

## Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre ([www.eclydre.fr](http://www.eclydre.fr)).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](https://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

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

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

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

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

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

## NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	[Conservatoire national des arts et métiers]
Titre	Conférences de guerre
Adresse	[s.l.] : [s.n.], [1914-1918]
Nombre de volumes	35
Cote	CNAM-BIB Ms 271, A 53578, A 53581, Br 1155, 12 Xa 277
Sujet(s)	Guerre mondiale (1914-1918)
Note	La note de présentation renvoie vers d'autres conférences numérisées par d'autres établissements.
Permalien	<a href="https://cnum.cnam.fr/redir?MS271">https://cnum.cnam.fr/redir?MS271</a>
<b>LISTE DES VOLUMES</b>	
	<a href="#">La guerre : la chimie du feu et des explosifs : conférence [30 novembre 1914]</a>
	<a href="#">L'organisation du crédit en Allemagne et en France [14 décembre 1914-4 mars 1915]</a>
	<a href="#">Le "75" : conférence [17 décembre 1914]</a>
<b>VOLUME TÉLÉCHARGÉ</b>	<a href="#">La guerre, la stérilisation des eaux, la chimie des aliments : conférences [18 janvier et 22 février 1915]</a>
	<a href="#">Conférence sur la question monétaire et les changes étrangers [15 novembre 1915]</a>
	<a href="#">Conférence sur l'idée de loi [18 novembre 1915]</a>
	<a href="#">Conférence sur les problèmes financiers de la guerre [22 novembre 1915]</a>
	<a href="#">Conférence sur les problèmes généraux d'hygiène industrielle [2 décembre 1915]</a>
	<a href="#">Conférence sur les succédanés de la monnaie [13 décembre 1915]</a>
	<a href="#">Conférence sur les modes de coopération des sociétés de prévoyance à la vie [16 décembre 1915]</a>
	<a href="#">Conférence sur la question du change en termes généraux [20 décembre 1915]</a>
	<a href="#">Conférence sur le paiement de l'indemnité de guerre de 1870-1873 [10 janvier 1916]</a>
	<a href="#">Exploitation industrielle et production de la nature vivante [13 janvier 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur les problèmes actuels du change [17 janvier 1916]</a>
	<a href="#">Le régime normal et le régime de guerre des inventions et brevets en France [27 janvier 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur l'organisation des caisses d'épargne [31 janvier 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur le dépôt des brevets d'invention [3 février 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur l'organisation sociale de l'Allemagne [7 février 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur le régime de guerre des inventions [10 février 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur les industries électro-chimiques [14 février 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur les caisses d'épargne après la loi de 1897 [17 février 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur l'application de l'électro-chimie [21 février 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur l'étude de l'électrolyse du chlorure de sodium ou du chlorure de potassium [28 février 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur l'alimentation de l'industrie en matières premières dans l'après-guerre [2 mars 1916]</a>

	<a href="#">Conférence sur la cherté de la vie et les munitions [6 mars 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur l'électrolyse de la soude par amalgame [9 mars 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur le fonctionnement de l'assistance [13 mars 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur les conditions de relèvement économique de la France et des alliés après la guerre [23 mars 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur les réformes de demain [27 mars 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur l'état actuel de la métallurgie du fer [3 avril 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur la situation économique de la métallurgie [6 avril 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur les causes de la supériorité de l'Allemagne [10 avril 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur les autres causes de la supériorité de l'Allemagne [13 avril 1916]</a>
	<a href="#">Les conditions de l'organisation et du développement commercial des industries chimiques [9 novembre 1916]</a>
	<a href="#">Conférence sur les conditions économiques générales sur lesquelles baser l'extension de la production des industries chimiques [18 janvier 1917]</a>

<b>NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ</b>	
Titre	Conférences de guerre
Volume	<a href="#">La guerre, la stérilisation des eaux, la chimie des aliments : conférences faites [au Conservatoire National des Arts et Métiers]</a>
Adresse	Paris ; Nancy : Berger-Levrault, 1916
Collection	Pages d'histoire - 1914-1915
Collation	1 vol. (58 p.) : ill. ; 17 cm
Nombre de vues	64
Cote	CNAM-BIB Br 1155
Sujet(s)	Guerre mondiale (1914-1918) Alimentation
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Manuscrit
Langue	Français
Date de mise en ligne	22/05/2025
Date de génération du PDF	06/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	<a href="https://www.sudoc.fr/121048314">https://www.sudoc.fr/121048314</a>
Permalien	<a href="https://cnum.cnam.fr/redir?BR1155">https://cnum.cnam.fr/redir?BR1155</a>

## Note de présentation des Conférences de guerre

Avec la Première Guerre mondiale, l'enseignement au Conservatoire est bouleversé. Les cours qui commencent habituellement en novembre ne peuvent pas être organisés. La mobilisation générale a soustrait 9/10 des auditeurs dont l'âge moyen est situé entre 19 et 45 ans, ainsi que de nombreux professeurs [1] et préparateurs indispensables aux cours expérimentaux. Le directeur du Conservatoire et ses professeurs non mobilisés souhaitent toutefois maintenir une activité. Les professeurs, parmi lesquels Léopold Mabilleau, Émile Fleurent, André Liesse, Jules Violle, André Job, Paul Beauregard, proposent des conférences « isolées ou en séries, faites très simplement sur des sujets inspirés des préoccupations de la guerre » en lien avec leurs enseignements. L'objectif est de « parler de questions relatives à la guerre et de former dans le public une opinion saine et sérieuse sur des questions soit techniques, soit économiques ». Les conférences sont programmées les lundis et jeudis du 30 novembre 1914 au 8 mars 1915, à 17h pour être accessibles au plus grand nombre. Afin d'assurer un auditoire suffisant, le cycle de conférences est annoncé dans plusieurs titres de presse dont : *Le Siècle*, *L'Action*, *Le Petit Journal*, *La France de demain*, *Le Figaro*.

Dès décembre 1914, la maison d'édition Berger-Levrault propose au Conservatoire d'entreprendre « à ses risques et périls » la publication des conférences données au Conservatoire. Les conférences feraient chacune l'objet d'un fascicule séparé d'environ 20 pages avec éventuellement la reproduction de clichés. Les séries de conférences sur un même sujet telles que celles d'André Liesse sur l'organisation du crédit en France et en Allemagne, ou d'Émile Fleurent sur les industries chimiques seraient réunies en un seul fascicule. Ces conférences sont publiées dans la collection « Pages d'histoire - 1914-1915 ».

Le grand amphithéâtre du Cnam est alors équipé pour se servir du cinématographe ; quatre conférences s'appuient sur des projections cinématographiques. Lors de sa conférence du 11 février 1915, Jules Violle présente toutes les opérations de plongée d'un sous-marin dans la rade de Toulon. Cette conférence sera relatée dans le journal britannique *The Illustrated London News* du 9 octobre 1915.

Les conférences rencontrent un grand succès, l'amphithéâtre de 800 places fait salle comble. Raoul Narsy, journal et critique littéraire au *Journal des débats*, définit le genre de la conférence en temps de guerre comme « un [des] services auxiliaires » de la guerre elle-même faisant l'éloge des différents cycles de conférences sur ce thème organisés à l'Institut catholique de Paris, l'École pratique des hautes études ou encore la Société des Amis de l'Université de Paris et accordant une « mention toute spéciale » aux conférences du Conservatoire [2].

En raison du succès des conférences et de la guerre qui perdure, de nouvelles séries de conférences sont organisées pour les années 1915-1916, 1916-1917 et 1917-1918 ; à partir de la 3e année, elles sont intitulées « cours-conférences ».

La collection des conférences est lacunaire, l'ensemble comprend : 4 conférences publiées de l'hiver 1914-1915, 29 conférences dactylographiées de l'hiver 1915-1916, 2 conférences dactylographiées de l'hiver 1916-1917. Certaines conférences conservées dans d'autres établissements sont disponibles en ligne : [Du rôle de la physique à la guerre](#) [10 décembre 1914] et [De l'avenir de nos industries physiques après la guerre](#) [11 février 1915], par Jules Violle ; [Le droit de la guerre, autrefois et aujourd'hui](#) [21 décembre 1914] et [Comment on paie en temps de guerre](#) [21 janvier 1915], par Émile Alglave ; [Les industries chimiques en France et en Allemagne](#) par Émile Fleurent ([II](#) et [III](#)) ; et [La vie économique en France pendant la guerre actuelle](#) [15 février 1915], par Paul Beauregard.

[1] Dix professeurs ou suppléants sont mobilisés : Sauvage, Guillet, Bricard, Blaringhem, Heim, Mesnager, Boudouard, Métin, Dunoyer, Magne ; ou mobilisables : Job, Dantzer.

[2] [Journal des débats littéraires et politiques](#), 7 janvier 1915.

Florence Desnoyers-Robison

Bibliothèque centrale du Cnam

Sources :

Archives du Cnam, 2 CC/23.

Archives du Cnam, Procès-verbaux du Conseil d'administration du Cnam, 1914-1918.

*Br. 1155*

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

# LA GUERRE

LA STÉRILISATION DES EAUX

LA CHIMIE DES ALIMENTS

CONFÉRENCES FAITES PAR M. JOB

PROFESSEUR DE CHIMIE GÉNÉRALE

AVEC 6 ILLUSTRATIONS



BERGER-LEVRAULT, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS

5-7, RUE DES BEAUX-ARTS

NANCY

RUE DES GLACIS, 18

1916

Prix : 1 franc

# LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

PARIS, 5-7, rue des Beaux-Arts — rue des Glacis, 18, NANCY

## PAGES D'HISTOIRE — 1914-1916

Série de volumes in-12 (93 volumes parus)

### PRÉLIMINAIRES ET DÉBUT DE LA GUERRE

Le Guet-apens. 23, 24 et 25 juillet 1914.	40 c.
La Tension diplomatique. Du 25 juillet au 1er août 1914	60 c.
En Mobilisation. 2, 3 et 4 août 1914	60 c.
La Journée du 4 août	60 c.
En Guerre. Du 5 au 7 août 1914	60 c.
La Séance historique de l'Institut de France. Préface de M. H. WELSCHINGER, de l'Institut.	60 c.
La Journée du 22 décembre 1914 (Rentrée des Chambres). Préface de M. H. WELSCHINGER, de l'Institut.	60 c.
Paroles françaises (Diplomates, publicistes, académiciens, universitaires, etc.). Volumes I et II, chacun à.	60 c.
La Diplomatie française. — L'Œuvre de M. Delcassé. Avec portrait.	60 c.

