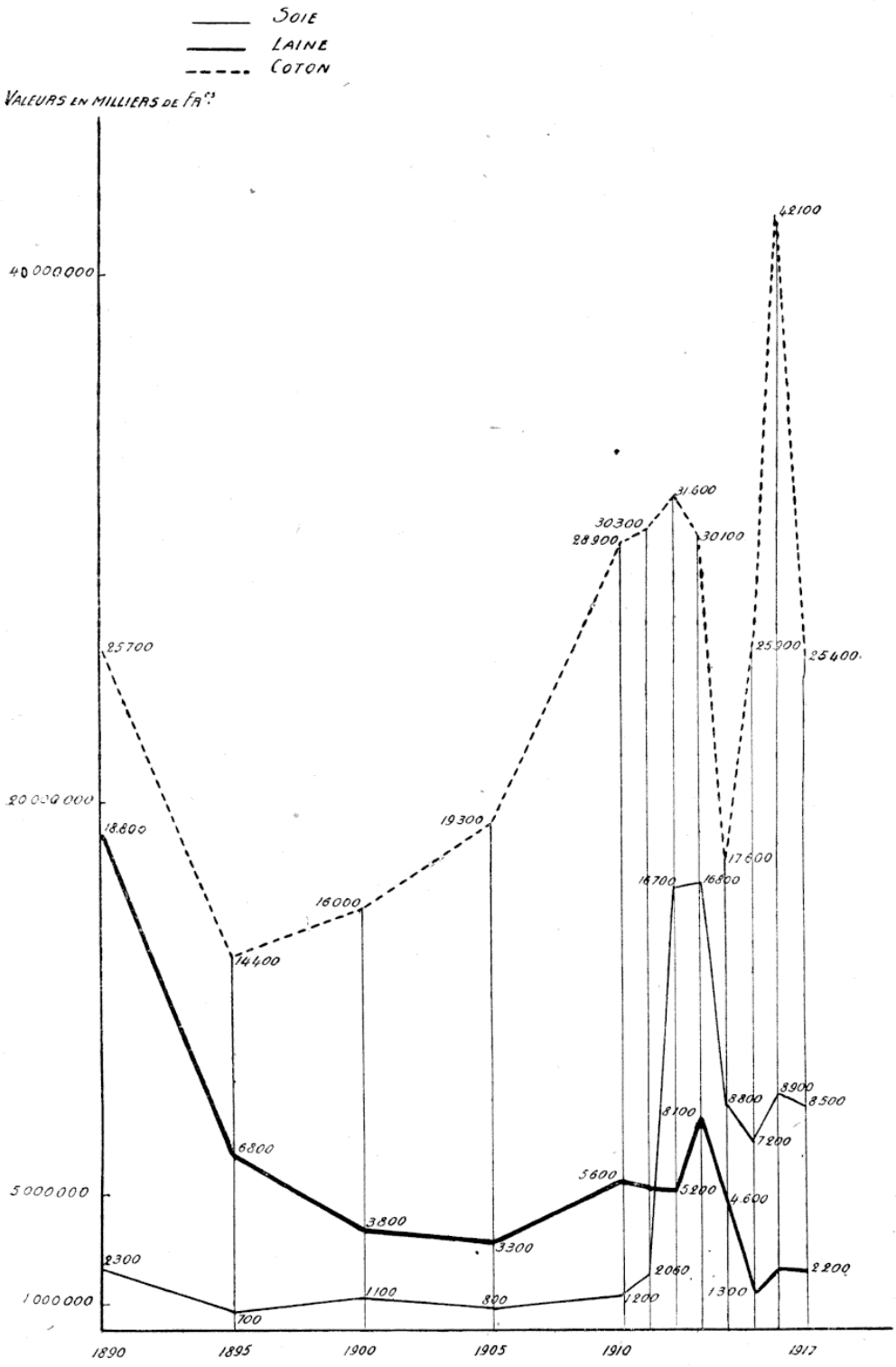


Fig. 311. — Bonneterie (laine, coton, soie). — Exportations françaises (valeurs) de 1890 à 1917.

à 350 millions au moins. Ce grand nombre de petits fabricants donne à la bonneterie une très grande élasticité dans sa production. Aussi, voyons-nous pendant la guerre la bonneterie de coton

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

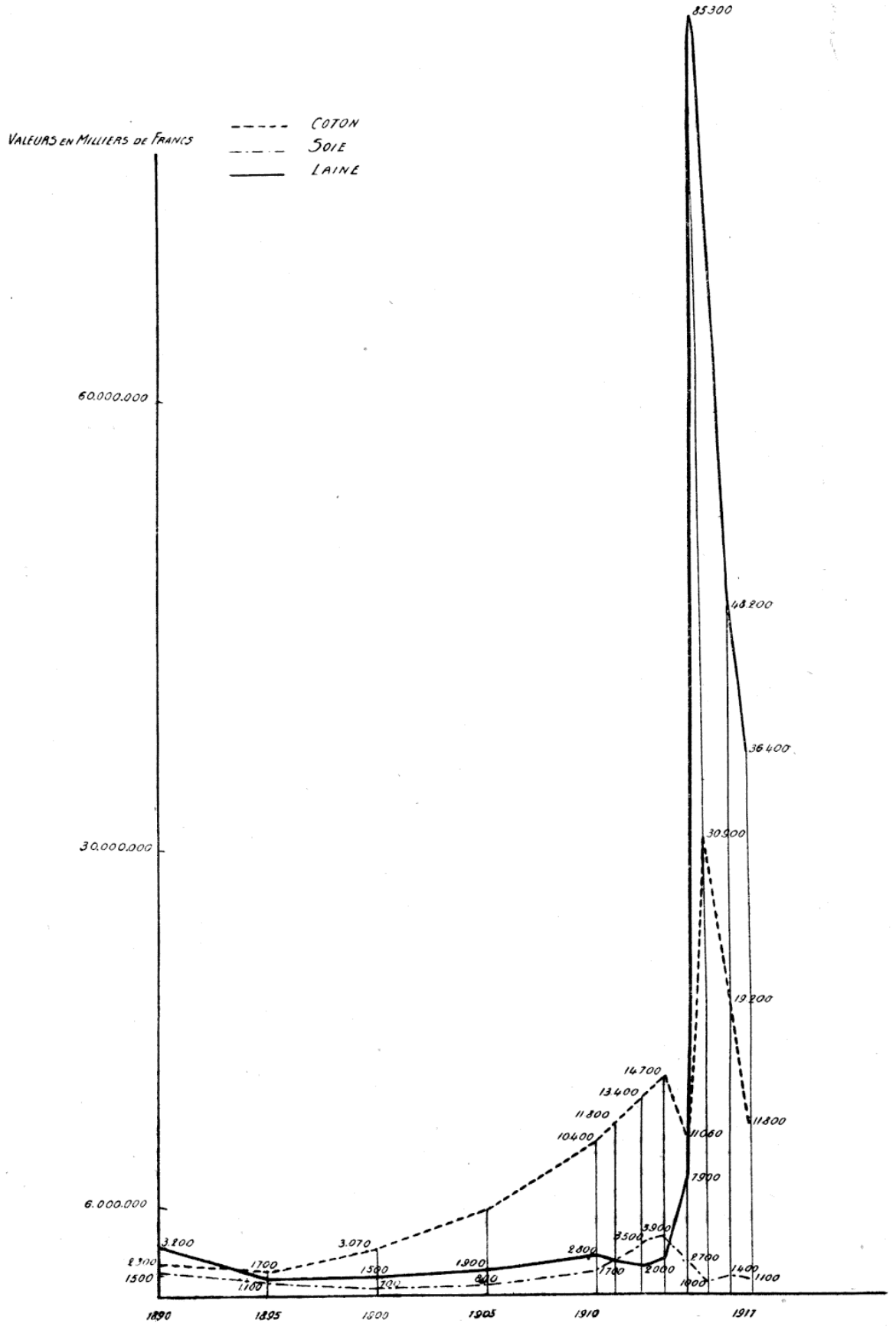


Fig. 312. — Bonneterie (laine, coton, soie). — Importations françaises (valeurs) de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

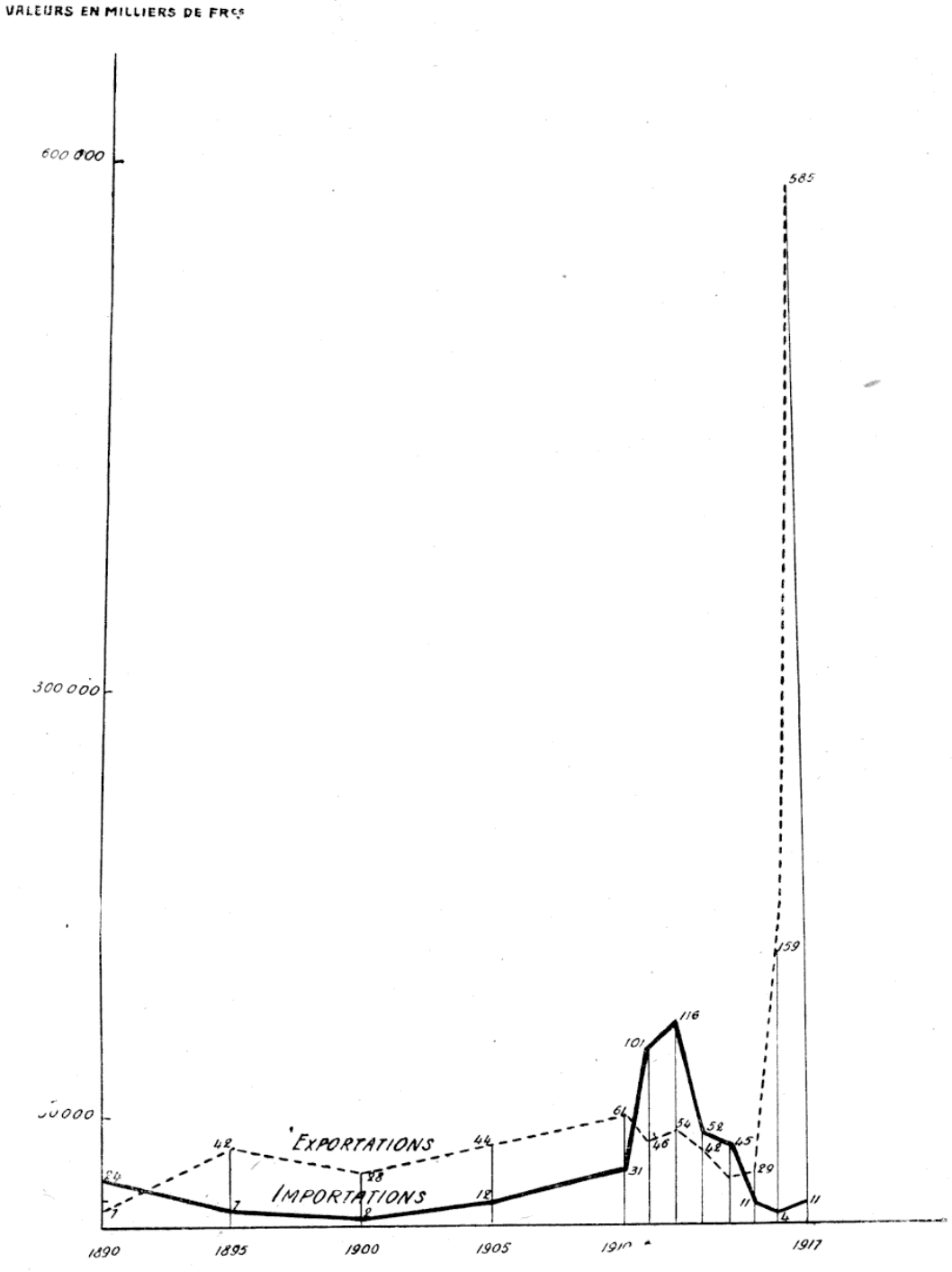


Fig. 313. — Bonneterie de lin. — Importations et exportations françaises (valeurs) de 1890 à 1917.

passer dans ses exportations, de 30 millions à 42, chiffre qui n'avait jamais été atteint. Le fil de coton était moins rare que ceux de laine et de soie et nous remplacions l'Allemagne auprès de sa clientèle habituelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour 1913, les chiffres détaillés ont été les suivants :

DÉSIGNATION.		IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
		QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
		tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Bonneterie...	de fil	1,4	53,000	1,0	42,000
	de coton	809	14,700,000	1,884	30,000,000
	de laine	147	2,334,000	519,1	8,000.000
	de soie	63	3,309,000	125	16,000,000
	TOTAUX	1,059,4	20,573,000	2,656,5	54,912,000

En ajoutant à nos 350 millions de production 20 millions d'importations, retranchant du total 50 millions d'exportations, nous obtenons le chiffre de 320 millions pour la consommation française en 1913.

On voit combien le marché était envahi par les produits étrangers. Quelques détails sont indispensables. Notre principal fournisseur était l'Allemagne, particulièrement les fabriques de Chemnitz en Saxe. Elle nous a fourni, en 1913, 808 tonnes d'une valeur de 13,491,000 francs.

Nos principaux clients étaient l'Amérique, l'Angleterre, la Belgique et l'Orient. L'Amérique nous prenait pour 1 million de francs contre 13 millions à l'Allemagne (et c'est un pays qui devient producteur); l'Angleterre pour 2,500,000 francs, la Belgique pour 1,500,000 francs. L'Amérique du Sud nous prend 700 tonnes d'articles légers pour environ 7 millions. Ce sont des articles de luxe.

Avant la guerre, la bonneterie évoluait très nettement vers le raffinement des produits fabriqués soit par l'obtention d'une maille plus fine, soit par l'emploi de matières plus choisies [1].

La conséquence s'est trouvée dans le développement de la bonneterie de soie au détriment de la bonneterie de coton; celle-ci, pour maintenir son marché, a dû se servir de plus en plus des fils mercerisés, si utilisés, donnant le brillant de la soie. D'ailleurs la bonneterie de laine perd constamment du terrain.

Nous avons montré le rôle que jouaient sur notre propre marché les productions allemandes. Il ne peut pas paraître superflu d'indiquer en dehors des généralités les causes de cette supériorité. L'Allemagne laissait pénétrer librement chez elle les fils qui venaient d'Angleterre; elle fabriquait entièrement son matériel; enfin elle se préoccupait d'une façon toute spéciale de la formation du personnel [1]. L'Angleterre, les États-Unis et le Japon sont aussi des concurrents très sérieux. Nous devons tout d'abord diminuer nettement nos importations et combattre spécialement les importations allemandes.

Nous devons ensuite étendre nos relations dans le Sud-Amérique, dans les colonies anglaises et l'Orient.

Les mesures à prendre à cet effet ne paraissent pas être d'ordre spécial : groupement des intéressés, création d'un comptoir d'exportation, adoption d'une marque syndicale, etc. Mais avant tout, il faut évoluer vers un matériel plus moderne, plus perfectionné. Si l'évolution ne se fait

[1] Pierre GRILLET. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas maintenant, le rendement des usines sera mis en infériorité vis-à-vis du plus grand producteur du monde : l'Allemagne [1].

Cependant il semble que l'on doive favoriser l'industrie de la bonneterie en créant un régime spécial aux filés de coton. Les intéressés n'osent pas demander l'admission temporaire qui serait particulièrement nuisible à nos filateurs. Mais les articles de bonneterie pourraient peut-être être admis au bénéfice de la ristourne, c'est-à-dire que les droits d'entrée en France de la matière première seraient partiellement remboursés (60 p. 100) à l'exportation des produits finis.

5° Le feutre.

L'industrie du feutre comprend trois spécialités :

Le feutre pour chapellerie;
Le feutre industriel se présentant sous forme de plaques;
Le feutre pour la chaussure et la confection.

Les matières premières sont les mêmes : les sous-produits de l'industrie lainière, déchets ou blousses.

La production française est évaluée à 20 millions de francs [2] [1,500,000 tonnes d'après Dantzer].

Le Nord, les Ardennes et Vienne constituaient les principaux centres.

En 1913, nous avons exporté pour 5,635,000 francs de feutre et nous en avons importé pour 3,683,000 francs.

Les chapeaux de feutre représentaient 80 p. 100 de ces importations.

D'ailleurs voici les détails pour 1913 :

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Feutre pour doublage et semelles	74,3	104,020	61,800	80,340
Feutre pour tapis imprimés	0,8	3,200	8,000	29,200
Feutre pour machines ou pianos	14,7	164,640	65,800	736,960
Tissus feutre pour papeterie	2,9	22,040	121,700	632,840
Feutre pour vêtements, tapis, etc.	Néant.	Néant.	46,500	192 975
Feutres divers non spécifiés	111,2	211,280	118,100	448,780
Chapeaux de feutre de poils et de poils et laines	688,895 pièces.	2,583,356	492,682 pièces.	2,118,533
Chapeaux de laine	283,288 —	594,905	754,223 —	1,395,313

Les importations sont en partie de provenance allemande (Nuremberg), et ne portaient que sur des articles de valeur tout à fait secondaire, dédaignés par nos fabricants.

L'Angleterre est notre plus gros fournisseur, du moins en chapeaux de feutre (481,000 pièces sur 688,000).

---

[1] Blais-Mousseron. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.
[2] Lucien Romier. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

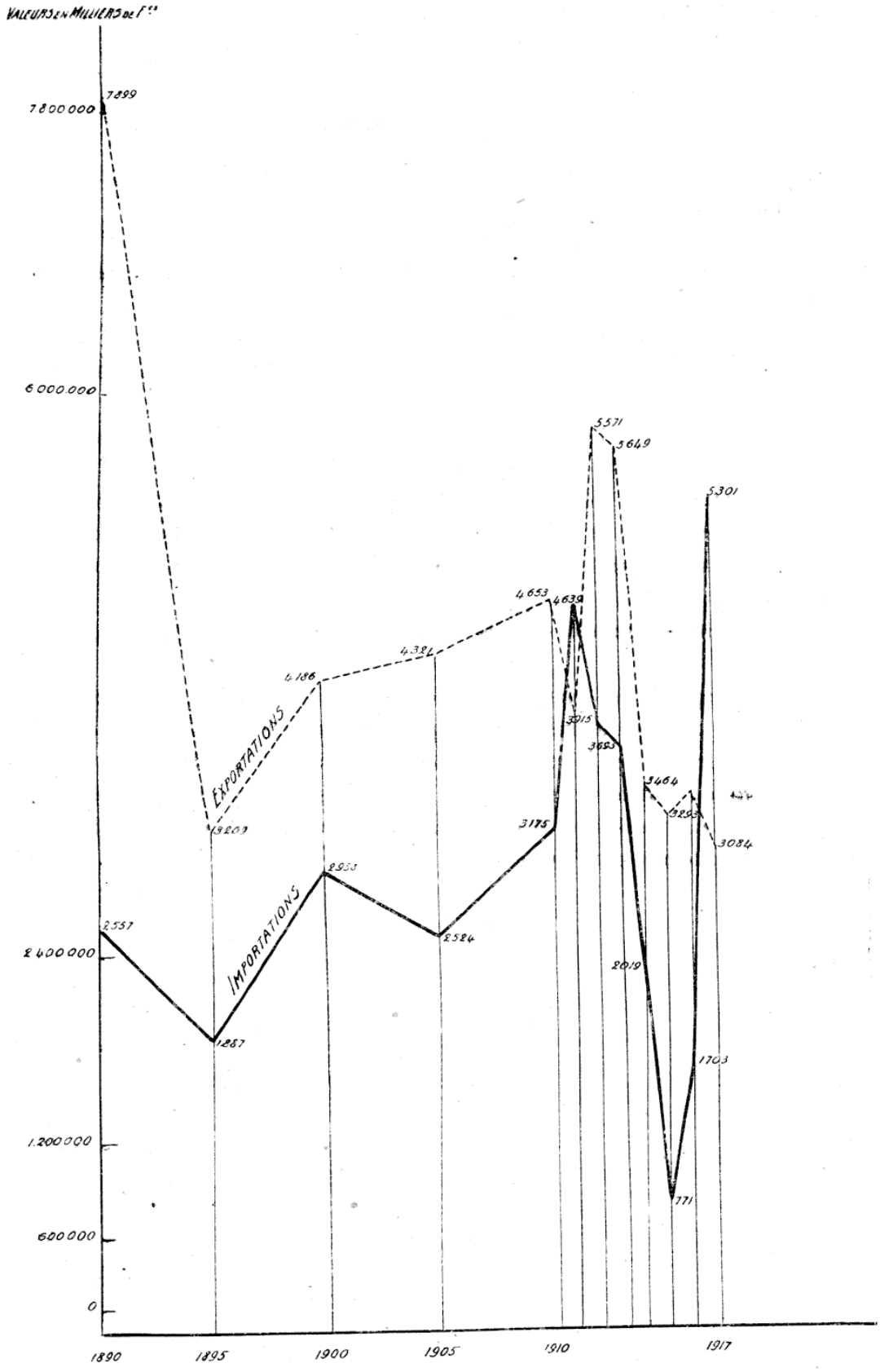


Fig. 314. — Feutre. — Importations et exportations françaises (valeurs) de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos exportations étaient dirigées surtout vers la Belgique et nos colonies. L'Algérie absorbe une quantité importante de feutre (40 tonnes) et de chapeaux (116,000 pièces). Peut-être pourrions-nous concurrencer l'Allemagne sur le marché russe, l'Amérique du Sud et l'Orient.

Résumé et conclusions.

En examinant la production de nos industries textiles secondaires, il est facile de se rendre compte de leur importance.

Non seulement le chiffre de leur production est très élevé : 890 millions en 1913, mais ce qui les rend surtout très intéressantes, c'est que ce sont des industries d'exportation. Elles ont exporté, en 1913, 300 millions et importé seulement 53 millions.

Nous ne pouvons que souhaiter voir s'augmenter leur importance. Évidemment, si nous les considérons pendant la guerre, nous constatons des modifications fâcheuses, qu'il était d'ailleurs facile de prévoir.

En 1916, nos importations ont doublé; cette augmentation est due à la bonneterie qui passe du chiffre de 20 millions à celui de 68 (85 en 1915).

Nos exportations ont fléchi : 242 millions au lieu de 300, mais moins qu'on ne pouvait le craindre, grâce à la bonne tenue de la bonneterie de coton, de la passementerie et de la rubanerie qui ont pu augmenter leurs exportations et prendre une partie de la place occupée par les Allemands à l'étranger.

Le fléchissement vient des dentelles qui passent de 109 millions à 79 et des broderies tombées de 21 millions à 4.

Cette diminution s'explique facilement en considérant que le centre de la broderie était Saint-Quentin, que les tulles brodés et dentelles mécaniques venaient surtout de Caudry et de Calais.

On peut donc espérer que dès la réparation des ruines causées par la guerre nos industries secondaires pourront non seulement reprendre la place importante qu'elles occupaient dans notre notre commerce extérieur, mais jouir d'un certain accroissement comme l'ont fait celles d'entre elles qui n'ont pas été atteintes par l'invasion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIX.

BLANCHIMENT, TEINTURE ET APPRÊTS.

Coup d'œil général. — On ne peut traiter d'une façon complète l'industrie textile sans étudier cette question : blanchiment, teinture et apprêts. En effet, non seulement très peu de tissus peuvent être employés écrus, mais pour certains d'entre eux, la soierie par exemple, on peut dire que c'est au renom de la teinturerie française que notre région lyonnaise est redevable de son importance mondiale.

La supériorité de la teinture et des apprêts de Lyon est telle que beaucoup de nos concurrents étrangers envoient teindre et apprêter chez nous de notables quantités de fils et tissus.

Nous donnons, sur la figure 315, les admissions temporaires qui concernent la soie et la laine, le coton n'ayant pas jusqu'à présent bénéficié de cette mesure.

La matière textile peut être teinte et blanchie en *masse*, c'est-à-dire avant qu'elle soit travaillée. On peut la teindre en rubans de peigné ou de cardé. Elle peut aussi être teinte ou blanchie en fils; enfin en pièces tissées.

Jadis le traitement était le même pour ces divers états : matière première, rubans et fils préalablement dévidés et tissus.

Dans ces dernières années, on a inventé des procédés très ingénieux permettant de teindre ou de blanchir les rubans et les fils en bobines, ce qui évite les frais et déchets du dévidage et rebobinage et fatigue moins la fibre.

Nous n'entrerons pas dans les détails du blanchiment et de la teinture qui varient naturellement avec les matières à traiter, leurs différents états, les facilités plus ou moins grandes qu'elles ont à prendre la teinture ou le blanchiment.

On donne le nom d'apprêt à une préparation spéciale destinée à modifier l'aspect du tissu, à lui donner à la main une apparence et un toucher particuliers. Les apprêts sont extrêmement variés. Souvent ils consistent en un simple encollage au moyen de gommes, d'amidon, de gélatine ou de dextrine. Certains tissus comme les draps sont foulés avec du savon ou de la terre à foulons, puis grattés à la carde, tondus ou lustrés. On peut aussi enlever le duvet en grillant le tissu, le merceriser, le gaufrer, le crêper.

Situation mondiale avant la guerre. — Nous examinerons successivement les principales matières textiles.

Laine. — A part quelques tissus primitifs comme les burnous fabriqués par les Arabes, tous les lainages relèvent de l'industrie du blanchiment, de la teinture et des apprêts. Ceux qui ne sont ni teints ni blanchis sont toujours au moins apprêtés. Nous pouvons donc nous reporter pour la production mondiale au tableau des tissus.

Les prix de teinture et de blanchiment varient de 0 fr. 50 à 1 franc par kilogr. En prenant pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

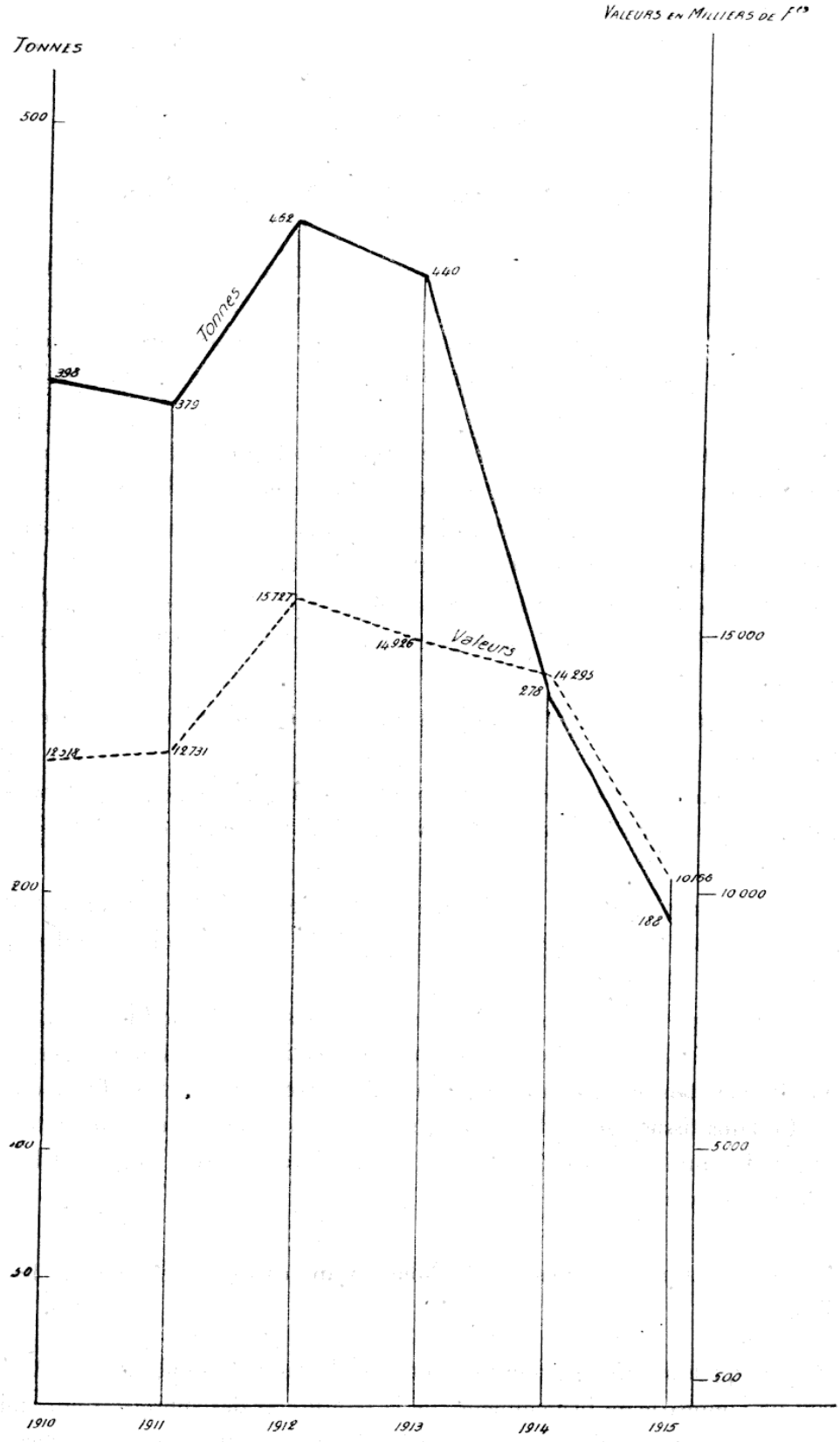


Fig. 315. — Admissions temporaires en France des laines et soies, de 1910 à 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

base 0 fr. 50 nous tablerons sur un minimum. On peut donc dire que le prix de cette manutention s'élève à plus de 300 millions répartis comme suit :

DÉSIGNATION.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	millions de francs.
Angleterre	200,000	100
États-Unis	180,090	90
France	80,000	40
Belgique	20,000	10
Allemagne	170,000	85
Autriche	25,000	12
TOTAL		337

Il ne faut pas oublier que les produits tinctoriaux n'entrent que pour une faible proportion dans le coût de la teinture. Les principales dépenses de cette industrie sont le charbon et la main-d'œuvre.

Soie. — Comme pour la laine, les soieries pures ou mélangées relèvent toutes de la teinture, du blanchiment et des apprêts.

On n'évalue pas à plus de 2 p. 100 les tissus de soie [1] employés sans préparation.

Nous estimons donc comme suit la valeur de la teinture et apprêts dans le monde de 70 à 80 millions :

DÉSIGNATION.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	millions de francs.
États-Unis	11,000	33
France	4,000	12
Allemagne	3,000	9
Suisse	1,500	4 1/2
Autriche	700	2
Angleterre	642	2
Italie	1,000	3
Russie	1,509	4
Indes anglaises	1,000	3
TOTAL		72 1/2

Nous n'avons pas de chiffres pour le Japon et la Chine.

Coton. — Une partie des tissus de coton destinée à la lingerie est simplement blanchie. Les imprimés sont travaillés en écru ou en blanchi, il est donc très difficile de se rendre compte de la

[1] Renseignements fournis par la maison GILLET de Lyon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

production des différents pays. Même quand on peut tabler sur une production bien connue, comme nous le verrons plus loin pour l'Alsace, il faut procéder par éliminations successives pour déterminer la répartition probable de la teinture, du blanchiment, de l'impression et des apprêts.

Nous savons seulement que la teinture et le blanchiment des tissus de coton ont une grande importance dans le prix de revient, même pour les tissus de valeur infime vendus aux pays peu civilisés sous le nom de guinées.

Lin, chanvre, ramie, jute, etc. — La plus grande partie de ces textiles est employée en écru. Les étoffes de lingerie sont blanchies et quelques tissus de tentures et ameublement sont teints ou imprimés. Tout ce qui concerne la corderie, la câblerie est employé en écru. Les fils à coudre, à dentelles, à bonneterie sont teints ou blanchis.

Les toiles à voiles et certains filets de pêche (pour les sardines) sont passés à la teinture.

Situation française avant la guerre. — *Soie.* — Comme nous l'avons dit la France occupe pour la teinture et les apprêts de la soie une situation mondiale prépondérante ; elle reçoit de l'étranger près de 300 tonnes de fils et tissus à teindre ou à apprêter en plus de sa production nationale

Les prix en 1913 étaient de 2 fr. 50 à 18 francs le kilogramme pour les fils et de 1 fr. 50 à 5 francs le kilogramme pour les tissus.

Laine. — Les principaux centres de teinture, blanchiment et apprêts étaient Roubaix, Reims et Paris avec quelques établissements à Amiens pour les velours, à Elbeuf, à Châteauroux et à Vienne pour les draps.

Les prix de teinture varient de 0 fr. 50 à 1 fr. 50, parfois 2 francs, pour les teintures spéciales. Dans ces prix la valeur du charbon entrait pour 20 p. 100.

Coton. — Les principaux centres étaient ceux de Rouen et des Vosges.

Les prix de *teinture* du coton variaient, en 1913, de 0 fr. 25 à 0 fr. 30 au kilogramme pour le blanc et les couleurs claires, de 1 fr, 50 à 2 francs pour les foncés et les grands teints.

Pour l'*impression* ils étaient de 0 fr. 08 à 0 fr. 10 au mètre pour certains genres, de 1 franc à 1 fr. 50 pour d'autres, et variaient non seulement suivant le nombre de couleurs, mais aussi suivant le genre de gravure. L'impression d'un dessin délicat peut coûter plus cher, même en une seule couleur, qu'un autre dessin de 8 ou 10 couleurs [1].

Situation française depuis la guerre. — L'industrie de la teinture, du blanchiment et des apprêts va se trouver dans des conditions plutôt favorables.

Les matières colorantes seront mises à sa disposition en quantité plus grande qu'auparavant par la création des nouvelles usines françaises.

La quantité des tissus à traiter sera augmentée dans d'assez fortes proportions, car beaucoup de tissus de soie alsaciens teints et apprêtés en Allemagne et à la frontière suisse reviendront à Lyon.

Mais pour le coton et surtout pour l'impression, l'industrie française doit compter avec l'appoint possible fourni par l'Alsace.

L'Alsace compte en effet 160 machines à imprimer contre 130 en France. Elle imprimait pour le

---

[1] Renseignements fournis par M. O. Picquet, directeur du Musée commercial et industriel de Rouen.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compte de l'Allemagne quantité de tissus à bas prix. On pouvait donc craindre qu'une fois privée de sa clientèle habituelle l'industrie de l'impression alsacienne ne vint faire une concurrence trop grande à nos teinturiers et imprimeurs français.

Grâce à l'admission temporaire accordée par le Gouvernement français, les imprimeurs alsaciens pourront continuer à servir leur clientèle allemande sans jeter la perturbation sur notre marché.

Il est intéressant, pour nous rendre compte de l'importance de l'industrie du blanchiment, de la teinture et des apprêts en Alsace, de considérer les chiffres de la production de ce pays en 1913.

L'industrie des cotonnades en Alsace. — En prenant pour base le calicot, 90 centim. 20/20 Ch. 20 tr. 37, un métier produit 9,000 mètres par an ou 900 kilogrammes ; 46,000 métiers × 900 kilogrammes = 41,900 tonnes.

Il a été blanchi et apprêté, 3 millions de pièces de 12 kilogrammes, 36,000 tonnes.

Teinture, blanchiment et apprêts en Alsace.

Tissus teints, 600,000 pièces de 12 kilogrammes	7,200 tonnes.
Tissus tissés en couleurs, 180,000 pièces de 12 kilogrammes	2,160 —
Imprimés, 1,320,000 pièces de 12 kilogrammes	15,840 —

Admissions temporaires :

Dans les 36,000 tonnes de tissus apprêtés et blanchis	1,800 tonnes.
Dans les 7,200 tonnes de tissus teints	1,080 —
Dans les 15,840 tonnes de tissus imprimés	3,960 —
Plus pour l'exportation	3,920 —
	10,760 —

Comparons la production française en imprimés avec la production alsacienne, en supposant qu'il s'agisse de tissus analogues et en nous basant sur la proportion des machines à imprimer dans les deux pays. Production française, 13,000 tonnes.

Sans l'admission temporaire accordée à l'Alsace, l'impression française aurait vu sa production de 13,000 tonnes, concurrencée par les 10,000 tonnes de production alsacienne, sans emploi après la guerre; c'était la ruine certaine.

Dans une proportion moindre mais notable cependant, le blanchiment et la teinture auraient été atteints par l'excès de 3,000 tonnes de la production alsacienne.

D'après la production de l'Alsace nous pouvons nous rendre compte de la quantité de coton ressortissant dans ce pays de la teinture et des apprêts.

Sur un total de tissus fabriqué en Alsace de	41,900 tonnes.
on en avait teint avant tissage	2,160 —
Il en reste donc tissé en écru un poids de	39,740 —
dont on a blanchi et apprêté un poids de	34,200 —
Il reste en définitive un poids de tissus écrus de	5,540 —
Or nous savons qu'il en a été teint, en pièces	7,200 tonnes.
et qu'il en a été admis temporairement	1,080 —
Il en reste donc un poids teint en pièces de	6,120 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous voyons donc que tout le tissu alsacien de coton a été teint, blanchi et apprêté et très probablement presque tout le tissu imprimé avait été blanchi ou teint avant l'impression.

Sur 56,000 tonnes de fil de coton produits par l'Alsace, plus de 5,000 étaient teintes, blanchies ou imprimées.

Nos industries du blanchiment et de la teinture vont, avec le retour de l'Alsace, prendre une extension considérable, spécialement en ce qui concerne le coton. L'admission temporaire facilitera singulièrement le travail de l'industrie alsacienne et constituera un grand stimulant pour l'exportation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XX.

LES INDUSTRIES DE L'UTILISATION DES TEXTILES.

Il paraît impossible de ne pas montrer, au moins en quelques mots, l'importance des industries qui utilisent le textile, et dont certaines ont porté bien loin le renom du goût français et surtout parisien. Nous voulons parler des industries de la mode et de la confection, de la couture, de la lingerie, du corset. Nous y joindrons l'industrie des parapluies et ombrelles.

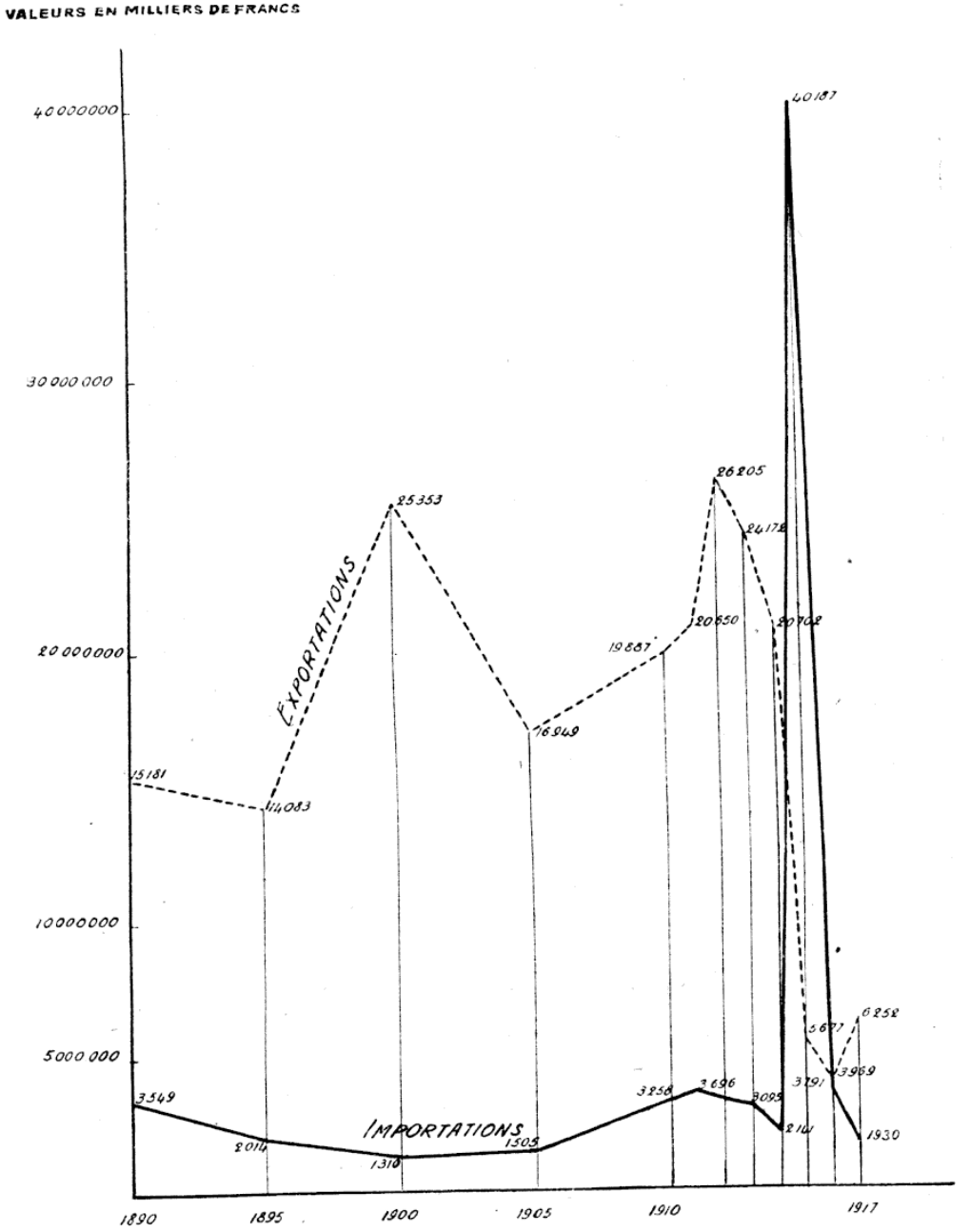


Fig. 316. — Vêtements pour hommes, en soie et autres tissus. — Importations et exportations françaises (valeurs) de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° La Confection.

La répartition de cette industrie est extrêmement variable : la confection pour hommes est relativement concentrée et fait, jusqu'à un certain point, de la production en séries, bien qu'elle ait très

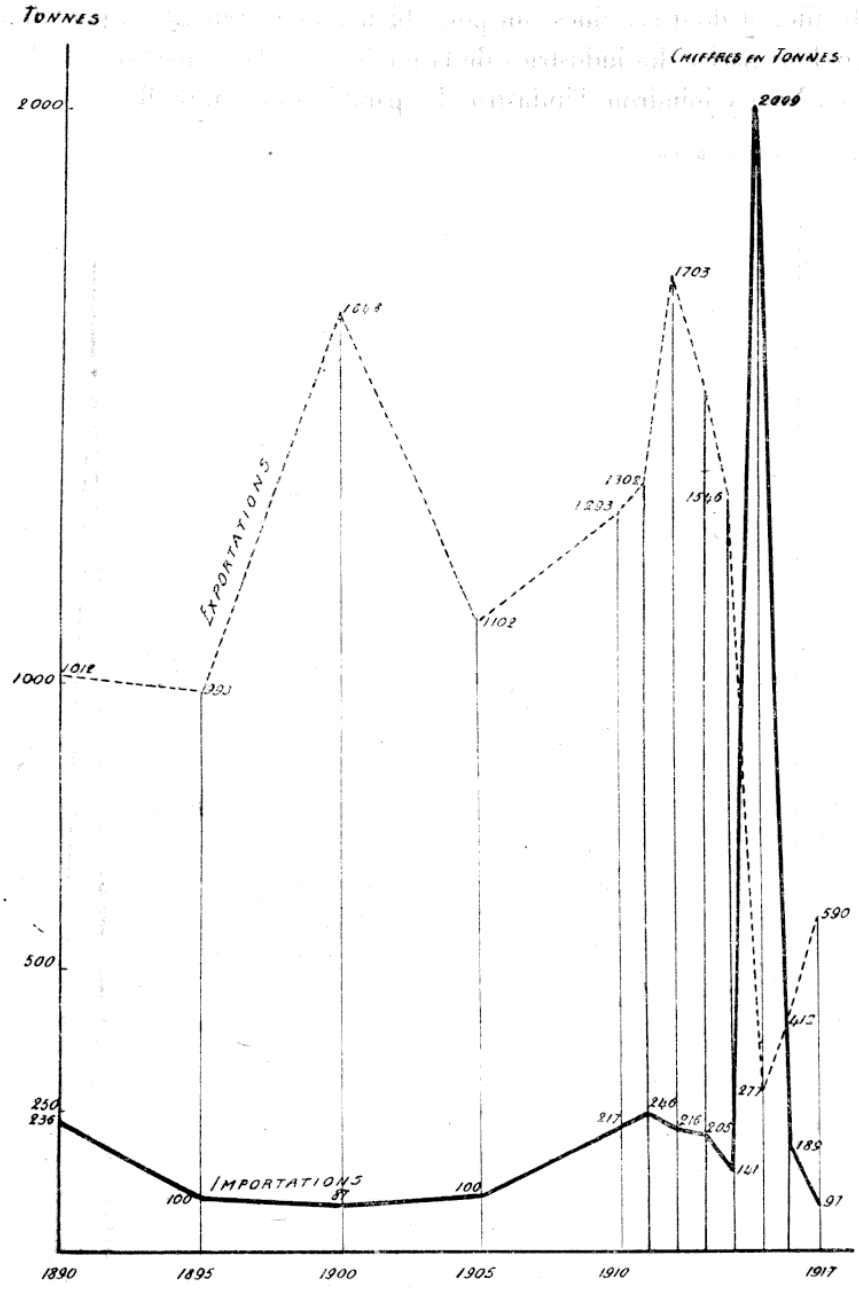


Fig. 317. — Vêtements pour hommes en soie et autres tissus. — Importations et exportations françaises (tonnage), de 1890 à 1917.

souvent recours au travail familial. La confection pour dames, qui est essentiellement fonction de l'esthétique et surtout de la mode, ne peut admettre l'établissement en séries d'un modèle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On estime [1] que la production annuelle des vêtements confectionnés pour hommes atteint environ 120 millions de francs, celle des vêtements confectionnés pour enfants et jeunes gens de 25 à 30 millions.

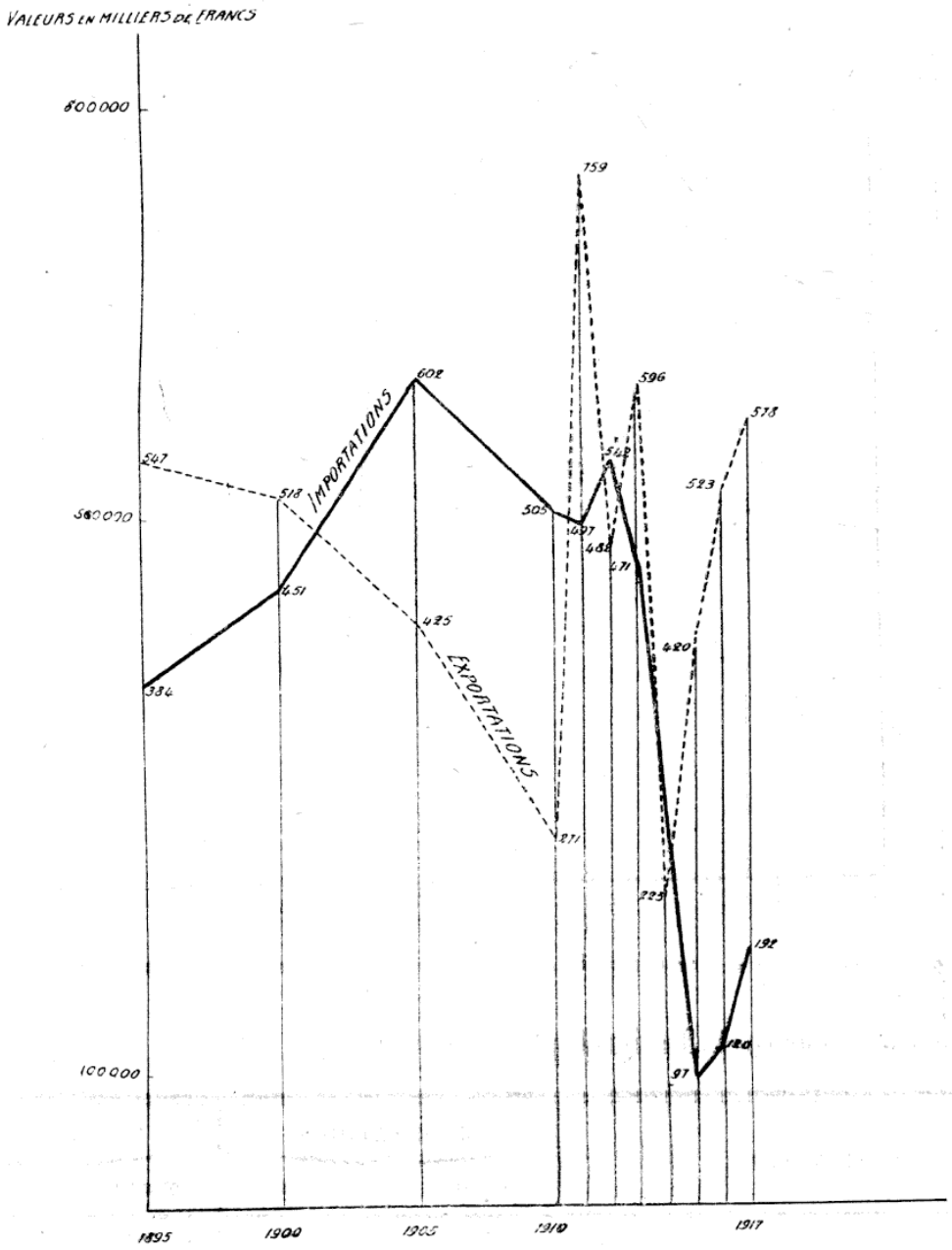


Fig. 318. — Cravates et cols. — Cravates de soie. — Importations et exportations françaises (valeurs), de 1895 à 1917.

Dans la confection pour dames, le chiffre n'est pas inférieur à 250 millions de francs.

Les deux régions principales de production sont Paris et Lille; mais la plupart des grandes villes constituent des centres importants.

Les figures 316 à 321 donnent nos importations et exportations pour les vêtements confectionnés hommes et les cravates.

---

[1] M. Lucien Romier. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

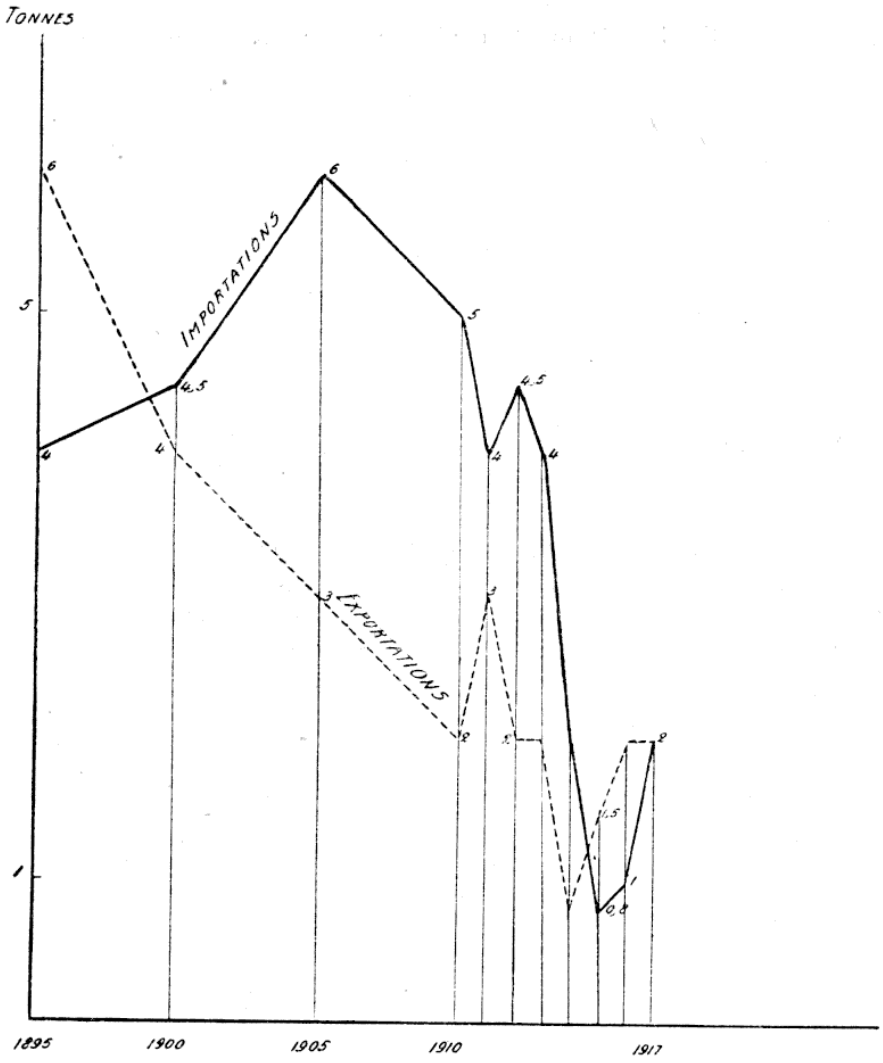


Fig. 319. — Cravates et cols. — Cravates de soie. — Importations et exportations françaises (tonnage), de 1895 à 1917.

Voici d'ailleurs, pour 1913, les détails plus complets :

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Vêtements confectionnés pour hommes :				
En soie ou bourre de soie	0.5	36,000	6	484,000
En autres tissus	204.0	3,059,000	1,540	23,688,000
Vêtements confectionnés pour dames :				
En soie ou bourre de soie	8.0	929,103	60	21,671,878
En autres tissus	98.0	2,884,752	1,165	136,914,726
Cravates et cols-cravates :				
En soie	4.0	471,240	2	596.750
En autres tissus	1.0	43,302	2	113,388
TOTAUX	.....	7,423,397	.....	183,468,742

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, nous avons importé 205 tonnes de vêtements pour hommes, représentant 3,095,000 francs, et en avons exporté 9,546 tonnes, d'une valeur de 24,172,000 francs. La Grande-Bretagne a été notre principal fournisseur (140 tonnes); nos colonies et pays de protectorat nos principaux clients (786 tonnes) avec la Turquie (108 tonnes) et la Suisse (90 tonnes).

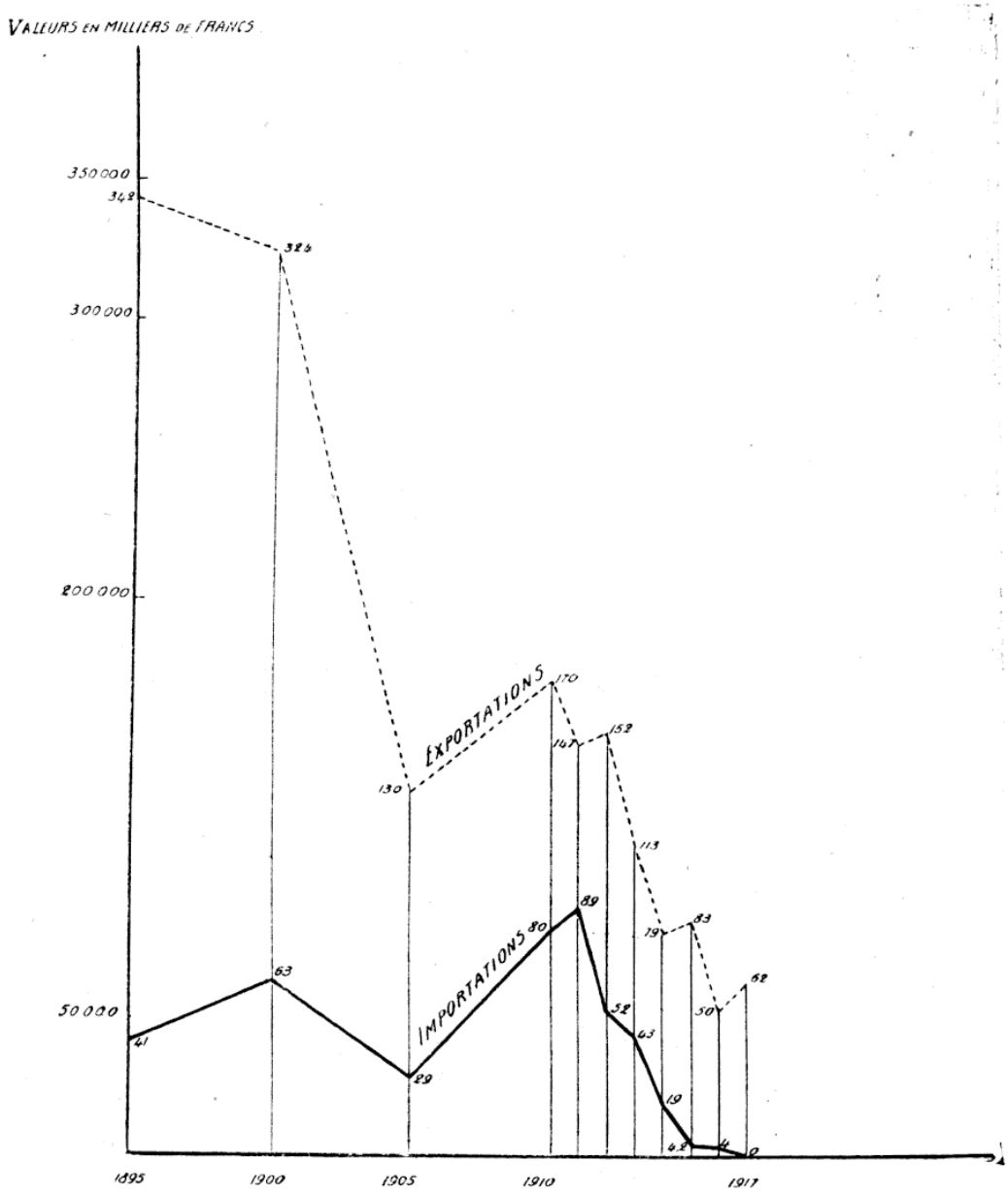


Fig. 320. — Cols et cravates. — Autres tissus que la soie. — Importations et exportations françaises (valeurs), de 1895 à 1917.