### LES COMMUNIQUÉS OFFICIELS DEPUIS LA DÉCLARATION DE GUERRE

— Du 5 août 1914 au 31 octobre 1915. 16 volumes, chacun à	60 c.
— XVI. Novembre-décembre 1915.	90 c.
Nos Marins et la guerre (Du 4 août 1914 au 14 août 1915). 2 volumes, chacun à	60 c.

### LES MISES A L'ORDRE DU JOUR

I à XIII.— Du 8 août au 28 décembre 1914. 16 volumes, chacun à	60 c.
XIV. — Du 29 décembre 1914. Avec la Liste alphabétique des noms cités depuis le 8 août	90 c.

### Extraits du « Bulletin des Armées de la République »

I. — Les Premiers-Paris. Du 15 août au 3 septembre 1914.	60 c.
II. — Les Premiers-Bordeaux. Du 4 septembre au 21 octobre 1914.	60 c.
III. — Les Premiers-Bordeaux. Du 24 octobre au 9 décembre 1914.	60 c.

Chants de Soldats (1914-1915). Chansons populaires. Chants militaires. Hymnes nationaux. Sonneries. (Avec la musique.) Recueillis par A. SAUVREZIS	1 fr.
--	-------

Les Poètes de la Guerre. Recueil de poésies parues depuis le 1er août 1914. Préface en vers de Hugues DELORME.	75 c.
--	-------

La Vie économique en France pendant la guerre actuelle, par Paul BEAUREGARD, membre de l'Institut.	40 c.
--	-------

L'Organisation du crédit en Allemagne et en France, par André LIESSE, membre de l'Institut.	90 c.
---	-------

Les Pages de Gloire de l'Armée belge. De la Gette à l'Yser. A Dixmude, par le commandant WILLY BRETON, de l'armée belge. 1915. Avec 4 cartes (11° mille).	60 c.
---	-------

Les Volontaires étrangers enrôlés au service de la France en 1914-1915, par M.-C. POINSOT.	60 c.
--	-------

Les Terres meurtries, par A. DE POUOURVILLE. Avec 7 cartes.	60 c.
---	-------

Les Derniers Massacres d'Arménie. Les Responsabilités, par Herbert Adams GIBBONS.	40 c.
---	-------

*Br. 1155*  
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

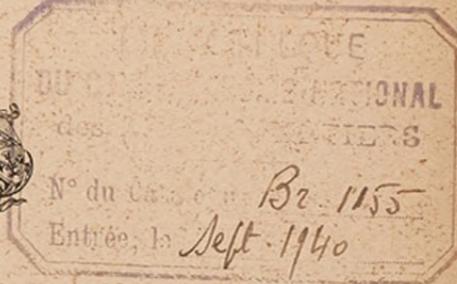
# LA GUERRE

## LA STÉRILISATION DES EAUX

## LA CHIMIE DES ALIMENTS



CONFÉRENCES FAITES PAR M. JOB  
PROFesseur de CHIMIE GÉNÉRALE



BERGER-LEVRAULT, LIBRAIRES-ÉDITEURS

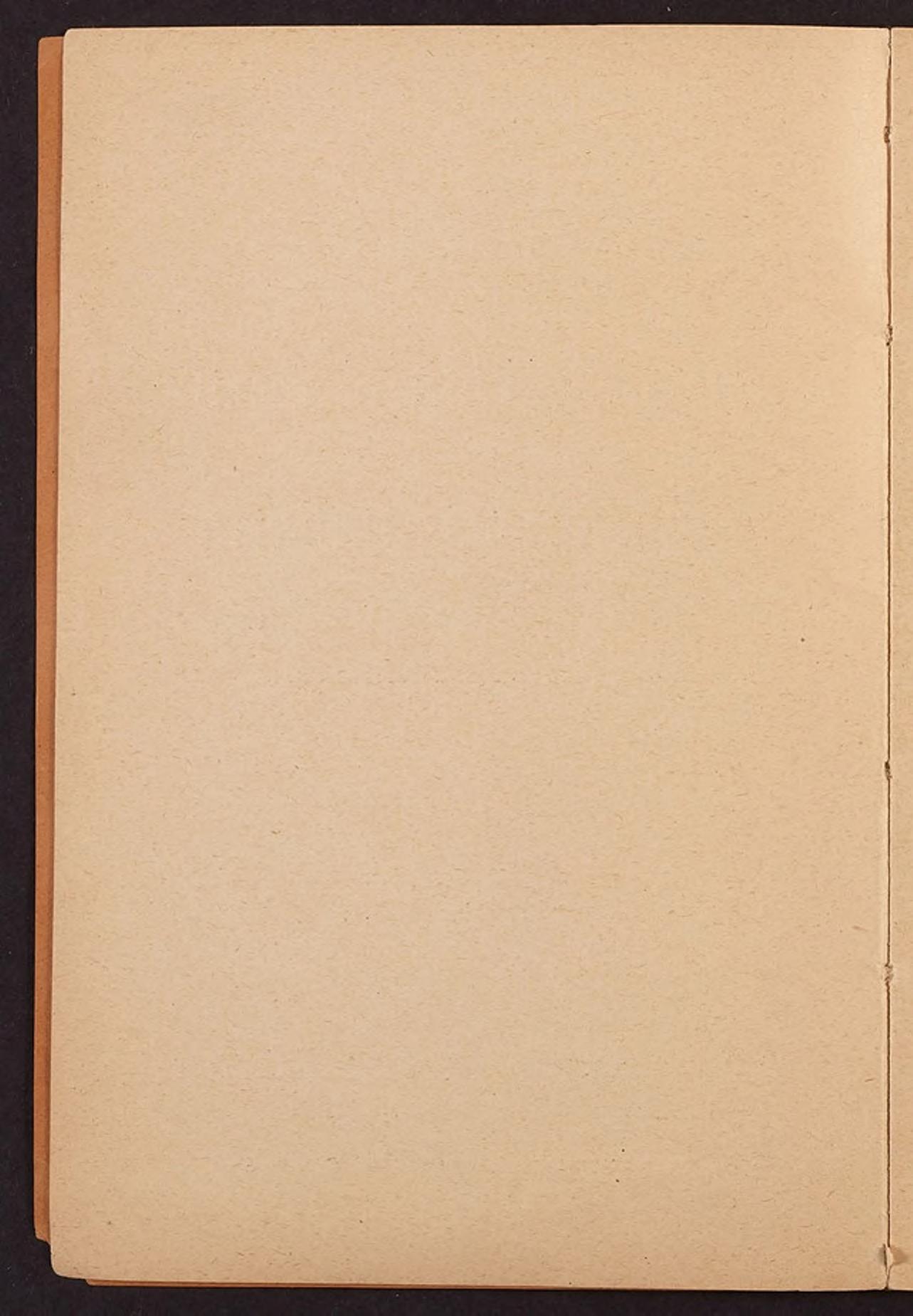
PARIS

5-7, RUE DES BEAUX-ARTS

NANCY

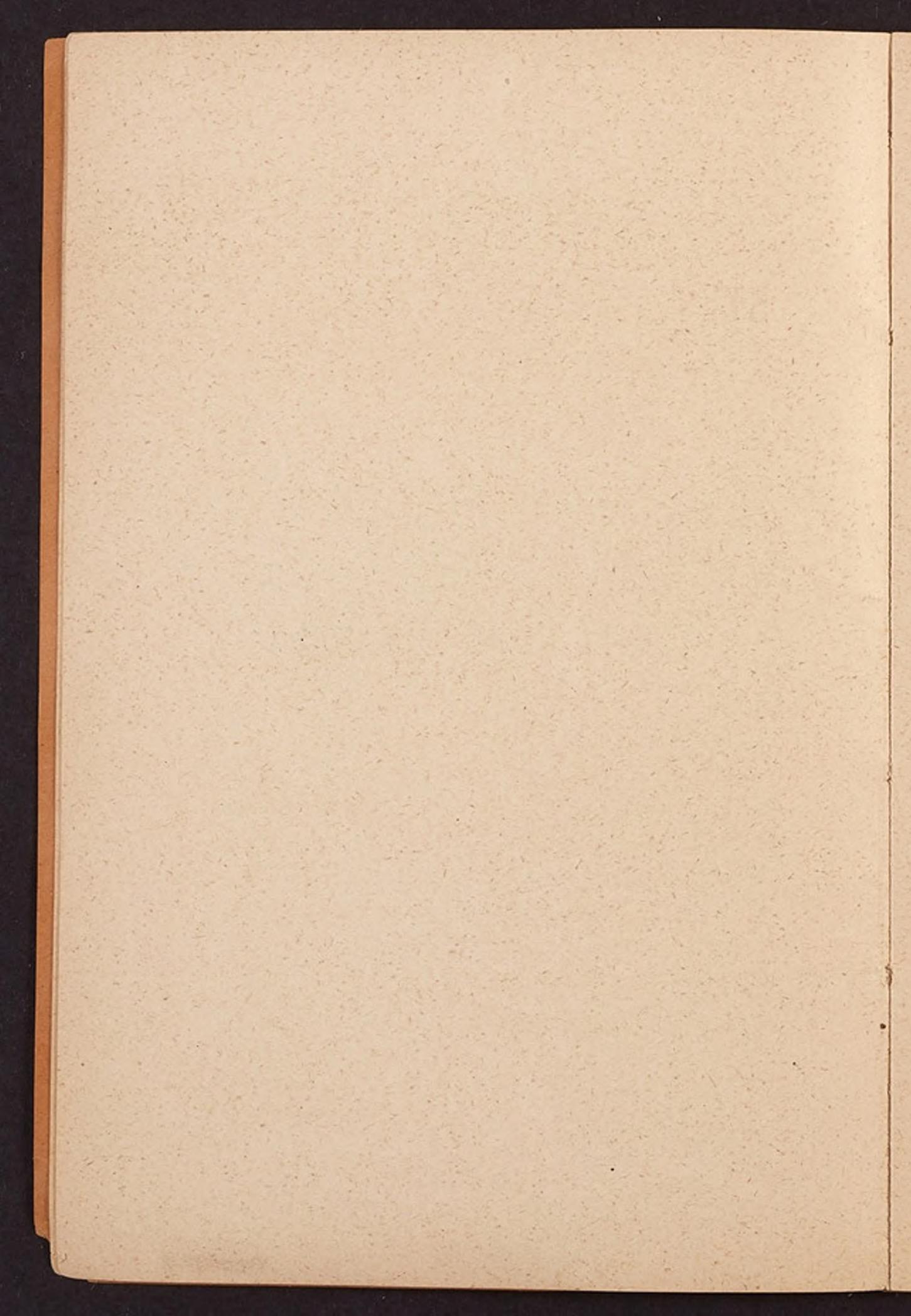
RUE DES GLACIS, 18

1916



LA

STÉRILISATION DES EAUX



# LA STÉRILISATION DES EAUX<sup>(1)</sup>

---

Si nous voulons passer en revue les applications de la chimie à la guerre, nous ne devons pas seulement la considérer dans son rôle offensif, préparation des armes et des munitions, nous devons l'étudier aussi dans son rôle protecteur. En particulier nous rappellerons que la chimie contribue grandement à l'hygiène des armées et des villes. Le premier souci des hygiénistes, c'est l'alimentation, et le premier des aliments, c'est l'eau. Occupons-nous donc de l'hygiène des eaux.

Comment reconnaît-on une eau potable? Comment peut-on rendre potable une eau qui ne l'est pas? Ce problème s'est posé d'urgence dès le début de la guerre, et on en trouve la preuve dans des documents tels que celui-ci :

---

(1) Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 18 janvier 1915.

« Télégramme du 9 septembre, avis transmis au Service de santé de la 1<sup>e</sup> armée : « Allemands « ayant jeté cadavres dans puits, sources et « cours d'eaux, prendre toutes précautions utiles « pour empêcher empoisonnement des hommes « et des chevaux. »

Mais les cadavres ne sont pas la seule cause de pollution. Les agglomérations d'hommes et d'animaux laissent sur le sol toutes sortes de souillures, qui se communiquent ensuite à l'eau et en rendent l'usage dangereux. D'ailleurs, il faut le dire, en temps de paix le même danger existe. Toute eau qui a couru sur le sol est suspecte. Même à la source, elle est suspecte encore si elle a été drainée à travers le sol. En tout cas, c'est un fait avéré maintenant que certaines épidémies, notamment les épidémies de fièvre typhoïde, tirent leur origine de la pollution des eaux.

Pour éviter ce danger, il faut d'abord être en état de le déceler. On y parvient en examinant la flore microbienne contenue dans l'eau. Si le nombre des microbes est très grand, et surtout si l'on y reconnaît le bacille du côlon qui habite l'intestin de l'homme, l'eau est certainement suspecte, il faut en ordonner la purification.

Quand on regarde au microscope une goutte d'eau de rivière, d'eau de Seine, par exemple, on se demande comment il est possible de comp-

ter tous les germes vivants qui fourmillent dans ce milieu. Le procédé est bien simple : on dilue l'eau dans un volume connu, mille fois plus grand, si l'on veut, d'eau stérile. Sur le nouveau liquide on prélève 10 centimètres cubes et on les mélange dans un flacon plat (boîte de Roux) à 90 centimètres cubes de gélatine stérilisée liquéfiée. Le mélange fait, on laisse la gélatine s'étaler sur une large surface et reprendre l'état solide. Il est évident qu'au sein de cette gélatine les germes sont dix mille fois plus disséminés que dans l'eau primitive, et il devient probable qu'ils sont assez espacés pour que chacun d'eux donne une colonie isolée. Or, au bout de quelques jours, ces colonies deviennent visibles : on peut les compter (<sup>1</sup>) ; d'où un calcul simple sur lequel il est inutile d'insister.

S'il est relativement facile de compter les germes, il est plus malaisé d'en distinguer les espèces. Ainsi le colibacille se distinguerait mal par sa seule forme qui lui est commune avec d'autres bacilles ; mais on le reconnaît à ses réactions. Quand on voit des colonies microbiennes prospérer en bouillon phéniqué (1,2 % de phénol) à la température de 41° 5, on est

---

(1) Dans l'eau de Seine, à Ivry, on trouve couramment 80.000 germes par centimètre cube et, en aval de Paris, jusqu'à 120.000.

averti de la présence du coli. On vérifie alors que les microbes ainsi développés sont capables de provoquer la fermentation du lactose, et aussi de donner naissance en bouillon peptonisé à un produit chimique facile à révéler : l'indol.

Voilà l'ennemi reconnu. Il s'agit maintenant d'en purger les eaux. Tous ces germes vivants sont des particules solides. Le procédé qui se présente d'abord à l'esprit est de les arrêter au passage. Et, de même que, pour arrêter de petits poissons, on disposerait un filet à mailles très fines, de même nous pourrons disposer entre les microbes et nous un filet serré à souhait, qui les empêchera de passer. C'est le principe du filtre.

Les premiers filtres furent les filtres en terre poreuse, tels que le filtre Chamberland. L'eau circule sous pression à travers des tubes ou bougies de porcelaine dégourdie, et, si le grain de la pâte de porcelaine est assez fin, les microbes sont arrêtés. Mais, pour que ce procédé soit efficace, il faut d'abord qu'il n'y ait pas la moindre fissure dans le filtre ; il faut ensuite que le filtre soit nettoyé fréquemment, car la porcelaine ne tarde pas à s'encrasser ; les microbes s'y accumulent, quelques-uns finissent par se glisser à travers les méats du filtre et, dès ce moment, l'eau se contamine régulièrement. Si l'on veut réaliser une bonne filtration méca-

nique, il faut s'arranger autrement et faire en sorte ou bien que la masse filtrante soit assez épaisse pour opposer pratiquement aux microbes une barrière infranchissable, ou bien que la matière du filtre puisse être aisément et fréquemment renouvelée : d'où la conception des filtres à sable.

Pour faire comprendre le principe des filtres à sable, il nous suffira de décrire l'installation qui en a été faite par la Ville de Paris dans son usine de Saint-Maur. On commence par dégrossir l'eau, c'est-à-dire par faire une filtration sommaire à travers une couche de gravier assez gros. Dans les « dégrossisseurs », l'eau passe rapidement et abandonne déjà des débris organiques grossiers de toute espèce et de toute forme. Elle passe ensuite dans les *préfiltres*, c'est-à-dire les avant-filtres. Ce sont des bassins dont le faux fond, constitué par des barreaux en ciment, supporte une couche de gravier, et au-dessus du gravier une couche de sable de 60 à 80 centimètres d'épaisseur. On choisit pour cela du sable assez fin et de grains bien réguliers. L'eau passe lentement dans les préfiltres à raison de 25 mètres cubes par mètre carré de surface et par jour. Elle en sort très claire, même en temps de crue où elle entre à l'usine toute boueuse. Enfin la filtration s'achève dans les *bassins filtrants*. Construits sur le type des

préfiltres, ils sont beaucoup plus étendus, de sorte que le passage de l'eau y est encore ralenti (3 mètres cubes par mètre carré et par jour).

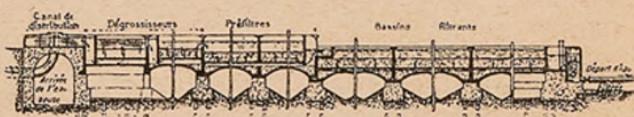


FIG. 1. — Filtration sur sable.

L'eau sort de là tout à fait limpide. A travers un tube long de 5 mètres rempli de cette eau on lit l'heure à une montre aussi nettement qu'à travers la même épaisseur d'air.

Tous ces bassins sont disposés en deux séries parallèles de telle façon qu'on peut alternativement les nettoyer et les mettre en service. Au nettoyage, on constate que la surface de la couche filtrante s'est encrassée d'une sorte de boue noire; on enlève cette boue et le sable immédiatement sous-jacent, si bien que tout ce qui est souillé est dirigé dans des laveurs et remplacé par du sable neuf.

Tel est le véritable filtre méthodique. On voit que le petit filtre domestique est loin de pouvoir réaliser les mêmes conditions. Est-il au moins d'une efficacité parfaite? Pas encore. Même avec cet excès de précautions, quelques rares bacilles se glissent encore à travers le

filtre. Aussi nous verrons que la Ville de Paris achève de les éliminer par une opération supplémentaire.

Pour que la stérilisation soit vraiment parfaite, il faudrait d'énormes épaisseurs de sable. C'est d'ailleurs ce qui est réalisé par la nature dans certains terrains. Ainsi des sondages faits dans les vallées de Loire, à 500 mètres de la Loire, au sein des sables d'alluvion, permettent d'atteindre une eau admirablement filtrée sur sable et qui est tout à fait exempte de colibacilles. L'adduction de cette eau à Paris est en projet.