Nous avons importé 106 tonnes de vêtements de femme d'une valeur de 3,814,000 francs, dont :

Venant d'Allemagne	59 tonnes.
— de Grande-Bretagne	25 —
— de Belgique	6 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons exporté 1,225 tonnes de ces vêtements, valant environ 160 millions :

Argentine	289 tonnes.
Grande-Bretagne	141 —
États-Unis	63 —
Belgique	99 —
Allemagne	93 —

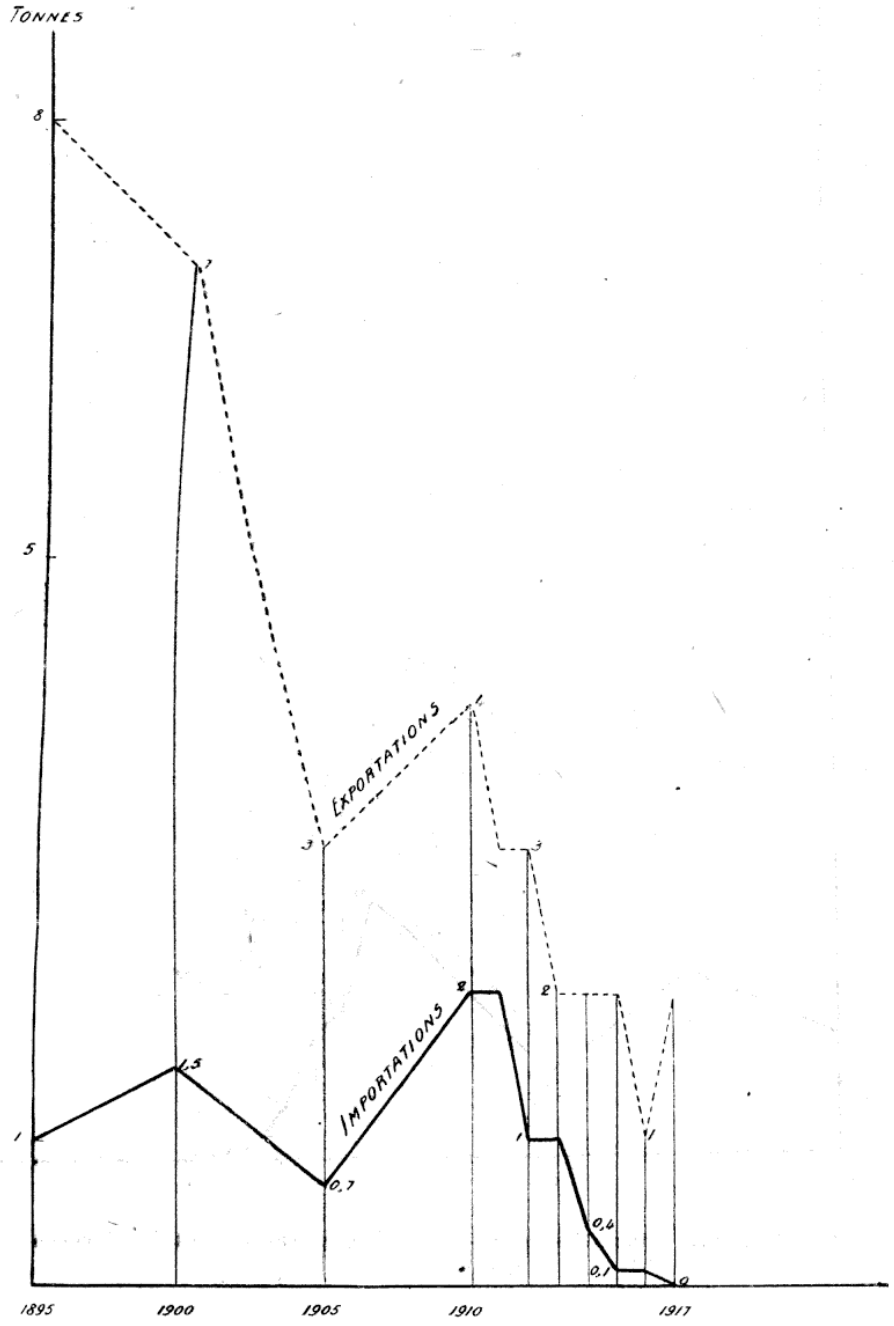


Fig. 321. — Cols et cravates. — Autres tissus que la soie. — Importations et exportations françaises (tonnage), de 1895 à 1917.

Le commerce extérieur relatif aux cravates est évidemment plus faible : 4 tonnes ont été exportées, allant surtout vers nos colonies (1 tonne 2), le Brésil, les Indes, l'Égypte. 5 tonnes ont été importées, venant surtout d'Italie et d'Angleterre. L'Allemagne était notre plus gros concurrent : en 1913,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses exportations totales représentaient plus du double des nôtres. Très bien groupés, travaillant en séries, constituant une véritable union avec les fabricants de tissus, les confectionneurs allemands formaient une incontestable puissance.

C'est vers nos colonies, l'Amérique du Sud et les colonies anglaises que doivent se porter nos efforts.

2° Les Robes et Manteaux.

S'il n'est pas possible de préciser la production de cette industrie, du moins peut-on affirmer et son importance et sa vitalité par les statistiques du commerce extérieur qui sont résumées dans les figures 322 à 325.

Les figures 322 et 323 nous montrent la diminution importante de nos exportations en vête-

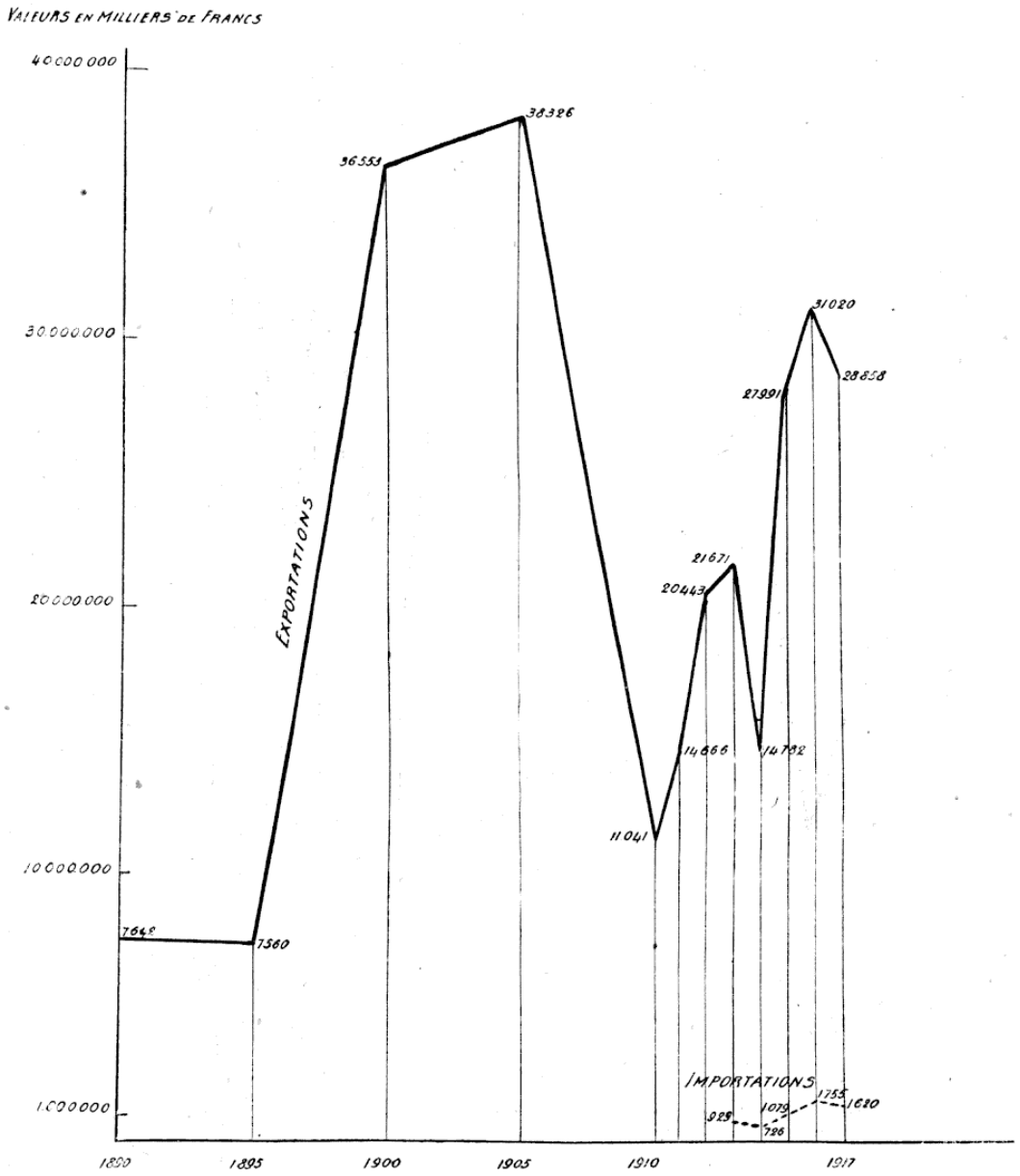


Fig. 322. — Robes et manteaux en soie. — Importations et exportations françaises (valeurs), de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

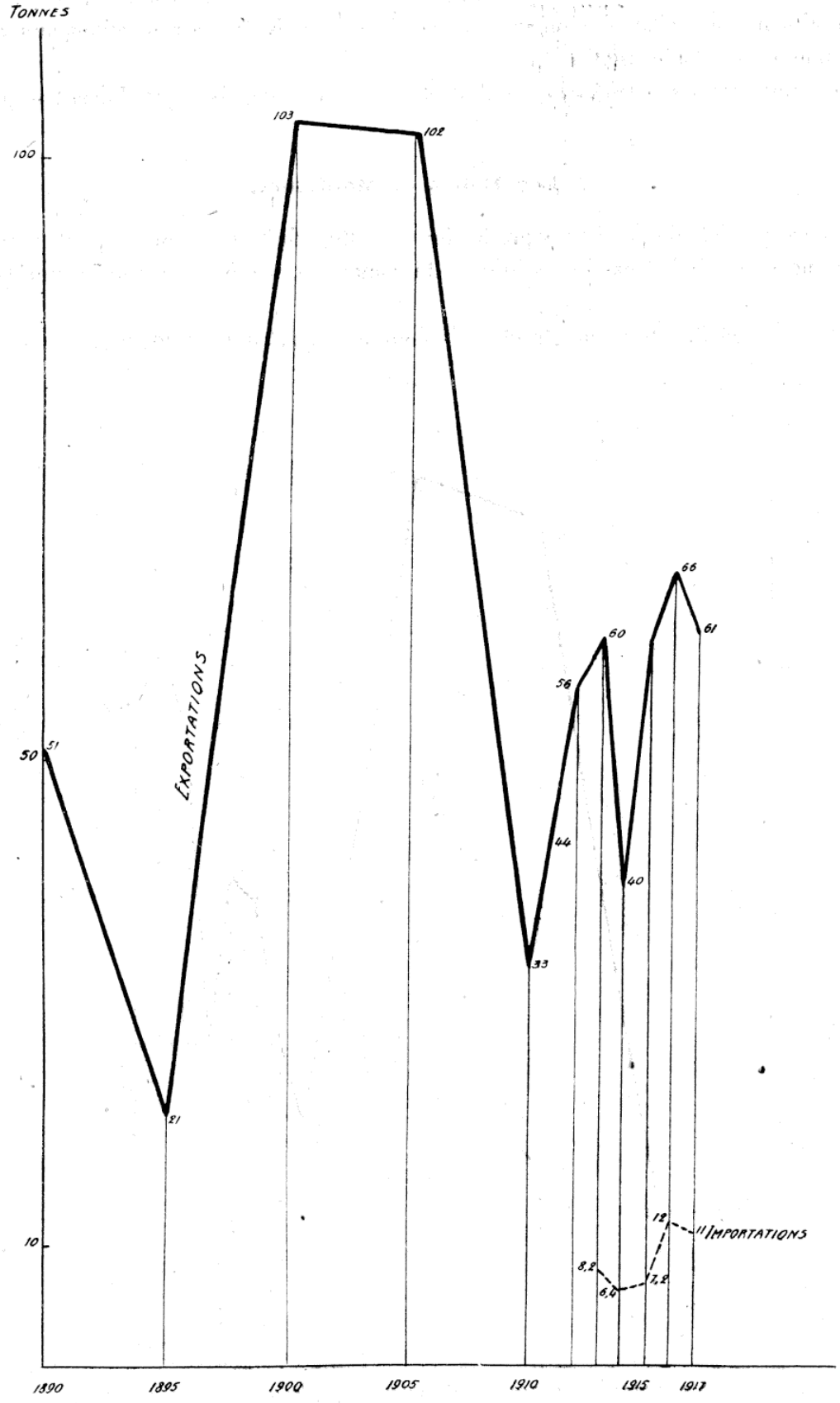


Fig. 323. — Robes et manteaux en soie. — Importations et exportations françaises (tonnage), de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

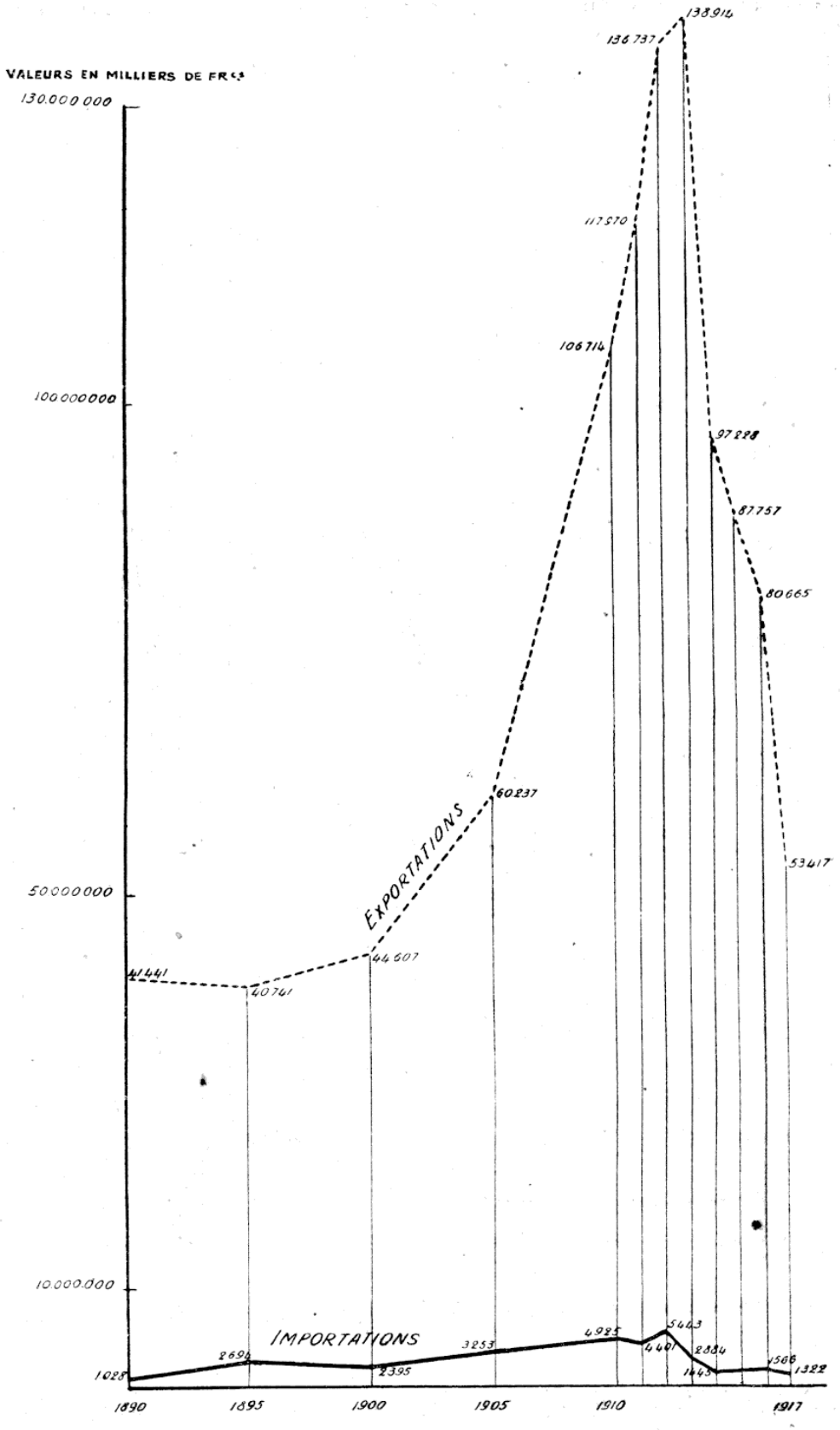


Fig. 324. — Robes et manteaux en autres tissus que la soie. — Importations et exportations françaises (valeurs), de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments de soie pour dames, de 1905 à 1910. A partir de cette époque, elles se relèvent jusqu'en 1916, où nous atteignons le chiffre de 30 millions, assez encourageant pour une année de guerre.

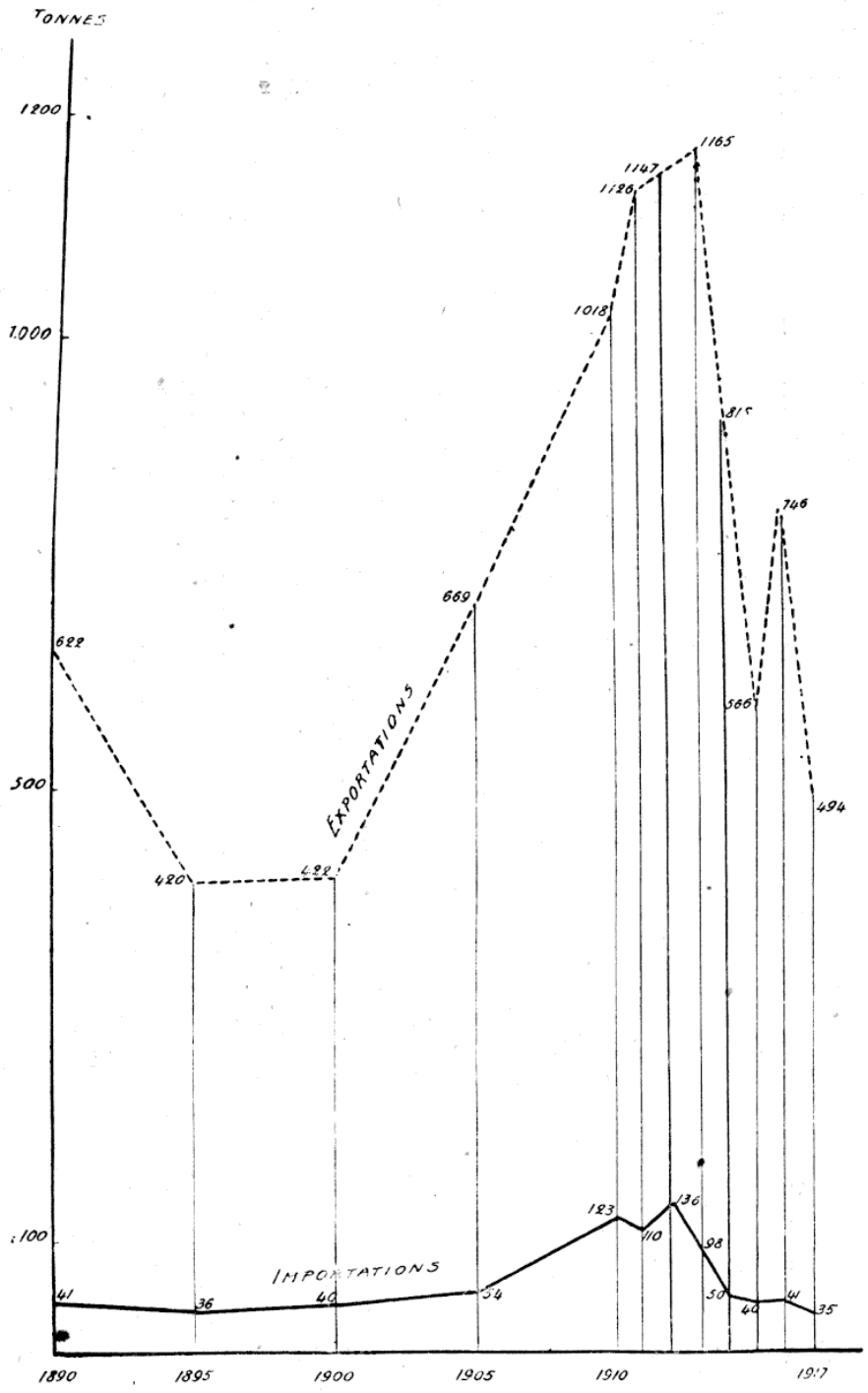


Fig. 325. — Robes et manteaux en autres tissus que la soie. — Importations et exportations françaises (tonnage), de 1890 à 1917.

D'ailleurs, c'est probablement une question de mode, car nous voyons aux figures 324 et 325 que les exportations en vêtements pour dames, en autres tissus que la soie, se comportent mieux. Ces exportations augmentent toujours jusqu'en 1913, où elles atteignent le chiffre de 138 millions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous savons pourquoi les années de guerre les font baisser : nous manquions de tissus. La même chute se constate dans les exportations de vêtements d'hommes (courbe 316).

En 1913 il a été importé pour 3,814,000 francs et il en a été exporté pour 160,586,000 fr. Voici d'ailleurs les détails, par catégories d'objets d'une part, par pays expéditionnaires ou réceptionnaires d'autre part.

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS. VALEUR.	EXPORTATIONS. VALEUR.
	francs.	francs.
Robes et manteaux de soie	929,103	21,671,878
— en autres tissus	2,884,752	138,914,726
TOTAUX	3,813,855	160,586,604

En comparant les figures 318 et 319, on voit que, si à l'exportation notre tonnage va en diminuant, la courbe des valeurs, au contraire, paraît se maintenir au chiffre moyen de 500,000 francs. Ceci tiendrait à prouver que nous avons tendance à exporter des objets plus légers et de prix plus élevé. Il n'en est pas de même pour nos importations qui diminuent à la fois en poids et en valeur.

Nos exportations se répartissaient comme suit (fig. 326) :

Colonies	3,608,000 francs, soit	2.0 p. 100.
Grande-Bretagne	56,249,000 —	35.0 —
République Argentine	34,550,000 —	21.5 —
Allemagne	13,525,000 —	8.4 —
Belgique	12,856,000 —	8.0 —
Suisse	11,042,000 —	6.8 —
États-Unis	9,225,000 —	5.7 —
Autriche	8,393,000 —	5.0 —
Brésil	2,575,000 —	1.6 —
Italie	1,081,000 —	0.6 —
Divers	7,482,604 —	5.4 —
TOTAL	160,586,604 francs.	100 p. 100.

D'ailleurs, la couture a très heureusement passé la crise de la guerre, et cela par suite, sans aucun doute, de la suppression de la concurrence déloyale des maisons autrichiennes et allemandes à fausse étiquette française [1].

Il semble à beaucoup de compétences que nos exportations peuvent encore se développer et d'une façon très importante, cela sous l'influence des événements qui ont placé au premier plan le renom français.

Quelques mesures d'ordre général sont nécessaires; nous les développerons en temps voulu. Mais il est un point sur lequel il faut particulièrement attirer l'attention et que nous retrouverons dans certaines industries, spécialement la bijouterie et la joaillerie : c'est la répression de la contrefaçon

[1] M. Lucien COQUET. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et de la concurrence déloyale. Il importe que toutes mesures soient prises à cet effet, de telle sorte que la copie de nos modèles ne puisse se faire sans qu'il soit nécessaire de traîner les délinquants devant les tribunaux et que la provenance des objets ne soit plus douteuse pour le consommateur.

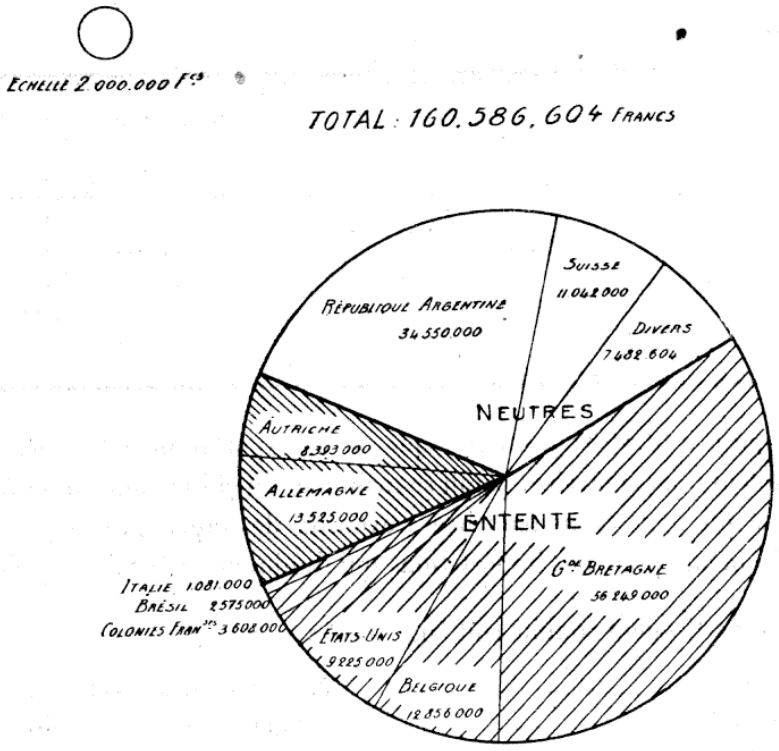


Fig. 326. — Robes et manteaux en soie et autres tissus. — Exportations françaises en 1913 (valeurs).

3° La Lingerie.

Nous n'avons aucune précision sur l'industrie, très disséminée, de la lingerie. Les variations des exportations et importations sont données dans les figures 327 et 328. Comme on le voit, nos exportations sont bien supérieures à nos importations (en 1913, cinquante-six fois plus fortes). La courbe 328 nous montre, pour 1915, un tonnage considérable à l'importation, mais nous voyons, par la courbe 327, que la valeur en est relativement peu importante; il s'agit de lingerie grossière pour l'armée.

Voici d'ailleurs les détails pour 1913 :

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	QUANTITÉS.	VALEUR.	QUANTITÉS.	VALEUR.
	tonnes.	francs.	tonnes.	francs.
Linge de table en lin	9	150,300	14	151,820
Basins damassés et linge de table en coton	4	23,090	2	10,000
Pièces de lingerie cousues	80	1,303,500	1,365	56,664,190
TOTAUX	93	1,475,800	1,381	56,925,930

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos importations provenaient surtout d'Allemagne (638,600 francs), de Grande-Bretagne (264,000 francs) et de Suisse (229,300 francs).

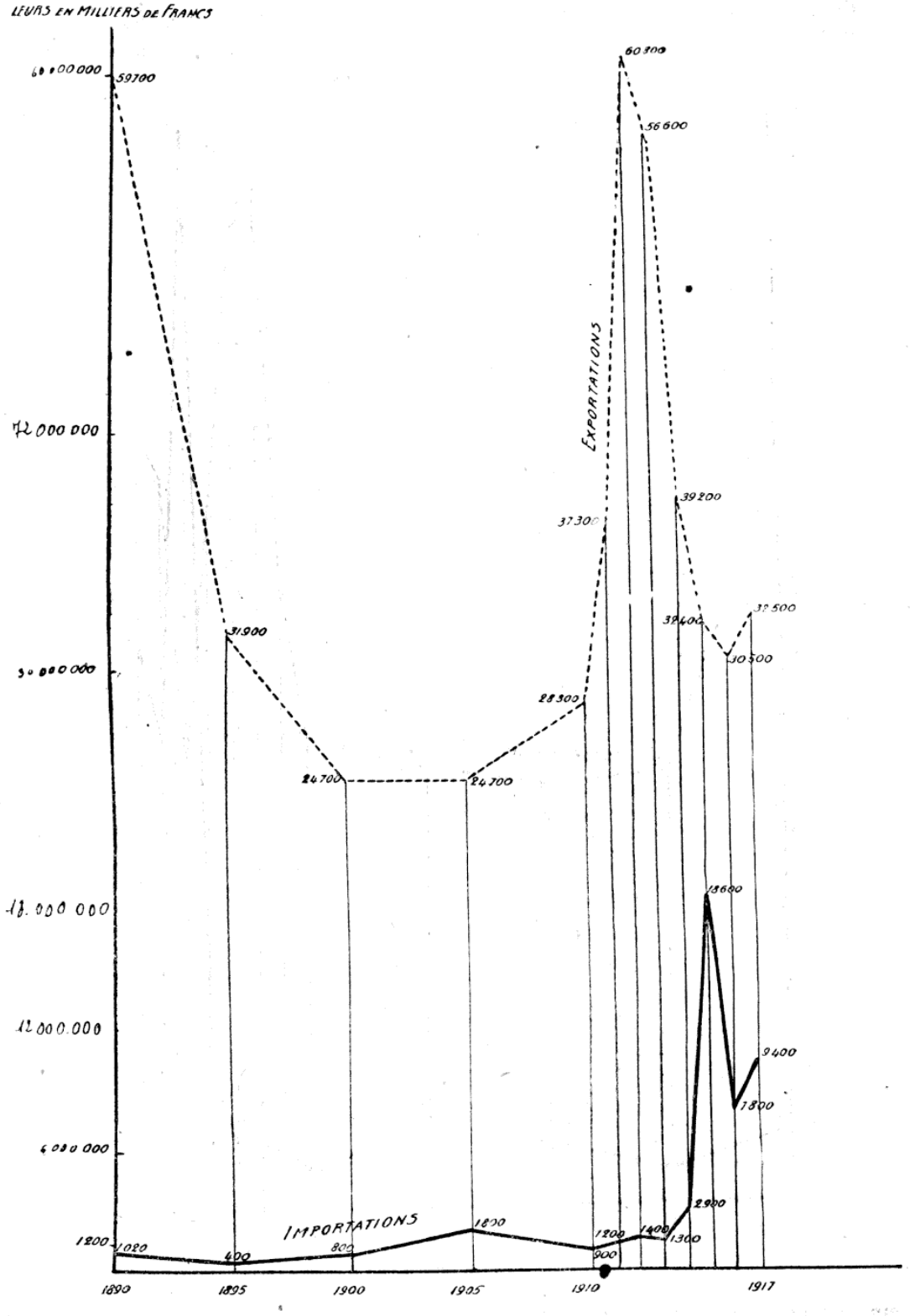


Fig. 327. — Pièces de lingerie. — Importations et exportations françaises (valeurs) de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos exportations allaient principalement vers :

Grande-Bretagne	16,766,000 francs.
États-Unis	15,309,000 —
Belgique	3,283,000 —
Colonies anglaises	2,063,000 —
Italie	1,453,000 —

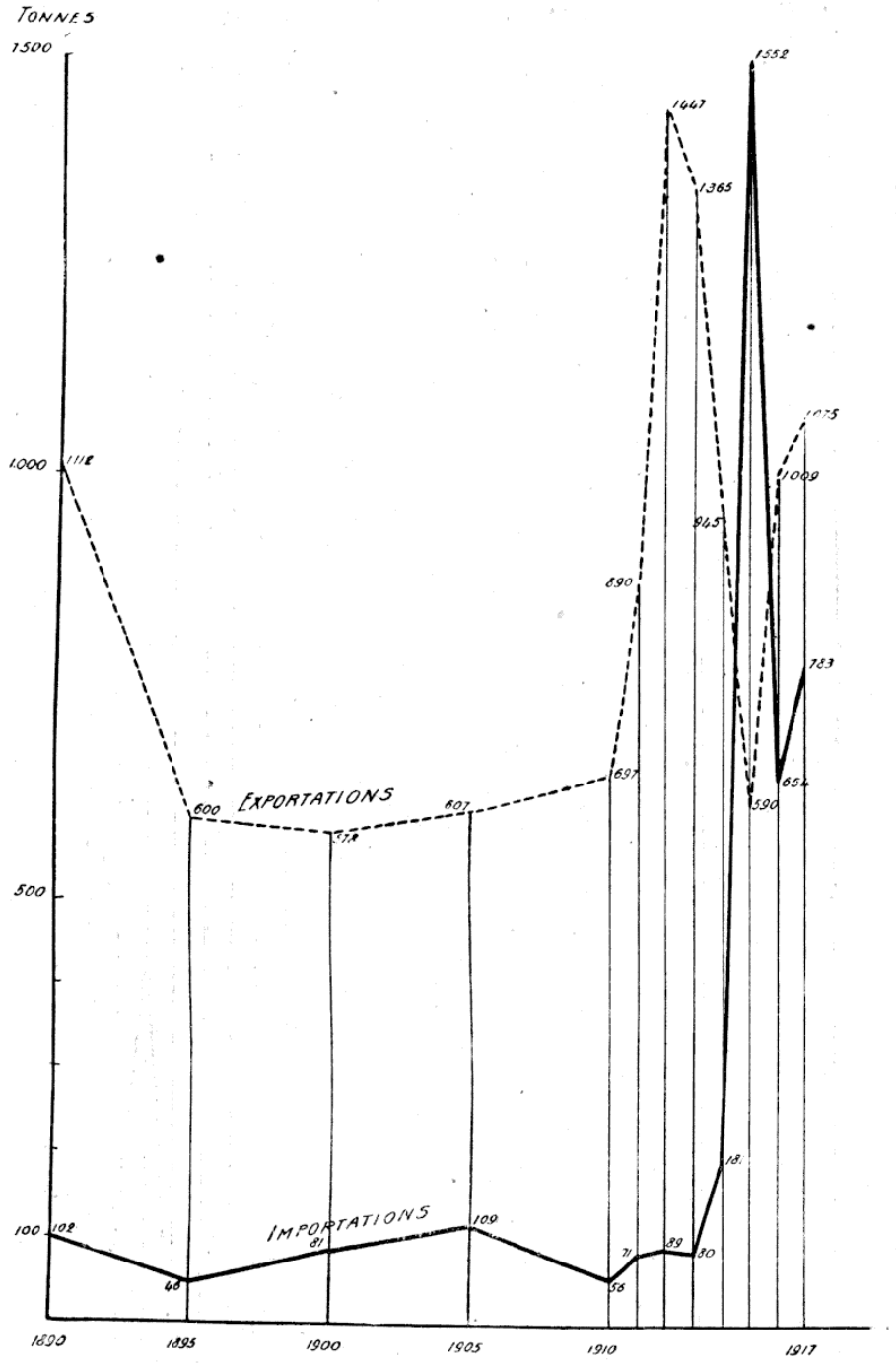


Fig. 328. — Pièces de lingerie. — Importations et exportations françaises (tonnage) de 1890 à 1917.