On a proposé de perfectionner la filtration mécanique en y ajoutant la coagulation. Si l'on verse un peu de sulfate d'alumine dans l'eau, le carbonate calcaire qu'elle contient réagit et donne de l'alumine. Il se forme ainsi peu à peu, au sein du liquide, une sorte de réseau gélatineux qui, en se déposant, entraîne avec lui la majeure partie des particules solides en suspension et des microbes eux-mêmes. C'est le système Desrumeaux. Il prépare avantageusement la filtration sur sable.

\* \* \*

Mais il nous faut maintenant aborder les procédés de stérilisation véritable par lesquels on n'arrête pas, mais on tue les microbes de

l'eau. Nous aurons recours soit à la chaleur, soit à la lumière, soit aux agents chimiques.

L'application de la chaleur est un procédé très sûr. L'ébullition de l'eau détruit tous les germes pathogènes. Il faut seulement avoir soin de prolonger cette ébullition au moins pendant dix minutes et, grâce à cette précaution, l'eau devient sûrement inoffensive. Voilà qui est très simple et qui peut être mis en pratique partout, même si l'on ne dispose pas des appareils commodes et ingénieux que les industriels ont imaginés pour cet usage. Mais l'application à de grandes masses d'eau deviendrait très coûteuse. De plus, il y a une autre objection à ce procédé, c'est qu'il prive l'eau d'une partie de ses constituants. D'abord les gaz dissous, oxygène et acide carbonique, s'échappent à l'ébullition. Ceci est assez peu grave, car l'eau peut les récupérer en partie par aération. Mais en même temps que l'acide carbonique est parti, le carbonate calcaire s'est déposé. Or, le calcaire dissous dans l'eau joue certainement un rôle dans notre nutrition. Serait-il bon d'imposer à toute une population, habituée à de l'eau calcaire, l'usage constant et prolongé de l'eau bouillie ? On peut là-dessus éléver un doute.

La stérilisation par la lumière est un procédé beaucoup plus séduisant. L'action bactéricide de la lumière est connue depuis longtemps. On

sait que les rayons solaires assainissent tout ce qu'ils éclairent, et l'on a même démontré que des eaux insolées pendant un temps suffisamment long sont à peu près exemptes de bactéries pathogènes. À quoi faut-il attribuer cette action ? Aux radiations ultra-violettes. Il y a, en effet, dans le spectre solaire des rayons plus réfrangibles que le violet et de plus courte longueur d'onde, que notre œil ne perçoit pas, mais que la plaque photographique révèle. Ces rayons sont en partie absorbés par l'atmosphère et d'autant plus que leur longueur d'onde est plus courte. Aussi leur action se manifeste surtout quand on s'élève en altitude, et c'est à eux qu'il faut attribuer sans aucun doute ces coups de soleil de la haute montagne, que les alpinistes connaissent bien. Or, les microbes sont très sensibles au coup de soleil de l'ultra-violet. Et, pour les tuer plus sûrement, les physiciens créent de l'ultra-violet artificiel à plus courte longueur d'onde encore que l'ultra-violet solaire (<sup>1</sup>). On y parvient à l'aide des vapeurs métalliques incandescentes. Et le moyen le plus commode consiste à faire éclater un arc dans le vide entre deux électrodes de mercure. La lampe

---

(<sup>1</sup>) La limite de l'ultra-violet solaire est située vers les longueurs d'onde de 2.950 angström ; celle de la lampe à arc au mercure, vers 2.225 angström. L'unité angström est le dix millionième de millimètre.

ainsi constituée donne des rayons visibles verts et des rayons ultra-violets en abondance. Ces rayons ultra-violets sont absorbés par le verre, mais ils traversent le quartz; aussi la technique de cet éclairage n'est-elle devenue praticable que le jour où l'on a su travailler le quartz fondu. On voit ici représentée (fig. 2), une de ces lampes en quartz. En lui fournissant une puissance électrique de 3 ampères  $\times$  220 volts, on lui donne une action foudroyante sur les microbes. Les espèces les moins résistantes sont

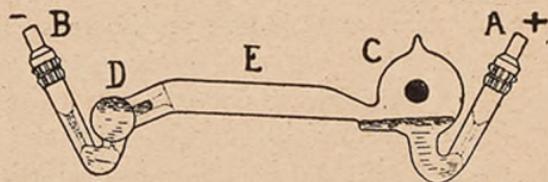


FIG. 2. — Lampe Westinghouse à électrodes de mercure.

tuées en dix secondes, et les moins sensibles en cinquante ou soixante secondes. Pour assurer son action stérilisante, il suffit de l'immerger dans l'eau et de faire circuler l'eau autour de la lampe avec une vitesse ménagée. Mais l'eau est elle-même absorbante, il faut la faire circuler en couche mince (10 centimètres d'épaisseur par exemple, 30 centimètres étant un maximum). Il faut prendre garde surtout que les matières en suspension dans l'eau sont très absorbantes

aussi, et constituent pour les microbes des écrans protecteurs. On ne doit donc admettre dans les appareils stérilisants qu'une eau parfaitement

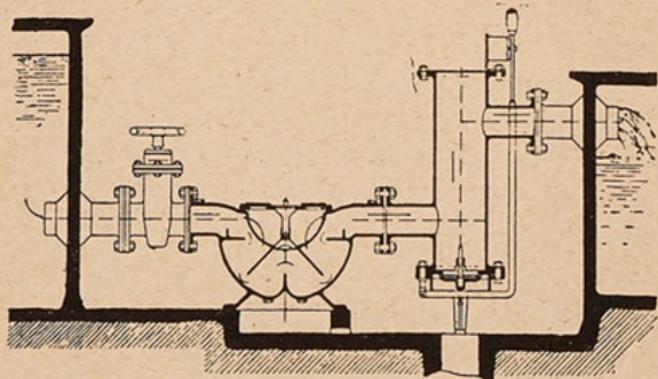


FIG. 3. — Circulation de l'eau autour de la lampe.

limpide. Au concours organisé par la Ville de Marseille en 1910, où figurait la stérilisation par les ultra-violets, cette précaution essentielle avait été prise. L'eau n'arrivait au voisinage des lampes qu'après coagulation et filtration très soignée sur des filtres à sable. Et, dans ces conditions, le nombre des microbes pathogènes, déjà très réduit avant l'éclairement, était nul après. On a reproché justement à ce système de stérilisation l'absolue nécessité d'une parfaite filtration. Ce n'est peut-être pas là un grand inconvénient, car la limpidité est facile à contrôler dans des appareils simples. Ce qui est moins

facilement sujet au contrôle, c'est le bon fonctionnement de la lampe et le quantum de rayons utiles qui en sortent. Une surveillance est nécessaire par des personnes exercées; aussi ce mode de stérilisation n'est-il guère recommandable chez les particuliers. Pour les installations urbaines, il semble qu'il puisse donner de bons résultats et à peu de frais (l'énergie électrique absorbée est d'environ 26 watts-heure par mètre cube d'eau). Quelques villes l'ont adopté, mais il convient d'attendre pour le juger qu'il ait été plus largement mis en pratique.

\* \* \*

Nous arrivons maintenant aux procédés de stérilisation les plus sûrs : ce sont les procédés chimiques. Ici nous pourrons doser à volonté l'agent microbicide et assurer à froid une stérilisation parfaite. Aussi ces procédés inspirent-ils beaucoup de confiance aux chimistes ; mais il faut dire qu'ils inspirent beaucoup de défiance au public. Ainsi, pendant l'été de 1911, les Parisiens furent fort émus d'apprendre qu'on avait mis de l'eau de Javel dans leurs réservoirs d'alimentation. Boire de l'eau de Javel leur paraissait intolérable. Ils n'oublaient qu'un point, c'est que la dose ajoutée correspondait à 3 milligrammes environ d'hypochlorite par litre. A

cette dilution, on peut boire de l'eau de Javel sans crainte.

Le principe de la stérilisation chimique consiste à introduire dans l'eau un réactif soluble qui se répartit dans le liquide et qui va, en tous points, attaquer les matières organiques. Les germes vivants sont sensibles à cette action, au moins autant que les matières inertes, et aucun ne peut y échapper. Bien entendu, on s'arrange pour que la dose restante après cette action soit complètement inoffensive pour l'homme, ou rendue inoffensive par une neutralisation appropriée. Le grand avantage de ces procédés c'est qu'ils sont applicables à de petites quantités d'eau et qu'ils n'exigent aucun appareil spécial. Et ils sont tout particulièrement intéressants pour nous en ce moment, parce qu'ils peuvent être recommandés à nos soldats sur le front des armées.

Par exemple, prenons une eau suspecte, aussi souillée qu'elle soit. Ajoutons-y lentement, goutte à goutte, de la teinture d'iode jusqu'à une coloration jaune persistante. Attendons une dizaine de minutes, l'eau sera sûrement stérilisée. Qu'on ne s'étonne pas de cette durée. Il serait imprudent de croire que l'action des stérilisants chimiques est instantanée; d'abord il faut que le réactif se mélange à l'eau et se diffuse parfaitement dans toutes ses parties; ensuite la

réaction chimique elle-même exige une certaine durée, surtout à froid et aux grandes dilutions. A la rigueur on pourrait boire cette eau, même avec le petit excès d'iode qui la colore. Mais telle quelle, ce serait un médicament et un médicament peu agréable. On la neutralise instantanément et l'on supprime la saveur de l'iode en ajoutant un goutte ou deux d'une solution d'hyposulfite de soude. Ce procédé est appliqué sur le front de la façon suivante : on ne donne pas aux soldats de la teinture d'iode qui se conserve mal, mais bien un mélange solide de deux sels neutres, iodure et iodate de potassium ; dans une eau légèrement acidulée, le mélange de ces sels donnera immédiatement de l'iode. L'opérateur dispose de ces réactifs sous la forme de comprimés dont chacun est valable pour 10 litres. Il introduit d'abord dans l'eau un comprimé bleu (c'est-à-dire artificiellement coloré en bleu) ; l'iodure et l'iodate se dissolvent. Un deuxième comprimé (rose) contient une dose correspondante d'acide tartrique. On le dissout, aussitôt l'iode apparaît. Enfin un troisième comprimé (blanc) contient l'hyposulfite de soude qui achèvera l'opération. Ainsi présentée, cette méthode est connue sous le nom de procédé du Dr Vaillard. Elle est très commode et très sûre. Mais on ne saurait recommander l'usage très prolongé des iodures, même à faible

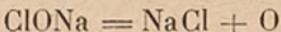
dose : des accidents d'iodisme peuvent survenir chez des sujets particulièrement sensibles.

Cet inconvénient disparaîtrait si, au lieu de stériliser par l'iode, on pouvait stériliser par le chlore. Le chlore est gazeux, et l'usage dans ces conditions serait impossible; mais, ainsi qu'on le fait pour le blanchiment, nous pourrons remplacer le chlore par les hypochlorites. L'eau de Javel est une solution d'hypochlorite de soude, stabilisée par un excès de soude. Elle constitue aussi un stérilisant très actif. Ainsi dans des eaux que l'on considère comme très souillées il suffit d'une dose d'eau de Javel correspondant à 4 milligrammes de chlore par litre pour assurer la stérilisation.

Ce procédé présente encore l'avantage d'être très économique; aussi est-il applicable en grand pour l'alimentation des villes; mais ici une précaution s'impose, qui est de ne pas laisser le moindre excès d'hypochlorite dans l'eau traitée; non pas que la saveur en soit nettement accusée à de si faibles doses, mais parce que l'hypochlorite, même très dilué, pourrait attaquer le plomb des canalisations. Et le chlorure de plomb dissous dans l'eau, même à l'état de traces, risquerait à la longue d'incommoder les populations. En 1911, le Service de surveillance des eaux de Paris, dirigé par M. Diepert, versait dans l'eau d'alimentation un débit

calculé d'eau de Javel à l'entrée des bassins de stérilisation, et un débit calculé de sulfite de soude à la sortie. Le sulfite de soude neutralisait l'hypochlorite en excès. Les Américains, moins délicats que nous ou moins timorés, emploient d'une façon constante ce mode de stérilisation dans un certain nombre de grandes villes.

Si l'on examine le mode d'action chimique de l'hypochlorite de soude on voit qu'il fonctionne comme un générateur d'oxygène actif :



Bien d'autres réactifs peuvent fonctionner de même et en particulier un réactif fort commode parce qu'il est coloré, le permanganate.

Soit, par exemple, le permanganate de calcium : il se décompose au contact des matières organiques en donnant de l'oxygène actif qui les brûle, un peu de chaux qui reste dissoute, et un oxyde de manganèse qui se dépose. On opère avec les mêmes précautions que pour l'iode, c'est-à-dire qu'on ajoute le réactif jusqu'à coloration persistante et qu'on attend au moins dix minutes avant de considérer l'eau comme stérilisée. L'excès de permanganate peut être réduit par du sucre, du miel, de l'acide tartrique, etc. Il reste à filtrer l'eau ou à la décanter si l'on veut écarter le précipité, d'ailleurs inoffensif, d'oxyde de manganèse.

Sur le front on opère de la façon suivante (procédé Lambert) : on dispose de deux poudres : la première est du permanganate dilué avec du talc, la seconde, de l'hyposulfite de soude. Avec la première poudre on colore l'eau ; avec la deuxième, qui est réductrice, on la décolore et ensuite on filtre sur du coton dans des entonnoirs spéciaux <sup>(1)</sup>.

Il y a une autre forme de stérilisation par les permanganates qui mérite une mention particulière : c'est le procédé Tixier au permanganate naissant.

Dans les laboratoires, on prépare le permanganate à partir du manganate qui résulte directement de l'action de la soude caustique à chaud sur le bioxyde de manganèse. Le manganate est vert. Dissolvons-le dans l'eau et acidulons légèrement par de l'acide carbonique. La liqueur verte devient rose ; il s'est formé du permanganate. C'est l'expérience du caméléon minéral. Au lieu d'un manganate soluble, prenons le manganate de baryum. Il serait rigoureusement insoluble dans une eau exempte d'acide ; mais les eaux naturelles contiennent toujours de l'acide carbonique. Faisons filtrer

---

(1) Il vaudrait mieux, si l'on avait le temps, attendre la clarification par le repos, pour éviter la contamination toujours possible par des filtres mal entretenus.

une eau naturelle sur de la poudre de manganate de baryum ; elle se colore en rose. L'acide carbonique de l'eau mobilise ainsi automatiquement la dose de permanganate nécessaire à la stérilisation. Mais il y a mieux : en même temps que du permanganate s'est formé il y a eu libération d'oxygène et d'oxyde de manganèse. Or, cet oxygène naissant dans la réaction est plus actif comme stérilisant que le permanganate lui-même, si bien que la stérilisation est pour ainsi dire instantanée, et l'eau qui sort du filtre est purifiée de tout germe vivant. Le permanganate résiduel sert tout simplement à révéler que l'action s'est produite. Il reste à le réduire ; pour cela on fait passer l'eau sur de la limaille de fer. Enfin on la clarifie en la filtrant sur du coton. Ce procédé semble recommandable, mais il soulève une objection, qui tout d'abord peut paraître grave : le permanganate de baryum est soluble et les sels de baryum sont toxiques. Il est facile de remédier à cet inconvénient. Il suffit d'ajouter au lit filtrant des fragments de gypse. Le sulfate de calcium réagit sur le permanganate de baryum, précipite la totalité du baryum à l'état de sulfate insoluble et ne laisse que du permanganate calcique dont les produits de destruction sont inoffensifs.

Nous décrirons enfin, pour terminer cet exposé, le stérilisant chimique le plus parfait :

l'ozone. L'ozone est un gaz. C'est une variété de l'oxygène dont l'activité chimique est exaltée. Sa molécule  $O^3$ , formée à grand renfort d'énergie, est instable. Sous la moindre influence, elle est prête à se dédoubler en libérant un atome O d'oxygène actif et une molécule  $O^2$  d'oxygène ordinaire <sup>(1)</sup>. Qu'on suppose un peu d'ozone dissous dans l'eau; immédiatement son oxygène actif réagit sur les matières organiques de l'eau et les brûle. Aucun microbe pathogène ne résiste à son action. Et que reste-t-il comme résidu? De l'oxygène, et peut-être de l'ozone en excès. Mais cet ozone ne peut subsister longtemps au sein de l'eau, même pure. Au bout de quelques minutes il s'est détruit de lui-même en restituant de l'oxygène ( $2O^3 = 3O^2$ ). Ces quelques minutes suffisent d'ailleurs pour qu'on puisse, par un dosage chimique, s'assurer qu'il y a bien un excès du stérilisant <sup>(2)</sup>. Et quand l'odeur de l'ozone a disparu, on a simplement une eau stérile plus aérée qu'elle n'était auparavant. En théorie c'est donc un procédé parfait. Dans la pratique, il a bien donné aussi tous les résultats qu'il promettait, et il est appliqué dans un certain nombre de grandes villes (Paris, Petrograd, Madrid, etc.). Mais ce n'est pas sans qu'on ait

<sup>(1)</sup>  $O^3 = O^2 + O$ .

<sup>(2)</sup> L'eau ozonée bleut une solution amidonnée d'iodure de potassium.

eu à vaincre de sérieuses difficultés techniques. Voyons quelles sont ces difficultés et comment on les a résolues.

Tout d'abord, comme pour les rayons ultraviolets, le succès de la stérilisation dépend beaucoup de la parfaite filtration de l'eau. En effet, l'ozone réagit indifféremment sur la matière organique morte ou vivante. Tous les débris organiques en suspension dans l'eau constituent donc une masse qui consomme de l'ozone en pure perte, aux dépens des germes vivants qu'on veut atteindre. Une filtration serrée, qui ne laisse passer que quelques microbes, les laisse seuls exposés à l'action comburante du réactif. Cette filtration se fait, comme nous l'avons dit, par les filtres à sable, et c'est ainsi que la Ville de Paris procède dans son usine de Saint-Maur.

La seconde difficulté consiste dans la production économique de l'ozone. On obtient ce gaz en soumettant l'oxygène à l'action de l'effluve électrique. Entre deux lames isolantes<sup>(1)</sup> on entretient une différence de potentiel un peu inférieure à celle qui ferait jaillir l'étincelle, et la décharge se fait régulièrement par des effluves d'une luminescence violette. Si, dans l'espace où

---

(1) L'une des lames peut être métallique, mais il est difficile d'entretenir l'effluve sans étincelles si les pôles sont tous deux métalliques.

se produit l'effluve, on fait circuler de l'air, l'oxygène se transforme partiellement en ozone, et le rendement est d'autant meilleur que l'air est plus sec et la température plus basse. Dans la pratique, on dessèche l'air par une réfrigération énergique avant de l'envoyer dans les ozoneurs. Ceux-ci sont simplement refroidis par un courant d'eau.

Voici, par exemple, le type Marmier-Abraham : qu'on imagine deux lames de verre parfaitement dressées et calées à 2 millimètres l'une de l'autre ; à ces lames sont adossées deux boîtes métalliques en fonte, dans lesquelles l'eau circule et qui servent de pôles ; le tout est enfermé dans une cage. L'air sec arrive entre les lames par la périphérie, il est aspiré après ozonisation par un orifice pratiqué au centre de l'une des lames<sup>(1)</sup>.

Dans le type Siemens de Frise, l'une des électrodes est un tube de verre immergé dans l'eau, l'autre est un tube d'aluminium (à circulation d'eau) placé dans l'axe du premier. L'air circule dans l'espace annulaire.