L'Allemagne ne consommait que 564,000 francs de lingerie française; l'Autriche, 349,000 francs, et la Turquie, 540,000 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Malgré ces chiffres très favorables de nos exportations, qui sont dus surtout à notre goût et au fini de notre lingerie fine, il est incontestable que nous ne tenons pas à l'étranger la place qui nous revient. Sans doute serons-nous toujours concurrencés par l'Angleterre, les États-Unis et même l'Allemagne qui ont, soit dans leurs approvisionnements, soit dans leur outillage, des moyens autres que nous-mêmes. Mais nous devons nous perfectionner; il faut encourager le travail à domicile, en le rémunérant largement, la diffusion des ouvroirs qui constituent de véritables écoles d'apprentissage. Mais il faut bien noter que durant la guerre est née une industrie importante de la lingerie aux Philippines et qu'elle nous concurrencera sérieusement aux Etats-Unis[1] et dans le Sud-Amérique. De même le Japon est un nouveau producteur sérieux dont l'influence se fait déjà sentir en Russie.

4° Les Corsets.

La fabrication du corset entraîne la préparation d'un grand nombre d'accessoires, buscs, ressorts, œillets, baleines, qui mettent en jeu des matières très diverses. Lyon et Paris forment les principaux centres de production. On ne peut chiffrer exactement l'importance de cette industrie. On peut cependant dire qu'à Lyon la production dépasse 12 millions de francs. Celle de la France serait de 55 millions. Un chiffre tout à fait typique est la consommation d'acier faite par les fabricants de corsets. Elle s'élève à 800 tonnes par an dont 500 pour Paris seulement.

D'ailleurs nos exportations sont bien supérieures à nos importations, et encore ne peut-on parler que des produits déclarés en douane. En 1913, nous avons exporté 209,850 pièces valant 2,500,000 francs. Nous avons importé 79,886 pièces d'une valeur de 320,000 francs. Il est à noter cependant que les importations ont augmenté dans une forte proportion depuis 1900: les fabrications étrangères se sont développées : la Belgique nous a envoyé 55,675 pièces en 1913, l'Allemagne 15,039 et les États-Unis 4,446. L'Allemagne était notre principal client (30,958 pièces) avec les États-Unis (38,556); venaient ensuite l'Angleterre (20,083) et la Belgique (20,633).

Il est bon d'ajouter[1] que notre fabrication se spécialise de plus en plus dans la fabrication de luxe; mais il faut organiser l'exportation sur des bases extrêmement solides; pour cela, dans cette industrie encore, le groupement paraît indispensable; il conduira au Comptoir d'exportation.

5° Les Parapluies et les Ombrelles.

L'industrie du parapluie et de l'ombrelle est assez complexe, par le nombre et la diversité des matières qu'elle met en jeu, et aussi par la fabrication de la monture.

Non seulement nous importons des montures de parapluies, mais nous demandons même à la Suède une partie de l'acier nécessaire à ces fabrications. Nous voyons dans les courbes de la figure 329 les importations et exportations des montures de parapluies.

Pour les tissus, la France fournit la plupart de ce qui est nécessaire, voire la silésienne, d'origine allemande au début.

Nos exportations se sont élevées à 3,945,000 francs en 1913, dont 2,982,000 francs pour nos colonies. Les exportations avec les pays étrangers n'atteignent donc qu'environ 1,000,000 francs.

---

[1] Barjon. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos importations ont été de 574,000 francs, dont environ 403,000 francs d'Allemagne (30,388 pièces recouvertes de soie représentant 395,000 francs).

Il parait incontestable que notre industrie du parapluie et de l'ombrelle n'occupe pas sur le

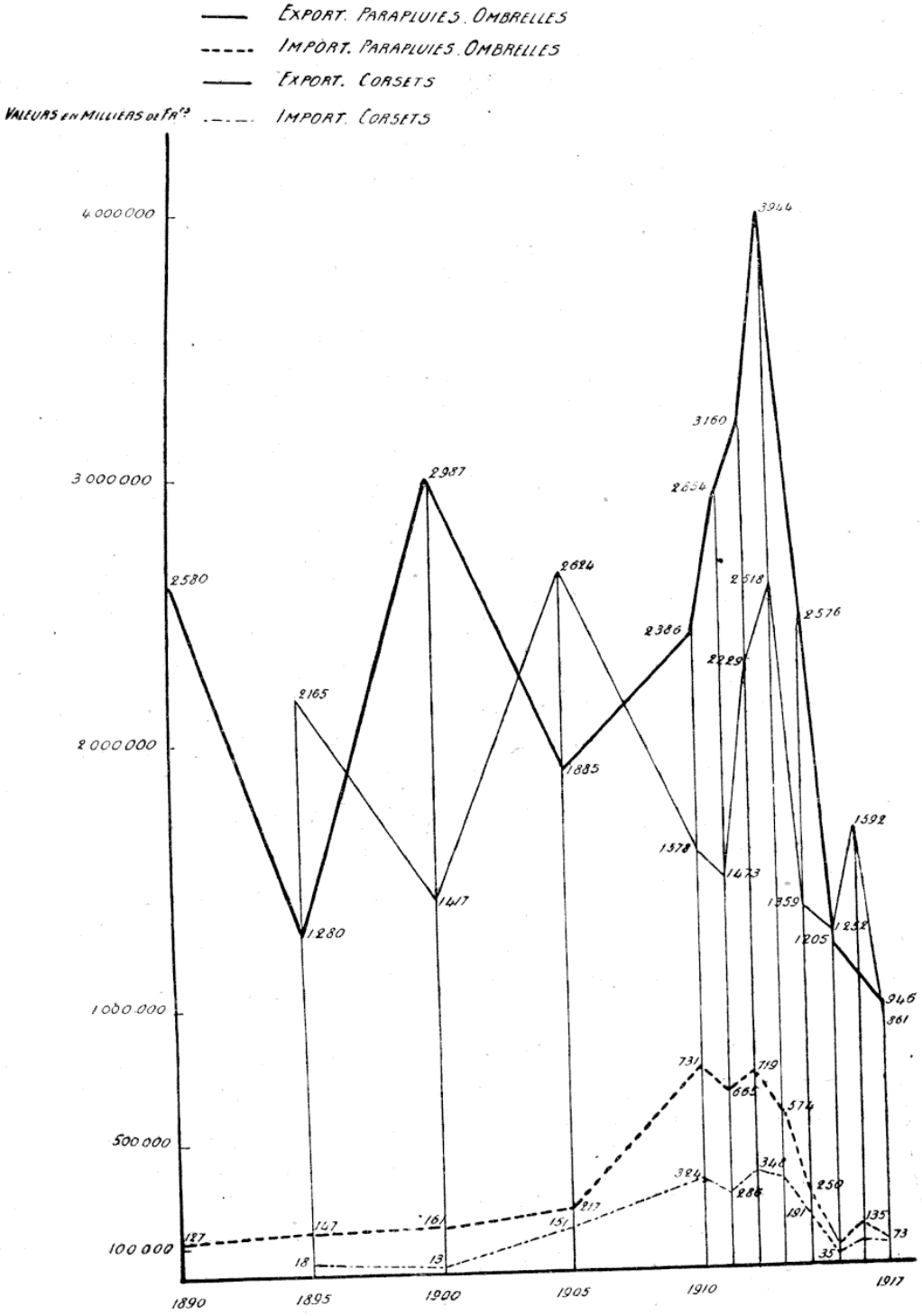


Fig. 329. — Parapluies, ombrelles et corsets. — Importations et exportations françaises (valeurs), de 1890 à 1917.

marché étranger la place importante des autres objets de la mode et qu'un sérieux effort peut être fait.

Les courbes de la figure 329 représentent les variations de notre commerce extérieur de 1890 à 1917 : 1° pour les corsets; 2° pour les parapluies et ombrelles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6° La Mode.

Quelques mots sur l'industrie de la mode doivent trouver place ici, bien que les matières consommées par elle soient multiples et comprennent, en dehors des textiles, les plumes et les fleurs artificielles.

Nous ne pouvons étudier cette industrie qu'au moyen des statistiques douanières; on les trouvera, d'ailleurs, fort intéressantes, quoiqu'on doive admettre qu'elles nous donnent des renseignements très incomplets, par suite des expéditions en colis postaux et aussi des déclarations erronées. Sous ces réserves nous donnons lesfigures 330 et 331.

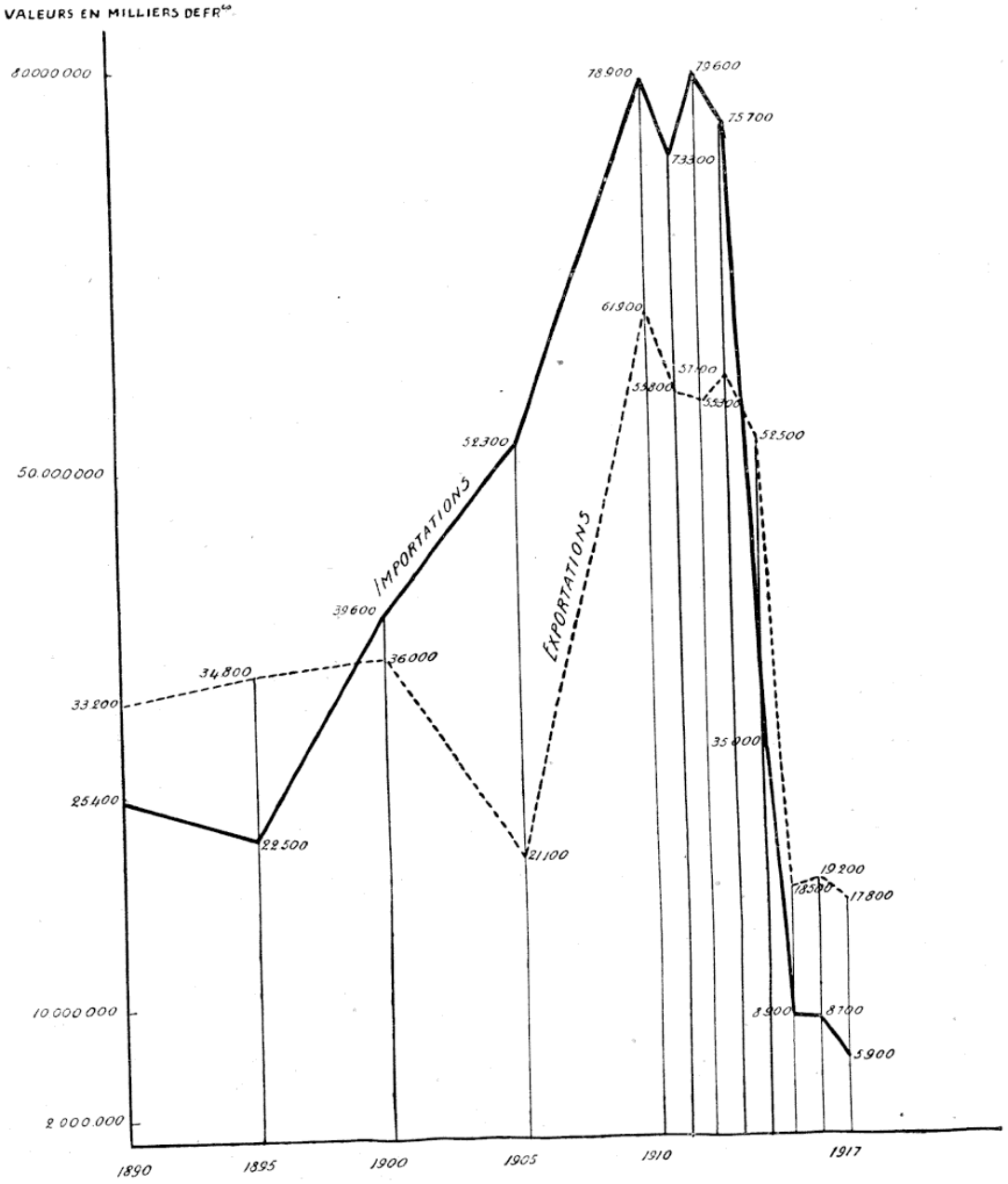


Fig. 330. — Plumes de parures. — Importations et exportations françaises (valeurs), de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

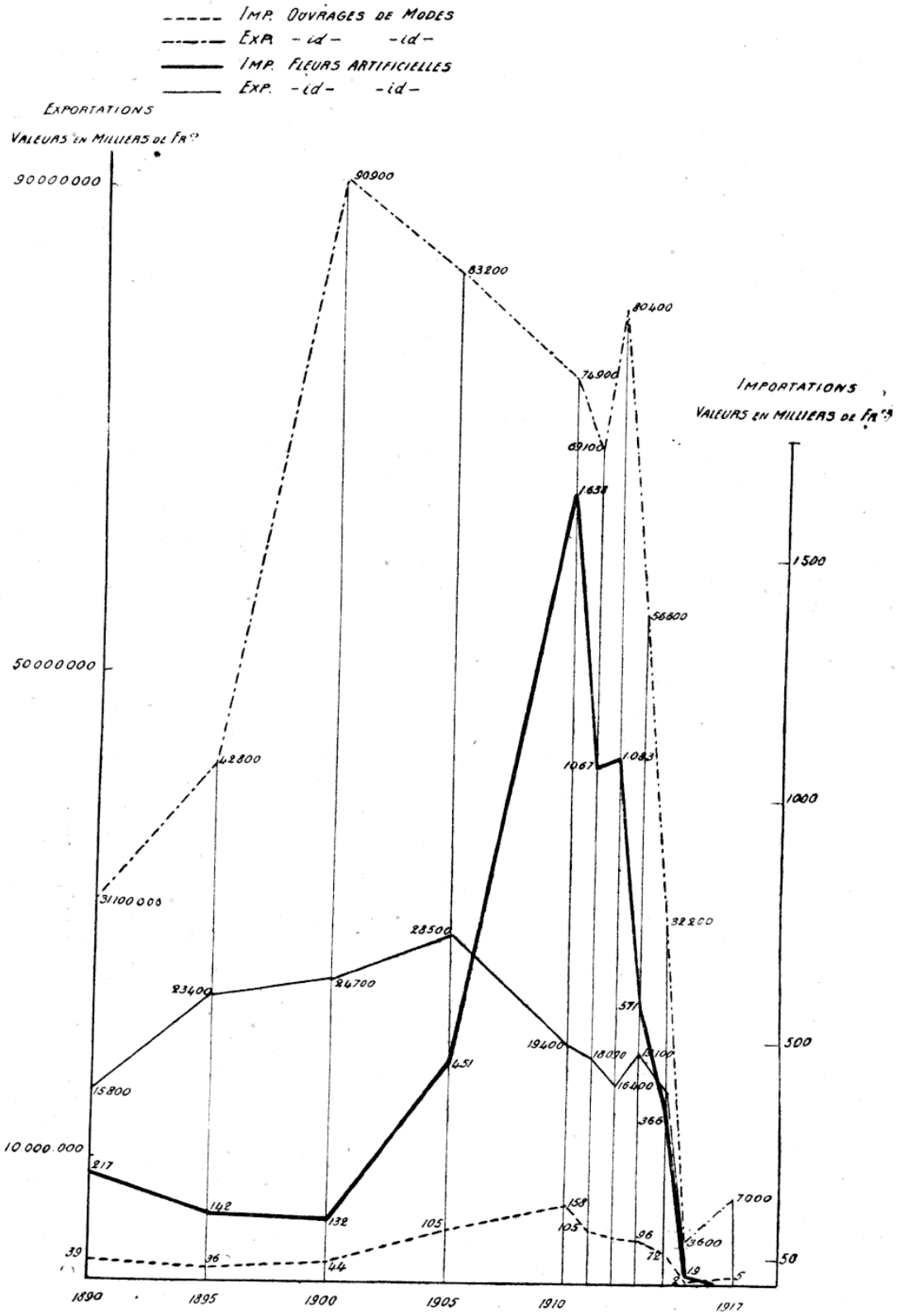


Fig. 331. — Ouvrages de modes. — Fleurs artificielles. — Importations et exportations françaises (valeurs de 1890 à 1917.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, les importations françaises se sont élevées aux chiffres suivants :

Ouvrages de mode	96,000 francs
dont :	
D'Allemagne	7,200
D'Autriche	7,200
De Belgique	52,800
De Grande-Bretagne	21,600
De Suisse	4,800
Fleurs artificielles	571,000 francs
dont :	
D'Allemagne	437,000
De Belgique	123,500
Plumes de parure	75,758,350 francs
dont	
De Grande-Bretagne	41,470,000
Du Portugal	4,805,000
D'Allemagne	3,136,000
De la République Argentine	3,031,000
D'Autriche	2.062,000
D'Italie	1,032,000
Des États-Unis	1,101,000

La même année, nos exportations ont atteint les valeurs suivantes :

Ouvrages de mode	56,648,357 francs
(Près de six cents fois nos importations.)	
dont :	
Pour la Grande-Bretagne	51,728,000, soit 91,3 p. 100.
Pour l'Italie	1,267,000
Pour l'Allemagne	624,000
Pour les États-Unis	434,000
Pour l'Autriche	336,000
Pour la Suisse	492,000
Fleurs artificielles	19,102,388 francs
(Soit plus de trente-trois fois les importations.)	
dont :	
Pour l'Angleterre	11,624,000, soit 61,2 p. 100.
Pour la Belgique	2,812,000
Pour les États-Unis	3,160,000
Pour l'Allemagne	549,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Plumes de parure	57,199,105 francs

(Les importations sont plus élevées que les exportations, mais les produits importés sont très souvent réexportés en garniture d'objets figurant dans les ouvrages de mode.)

dont :

Pour la Grande-Bretagne	23,779,000, soit 41,7 p. 100.
Pour les États-Unis	16,306,000, soit 28,5 p. 100.
Pour l'Allemagne	4,821,000
Pour le Canada	2,001,000
Pour l'Australie	2,475,000
Pour les autres colonies anglaises	2,227,800

La mode est essentiellement une industrie parisienne; sa réputation est assise dans tous les pays et son futur développement est surtout en dépendance d'une organisation syndicale plus profonde, plus poussée, en vue de la recherche de la clientèle et de l'exportation plus importante, de la centralisation des commandes, etc.

La Fédération des Industries de la Mode y travaille avec persévérance et ne se laisse pas décourager par quelques esprits toujours imprégnés d'individualisme.

La poursuite de la contre-façon, la protection de la propriété industrielle se posent ici avec la même acuité que dans la couture [1].

[1] Lucien Coquet. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXI.

LES INDUSTRIES DU BOIS ET DU LIÈGE.

A. LES BOIS, MATIÈRES PREMIÈRES.

La situation française à l'avant-guerre. — *Bois indigènes.* — Les forêts françaises occupent une superficie totale de 9,886,701 hectares [1] se répartissant comme suit :

Bois domaniaux	1,199,439 hectares.
Bois communaux et d'établissements publics soumis au régime forestier	1,948,632 —
Bois particuliers ou autres non soumis au régime forestier	6,738,630 —
Total	9,886,701 hectares.

soit un taux de boisement du territoire français de 18,7 p. 100.

En temps normal, la production de ces forêts atteint les chiffres suivants [2] :

Bois d'œuvre, bois de service et bois d'industrie	6,712,156 m. cubes
Bois de feu	16,791,555 —
Total	23,503,711 m. cubes.

A cette production, il faut ajouter la production des plantations faites le long des voies et des haies, soit environ [1] :

Bois d'œuvre	1,200,000 m. cubes.
Bois de feu	600,000 —

donnant au total :

Bois d'œuvre produits en France	7,912,000 m. cubes.
Bois de feu produits en France	17,392,000 —
Total	25,304,000 m. cubes.

Commerce extérieur. — Les figures 332 et 333 nous donnent les importations et les exportations françaises de 1890 à 1913.

---

[1] M. Dabat. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

[2] Les bois de service sont : les bois de construction, les traverses de chemins de fer, les poteaux télégraphiques, les étais de mines, les bois pour pavage.

Les bois d'industrie sont : les bois de fente (merrains, échalas), les bois de charronnage et de sabotage, les bois de parquet, de menuiserie, d'ébénisterie, de fabrication de caisses, les bois d'allumettes et ceux destinés à la production de la pâte à papier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

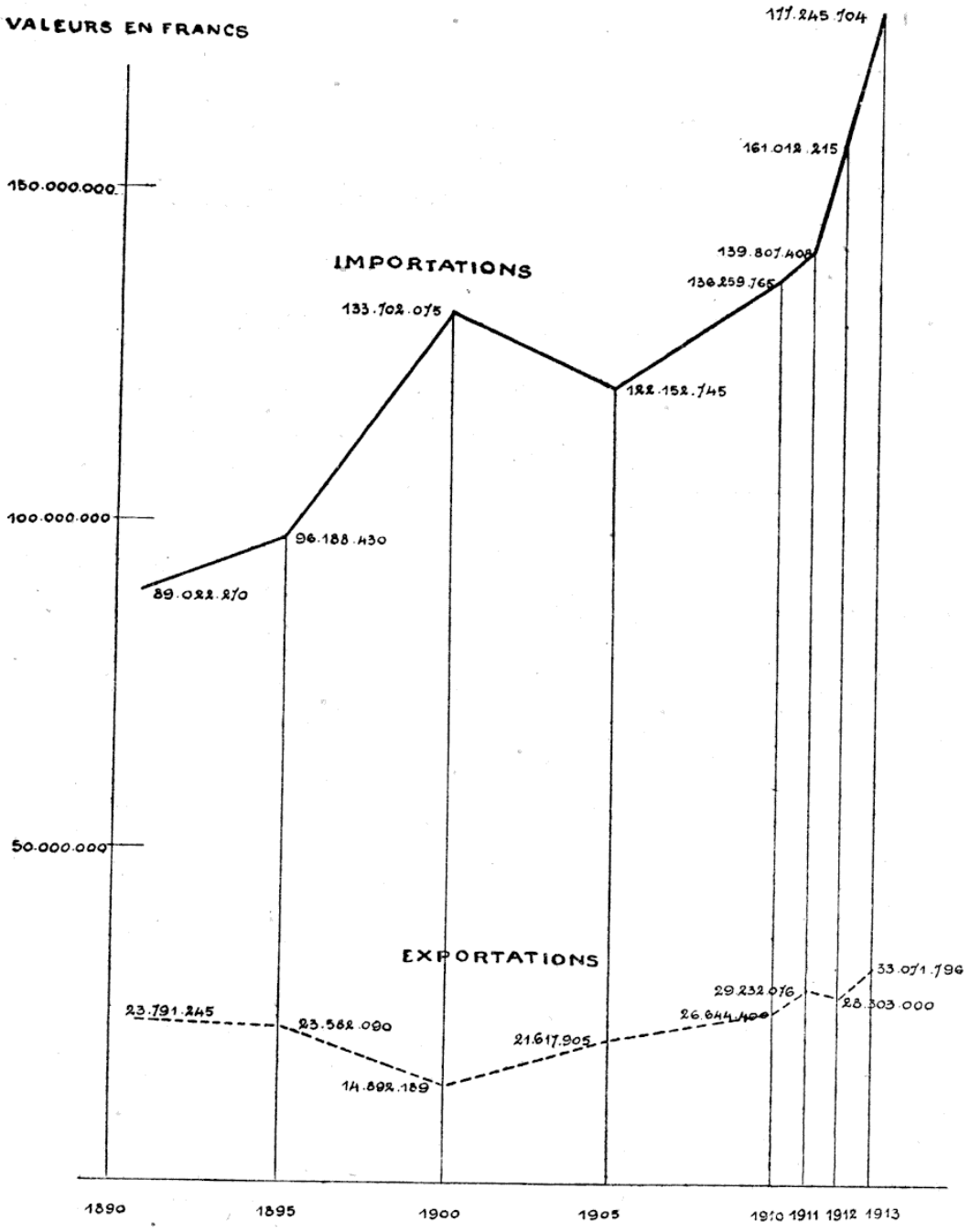


Fig. 332. — Bois à construire. Importations et exportations françaises [valeurs] de 1890 à 1913.

On voit qu'en 1913 la situation était la suivante :

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS.		EXPORTATIONS.	
	POIDS.	VALEUR.	POIDS.	VALEUR.
	tonnes.	milliers de francs.	tonnes.	milliers de francs.
Bois d'œuvre ou bois à construire	1,562,179	177,245	337,756	33,071
Bois de feu	23,053	542	92,595	2,674

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

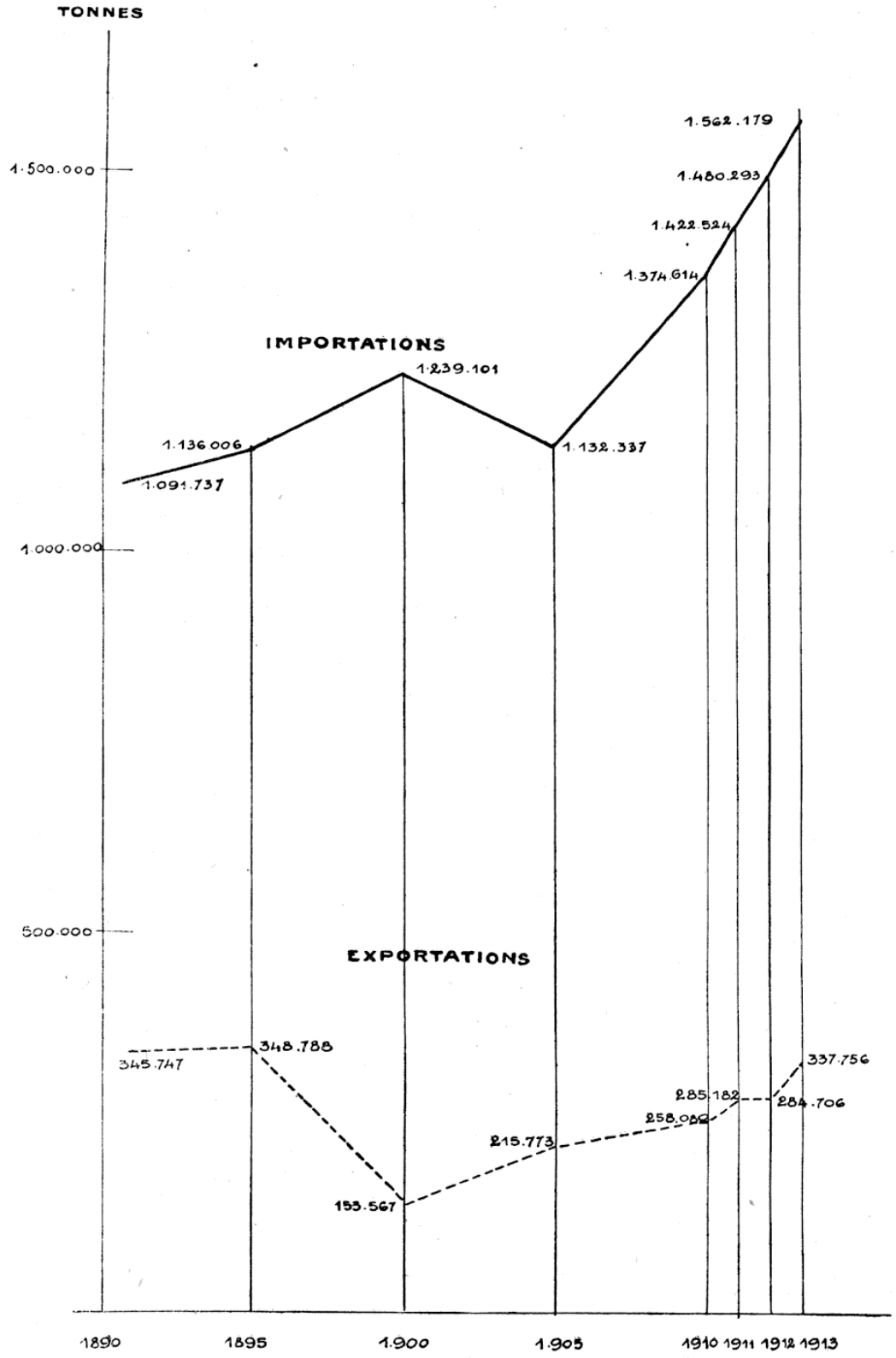


Fig. 333. — Bois à construire. Importations et exportations françaises (tonnages) de 1890 à 1913.