L'énergie électrique est amenée aux bornes de l'ozoneur sous la forme de courants alternatifs à 15.000 volts environ. La puissance absorbée est d'environ 2 kilowatts par mètre carré d'é-

---

(1) Dans la réalité, ces appareils fonctionnent par batteries.

lectrode dans le type Marmier-Abraham, et l'on peut, en réglant convenablement le débit d'air, obtenir un rendement de 40 grammes

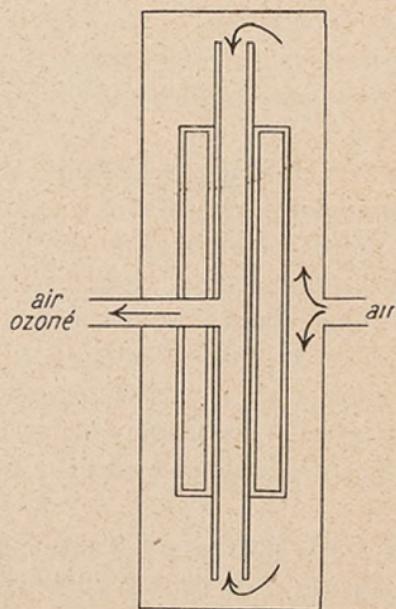


FIG. 4. — Schéma de l'ozoneur Marmier-Abraham.

d'ozone par kilowatt-heure à la dose de 5 à 6 grammes par mètre cube d'air. En pratique, pour une eau déjà épurée par la filtration sur sable, la stérilisation s'obtient avec 1 gramme d'ozone par mètre cube d'eau, ce qui porte à

25 watts-heure environ la consommation électrique par mètre cube d'eau traitée<sup>(1)</sup>.

Il reste maintenant une dernière difficulté à résoudre. Il faut assurer le mélange rapide et parfait de l'air ozoné avec l'eau, afin que l'ozone puisse se répandre par dissolution dans toute la masse et qu'il achève partout son œuvre microbicide avant sa disparition spontanée. Le mélange est très bien réalisé par l'émulseur Otto. C'est une grosse trompe à eau qui aspire l'air des

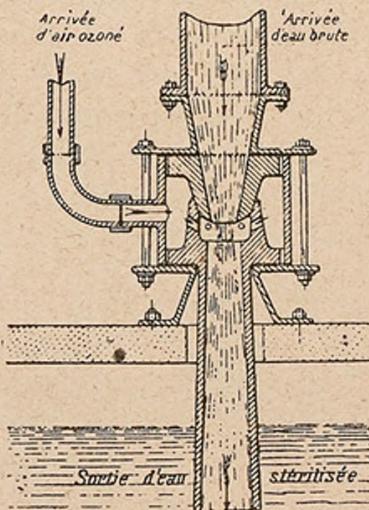


FIG. 5. — Émulseur Otto.

(1) Ce n'est là qu'une dépense minime. En réalité, le gros de la dépense est dans l'amortissement des appareils et les frais généraux de l'usine. Néanmoins, les ingénieurs de la Ville de Paris estiment que le prix du mètre cube d'eau de Marne stérilisée par l'ozone ne dépasse pas, tout compte fait, 2 centimes.

appareils et l'incorpore à l'eau en une multitude de bulles fines. L'émulsion ainsi formée arrive de haut en bas par un tube central au fond d'un réservoir cylindrique profond où elle remonte et où se trouve prolongé le contact des bulles avec l'eau (colonne de self-contact). Quand l'eau sort de ces appareils, elle est stérilisée. L'usine de Saint-Maur, qui peut stériliser par jour environ 100.000 mètres cubes d'eau de Marne, a été installée par la Compagnie générale de l'Ozone. Elle fonctionne très régulièrement depuis trois ans et donne toute satisfaction. Le contrôle se fait, pour ainsi dire, automatiquement par des appareils enregistreurs ; contrôle des débits et des voltages électriques, de l'état hygrométrique de l'air, de son débit, du débit d'eau, etc. De plus, on examine à

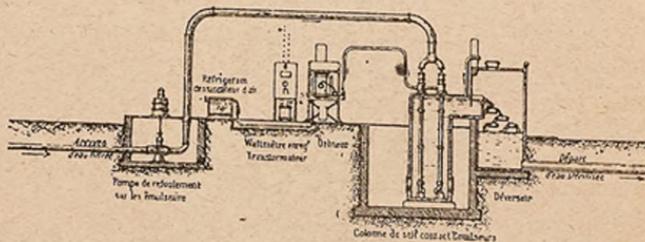


FIG. 6. — Schéma de la stérilisation industrielle de l'eau par l'ozone.

toute heure la réaction de l'iodure de potassium sur l'eau à la sortie des appareils, et on reconnaît ainsi qu'il y a bien un excès d'ozone. Enfin

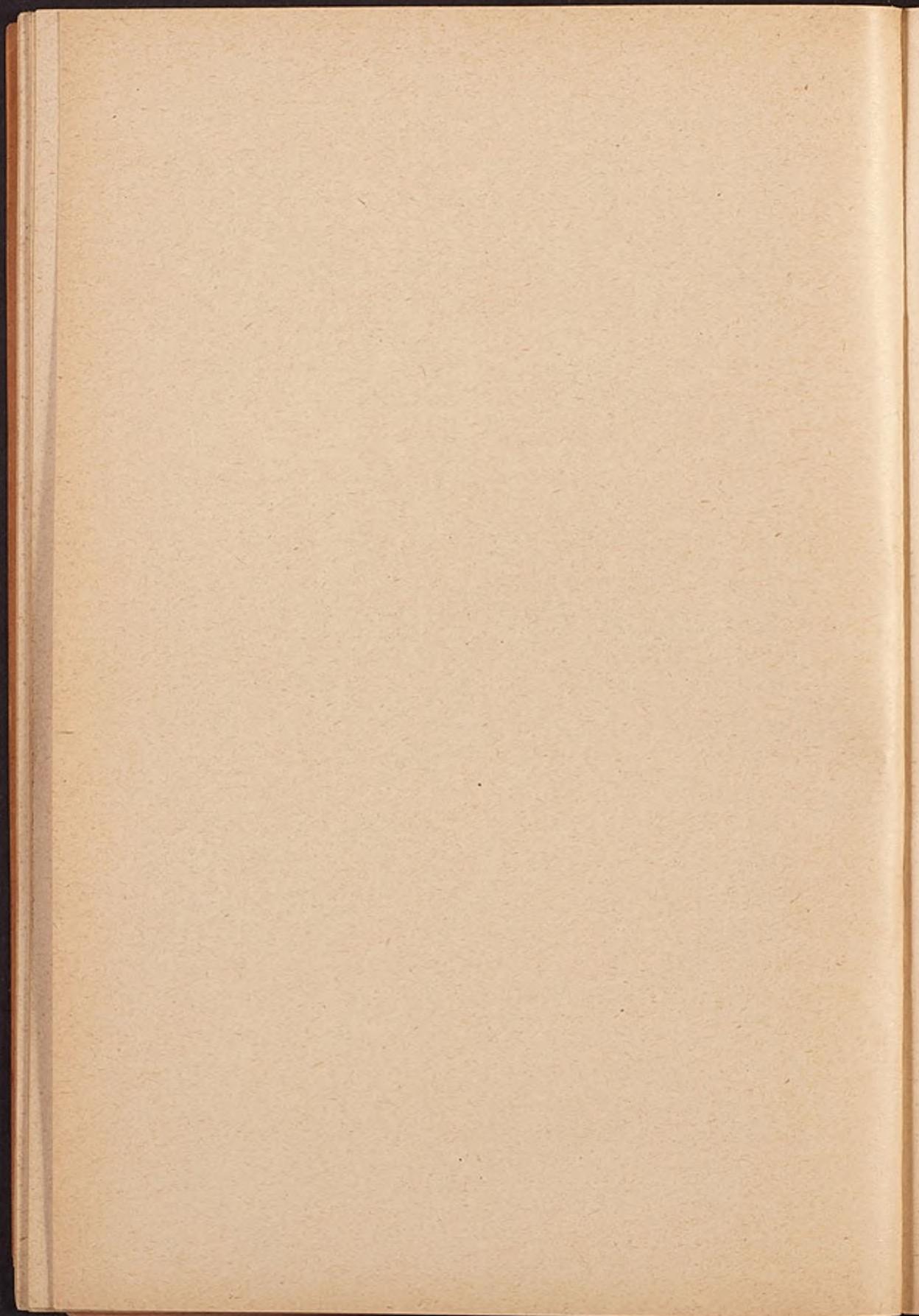
on s'assure constamment, par l'essai bactériologique, de l'absence complète du colibacille.

Et maintenant tisons une conclusion de cette étude. Tout d'abord, nous dirons que les procédés de stérilisation individuelle ou domestique doivent être l'exception. La stérilisation doit se faire en commun dans de grandes installations bien surveillées. Toutefois, si la stérilisation individuelle devient nécessaire, on aura recours aux procédés les plus simples. En premier lieu, l'ébullition de l'eau; on la prolongera pendant dix minutes au moins et on laissera l'eau se refroidir à l'abri de toute souillure. En second lieu, les oxydants, dont la coloration permet facilement le dosage. Le permanganate de calcium pur, par exemple, est très recommandable. Quand son action sera épuisée et que l'excès en aura été détruit (exemple: par une trace de sucre), on laissera l'eau se clarifier par décantation pour éviter l'usage de filtres mal préparés ou mal entretenus. — Dans les villes, les municipalités ont le devoir de ne compter en aucune façon sur la stérilisation à domicile et d'assurer en tout temps aux populations une eau exempte de microbes pathogènes. Pour cela il est nécessaire d'exercer une surveillance constante, et sur l'eau, et sur les procédés de stérilisation. Le procédé le plus économique et qui s'improvise

le plus facilement est la stérilisation par l'hypochlorite de soude (suivie d'une réduction par le sulfite), mais il n'est pas sans exiger lui-même un bon dosage et un contrôle attentif. Ce procédé est recommandable si, par suite des circonstances, on est amené à stériliser une eau peu claire. Mais il est toujours préférable de stériliser des eaux limpides. Dans ces conditions, c'est-à-dire après une épuration soignée à travers des filtres à sable (naturels ou artificiels), la stérilisation par l'ozone est très efficace, et probablement aussi par les rayons ultra-violets. L'un et l'autre procédé exige des appareils et un contrôle. Les appareils sont plus compliqués dans le cas de l'ozone, mais le contrôle est plus facile, grâce à la coloration que détermine l'excès d'ozone sur le réactif ioduré. Pour les ultra-violets, la limpidité parfaite de l'eau est une condition plus rigoureusement nécessaire que pour l'ozone. Le procédé à l'ozone a déjà reçu la sanction d'une longue pratique. La stérilisation par la lumière est sans doute un procédé d'avenir, mais que la pratique n'a pas consacré encore.

---

LA  
CHIMIE DES ALIMENTS



LA

## CHIMIE DES ALIMENTS<sup>(1)</sup>

---

Chimie et aliments, ces deux mots rapprochés n'éveillent pas des idées agréables. Ils évoquent des sophistications plus ou moins ingénieruses et peu propres à exciter l'appétit. Il est vrai que les fraudeurs ont parfois recours à la chimie. Mais la chimie se retourne contre eux et il n'est pas de fraude qu'elle n'arrive à déceler. C'est le rôle de laboratoires spéciaux, tels que le Laboratoire de répression des fraudes au ministère de l'Agriculture, le Laboratoire municipal et les laboratoires annexes créés dans quelques arrondissements pour les expertises rapides. Sans doute nous trouverions de l'intérêt à l'étude de leurs méthodes. Mais elle nous entraînerait à des détails trop techniques. Nous nous bornerons ici à en citer quelques exemples.

Il est encore une autre sorte d'aliment chi-

---

(1) Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 22 février 1915.

mique auquel on peut songer, c'est l'aliment de synthèse de volume minimum, la pilule nutritive qui affranchirait l'humanité future de la nécessité des repas. Il est facile de montrer que cet idéal un peu sévère est loin d'être pratiquement accessible. Un homme adulte de poids moyen élimine par sa respiration, sous forme d'acide carbonique, environ 10 grammes de carbone à l'heure; or, on ne peut assimiler le carbone que s'il est combiné tout au moins à l'hydrogène et à l'oxygène, si bien que l'aliment carboné le plus léger est le sucre. Pour compenser l'élimination de 10 grammes de carbone, il faudrait déjà 25 grammes de sucre, soit 600 grammes de sucre par vingt-quatre heures. On voit par là que l'aliment synthétique ne saurait être réduit à un très petit volume et qu'il est tout aussi sage de nous en tenir aux produits naturels, au pain, à la viande, aux légumes, au lait, etc.

C'est ici justement que nous allons faire intervenir la chimie pour déterminer la valeur nutritive de ces produits. Guidé par l'analyse, aidé par la physiologie, le chimiste peut faire un choix parmi les aliments que la nature nous propose et fixer l'économie de notre régime pour le plus grand bien de notre santé. — L'importance de cette étude n'a pas échappé aux savants. Parmi ceux qui se sont occupés de cette

question nous trouvons en France : Maurel, Chauveau, et plus récemment Armand Gautier, à qui nous ferons de nombreux emprunts. « Rien, dit-il, ne saurait être plus important que de s'alimenter régulièrement ; cependant rien de plus difficile ni de plus méconnu, et, sur l'une des conditions essentielles dont dépend étroitement la santé de l'individu, la prospérité de la famille, l'amélioration des constitutions et des races, on vit de tradition et de sentiments dès qu'il s'agit de l'espèce humaine. On sait nourrir rationnellement un bœuf, une vache, un cheval, un mouton et leur faire produire le maximum de viande, de lait, de travail ou de laine, on sait moins bien nourrir un homme (¹). »

Quels sont les caractères d'un aliment ? Pour nous en rendre compte, nous allons étudier le lait. C'est l'aliment type, puisqu'il suffit à lui seul à la nutrition de l'enfant. Prenons un échantillon de lait, et nous le traiterons par nos réactifs afin de le résoudre en ses divers constituants. Ajoutons-y quelques gouttes d'acide acétique ; des flocons blancs apparaissent, qui peu à peu se déposent, tandis que le liquide s'éclaircit. Filtrons : nous retenons sur le filtre la partie coagulée et nous laissons passer une

---

(¹) Armand GAUTIER, *L'Alimentation et les régimes chez l'homme sain ou malade*. Masson, 1908 (3<sup>e</sup> édition).

liqueur limpide, c'est le sérum du lait. A présent étudions séparément le solide et le liquide. Épuisons le coagulum par de l'éther additionné d'un peu d'ammoniaque ; ce dissolvant extrait la matière grasse, c'est-à-dire le beurre dont les globules répartis dans le lait ont été emprisonnés dans le réseau floconneux au moment de sa coagulation. Il reste maintenant un résidu insoluble, c'est la caséine, partie constituante du fromage. Le sérum évaporé donne un résidu sec où nos réactifs distinguent encore deux sortes de produits : d'abord des sels minéraux, chlorures, phosphates, etc., ensuite un sucre particulier qu'on appelle sucre de lait ou lactose. Pour montrer rapidement sa présence, faisons bouillir le sérum et versons-y de la liqueur de Fehling, nous voyons apparaître l'oxydule rouge de cuivre qui témoigne de la réaction d'un sucre réducteur.

Ainsi l'analyse immédiate nous révèle, dans l'aliment complet, des sels minéraux, un sucre, une matière grasse et de la caséine. Tout aliment, quel qu'il soit, devra contenir des substances analogues à l'une au moins de ces parties constitutantes du lait. Le lactose est le type des *hydrates de carbone* qui sont ou des sucres ou des générateurs de sucres ; le beurre est un type de *matière grasse* ; la caséine est un type des matières azotées qui se retrouvent en particulier

dans l'albumine de l'œuf et qu'on appelle *matières albuminoïdes* (<sup>1</sup>).

Voici la composition moyenne d'un bon lait de vache :

Eau . . . . .	864 gr »
Albuminoïdes . . . . .	33 3
Beurre . . . . .	42 »
Lactose . . . . .	53 »
Sels minéraux . . . . .	7 6
Total . . . . .	<u>999 gr 9</u>

Il semble que nous trouvions déjà dans ce tableau une indication sur le choix de nos aliments, puisque nous voyons comment s'équilibre chez l'enfant l'alimentation en matières azotées, matières grasses, hydrates de carbone et sels minéraux. C'est, en effet, une première approximation. Mais ce qui convient à l'enfant en suffit pas à l'adulte. L'adulte crée moins de tissus et produit plus de travail. Nous verrons qu'il lui faut moins de matière azotée et plus d'hydrates de carbone.

Les doses des divers constituants du lait s'écartent peu des données moyennes que nous

(1) Une expérience simple nous permet de montrer que la caséine est bien une matière azotée : chauffons un peu de caséine sèche dans un tube à essai avec de la chaux sodée, et nous dégageons de l'ammoniaque qui bleuit le papier de tournesol.

venons d'indiquer, et, si elles viennent à diminuer notablement, on peut en conclure que le lait est adultéré. Une falsification très commune est l'écrémage : si le dosage du beurre en indique moins de 30 grammes par litre, le lait est écrémé. Une autre consiste dans l'addition d'eau ou mouillage : si la teneur en lactose descend au-dessous de 40 grammes par litre, on peut considérer le mouillage comme certain. On est d'ailleurs averti par des mesures physiques telles que celle de la densité (<sup>1</sup>) (si elle est inférieure à 1,027, la moyenne étant 1,032) ou le point de congélation (s'il est supérieur à — 0° 50, la moyenne étant — 0° 55). Enfin il y a un autre signe avertisseur du mouillage, c'est la réaction des nitrates. La présence des nitrates (sauf le cas exceptionnel où l'animal aurait absorbé du salpêtre) ne peut s'expliquer en effet que par l'addition d'eau naturelle. Malheureusement les eaux naturelles contiennent aussi bien des microbes pathogènes et c'est pourquoi le lait mouillé est un aliment dangereux en même temps qu'appauvri. — On peut, il est vrai, le rendre inoffensif par l'ébullition, mais les diastases digestives qu'il contient sont alors dé-

---

(1) Une densité anormale éveille aussitôt l'attention. Mais il faut bien remarquer qu'une densité normale ne prouve pas un lait franc. Car si le mouillage l'abaisse, l'écrémage la relève, et les deux fraudes réunies peuvent compenser leurs effets.

truites et il est moins facilement digéré par les nourrissons (¹).

Pour l'adulte, les produits extraits du lait sont peut-être plus utiles que le lait lui-même. Le *fromage* contient sous un petit volume toute la caséine du lait, aussi est-ce un aliment azoté des plus nourrissants. Voici, à titre de document, la valeur nutritive de quelques fromages estimée d'après leur teneur en caséine :

Gruyère . . . . .	31,4 %
Roquefort . . . . .	43,2
Camembert . . . . .	19,0
Neufchâtel. . . . .	17,4

On voit que 100 grammes de gruyère équivalent en matières azotées à un litre de lait.