Nous voyons que, pour les bois de feu, nos exportations accusent une supériorité notable; au contraire, pour les bois d'œuvre nous avons un déficit très important.

L'écart entre la valeur des produits importés et celle des produits exportés est considérable, mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

non extraordinaire : il s'explique par le fait que nous sommes surtout importateurs de gros bois, que nous ne produisons pas suffisamment, et exportateurs de bois de faibles dimensions, que nous produisons en abondance.

L'excédent de nos importations est formé surtout de merrains de chêne et de bois sciés, destinés à la menuiserie et à la caisserie, et de bois destinés à la fabrication de la cellulose.

Voici à ce sujet quelques chiffres très nets montrant que ces trois catégories de marchandises constituent plus des trois quarts de nos importations en poids.

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS.	EXPORTATIONS.	EXCÉDENT des IMPORTATIONS.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Merrains de chêne	73,136	4,143	68,993
Bois de construction	1,562,179	337,756	1,224,423
Bois d'essences résineuses en rondins	201,728	185	201,543

Nos importations de bois à construire provenaient surtoutde Russie (44,2 p. 100), de Suède (33 p. 100) et des États-Unis (7,8 p. 100). Cependant l'Autriche et l'Allemagne nous en fournissaient près de 8 p. 100. Nos colonies n'intervenaient que pour des quantités infimes (912 tonnes). Les merrains venaient des États-Unis, de Russie et d'Autriche ; les bois résineux en rondins de Russie, d'Allemagne et de Suisse.

Au contraire, nos exportations ont dépassé nos importations pour les bois de mines, et les traverses de chemins de fer.

Bois exotiques. — Les courbes des figures 334 et 335 *bis* donnent les importations et exportations de bois fins ou des îles.

En 1913, nos importations ont été de 80,171 tonnes et nos exportations de 10,000 tonnes.

43 p. 100 de nos importations provenaient de nos colonies et pays de protectorat ; 18 p. 100 des États-Unis, 8,6 p. 100 de Cuba et 7,1 p. 100 du Mexique.

Influence de la guerre. — La région occupée par l'ennemi au printemps 1917 comprenait 240,000 hectares de forêts [1]. Elles sont, si ce n'est entièrement détruites, tout au moins complètement épuisées.

La zone des combats correspond à 344,000 hectares de bois [1] ; ces endroits nécessiteront un reboisement complet.

Dans la zone de l'arrière, les prélèvements ont été nombreux, mais l'exploitation a été faite « avec méthode et au mieux des intérêts forestiers du pays » ; l'avenir n'est pas compromis et la production ne sera pas sensiblement diminuée.

---

[1] Dabat. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La zone de l'intérieur a fourni des quantités importantes de bois au Service du Génie, aux chemins de fer, etc. ; malgré cela, « la production de ces forêts ne paraît pas devoir être très sensiblement

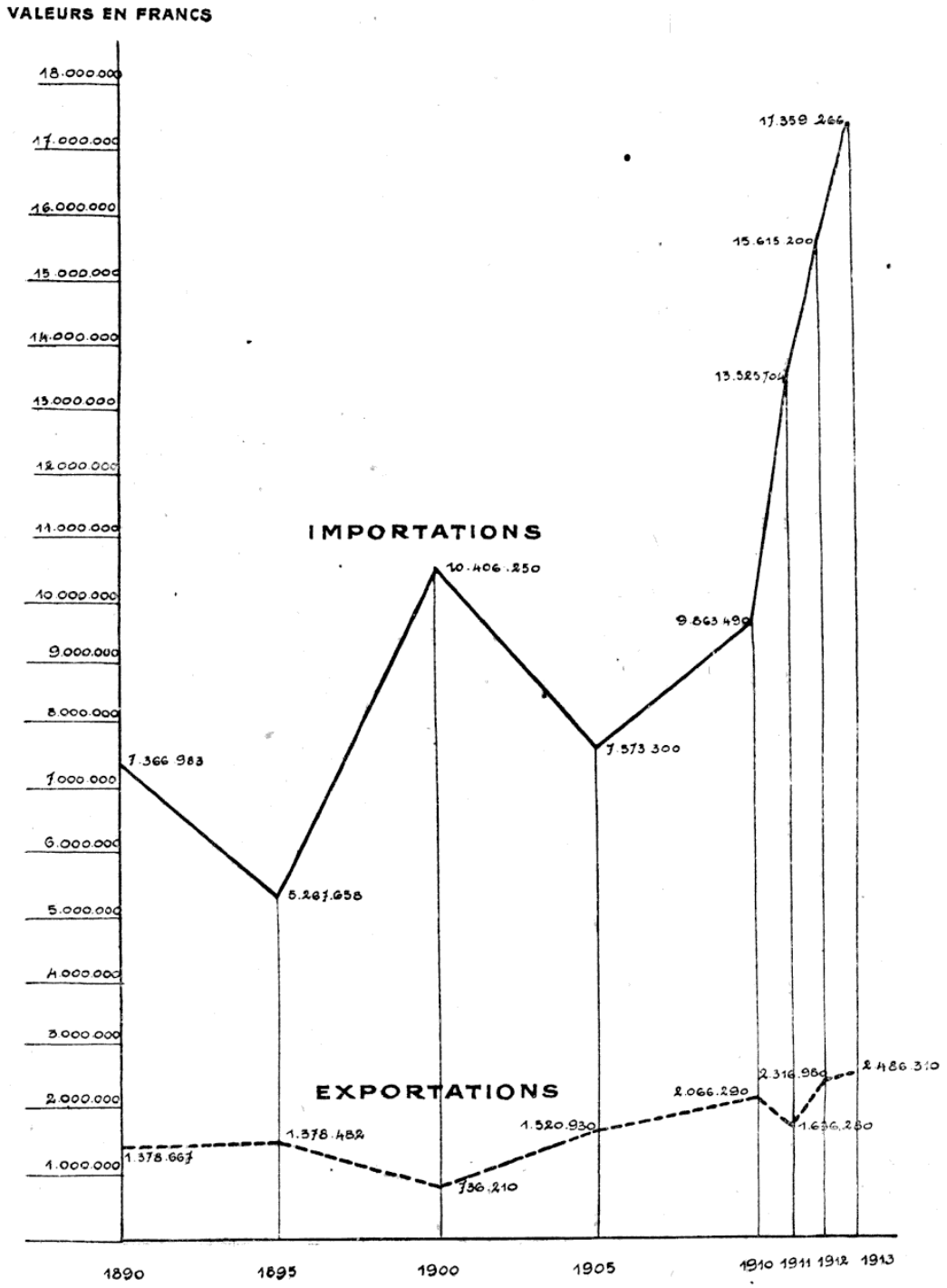


Fig. 334. — Bois exotiques. Importations et exportations françaises [valeurs] de 1890 à 1913.

réduite dans son ensemble ; toutefois, certaines catégories de bois (résineux et bois blancs propres au sciage, à la fabrication des pâtes de cellulose, des traverses, étais, piquets, etc.) ont été fortement entamées et présenteront, pour un temps donné, un déficit assez sérieux. Par contre, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bois d'œuvre d'essence dure, propres aux constructions et à la fabrication du merrain, le chêne notamment, se trouveront plutôt en excès » [1].

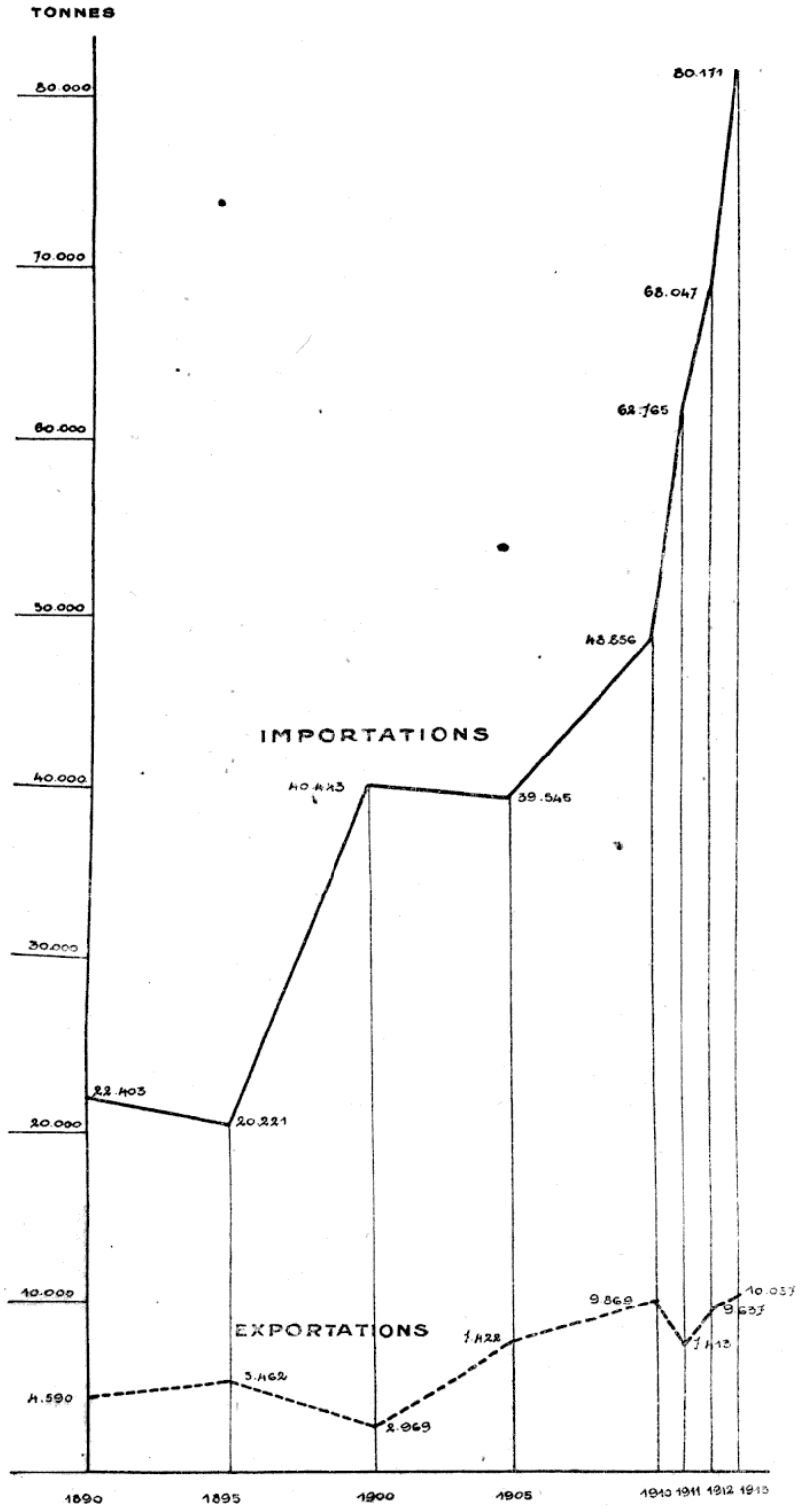


Fig. 335. — Bois exotiques. Importations et exportations françaises (tonnage) de 1890 à 1913.

[1] Dabat. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutefois, nos importations diminuant, notre consommation de guerre croissant, cette situation relativement favorable pour la zone intérieure ne s'est pas maintenue.

En résumé, on peut admettre que 584,000 hectares de la zone envahie et de la zone des combats ne pourront plus fournir de bois d'œuvre ; il faut ajouter la perte des arbres épars et des arbres d'alignement [1]. Par contre, il reste certainement du bois de chauffage.

Le déficit annuel s'élèvera au total à :

Bois d'œuvre	558,000	m. cubes.
Bois de feu	1,078,000	—
TOTAL	1,636,000	m. cubes.

Ce déficit représente 6,9 p. 100 de la production.

Effets du retour de l'Alsace et la Lorraine. — Les forêts d'Alsace-Lorraine, d'après une statistique de 1910, ont une superficie de 444,055 hectares, savoir :

Forêts domaniales	138,633	hectares.
Forêts indivises	14,254	—
Forêts communales	199,308	—
Forêts d'établissements publics	2,472	—
Forêts particulières	87,358	—
TOTAL	444,055	hectares.

D'après une statistique de 1903, elles produisaient par hectare environ 1 m. c. 67 en bois d'œuvre et 1 m. c. 25 en bois de feu.

On peut admettre que le rendement à l'hectare en 1913 était le même qu'en 1903, ce qui donne une production annuelle de 741,000 mètres cubes pour le bois d'œuvre et de 555,000 mètres cubes pour le bois de feu.

Mais, même en admettant que le capital ligneux n'ait pas été fortement entamé pendant la guerre, on ne peut faire état du bois d'œuvre pour compenser le déficit de la production française, car l'Alsace-Lorraine est un pays très industriel et très peuplé qui a de grands besoins de bois d'œuvre et dont la production sera vraisemblablement absorbée par sa consommation.

LA SITUATION FRANÇAISE À L'APRÈS-GUERRE. — Examinons la situation au point de vue du bois d'œuvre d'une part, et du bois de feu, d'autre part.

Bois d'œuvre. — Nos ressources ne seront, après la réduction calculée, que de 7,354,000 mètres cubes [1], pour satisfaire des besoins qui, avant la guerre, étaient de 10,528,000 mètres cubes [1] et vont augmenter considérablement. En effet, d'une part le commerce devra reconstituer ses stocks épuisés ; d'autre part, les industries du bois prendront de l'extension ; on estime à 5 ou 6 millions de mètres cubes par an pendant 5 ou 6 ans la quantité qui sera nécessaire à la consommation supplémentaire totale après la guerre ; dans ce chiffre ne sont pas compris les besoins de la reconstitution des régions envahies, pour lesquelles les besoins prévus sont de 10 millions de mètres cubes.

Nos importations vont donc croître considérablement.

---

[1] M. DABAT. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos colonies ne pourront-elles pas jouer un rôle important dans nos approvisionnements?

Il est tout d'abord intéressant de fixer leur production à l'avant-guerre et les pays d'utilisation.

Indiquons de suite l'exemple suivant : notre colonie du Congo fournit un bois rouge, l'*Okoumé*, qui est déjà fort utilisé. En 1912 [1], l'Europe en a reçu 106,000 tonnes dont 60,354 tonnes pour l'Allemagne (soit 57 p. 100), 18,180 tonnes pour l'Angleterre (soit 17 p. 100), 16,300 tonnes pour la Hollande (soit 15,4 p. 100), 11.000 tonnes pour la France (soit 10,4 p. 100).

Notre pays ne profite donc pas de ses ressources coloniales.

Bien mieux [1], pour les constructions qui y sont faites, on fait venir le sapin du Nord, cela aussi bien en Afrique équatoriale qu'en Algérie et au Maroc.

Quelle est la capacité actuelle de production de nos colonies?

D'après une note présentée en 1916 à la section de l'Afrique équatoriale par M. du Vivier de Streel, le territoire boisé de cette colonie est estimé à 30,000,000 hectares alors que les forêts de France ne couvrent qu'une surface de 9,886,701 hectares.

Les disponibilités approximatives en bois sur pied des colonies françaises d'Afrique centrale sont indiquées sur le tableau suivant, établi, d'après les indications de M. le Chef de bataillon Bertin.

INDICATIONS DES DIVERSES SORTES DE BOIS.	BOIS EN GRUMES.			TOTAUX.
	CÔTE D'IVOIRE.	GABON.	CAMEROUN.	
	mètres cubes.	mètres cubes.	mètres cubes.	mètres cubes.
1° Okoumé	//	60,000,000	//	60,000,000
2° Bois paraissant susceptibles de remplacer :				
Le chêne	24,000,000	45,000,000	35,000,000	104,000,000
Le noyer	6,000,000	30,000,000	7,000,000	43,000,000
Le frêne	2,000,000	4,000,000	2,000,000	8,000,000
L'orme	2,000,000	4,000,000	2 000,000	8,000,000
Le pin et le sapin (1)	30,000,000	30,000,000	30,000,000	90,000,000
Le peuplier	36,000,000	90,000,000	30,000,000	156,000,000
3° Bois durs pour traverses de chemins de fer	25,000,000	90,000,000	30,000,000	145,000,000
	125,000,000	353,000,000	136,000,000	614,000,000
4° Bois pour pâtes de cellulose	30,000,000	100,000,000	30,000,000	160,000,000
Totaux	155,000,000	453,000,000	166,000,000	774,000,000

(1) Ont été considérés comme pouvant remplacer le pin et le sapin les bois de densité et dureté moyennes, capables de donner de bons résultats *dans la menuiserie* courante, bien qu'ils n'aient pour la plupart que peu de ressemblance avec les bois résineux du Nord et avec les bois résineux de France.

On peut donc augmenter considérablement l'importation de nos bois coloniaux.

Mais, pour cela, différentes mesures sont nécessaires.

Il faut importer les bois sciés et non en grume, ce qui diminue de 50 p. 100 le tonnage à importer. Il est donc nécessaire d'établir des scieries sur place. Ces mesures sont en cours d'exécution : le Ministère des Colonies s'en est préoccupé, la Chambre syndicale des Importateurs de Bois africains s'efforce de constituer un groupement qui établira les ateliers nécessaires.

---

[1] M. Dabat. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un projet de loi est actuellement déposé pour procéder à la constitution de stocks de bois provenant des colonies françaises.

Ces approvisionnements, constitués par les soins de l'État avec le concours des colonies, seraient importés en France dès que les circonstances le permettront et seront livrés soit aux services, soit aux organismes qui seront chargés de la reconstruction dans les régions envahies, soit enfin aux particuliers.

D'autre part, on devra se retourner vers le Canada, fournisseur tout indiqué.

Enfin, il faut prendre toutes mesures pour augmenter notre production métropolitaine en dehors de la restauration des parties dévastées. A cet effet, on doit attirer l'attention sur le rendement possible des plantations le long de nos routes et de nos canaux. Avec un aménagement rationnel, nos routes pourraient fournir 700,000 mètres cubes de bois d'œuvre annuellement, les accotements donneraient 500,000 mètres cubes sans parler des 5,000 kilomètres de canaux que nous possédons, et qui peuvent être plantés de peupliers [1].

Les moyens à utiliser pour porter notre production au maximum peuvent être résumés comme suit [1] :

1° *L'allongement des révolutions des taillis* là où les essences et les conditions de végétation le permettront, c'est-à-dire par leur exploitation à des âges plus avancés, de façon à en retirer des bois d'industrie (perches et étais) au lieu de menu bois de feu ;

2° Par le maintien sur les taillis d'une *réserve d'arbres* de futaie plus nombreux que par le passé ;

3° *Par l'enrésinement des taillis* de faible rendement, principalement dans les régions montagneuses, c'est-à-dire par la substitution du sapin, de l'épicéa et des divers pins aux essences feuillues afin de produire du bois d'œuvre à la place de bois de feu ;

4° *Par la conversion des taillis* sous futaie en futaie pleine partout où ce régime sera susceptible d'assurer la production des gros bois dans des conditions avantageuses.

Ces diverses mesures, les trois premières principalement, dont la réalisation est poursuivie depuis de longues années par l'Administration des Eaux et Forêts dans les bois dont elle a la gestion, doivent être accentuées encore, spécialement dans les forêts communales où souvent l'opposition des municipalités a entravé leur mise en vigueur, et elles s'imposeront à tous les propriétaires particuliers suffisamment avertis et soucieux de leurs intérêts ;

5° Par *le reboisement* des terrains incultes et improductifs (landes, terrains vagues, etc.) qui, comme on le sait, occupent aujourd'hui encore une surface importante sur notre territoire national. Il est d'ailleurs permis de croire que l'exploitation intensive et très rémunératrice des résineux, la consommation énorme de bois moyens, les besoins en pâte à papier et en bois de mines inciteront les propriétaires de terrains susceptibles de reboisement à mettre ceux-ci en valeur par voie de semis ou de plantation d'essences forestières ;

6° *Par la plantation* aussi générale que possible, en bonnes essences forestières, du bord des *routes et canaux*, avec application à ces arbres d'un aménagement rationnel, permettant d'en recueillir régulièrement la production au mieux des intérêts de la consommation et du Trésor ;

7° Par la reconstitution des *plantations de peupliers* dans les vallées où elles ont été détruites, et la création de nouvelles plantations de cette même essence.

---

[1] Dabat. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bois de feu. — Nous étions largement exportateurs avant la guerre. Le déficit indiqué plus haut ne correspond qu'à 6 p. 100 de notre production d'avant-guerre, mais il pourra être comblé facilement à l'aide de nos ressources : mise en valeur de massifs inexploités, meilleure utilisation des produits, exploitation de bois plus jeunes, etc.

Résumé de la situation.

1° Bois d'œuvre. — *Avant-guerre :*

Production	7,912,000	m. cubes.
Importation	2,230,000	—
Exportation	482,000	—
Consommation	9,660,000	—

Après-guerre. — La production en 1913, y compris celle de la Lorraine, s'est élevée à 8,653,000 mètres cubes. Il faut diminuer ce chiffre d'une quantité assez forte pour tenir compte de l'exploitation intensive de nos forêts au cours de la guerre.

La *consommation* sera très élevée, étant donnée la reconstituton des régions envahies et toute la consommation industrielle.

2° Bois de feu. — *Avant-guerre :*

Production	17,392,000	m. cubes.
Importation	32,950	—
Exportation	132,000	—
Consommation	17,292,950	—

Après-guerre. — La production de 1913, y compris celle de la Lorraine, s'est élevée à 17,947,000 mètres cubes.

La production sera certainement de beaucoup inférieure à ce chiffre étant donné l'exploitation intensive de nos forêts pendant la guerre, alors que nos besoins augmenteront considérablement, nos réserves étant complétement épuisées.

Pour conclure, la situation n'apparaît pas aussi mauvaise qu'on pouvait le craindre.

La diminution de production et l'augmentation de consommation peuvent être, très probablement, compensées par l'apport de nos colonies.

Cependant, pendant quelques années au moins, durant la reconstitution des régions envahies nous aurons de fortes importations [1].

---

[1] Les importations et exportations sont indiquées en *tonnes*, sur le tableau général du commerce et de la navigation publié par la Direction générale des Douanes. Ces chiffres ont été transformés en mètres cubes, en prenant pour densité *700 kilogrammes par mètre cube.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

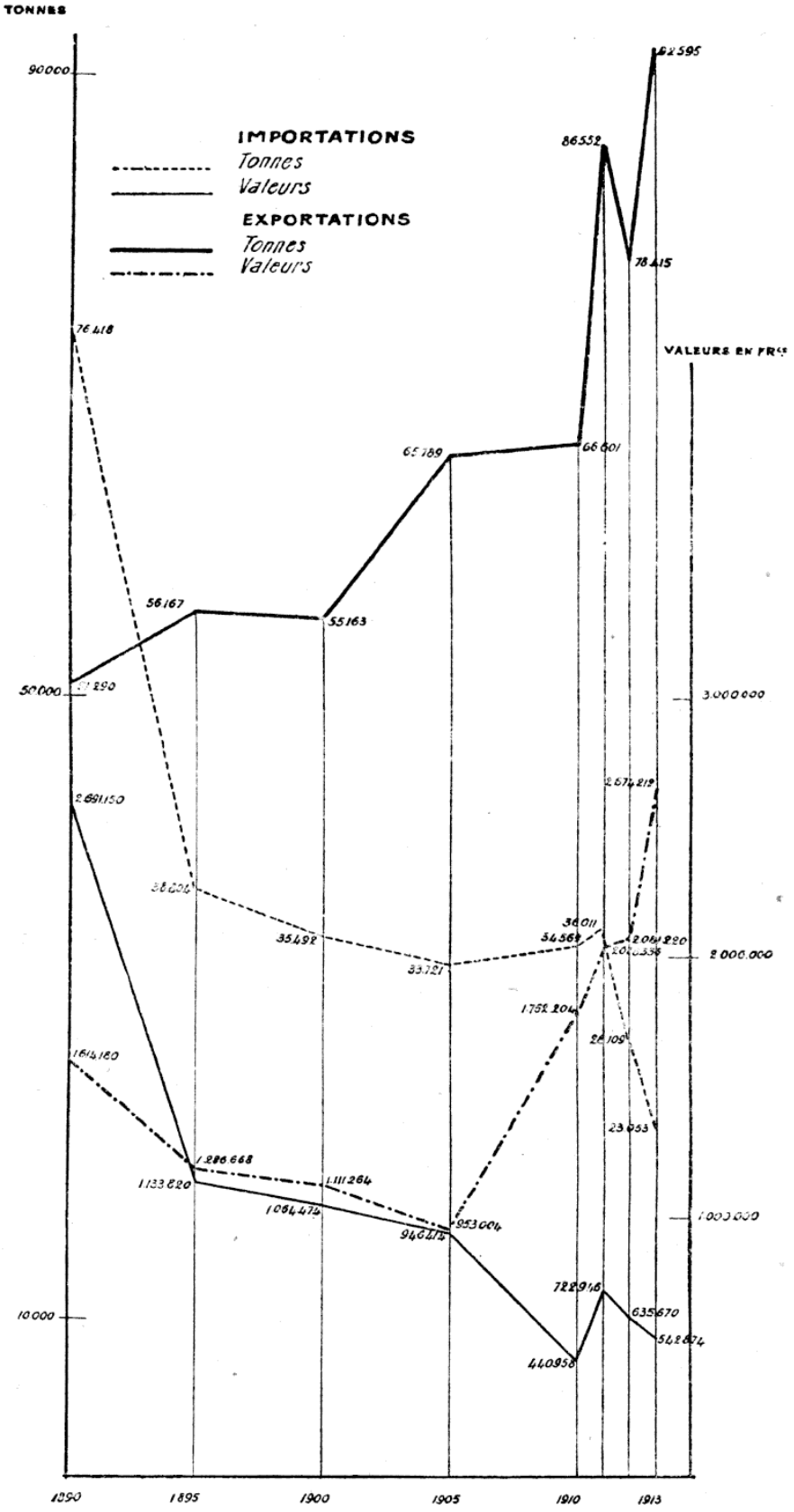


Fig. 336. — Bois de feu. Importations et exportations françaises [tonnages] de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. LES INDUSTRIES DU BOIS.

Coup d'œil général. — Les courbes donnant les variations des importations et des exportations des meubles et ouvrages en bois sont reproduites dans la figure 337. Elles montrent que, dans l'ensemble, les importations sont nettement inférieures aux exportations, tant au point de vue tonnage,

exportations = 4 fois les importations,

que valeur :

exportations = 1,8 importations,

et que d'ailleurs l'augmentation des unes comme des autres n'est pas importante (de 1900 à 1913, environ 1,7 à 2 p. 100) en poids.

Voici, pour 1913, la répartition générale par pays de notre commerce extérieur :

PAYS.	IMPORTATIONS FRANÇAISES.		EXPORTATIONS FRANÇAISES.	
	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.	QUANTITÉS.	POURCENTAGE.
	tonnes.		tonnes.	
Belgique	5,289	18.0	6,578	6.5
Grande-Bretagne	4,935	16.7	4,031	4 8
Allemagne	4,569	14.8	2,038	1.7
Russie	2,274	7.7	//	//
États-Unis	2,212	7.5	//	//
Autriche-Hongrie	1,865	6.4	31	//
Colonies françaises	293	1.0	74,978	63.0
Divers	7,911	//	31,152	//
Totaux	29,348		118,808	

Passons rapidement en revue les principales industries du bois en laissant de côté l'ameublement traité dans le chapitre XLIV.

Scieries et parqueteries. — Ces industries sont fort en retard dans notre pays; outillage et organisation modernes y sont presque inconnus, aussi bien dans les ateliers de nos ports que dans ceux de nos régions boisées.

Charpentes en bois et menuiserie de bâtiment. — L'exportation est très faible : 1 million de francs [1]. Cependant ces industries occupaient 239,099 personnes en 1906, dont 151,000 dans la menuiserie de bâtiment. Le problème de l'apprentissage joue dans ces industries un rôle capital.

Carrosserie, wagonnage et charronnage. — Ces fabrications doivent se développer sous l'influence du développement de l'automobile et des besoins des chemins de fer. C'est là que les bois coloniaux trouveront le plus fort débouché.

La fabrication de cadres, baguettes et moulures en bois. — Cette industrie doit retenir l'atten-

[1] M. Woelckel. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion; elle peut prendre un certain développement. Avant guerre, les Allemands fournissaient une grande partie des besoins des différents pays [1].