Le *beurre* est la graisse la plus digestible. Les beurres naturels contiennent de 85 à 88 % de matières grasses. Ils diffèrent entre eux surtout par la quantité d'eau qu'ils retiennent (12 à 15 %). Les fraudeurs y ajoutent un supplément

(¹) Pour donner une idée de la délicatesse des réactions chimiques, décrivons ici un procédé qui permet de reconnaître chimiquement un lait cru d'un lait bouilli. Versons quelques centimètres cubes de lait cru dans un tube à essai et ajoutons un petit fragment de gayacol, puis quelques gouttes d'eau oxygénée. Chauffons légèrement; peu à peu apparaît une coloration rose saumonée. C'est que la peroxydiastase du lait cru catalyse la réaction de l'eau oxygénée sur le gayacol. Le lait bouilli ne contient plus cette peroxydiastase; aussi, dans les mêmes circonstances, il ne donne lieu à aucune coloration.

d'eau, de la margarine, du beurre de coco. La composition du beurre de coco présente avec celle du beurre une analogie singulière. Mais malgré tout, son origine végétale se trahit aux yeux du chimiste par une réaction certaine (<sup>1</sup>) (distinction entre la phytostérine végétale et la cholestérine animale qui constituent l'insaponifiable des graisses).

\* \* \*

Les aliments lactés ne sont qu'un cas très particulier parmi tous les matériaux variés que la nature nous présente. Avant de choisir parmi ces matériaux, nous allons d'abord examiner les documents analytiques qui doivent nous servir de guides. Commençons par les produits qu'on tire du règne animal, et donnons ici la composition de la *viande*.

---

(1) Des falsifications du même genre se retrouvent pour le saindoux. Les fraudeurs incorporent de l'eau (jusqu'à 50 % !) et de l'huile de coton. Celle-ci se révèle par le même procédé que le beurre de coco.

TABLEAU 1. — Composition de la viande de bœuf  
(os déduits, environ 1/4).

	ÉPAULE	CULOTTE	ALOYAU	GITE	ENTRECOTE	FILET	FAUX FILET
	°/°	°/°	°/°	°/°	°/°	°/°	°/°
Eau . . . . .	70,83	72,5	74,6	68,9	72,0	71,2	71,4
Matières azotées.	24,62	21,94	19,04	26,03	20,54	18,18	16,99
Matières grasses.	3,08	5,16	5,42	4,16	6,41	9,86	9,60
Sels minéraux .	1,45	1,40	0,92	0,90	0,95	0,75	1,01

TABLEAU 2. — Bœuf, veau, mouton, porc.

	BŒUF	VEAU	MOUTON	PORC
	°/°	°/°	°/°	°/°
Eau . . . . .	72,0	75,0	75,9	60,0
Matières azotées . . . . .	20,96	19,37	17,11	17,08
Matières grasses . . . . .	5,41	4,12	5,77	22,0
Sels minéraux . . . . .	1,14	0,91	1,33	0,91

On remarque surtout l'abondance des substances azotées et l'absence des hydrates de carbone. C'est là un caractère constant des aliments d'origine animale. Aussi nous les estimons pour leur azote. Le tableau 2 montre que toutes les viandes de boucherie sont à peu près équivalentes à cet égard. Il faut pourtant noter qu'il y a des différences sensibles entre les divers morceaux d'un même animal. Ainsi pour le bœuf, la dose des matières azotées varie de

17 à 24 % quand on passe du faux filet à l'épaule, et il est même assez curieux de constater que le filet et le faux filet qui sont les morceaux les plus recherchés sont aussi les moins nourrissants. — Retenons qu'un bon morceau de viande maigre fournit en matières azotées environ 20 % de son poids.

Bien entendu, ces matières azotées ne comparent que dans la mesure où elles sont digestibles. Or, elles le sont inégalement selon la façon dont la viande est accommodée. La viande crue est la forme la plus digestible<sup>(1)</sup>; c'est probablement parce que les diastases y subsistent et qu'elles facilitent la digestion. On peut d'ailleurs se rendre compte que la viande abandonnée à elle-même pendant quelques heures subit déjà un commencement de transformation : une viande toute fraîche est moins tendre qu'une viande rassise. Après la viande crue viennent les grillades et les viandes rôties. La viande exposée à une chaleur vive se modifie d'abord à la surface et s'enrobe d'une croûte à l'abri de laquelle se continue la cuisson. Cette croûte contient des produits de décomposition pyrogénée qui la rendent très savoureuse, mais qui sont irritants et peu digestibles. Pour éviter l'inconvénient aux estomacs délicats, on

(1) On recommande aux malades la viande crue de cheval comme étant la plus sûrement exempte de parasites.

peut revêtir la viande d'une pâte destinée à subir l'action directe de la chaleur (côtelettes panées).

Les viandes bouillies sont les moins digestibles et les moins nourrissantes. Aussi la pratique du *pot-au-feu* ne se justifie que pour la préparation du bouillon. Le bouillon était considéré autrefois comme un aliment très nutritif. En réalité il n'enlève à la viande qu'une petite fraction (en moyenne 7 %) de ses matières albuminoïdes, et encore il en passe 3 % dans les écumes. Mais parmi ces matières solubles dites extractives il en est qui agissent à faible dose, non pas à titre d'aliments, mais comme stimulants du système nerveux. Ce sont les bases dites xanthiques, analogues à la xanthine. Or, il se trouve que la constitution chimique de la xanthine ressemble d'une façon frappante à celle de la caféine du café, de la théine du thé, de la théobromine du cacao. En sorte que le bouillon se classe avec le café, le thé et le chocolat parmi les toniques. Le caractère commun à ces toniques c'est qu'ils se transforment aisément en acide urique, d'où un danger pour les personnes arthritiques si elles viennent à en abuser<sup>(1)</sup>.

Le poisson est comme la viande un aliment

---

(1) Une tasse de café contient en moyenne 0,025 de caféine, un litre de bouillon 0,025 de xanthine, une tasse de thé 0,0025 de théine.

riche en matières albuminoïdes. Ainsi le brochet à l'état frais contient 18 % de matières azotées et l'anguille 13 % (avec 25 % de graisse). La morue salée, quand elle est sèche et qu'elle ne contient plus que 13 % d'eau, renferme jusqu'à 73 % de matières albuminoïdes. C'est l'aliment azoté économique par excellence. Le poisson est généralement très digestible. De plus il présente un avantage sur la viande, c'est qu'on y trouve en plus grande abondance les combinaisons assimilables du phosphore qui paraissent nécessaires à la réparation de nos tissus nerveux.

Cet avantage est encore plus marqué pour les œufs. Le blanc d'œuf est presque uniquement composé d'albumine, mais le jaune contient en outre un dérivé de l'acide glycérophosphorique, la lécithine. La composition moyenne d'un œuf de 60 grammes est la suivante :

Coquille . . . . .	6 gr 6
Eau . . . . .	39 8
Matières albuminoïdes sèches . . . . .	7 2
Graisses et lécithine . . . . .	5 9
Sels minéraux . . . . .	0 5
Total . . . . .	<u>60 gr »</u>

Au point de vue de l'azote, retenons la valeur nutritive de l'œuf. Elle est caractérisée par une teneur de 12 % en matières albuminoïdes.

\*  
\* \*

Examinons à présent quelques types d'*aliments végétaux*, et en premier lieu le pain. Voici l'analyse d'un pain moyen de Paris (mie et croûte prises ensemble) :

Matières azotées.	8,1	‰
Hydrates de carbone.	51,88	
Graisses .	0,81	
Matières minérales.	0,91	
Eau .	38,3	

Voici maintenant quelques légumes :

POMMES DE TERRE	PETITS POIS VERTS EN GRAINS	CHOU POMMÉ	LAITUE ROMAINE
—	—	—	—
‰	‰	‰	‰
Eau . . . . .	75,0	78,8	90,0
Matières azotées.	2,08	4,47	1,9
Hydrates de carbone.	21,70	15,67	6,64
Matières grasses.	0,15	0,24	0,2
Matières minérales.	1,09	0,72	1,23
			0,98

Dans ces exemples variés d'aliments végétaux on trouve un principe constant qu'on a rencontré rarement dans les aliments d'origine animale, les *hydrates de carbone*. C'est donc dans les végétaux que nous devrons chercher les hydrates de carbone qui nous sont nécessaires. Mais l'apport de matières azotées par le végétal est loin d'être négligeable. Ainsi le pain contient jusqu'à 8 ‰ de matières azotées (gluten de la

farine). Riche à la fois en hydrates de carbone et en azote, il est en quelque sorte un aliment complet, et il n'est pas étonnant qu'il soit apprécié chez tous les peuples. Les graines des légumineuses, haricots, pois, lentilles, etc., plus riches encore en azote que le pain (<sup>1</sup>), peuvent être considérées également comme des aliments complets de grande valeur.

Quant aux légumes herbacés, dont la salade est un type extrême, ils paraissent être des aliments pauvres. En réalité ils peuvent jouer dans la nutrition un rôle important. Le bon fonctionnement de notre organisme est lié à la présence dans nos cellules d'une petite quantité d'éléments minéraux, parmi lesquels le sodium, le potassium, le calcium, le magnésium, le fer, etc. Or, pour faciliter l'assimilation de ces éléments, il semble qu'on ait intérêt à les présenter sous la forme de combinaisons organiques aussi variées que possible. A cet égard les légumes herbacés sont tout aussi riches et parfois davantage. Ainsi l'épinard contient une dose assez notable de fer (environ 3 à 4 grammes par kilo de matière sèche). Le cresson contient de l'iode, l'artichaut du manganèse, le chou des combinaisons sulfurées.

---

(1) Nous les ramenons pour la comparaison au même état d'hydratation.

Les bases minérales des végétaux nous sont utiles encore à un autre point de vue : elles tendent à entretenir l'alcalinité du sang. La destruction de l'aliment dans nos tissus se fait par voie d'oxydation. Or, les acides du végétal, en s'oxydant, disparaissent à l'état d'acide carbonique et ne laissent que des bases. Il faut cependant faire exception pour l'acide phosphorique. Partout où il y a excès d'acide phosphorique, le résidu d'oxydation est acide. C'est le cas pour les graines des céréales. Aussi l'abus du pain tendrait à acidifier le sang, tout comme l'abus de la viande.

En résumé, les végétaux nous apportent non seulement les hydrates de carbone nécessaires