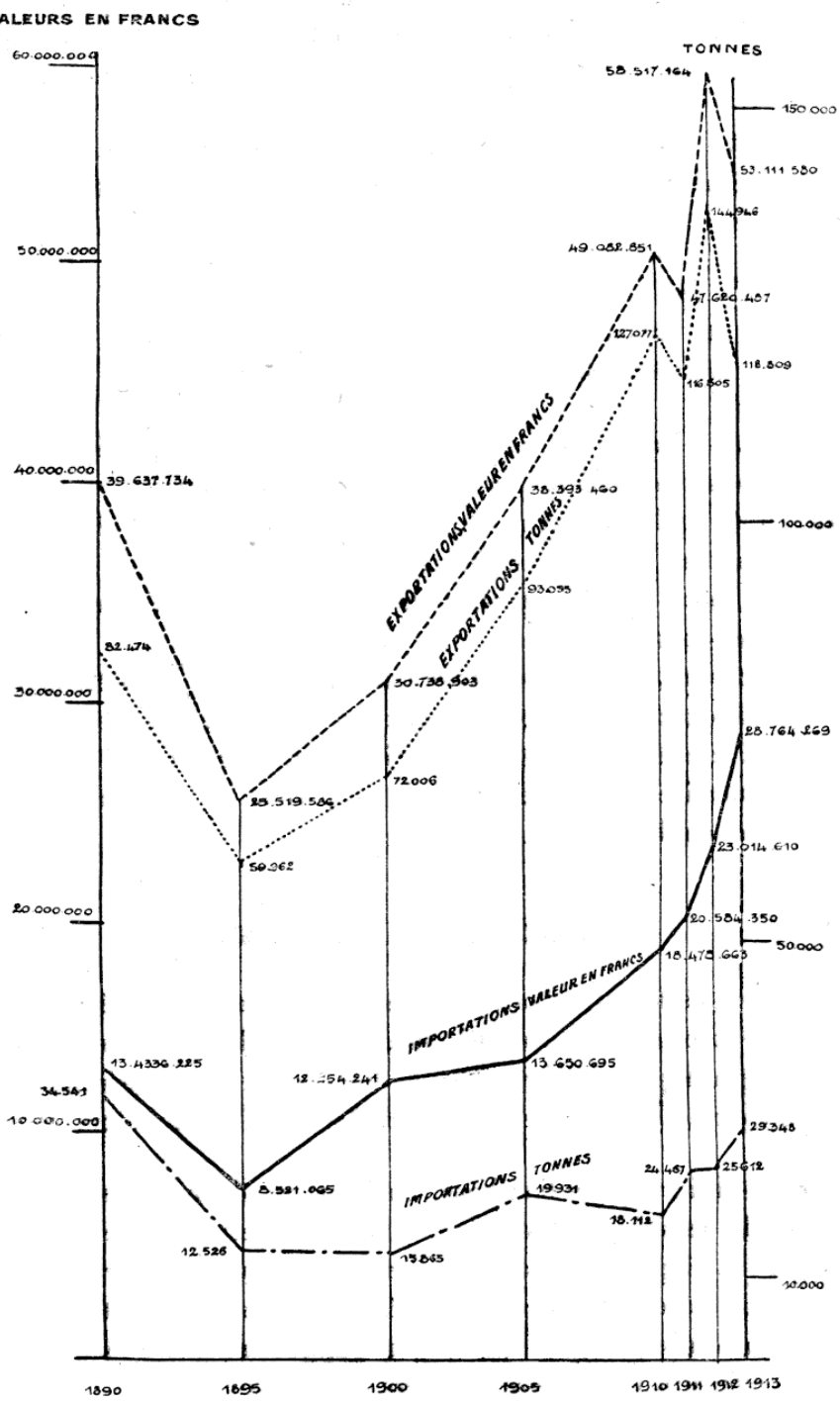


Fig. 337. — Meubles et ouvrages en bois. Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

En 1913, nos importations s'élevaient à 325 tonnes représentant 162,000 francs, dont 169 tonnes venaient de Belgique et 97 tonnes d'Allemagne.

[1] M. Woelckel. Rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les exportations s'élevaient à 286 tonnes, représentant 200,620 francs, dont 50 p. 100 s'en allaient vers les colonies.

Il est signalé que cette industrie souffrait dans ses matières premières, obligée qu'elle était de s'approvisionner en Allemagne pour les métaux en feuilles et en poudre, ainsi qu'en machines-outils. Mais, nous l'avons déjà indiqué, la France fabrique maintenant ces produits.

Les bois contreplaqués. — Des usines se sont créées depuis la guerre pour faire les bois contreplaqués, très utiles, spécialement en aviation. Les bois africains, notamment l'okoumé, trouvent là d'importants débouchés.

La tonnellerie. — En 1913, la France a exporté pour 17 millions de fûts vides, mais il faut noter que ces fûts ont été obtenus avec des merrains d'importation. Sans doute cette fabrication peut-elle prendre une grande importance.

Admission temporaire. — Mais, pour cela, il faut solutionner une question posée depuis longtemps : *l'admission temporaire des bois du Nord et d'Amérique et des merrains.*

Elle est capitale. Consulté le 17 juin 1911, le Comité consultatif des Arts et Manufactures a donné un avis favorable pour les bois de sapin, pin et pitchpin.

Il est indispensable, pour le développement de nos exportations d'ouvrages en bois, que la mesure soit définitivement adoptée.

Le Ministre de l'Agriculture, préoccupé de l'intérêt des propriétaires des forêts françaises, a toujours été opposé à l'admission temporaire des bois en raison des abus auxquels elle peut donner lieu. Les bois débités ne peuvent en effet être représentés à l'identique et la sortie à l'équivalent soulève la grave question de l'évaluation des déchets dont la proportion varie suivant les débits et, pour chaque débit, suivant les outils employés.

C. L'INDUSTRIE DU LIÈGE.

Cultivé spécialement en Espagne, en Portugal, dans le Sud de la France (département des Landes, du Lot-et-Garonne, du Tarn, des Pyrénées-Orientales, du Var, des Alpes-Maritimes), en Corse, en Sardaigne, en Sicile et en Algérie, le chêne spécial, dont l'écorce constitue le liège, a un rendement très variable : 4,000 à 9,000 kilogrammes à l'hectare [1] suivant l'âge de l'arbre, le terrain, etc.

Très utilisé dans la fabrication des bouchons, du linoléum, de multiples agglomérés, employé soit à cause de sa faible densité (articles de pêche, passementerie, casques), soit à cause de ses propriétés calorifuges (enveloppes diverses, semelles de chaussures, coiffures pour colonies, machines à glace, etc.), le liège présente des qualités très différentes; c'est ainsi que la matière destinée à la préparation du bouchon de Champagne demande un choix tout particulier que l'on ne trouve pas encore, affirment les intéressés, dans les lièges nationaux.

Situation avant la guerre. — *Situation mondiale.* — En 1913, la production mondiale a atteint 130,000 tonnes dont les 9/10 ont été utilisés dans la fabrication des bouchons [1].

---

[1] Comité de Restrictions des Approvisionnements et du Commerce de l'ennemi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les surfaces plantées en chênes-lièges atteignaient en 1913 :

	HECTARES.
France	148,420
Algérie	460,000
Portugal	210,000
Espagne	340,000
Tunisie et Maroc	526,000
ENSEMBLE	1,684,420

La production a été :

	TONNES.
France	1,200
Algérie	16,000
Tunisie	1,500
Portugal	56,000
Espagne	32,000
Italie	7,000

Le Portugal et l'Espagne exportent presque entièrement leur production; l'Italie seule satisfait en partie à ses propres besoins.

L'Angleterre consomme environ 45,000 tonnes qu'elle fait venir principalement du Portugal et d'Espagne, et surtout à l'état brut (90 p. 100). L'Allemagne est gros consommateur de liège brut ; elle importe 20,000 tonnes, surtout du Portugal.

Situation française. — La production française en 1913 se résume de la façon suivante :

DÉPARTEMENTS.	SURFACE PLANTÉE.	PRODUCTION.	VALEUR de LA PRODUCTION.	NOMBRE D'USINES travaillant le liège.
	hectares.	tonnes.	francs.	
Var	105,000	110,000	8,500,000	150
Alpes-Maritimes	4,500	400	175,000	Néant.
Lot-et-Garonne	11,000	250	165,000	Très nombreuses.
Landes	1,300	600	360,000	Importantes.
Pyrénées-Orientales	1,900	200	220,000	25
Corse	18,600	1,600	120,000	Peu importantes.

La production de l'Algérie s'est élevée, en 1913, à 16,000 tonnes avec une superficie de forêts de 425,000 hectares. La production est particulièrement intense dans les environs de Philippeville (4,400 tonnes produites), de Djidjelli (4,000 tonnes), de Bône-Guelma (3,500 tonnes); la Grande Kabylie produit 1,200 tonnes, les environs de Bougie (1,050 tonnes).

La préparation du liège se fait en grand dans une trentaine d'usines algériennes, mais on ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compte aucune usine d'agglomérés et peu de fabriques s'occupent de liège ouvré. Cependant on prépare en grande quantité les bouchons, notamment dans la province d'Oran (3 à 4 millions de bouchons), dans la province d'Alger (12 millions), dans la région de Philippeville (30 millions), etc. La production de l'Algérie atteint 67 millions de bouchons de qualité ordinaire, d'une valeur de 400,000 francs; sur cette quantité, 30 millions sont exportés en France.

Le Maroc compte de très nombreuses et importantes forêts qui représentent de grandes surfaces couvertes de chênes-lièges; on en connaît déjà 400,000 hectares. Elles ne donnent pas encore lieu à une exploitation régulière.

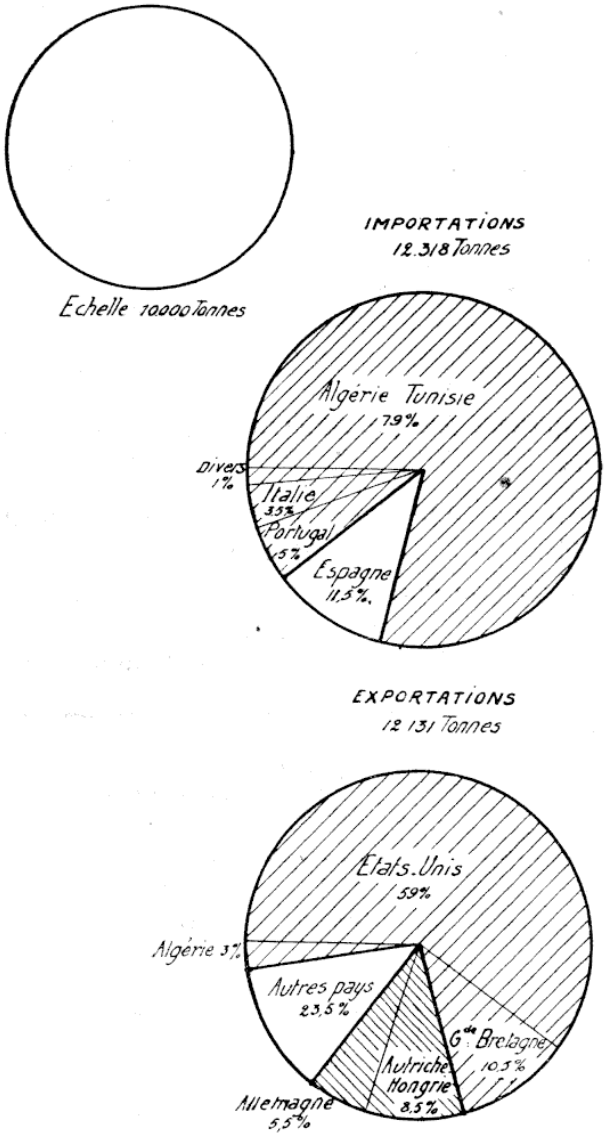


Fig. 338. — Liège brut ou en planches. Importations et exportations françaises en 1913.

Le commerce extérieur français doit être étudié :

a) Pour le liège brut, râpé ou en planches;

b) Pour les bouchons et les autres ouvrages en liège.

Les courbes des figures 338 à 343 donnent les variations des importations et des exportations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que les importations de liège brut qui avaient diminué de 1890 à 1900 ont augmenté en 1905, puis diminué; mais elles suivaient une courbe ascendante depuis 1911.

Les exportations de produits ouvrés suivent à peu près les mêmes fluctuations; il est compréhensible que la production française ne suffisait pas à tous les besoins.

L'exportation des produits bruts a augmenté elle aussi, amenée par l'impossibilité de faire en France certains bouchons plats qui rentraient ensuite une fois fabriqués.

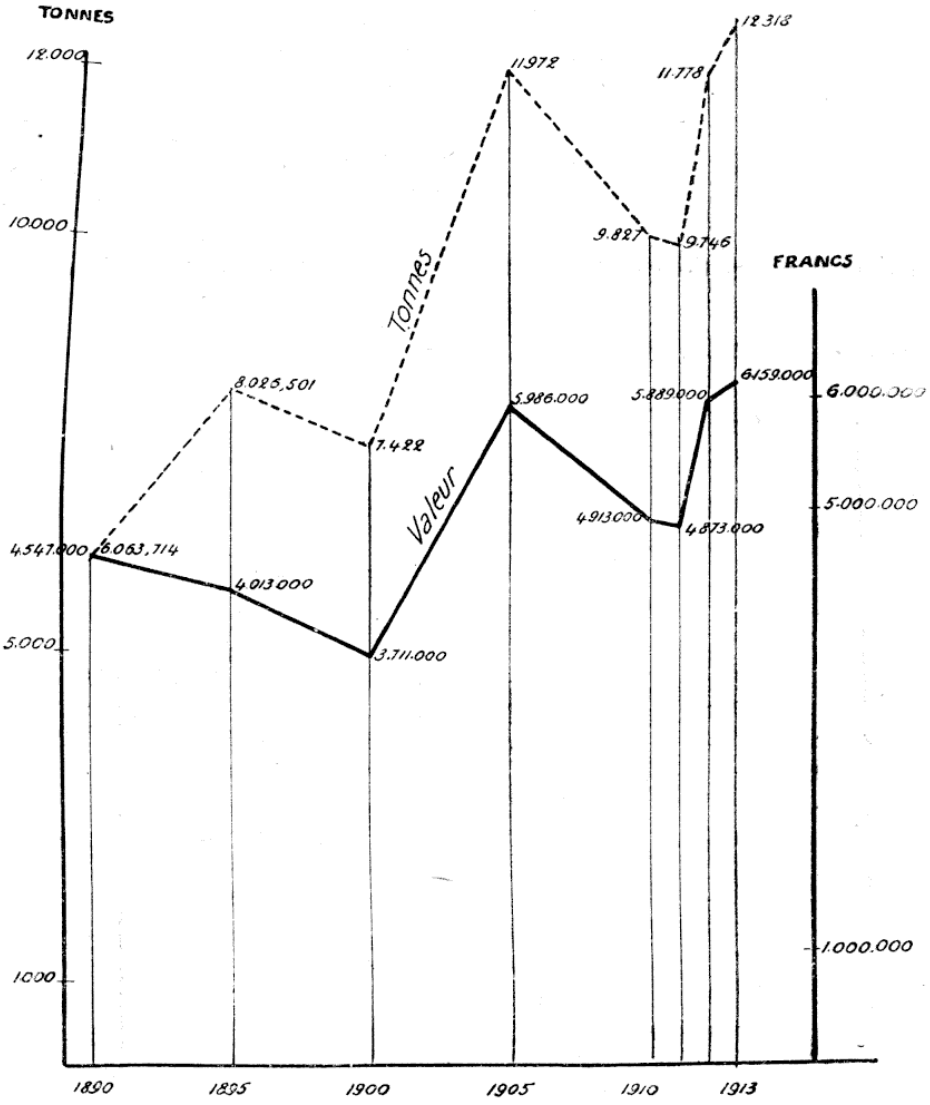


Fig. 339. — Liège brut râpé ou en planches. (Importations françaises [valeurs et tonnages] de 1890 à 1913.)

Pour les bouchons et les autres ouvrages en liège, les importations de 1890 à 1910 ont crû dans une très forte proportion (approximativement de 1 à 3) pour rester sensiblement les mêmes pendant les années suivantes: les exportations qui avaient légèrement décrû de 1890 à 1900 ont augmenté de 1900 à 1910 pour, comme les importations, conserver ensuite à peu de chose près la même valeur. On peut en conclure que la consommation française avait considérablement augmenté; il en a été de même pour les bouchages de bouteilles de liquides destinés à l'exportation (vins mousseux, eaux minérales).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici d'ailleurs, résumés pour 1913, les détails de notre commerce extérieur :

LIÈGE BRUT, RÂPÉ OU EN PLANCHES

IMPORTATIONS		EXPORTATIONS	
Tonnage	12,318 tonnes	Tonnage	12,131 tonnes
Valeur	6,159,000 francs	Valeur	6,065,000 francs
dont détail :		dont détail :	
Portugal	619 tonnes	Allemagne	669 tonnes
Espagne	1,402	Autriche-Hongrie	1,048
Italie	444	États-Unis	7.095
Algérie-Tunisie	9,759	Algérie	377
Autres pays	94	Grande-Bretagne	1,285
		Autres pays	1,657

Les importations et exportations sont sensiblement égales en tonnage et en valeur.

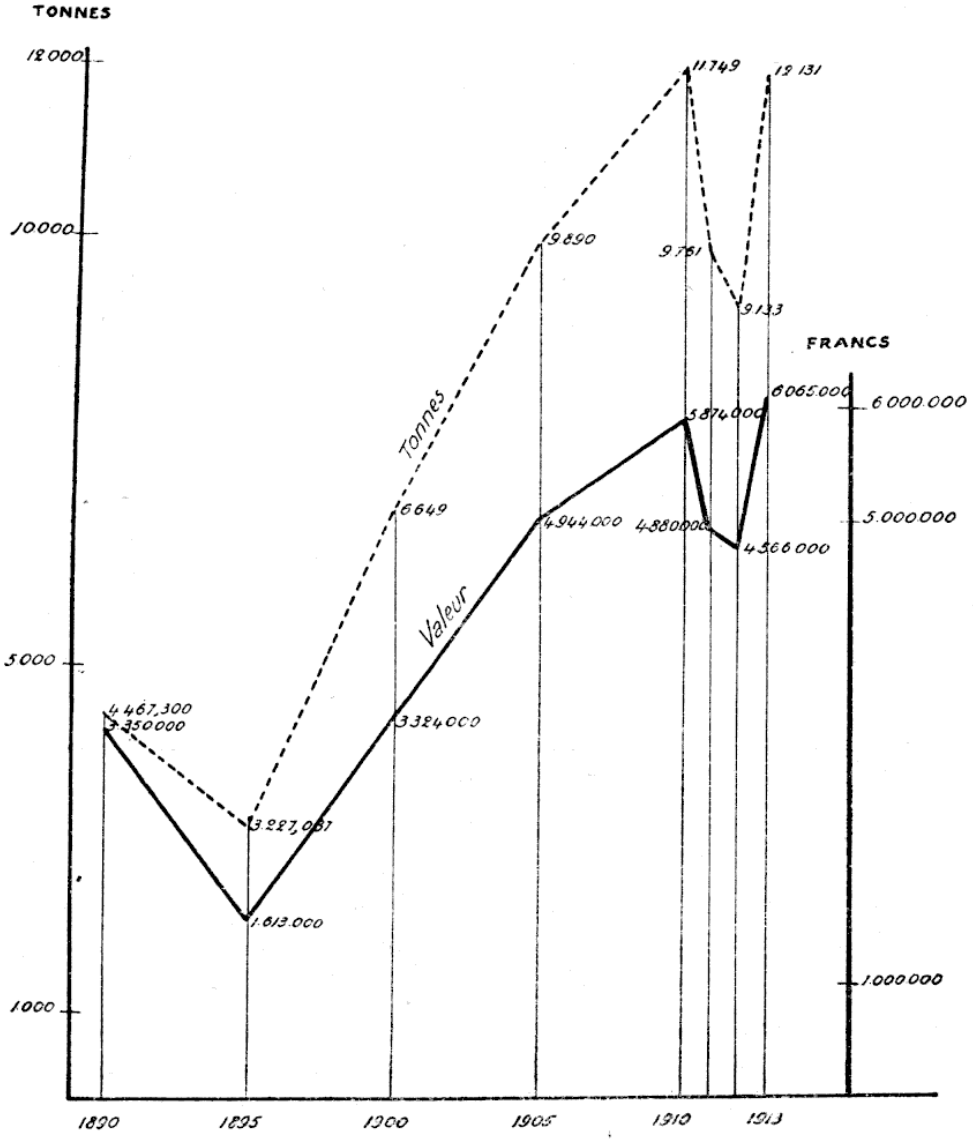


Fig. 340. — Liège brut râpé ou en planches. Exportations françaises [valeurs et tonnages] de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LIÈGE EN BOUCHONS ET AUTRES OUVRAGES

IMPORTATIONS		EXPORTATIONS	
Tonnage	1,879 ton. 3	Tonnage	1,046 ton. 9
Valeur	10,618,045 francs	Valeur	6,909,540 francs
dont détail :		dont détail :	
Espagne	1,172	Allemagne	124
Algérie	343 3	Belgique	150 7
Autres pays	364	Espagne	40
		États-Unis	155 3
		Algérie-Tunisie	50 7
		Colonies	182 4
		Autres pays	343 8

La valeur d'importation est supérieure à celle d'exportation.

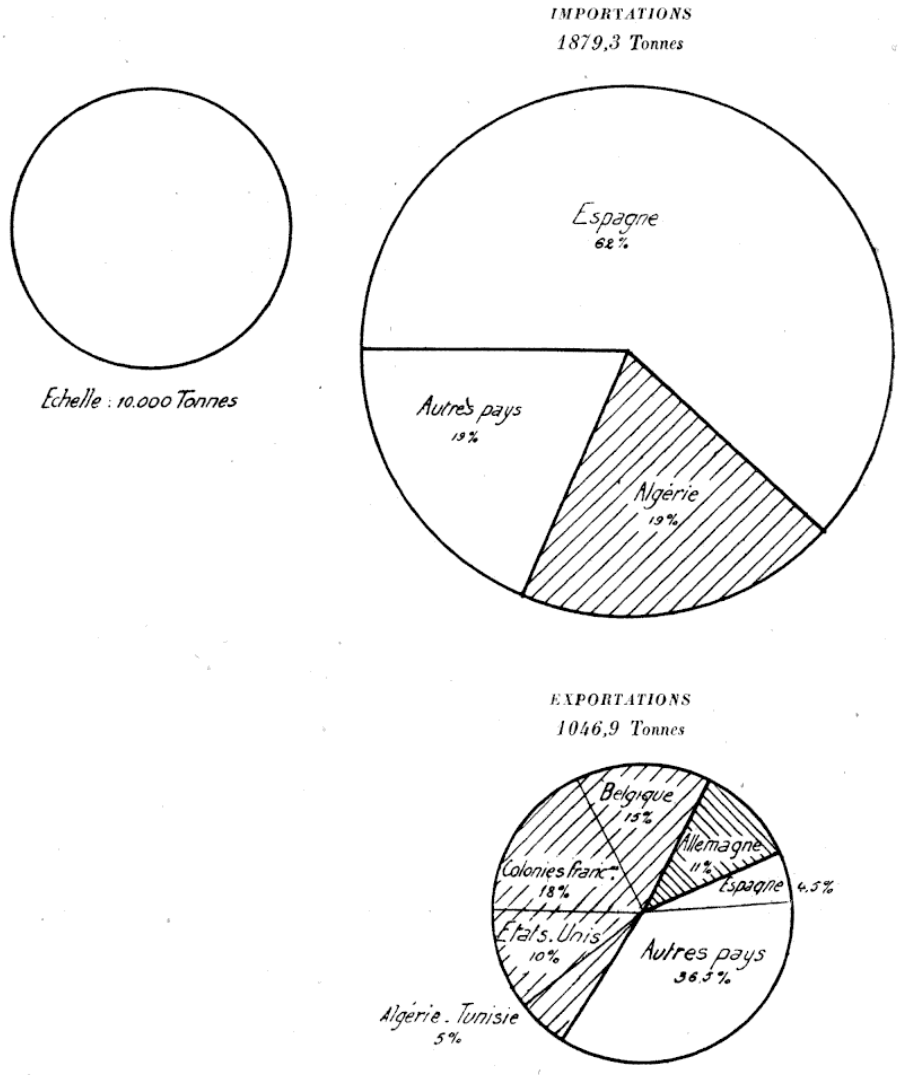


Fig. 341. — Liège ouvré en bouchons. Importations et exportations françaises en 1913.

SITUATION PENDANT LA GUERRE. — Pendant la durée de la guerre, l'industrie française du liège a subi les vicissitudes communes à beaucoup d'autres industries ; la difficulté de la main-d'œuvre, des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

transports maritimes et terrestres ont empêché les producteurs de répondre aux demandes dans les proportions qui leur étaient adressées. Il a fallu notamment faire appel à l'importation d'Espagne pour donner satisfaction aux besoins des vins de Champagne ; un accord entre les Gouvernements

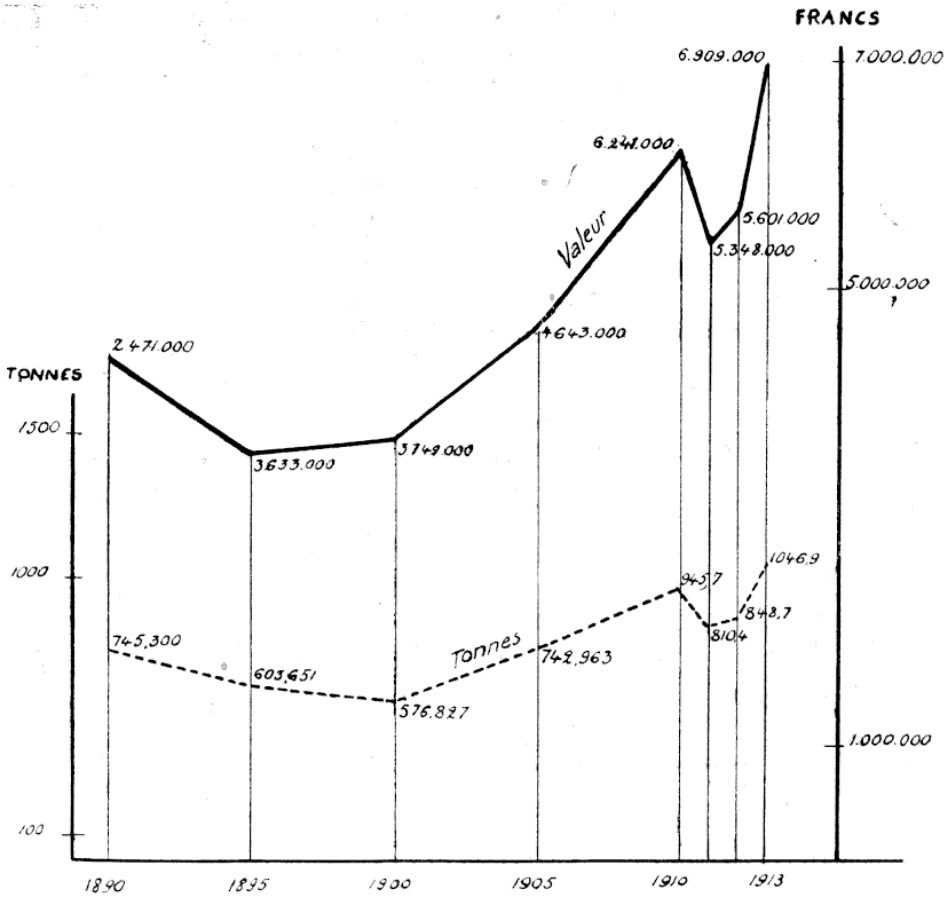


Fig. 342. — Bouchons et ouvrages en liège. Importations françaises (valeur et tonnage) de 1890 à 1913.

français et espagnol avait d'ailleurs prévu l'entrée d'un fort contingent de liège brut et ouvré basé sur la moyenne des importations des cinq dernières années.

La production algérienne et tunisienne exploitée moins intensivement que de coutume est restée longtemps en Afrique avant d'arriver à la métropole par suite du manque de navires.

L'étranger qui a souffert de la guerre ou de sa répercussion n'a pas, en général, pu expédier ses lièges spéciaux réclamés par l'industrie française.

Voici d'ailleurs le résumé des importations du liège pendant les quatre années 1914-1915-1916-1917 :

LIÈGE BRUT, RÂPÉ OU EN PLANCHES :

ANNÉES.	PORTUGAL.	ESPAGNE.	ITALIE.	ALGÉRIE.	AUTRES PAYS.	TOTAL.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1914	378	959	644	4,847	220	7,048
1915	453	254	123	4 963	1	5,794
1916	251	308	30	7,616	291	8,496
1917	45	239	39	4,046	43	4,412

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

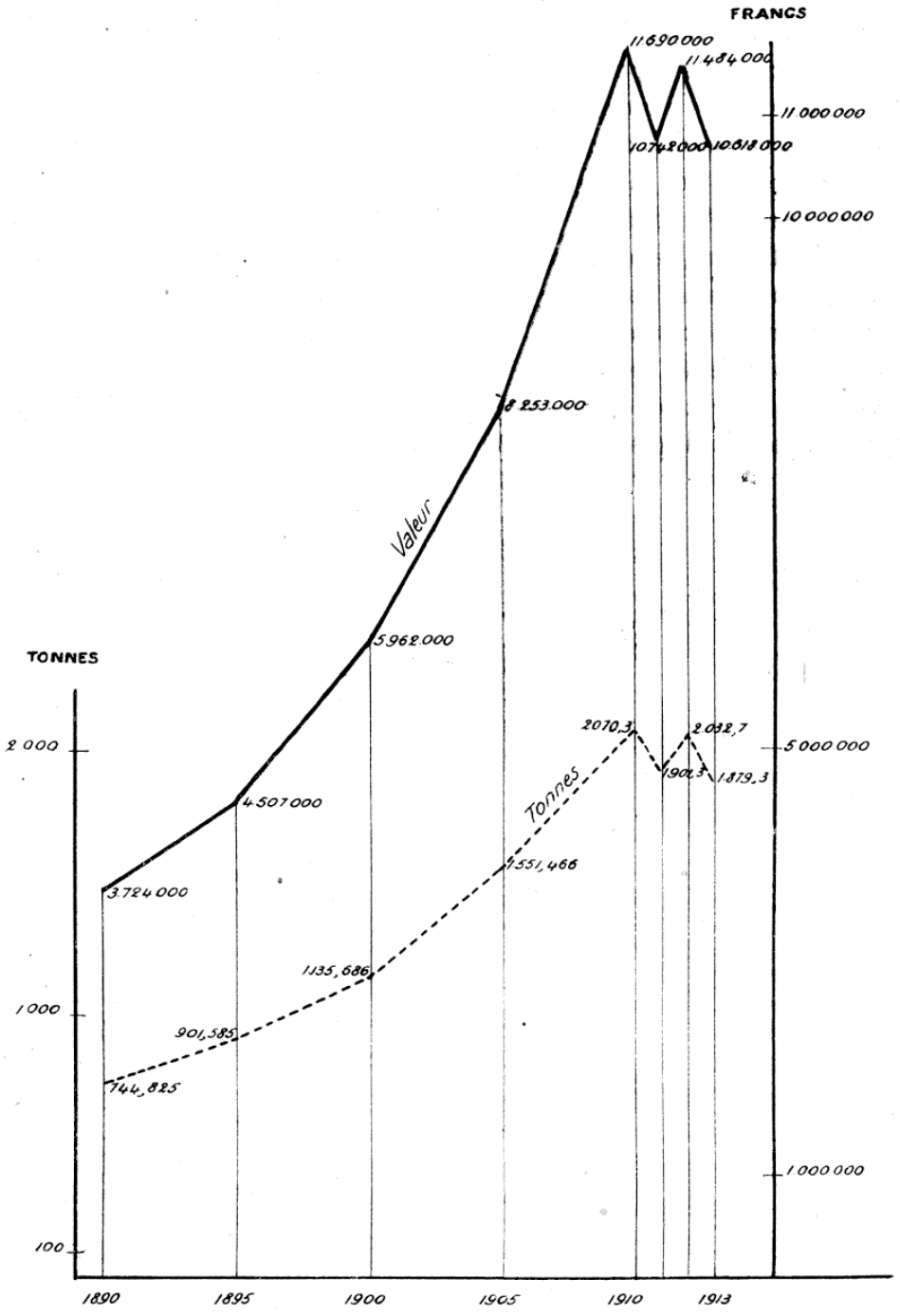


Fig. 343. — Bouchons et ouvrages en liège. Importations françaises (valeur et tonnage) de 1890 à 1913.

LIÈGE OUVRÉ ET EN BOUCHONS :

	TONNES.
Années 1914	1,144 400
— 1915	749 3
— 1916	881 8
— 1917	1,009 3

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Situation après la guerre. — *Situation française.* — Qu'adviendra-t-il après la guerre de l'industrie du liège ? Les centres les plus importants pour la fabrication française du liège ouvré, le Var et le Lot-et-Garonne, qui possèdent le plus grand nombre d'usines, semblent se préparer à lutter contre la concurrence étrangère en modernisant, malheureusement trop timidement, leurs ateliers et en tentant l'utilisation de certains lièges algériens et indigènes renommés pour leurs qualités dans le bouchage des vins mousseux. Il y aura là un rôle patriotique à jouer par le commerce des vins de ne conserver le bouchage par les lièges d'Espagne que dans des cas exceptionnels.

Les besoins, d'autre part, seront plus grands que jamais, beaucoup d'industries qui employaient le liège n'ayant pu fonctionner pendant la guerre et les nouvelles installations d'usines à reconstruire devant absorber ce produit comme isolant, cloisons légères, parquets, plafonds, etc.

L'exploitation raisonnée des ressources encore peu connues du Maroc, s'ajoutant à la production des forêts françaises, algériennes et tunisiennes, doit permettre, dans un avenir rapproché, à notre pays d'éviter, sauf pour les lièges de très fine contexture, de recourir à l'importation de l'étranger.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXII.

L'INDUSTRIE DU PAPIER.

1° Matières premières.

La question des matières premières domine toute l'industrie du papier. Elle doit donc être étudiée avec précision à trois points de vue :

a. Notre situation avant la guerre ;
b. Les modifications apportées par la guerre ;
c. La situation possible à l'après-guerre.

La situation française avant la guerre. — Les matières premières de la papeterie sont, en laissant de côté les produits chimiques et le charbon, les produits destinés à faire la pâte.

Ce sont les chiffons, les bois et pailles et enfin les vieux papiers.

Notons de suite qu'en 1913 la France consommait [1] :

Pâte mécanique	350,000 tonnes.
Pâte chimique	295,000 —
Au total	645,000 —

Sur ces 645,000 tonnes, 465,000 provenaient de l'étranger, se répartissant en :

Pâte mécanique	260,000 tonnes.
Pâte chimique [2]	205,000 —

et 180,000 seulement étaient préparées en France.

La pâte de chiffons représente 26,000 tonnes de pâte spéciale qui est employée pour les papiers de qualité supérieure.

Drilles. — Les courbes de la figure 344 donnent les importations et les exportations des drilles (en poids et en prix). Celles de la figure 345 donnent les importations et les exportations des drilles détaillées comme suit :

a. Chiffons de laine sans mélange (1890 à 1913) ;
b. Vieux papiers, rognures et déchets (1910 à 1913) ;
c. Autres drilles de toutes espèces (y compris les vieux cordages [1910 à 1913]).

---

[1] Rapport de M. Keufer au Comité consultatif des Arts et Manufactures.

[2] Quelques notables fabricants nous donnent pour 1913 les chiffres suivants :

Consommation en pâte	mécanique. .	296,000 tonnes dont		155,000	importées et	141,000	de notre fabrication.	
	chimique. . .	338,000	— —	205,000	—	133,000	—	—
Totaux		634,000	— —	355,000	—	274,000	—	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

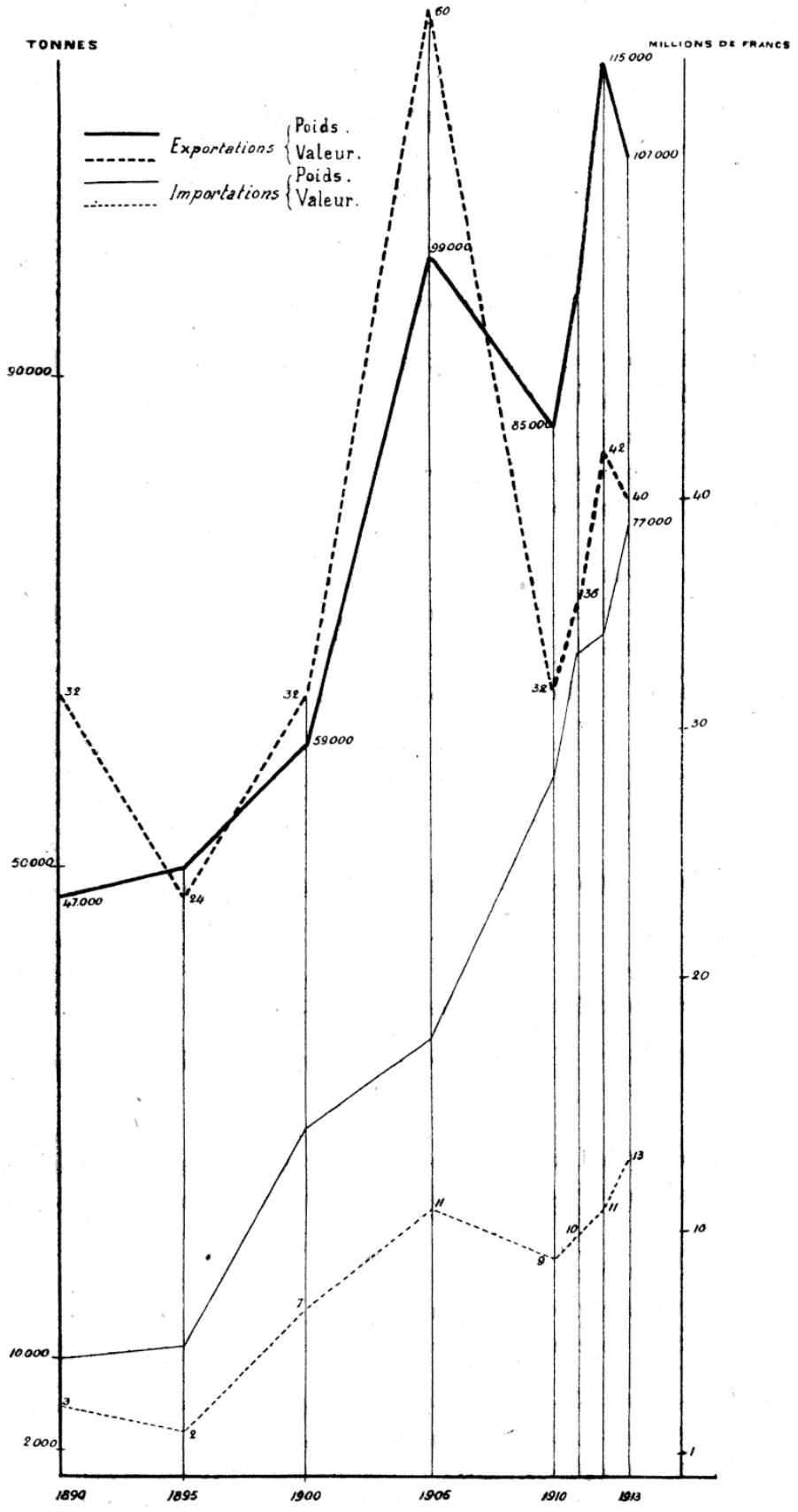


Fig. 3 4. — **Drilles.** — Importations et exportations françaises (valeur et tonnage) de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

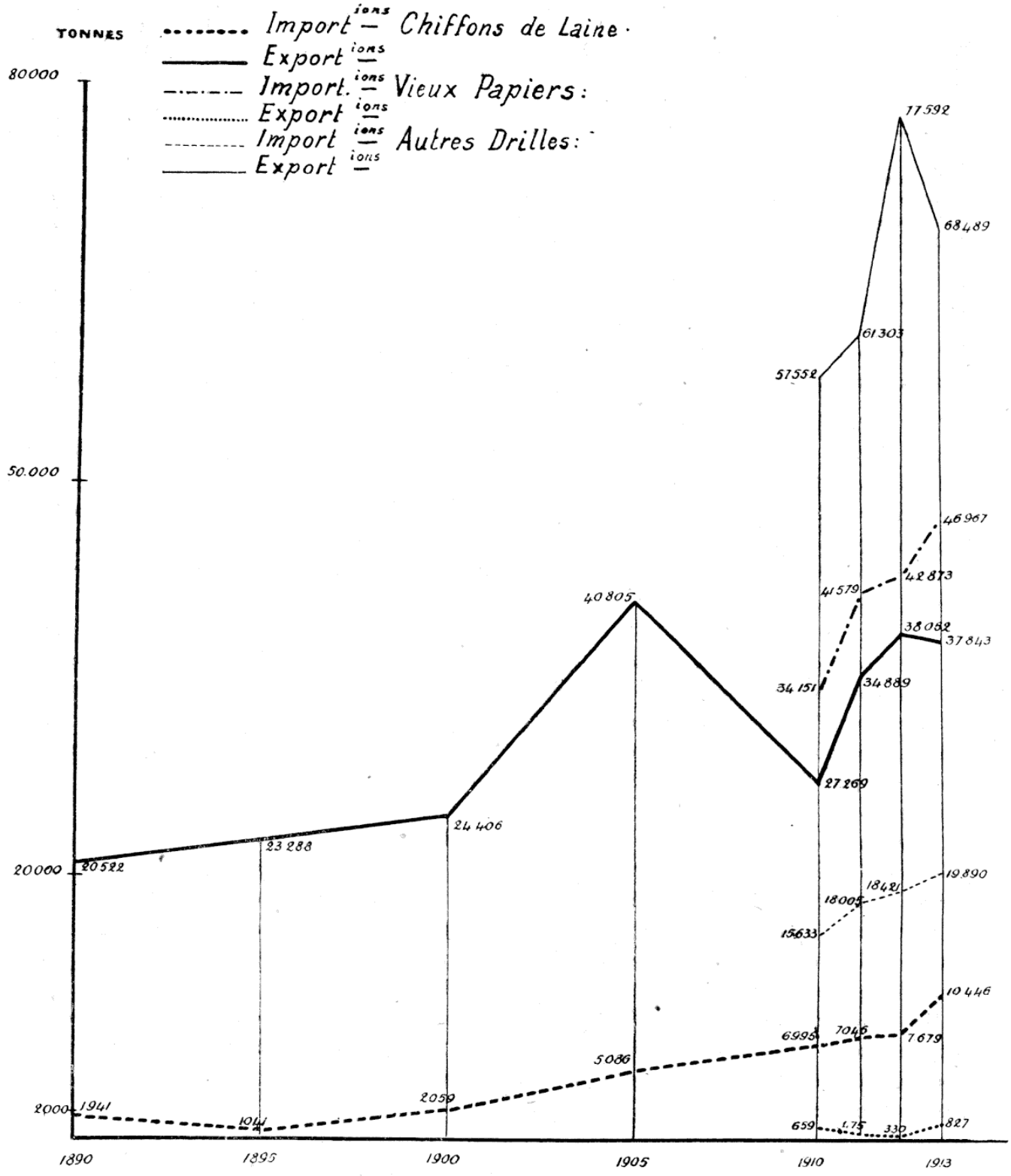


Fig. 345. — Drilles. — Importations et exportations françaises de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour l'année 1913, le détail de nos exportations se résume de la façon suivante (en tonnes) :

PAYS.	VIEUX PAPIERS.	CHIFFONS DE LAINE. (1)	AUTRES DRILLES de TOUTES ESPÈCES (y compris les vieux cordages).
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Allemagne	71	4.287	13,779
Belgique	447	16,878	19,879
Angleterre	100	11,592	19,381
Divers	209	5,086	15.450
TOTAUX	827	37.843	68,489

(1) Nous avons fait figurer ici les chiffons de laine qui sont devenus une matière première importante de la papeterie pour la fabrication des cartons bitumés, industrie qui prend un grand développement dans notre pays.

Nos importations étaient assez importantes; 47,000 tonnes environ de vieux papiers venant surtout d'Angleterre; 10,000 tonnes de chiffons de laine; 20,000 tonnes pour les autres drilles.

La papeterie française consomme environ 40 millions de kilogr. de chiffons [1]. On voit donc la perte importante de matières par suite de nos exportations. Les intérêts des chiffonniers et des papetiers semblent avoir toujours été en opposition, et il apparaît bien que nos chiffonniers trouvaient sur le marché étranger, notamment en Allemagne, des prix plus avantageux que sur le marché national.

Bois et pâtes de bois. — A part le sapin, le tremble et le peuplier, la plupart des bois français sont inutilisables pour la papeterie. C'est à peine si 650,000 hectares de nos forêts conviennent à ces fabrications [2] et encore faut-il compter 630,000 hectares de pins donnant une pâte peu intéressante. Le véritable arbre à papier, l'*épicea*, est rare dans notre pays. C'est donc à l'étranger, spécialement aux pays Scandinaves, à la Finlande et à la Russie, que nous devons nous adresser pour les bois à pâtes.

Il est bon de noter que la Russie, gros producteur de bois, nous en envoyait fort peu. En 1911 [2], elle a expédié 166 millions de pouds en Angleterre, 138 en Allemagne et 17 seulement en France : sur ces 17 millions de pouds, 264,000 étaient destinés à la fabrication du papier.

En résumé, la France produisait environ 500,000 stères de bois pour papier; elle en importait autant de l'étranger. On peut noter que la fabrication totale des pâtes chimique et mécanique employées par notre pays eût demandé 3 millions de stères [3].

Mais actuellement la question a changé d'orientation : ces différents pays qui exportaient les bois préparent la pâte qu'ils expédient, au lieu et place du bois; ceci, du moins, pour la Suède et la Norvège avant la guerre. On a commencé par y produire la pâte mécanique ; à l'heure actuelle on y prépare la pâte chimique [4].

---

[1] Lettre du Président du Syndicat des Fabricants de Papier à M. le Ministre du Commerce, 11 mars 1916.

[2] M. le Député CROLARD, discours à la Chambre des Députés, 20 mai 1915.

[3] Rapport de l'Office national du Papier à M. le Ministre du Commerce, 10 octobre 1918.

[4] La Suède, la Norvège et le Canada poussent plus loin la fabrication : ils multiplient les fabriques de papier et deviennent pour nous de redoutables concurrents dans les genres papiers communs pour l'impression et l'emballage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

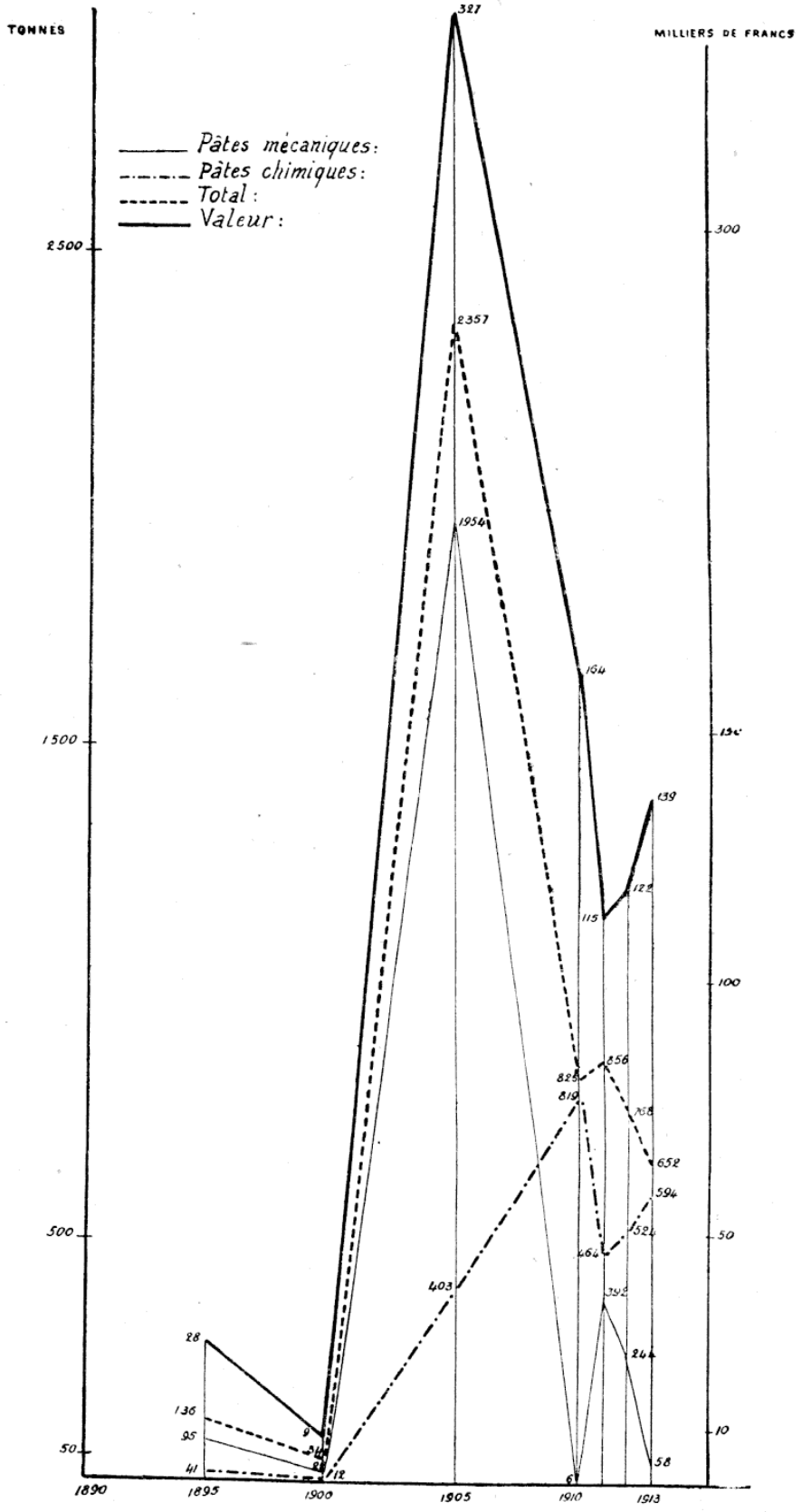


Fig. 346. — **Exportations françaises de pâtes de cellulose de 1890 à 1913.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il ne faut pas omettre qu'un pays allié, le Canada, est très gros producteur d'*épicea* et que, bien que les États-Unis s'y approvisionnent très largement, nous pourrons faire des achats sur ce marché.

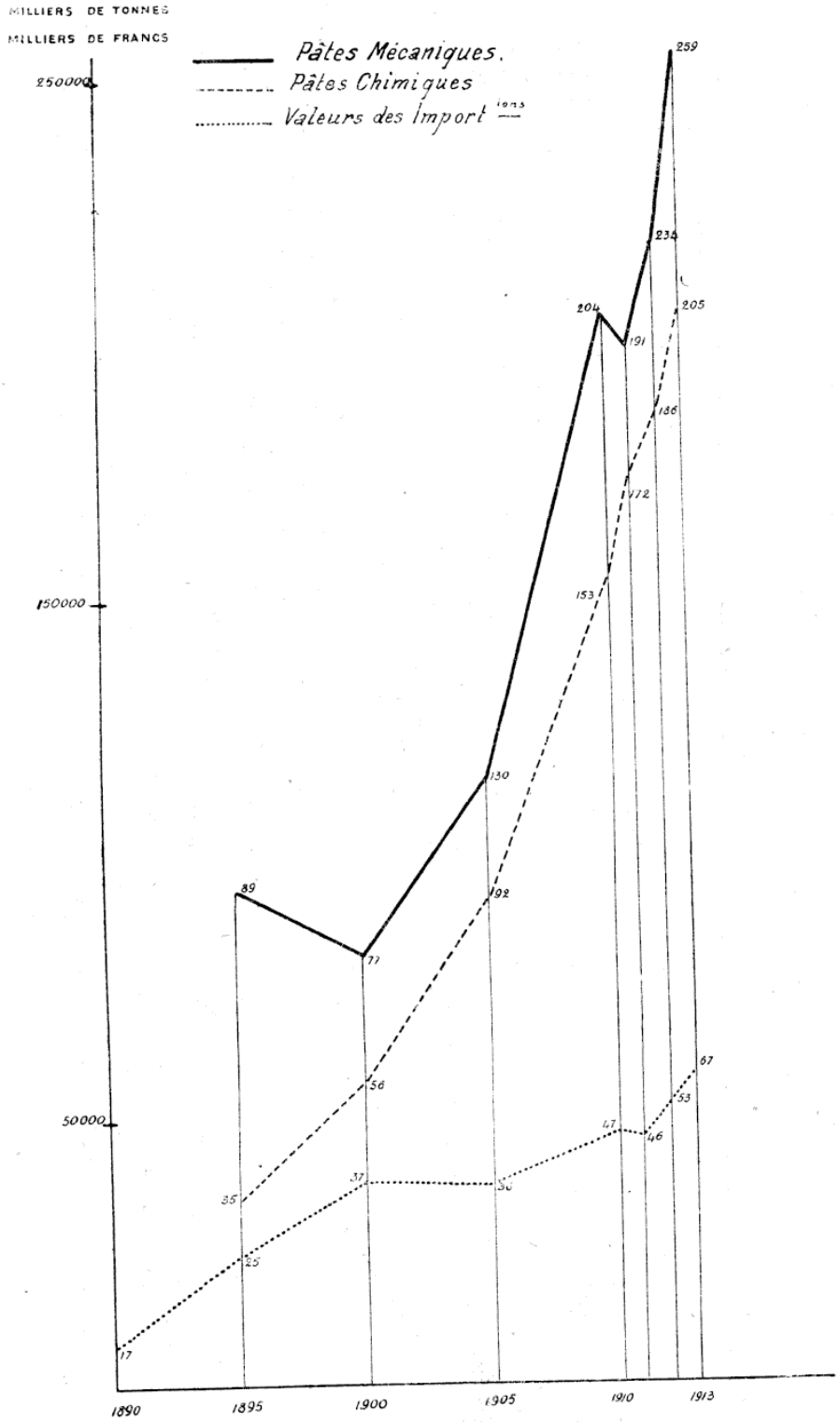


Fig. 347. — Importations de pâtes de cellulose en France de 1890 à 1913.

Les usines qui, en France, font la pâte de bois sont situées :

Ou bien en pays de montagnes, près des forêts et de la force hydraulique (Isère, notamment) ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La situation française pendant la guerre. — Nul n'ignore la crise du papier apportée par la guerre; elle a pris une forme aiguë par suite du manque d'approvisionnements en matières premières : charbon, pâte et bois. De plus, les usines du Nord et de l'Est furent envahies[1]. Des difficultés de matériel vinrent s'ajouter, les toiles métalliques et le feutre manquèrent. Le droit de douane fut abaissé de 10 francs à 0 fr. 50 (droit de statistique), pour les pâtes de cellulose mécanique ou chimique, le papier pour journaux et les papiers autres que ceux de fantaisie, dits à la mécanique, et pesant plus de 30 grammes au mètre carré; cette suppression n'a été admise que pour la durée des hostilités et trois mois après les hostilités.

La guerre a eu, d'ailleurs, quelques effets qui ne sont pas sans intérêt : le manque de matières premières a conduit à une meilleure utilisation de celles que nous possédions, notamment les chiffons et les vieux papiers. Pour employer les premiers, on a remis en état quelques piles défileuses.

Les vieux papiers ont donné lieu, non sans quelques difficultés, à une cueillette, irrégulière d'ailleurs, et, en février 1916, ils représentaient 35 p. 100 des matières mises en œuvre[2].

D'un autre côté, il faut bien noter que des pays exportateurs de bois sont devenus fabricants de pâtes, pâtes mécaniques, pâtes chimiques. La Suède et la Norvège, nous l'avons dit, opéraient ainsi avant la guerre (la Suède exportait 100 millions de pâtes); la Finlande et le Canada les ont imitées depuis les hostilités.

Situation française à l'après-guerre. — Les efforts les plus importants sont donc nécessaires si l'on veut donner à notre industrie papetière un essor nouveau, basé sur l'emploi des matières nationales, de la métropole ou des colonies.

Ces efforts sont-ils possibles ? Quelles sont nos ressources ?

En France, il faudrait, suivant le désir exprimé à maintes reprises :

1° Se livrer à la culture, très aisée assure-t-on, du peuplier du Canada. En 20 ans, un tel arbre aurait un tronc d'un diamètre de 0 m. 40 et une hauteur de 8 mètres[3] ;

2° Chercher à acclimater le mûrier à papier;

3° Utiliser les sarments de vigne, le genêt, etc. ;

Mais nos ressources coloniales sont remarquables à côté de nos ressources métropolitaines; cherchons à en montrer l'importance.

L'Afrique du Nord nous offre des matières du plus haut intérêt; ce sont les pailles d'orge et de lin, que l'on peut avoir en abondance dans le voisinage de la mer, en Algérie et en Tunisie, dans une région où le charbon parviendrait facilement (ces matières nécessitant 4 à 5 tonnes de charbon pour 10 ou 12 tonnes de papier); ce sont la ramie et le palmier nain; et surtout l'alfa, dont le développement est énorme; l'Algérie possède 5 millions d'hectares couverts d'alfa, et produit 1 million de tonnes par an; la Tunisie accuse 2 millions d'hectares et donne 300,000 tonnes. En moyenne, on admet qu'un hectare fournit 500 à 2,000 kilogrammes d'alfa.

---

[1] En 1917, il n'y avait plus que 374 machines contre 622 en 1914.

[2] Jean Poirier. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

[3] Il faut 20 ans pour utiliser les plantations de peupliers, beaucoup plus pour les pins de montagne. C'est un rendement lointain qui décourage les particuliers, aussi est-ce aux départements, aux communes et à l'État qu'il faut faire un pressant appel en leur demandant d'urgence de planter les terres souvent inutilisées qui leur appartiennent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La situation française pendant la guerre. — Nul n'ignore la crise du papier apportée par la guerre; elle a pris une forme aiguë par suite du manque d'approvisionnements en matières premières : charbon, pâte et bois. De plus, les usines du Nord et de l'Est furent envahies[1]. Des difficultés de matériel vinrent s'ajouter, les toiles métalliques et le feutre manquèrent. Le droit de douane fut abaissé de 10 francs à 0 fr. 50 (droit de statistique), pour les pâtes de cellulose mécanique ou chimique, le papier pour journaux et les papiers autres que ceux de fantaisie, dits à la mécanique, et pesant plus de 30 grammes au mètre carré; cette suppression n'a été admise que pour la durée des hostilités et trois mois après les hostilités.

La guerre a eu, d'ailleurs, quelques effets qui ne sont pas sans intérêt : le manque de matières premières a conduit à une meilleure utilisation de celles que nous possédions, notamment les chiffons et les vieux papiers. Pour employer les premiers, on a remis en état quelques piles défileuses.

Les vieux papiers ont donné lieu, non sans quelques difficultés, à une cueillette, irrégulière d'ailleurs, et, en février 1916, ils représentaient 35 p. 100 des matières mises en œuvre[2].

D'un autre côté, il faut bien noter que des pays exportateurs de bois sont devenus fabricants de pâtes, pâtes mécaniques, pâtes chimiques. La Suède et la Norvège, nous l'avons dit, opéraient ainsi avant la guerre (la Suède exportait 100 millions de pâtes); la Finlande et le Canada les ont imitées depuis les hostilités.

Situation française à l'après-guerre. — Les efforts les plus importants sont donc nécessaires si l'on veut donner à notre industrie papetière un essor nouveau, basé sur l'emploi des matières nationales, de la métropole ou des colonies.

Ces efforts sont-ils possibles ? Quelles sont nos ressources ?

En France, il faudrait, suivant le désir exprimé à maintes reprises :

1° Se livrer à la culture, très aisée assure-t-on, du peuplier du Canada. En 20 ans, un tel arbre aurait un tronc d'un diamètre de 0 m. 40 et une hauteur de 8 mètres[3] ;

2° Chercher à acclimater le mûrier à papier;

3° Utiliser les sarments de vigne, le genêt, etc. ;

Mais nos ressources coloniales sont remarquables à côté de nos ressources métropolitaines; cherchons à en montrer l'importance.

L'Afrique du Nord nous offre des matières du plus haut intérêt; ce sont les pailles d'orge et de lin, que l'on peut avoir en abondance dans le voisinage de la mer, en Algérie et en Tunisie, dans une région où le charbon parviendrait facilement (ces matières nécessitant 4 à 5 tonnes de charbon pour 10 ou 12 tonnes de papier); ce sont la ramie et le palmier nain; et surtout l'alfa, dont le développement est énorme; l'Algérie possède 5 millions d'hectares couverts d'alfa, et produit 1 million de tonnes par an; la Tunisie accuse 2 millions d'hectares et donne 300,000 tonnes. En moyenne, on admet qu'un hectare fournit 500 à 2,000 kilogrammes d'alfa.

---

[1] En 1917, il n'y avait plus que 374 machines contre 622 en 1914.

[2] Jean Poirier. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

[3] Il faut 20 ans pour utiliser les plantations de peupliers, beaucoup plus pour les pins de montagne. C'est un rendement lointain qui décourage les particuliers, aussi est-ce aux départements, aux communes et à l'État qu'il faut faire un pressant appel en leur demandant d'urgence de planter les terres souvent inutilisées qui leur appartiennent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'alfa est actuellement utilisé pour la sparterie, la vannerie, la corderie, et aussi pour la papeterie; mais ce n'est guère que l'étranger qui l'utilise à cet usage, cela à un point tel, que l'on a pu regarder l'emploi de l'alfa en papeterie comme un véritable monopole de l'industrie britannique [1]. On admet généralement, avec de Montessus de Ballore, qu'un papier obtenu avec:

75 d'alfa, 10 de chiffons et 15 de bisulfite, offre une très grande résistance.

En 1913, l'Algérie a exporté, au total : 113,600 tonnes dont la répartition s'est faite comme suit : Angleterre, 104,200 tonnes, soit : 91.7 p. 100; France, 860 tonnes, soit : 0.7 p. 100; Italie, Espagne, Portugal, Maroc, le reste.

En 1907, la Tunisie a exporté au total 300,000 quintaux, dont 247,000, soit 82.3 p. 100, vers l'Angleterre, et 5,000, soit 1.6 p. 100, vers la France.

De plus, une usine anglaise a été construite sur place. En France, 3 papeteries seulement utilisent l'alfa.

Une autre usine a été édifiée dans le département de Constantine; une autre était en projet en Algérie au moment de la mobilisation.

D'aucuns affirment que les usines françaises ne peuvent envisager la généralisation de l'emploi de l'alfa par suite des frais de transport et de transformation. D'autres, notamment MM. Crolard, Montessus de Ballore, soutiennent l'opinion contraire; certains précisent en disant que l'on peut produire, avec ce végétal les 100 kilogrammes de pâte à 40 francs et que l'excellent papier fait avec mi-partie alfa et mi-partie coton reviendrait à 70 francs les 100 kilogrammes [2].

M. André Le Chatelier a publié, en septembre 1917, dans la *Revue scientifique*, un remarquable article sur le traitement des matières premières offertes par l'Afrique du Nord.

D'ailleurs, l'avenir ne serait-il pas dans la transformation sur place de l'alfa en pâte ou demi-pâte que l'on exporterait et cela, autant que possible, par les fabricants mêmes de papier?

On a envisagé la création d'un certain nombre d'usines pour le traitement. Mais il est nécessaire qu'elles soient situées convenablement, non seulement pour recevoir aisément le charbon et les produits chimiques, mais bien aussi au point de vue de l'approvisionnement en eau assez pure; car il faut 300 à 400 litres d'eau pure pour 1 kilogramme de pâte.

Enfin, il ne faut pas omettre le problème de la conservation de la pâte qui ne se poserait pas pour la demi-pâte.

Cependant, un essai très intéressant fut tenté en 1906 : la Société franco-africaine de pâtes d'alfa créa une usine d'essai à Medjey (département de Constantine); elle produisait, par an, 800 tonnes de pâtes qui furent vendues en France et surtout en Allemagne, où elle obtint un réel succès.

Mais, en 1912, elle ferma, ne trouvant pas la quantité d'eau qui lui était nécessaire et éprouvant, dit-on, quelques déboires au point de vue technique. Son transport aux environs d'Alger était décidé avec des modifications dans les procédés utilisés lorsque la guerre survint.

Il semble donc bien que l'emploi de l'alfa dans la fabrication du papier soit sorti des périodes expérimentales et que son essor doit être envisagé avec grande confiance.

L'Afrique Occidentale française offre des ressources moins abondantes que le Nord africain, mais cependant fort intéressantes; la fabrication du textile utilisant le chanvre sauvage donne d'utiles déchets; le papyrus, abondant au Tchad, au Dahomey et au Sénégal, donne un rendement de 60 p. 100 et cela avec une dépense en produits chimiques très faible, 6 p. 100 [2]; le sorgho, le

[1] Pendant la guerre, les papeteries du Dauphiné ont utilisé une assez grande quantité de pâtes d'alfa.

[2] M. Jean Poirier. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

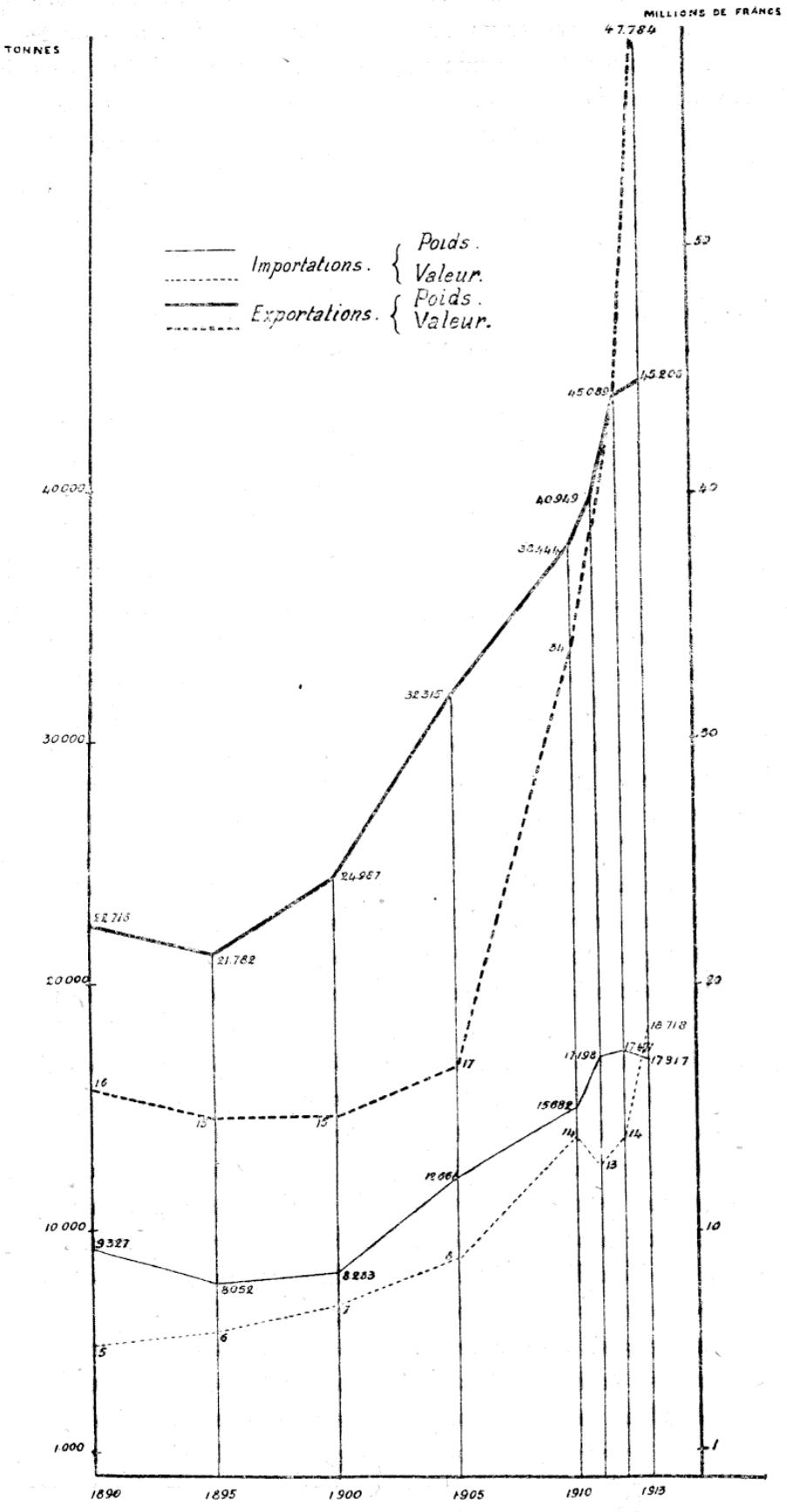


Fig. 549. — **Papiers : Importations et Exportations, de 1890 à 1913.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bambou, la paille de riz et surtout le baobab, chaque arbre donnant 120 à 140 kilogrammes d'écorce à 50 p. 100 de cellulose, doivent retenir l'attention. Avec M. Porphyre, on doit penser que l'Afrique Occidentale est susceptible de fournir 80,000 tonnes de pâte (15,000 tonnes de bambou, 10,000 tonnes de paille de riz, 10,000 tonnes de baobab).

Du côté de l'Indo-Chine, le bambou, déjà traité à Ceylan et en Birmanie, la paille de riz, qui est inutilisée, peuvent donner sur place des résultats fort intéressants, puisqu'il est aisé de se procurer le combustible et l'eau.

Que faut-il donc conclure, si ce n'est que nos possessions coloniales nous offrent des ressources extrêmement copieuses, qui, pour être mises en œuvre, demandent avant tout une exploitation forestière et agricole bien organisée, et des facilités de transport ?

Il faut, en outre, que soient poursuivies systématiquement les recherches sur l'emploi de toutes nos fibres coloniales. L'intérêt général veut que ces recherches soient centralisées et pour cela l'Institut de Grenoble est tout indiqué. Industriels et Gouvernement doivent l'aider dans cette voie.

2° Le papier.

Situation française avant la guerre. — L'industrie du papier est donc très largement tributaire de l'étranger au point de vue des matières premières, mais elle peut se libérer, au moins partiellement, de ses importations par l'utilisation de nos ressources, spécialement de nos ressources coloniales.

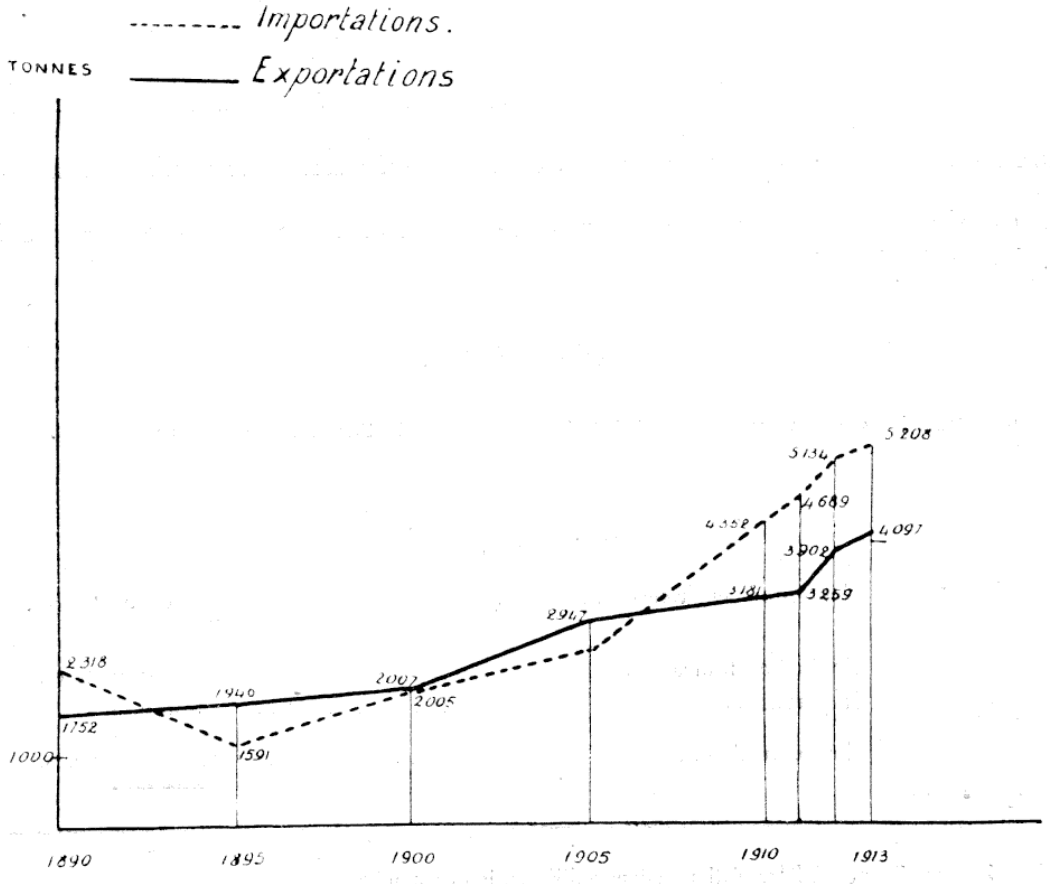


Fig. 350. — Cartons : Importations et Exportations, de 1890 à 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Son état en France, en 1913, peut être caractérisé de la façon suivante.

La production totale annuelle était de 700,000 tonnes, d'une valeur de 300 millions [1]; celle du papier destiné aux articles de papeterie, 45 millions; la production en papier d'emballage représente 70 millions; celle du papier à cigarettes, 30 millions; celle du papier de tenture, 11 millions; celle du papier sulfurisé, 2 millions 5.

Il existe en France environ 24 fabriques de pâte à papier et 344 fabriques de papier. En 1914 elles utilisaient 521 machines et 141 cuves [2]. Les principaux centres de production sont l'Isère, la Charente, la Dordogne, les Vosges, le Nord, le Pas-de-Calais, le Doubs, la Haute-Vienne, le Puy-de-Dôme, la région parisienne.

Voici, d'autre part, dans les courbes des figures 349 et 350, les relevés de nos importations et de nos exportations :

1° En papiers de toute espèce;

2° En cartons de toute espèce.

Voici quelques indications relatives aux pays de provenance ou de destination pour 1913.

DÉSIGNATION.	IMPORTATIONS EN 1913.		EXPORTATIONS EN 1913.	
	PAPIERS.	CARTONS.	PAPIERS.	CARTONS.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Pays alliés	8,821	1,841	36,538	3,234
— neutres	2,860	399	6,240	653
— ennemis	6,236	2,968	2,430	210
TOTAUX en tonnes	17,917	5,208	45,208	4,097
VALEUR en francs	18,718,261	3,054,765	47,784,253	1,896,198

Nous n'envisageons pas la question des machines à fabriquer le papier: elle a fait l'objet d'un paragraphe du chapitre IX.

CONCLUSIONS.

RÉSUMÉ DE LA SITUATION DE L'INDUSTRIE DU PAPIER EN FRANCE. AVANT LA GUERRE.

Matières premières.

Chiffons....	Consommation française	40,000 tonnes.
Bois	Production français	500,000 stères.
	Importation	500,000
	Consommation	1,000,000 stères.

[1] M. Jean POIRIER. Rapport à l'Association nationale d'Expansion économique.

[2] Ministère du Commerce, Évaluation de la production, 1917, p. 470.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pâtes.	Consommation française		645,000 tonnes.
	Importations	464,947	464,295
	Exportations	— 652	
	Production française		180,705 tonnes.

Fabrication du papier.

Production française		700,000 tonnes.
Importations		17,917
	TOTAL	717,917 tonnes.
Exportations		45,208
Consommation.	DIFFÉRENCE	672,709

Nombre	d'usines	344
	de machines	521
	de cuves	141

SITUATION À L'APRÈS-GUERRE. — *Situation française.* — Tous nos efforts doivent porter vers la suppression des importations de pâtes ainsi que des bois destinés à leur fabrication. Nous l'avons nettement indiqué: c'est surtout dans l'utilisation de nos ressources coloniales ou métropolitaines que se trouve le remède à la situation de 1913.

Pour ce qui concerne l'alfa, nous avons vu que nous utilisons seulement 4 p. 100 de notre production coloniale, le reste étant pris par l'Angleterre. La raison s'en trouve dans l'élévation du fret français qui, pouvant seul se charger des importations d'Algérie et étant beaucoup plus élevé que les frets étrangers, frappe les produits coloniaux de faible valeur d'une charge presque prohibitive.

Sans entrer plus avant dans ces considérations spéciales, voyons si nous pouvons trouver dans notre production métropolitaine un appoint sérieux à la matière première du papier.

Citons le *genêt* par exemple. Le manque de textiles pendant la guerre a attiré l'attention sur cette plante utilisée seulement comme combustible jusqu'à présent et qui croît dans les terrains incultes de la Lozère, des Landes, de l'Auvergne et de la Bretagne.

On estime que la production française s'élèverait à 1 milliard de tonnes[1].

Les essais ont été faits par une usine qui en consomme 300 kilogrammes par jour. Le rendement en fibre n'est que de 10 p. 100, mais on obtient comme déchets 50 p. 100 de matière ligneuse susceptible d'être transformée en pâte à papier.

Si on utilisait ainsi, seulement, le dixième de la production française, soit 100 millions de tonnes, nous pourrions mettre à la disposition de nos papetiers 50 millions de tonnes de matière ligneuse, marchandise peu coûteuse par elle-même, puisque c'est un déchet de fabrication, peu coûteuse de transport puisqu'elle se trouve sur notre territoire.

Aussi, nous ne saurions trop engager nos fabricants de papier à constituer une union qui sera aussi profitable à leurs intérêts particuliers qu'à la cause nationale, qui leur permettra de fonder de nouvelles usines et qui nous libérera des pâtes et bois étrangers.

Cependant, en attendant l'emploi, sur une grande échelle, de ces nouveaux produits, nous

[1] Rapport de M. le Dr CAZENEUVE, sénateur, 31 mai 1918.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

resterons pendant quelque temps tributaires de certains pays. Nous devons envisager, pour les premières années de paix, les importations suivantes de matières premières :

Bois, 850,000 stères au lieu de 500,000 stères en 1913 [1];
Vieux papiers, 40,000 à 50,000 tonnes comme en 1913;
Alfa, 100,000 à 150,000 tonnes au lieu de 5,000 tonnes en 1913;
Pâtes de bois, 450,000 tonnes comme en 1913.

[1] Cette augmentation est due à la production plus importante des usines de transformation et à la diminution de la production française en bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

CHAPITRE Ier. *L'énergie mécanique*. 1
Le charbon 1
Les forces hydrauliques 17
Les combustibles liquides. 20
Les gaz résiduels 20
Les méthodes permettant une économie de combustible 21
L'influence du prix du combustible sur les principales matières. 33

CHAPITRE II. *La métallurgie du fer*. 55
Les matières premières de la métallurgie du fer 57
La fonte. 76
Les fontes spéciales et les alliages ferro-métalliques. 81
Les aciers ordinaires 87
Résumé de la situation de la métallurgie du fer 95

CHAPITRE III. *Les industries de transformation de l'acier*. 101
Moulage de fonte. 102
Les rails. 113
Les poutrelles 124
Fers marchands et profilés autres que les poutrelles 128
Les tôles et feuillards de fer et d'acier. 135
Les pièces de forge. 150
Moulages d'acier. 161
Le fer-blanc. 166
Les tubes de fer et d'acier. 172
La tréfilerie 177
Industries utilisant le fil d'acier doux tréfilé 185
La boulonnerie. 188
L'étirage et le décolletage 190
Matriçage, emboutissage, estampage. 193
Fabrication des aiguilles. 197

MÉTALLURGIES DES MÉTAUX AUTRES QUE LE FER : APERÇU GÉNÉRAL. 207

CHAPITRE IV. *Métallurgie du cuivre*. 211

CHAPITRE V. *Le plomb* 235

CHAPITRE VI. *Le zinc* 248

CHAPITRE VII. *Métallurgie de l'aluminium* 263

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

CHAPITRE VIII. *Les métallurgies du nickel, de l'étain, de l'antimoine et du mercure* 275
Le nickel 275
Étain 282
Antimoine 291
Le mercure 299

CHAPITRE IX. *L'industrie de la construction mécanique* 304
Les appareils de force motrice 315
Les machines-outils et l'outillage 338
Le matériel textile 347
Le matériel agricole 354
Le cycle 360
Automobile 367
Aéronautique 382
Le matériel de chemin de fer 402
Le matériel de mine et de métallurgie 417
Le matériel des industries alimentaires 428
Industrie de la construction du matériel chimique 437
Les machines diverses 438
Résumé de la situation des principales constructions mécaniques en France avant la guerre 452

CHAPITRE X. *L'industrie de la construction électrique* 460
Coup d'œil général sur la situation à l'avant-guerre 461
Les appareils de production et d'utilisation de force motrice 463
L'appareillage électrique 466
Lampes électriques 470
Câbles, fils et matériel de canalisation électrique 472
Accumulateurs, piles, isolants en porcelaine et charbons pour l'électricité 475
Les magnétos 480

CHAPITRE XI. *Les constructions navales* 483
Situation à l'avant-guerre 483
Situation pendant la guerre 497
Situation de la France à la fin de la guerre 499

CHAPITRE XII. *La construction métallique et la serrurerie* 505

LES INDUSTRIES TEXTILES 521

CHAPITRE XIII. *La laine* 524

CHAPITRE XIV. *La soie* 554

CHAPITRE XV. *Les industries textiles. — Le coton* 584

CHAPITRE XVI. *Industries du lin, du chanvre, du jute et de la ramie* 608
Le lin, le chanvre, la ramie 609
Les filés de lin, chanvre et ramie 624
Les tissus en lin, chanvre et ramie 628
Le jute 632
Fils de jute 636
Tissus de jute 637
Le genêt 642
L'amiante 648

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages

CHAPITRE XVII. *Le papier dans l'industrie textile* 652

CHAPITRE XVIII. *Les industries secondaires de transformation des textiles* 655

CHAPITRE XIX. *Blanchiment, teinture et apprêts* 671

CHAPITRE XX. *Les industries de l'utilisation des textiles* 677

CHAPITRE XXI. *Les industries du bois et du liège* 697

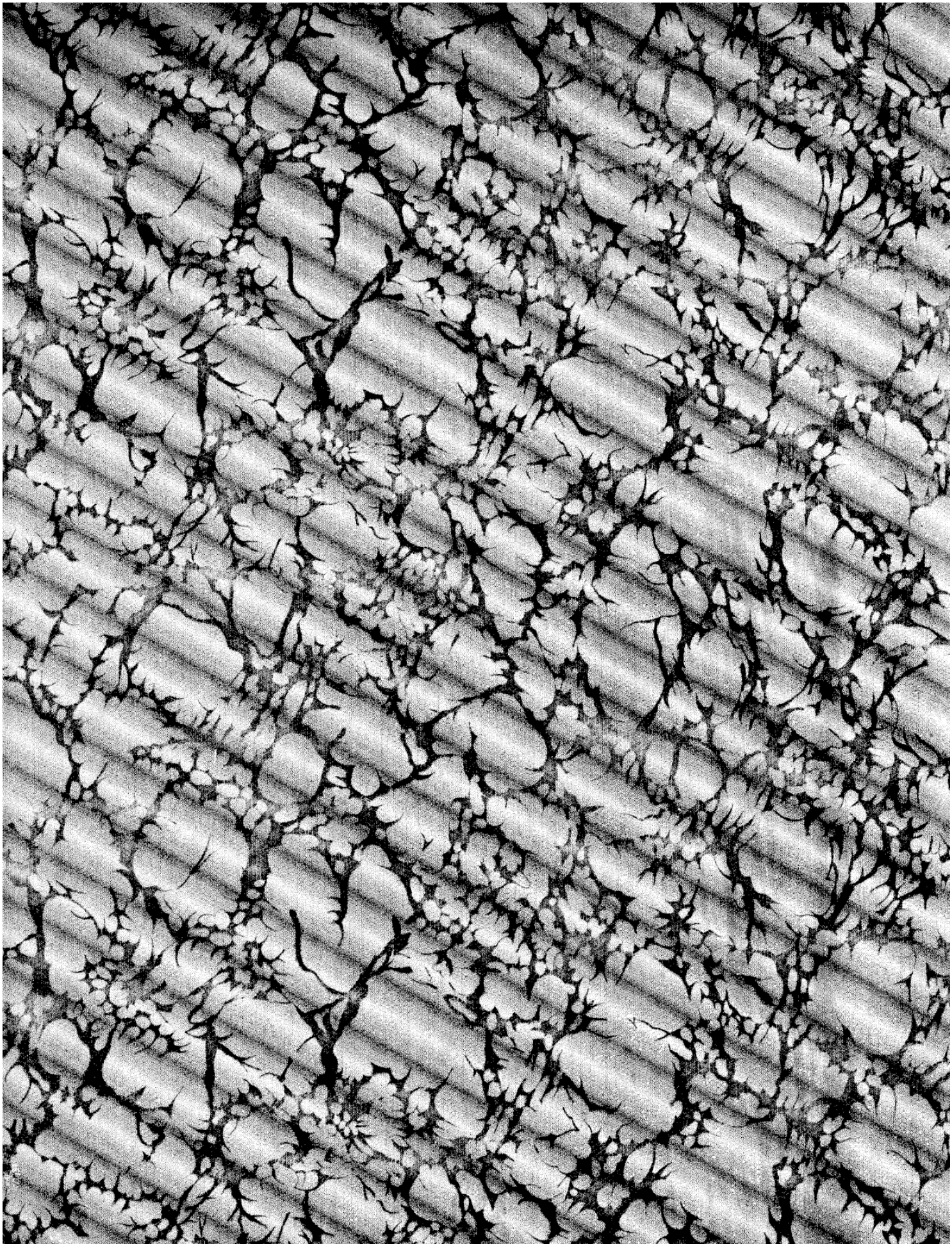
Les bois matières premières 697

Les industries du bois 708

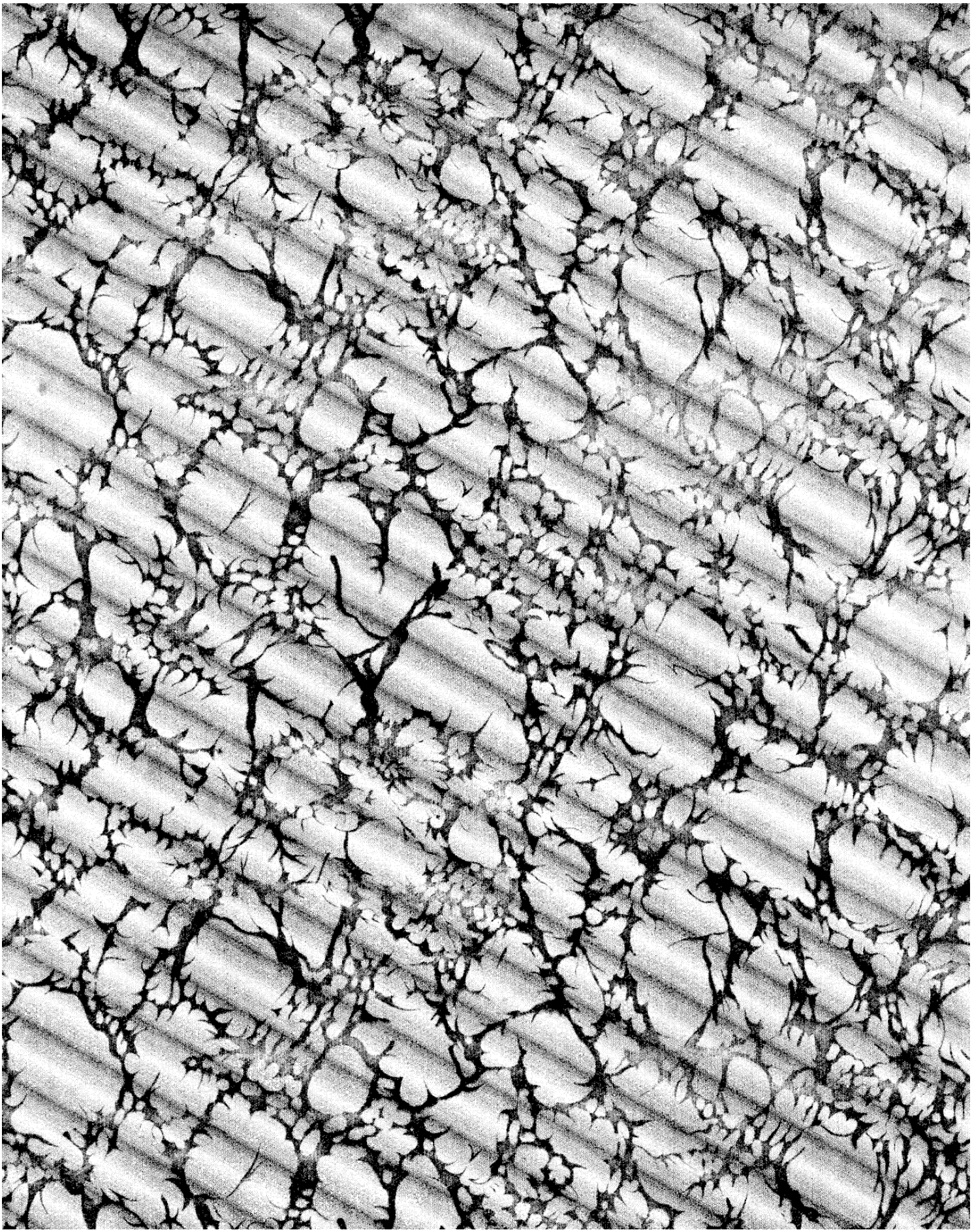
L'industrie du liège 710

CHAPITRE XXII. *L'industrie du papier.* 719

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires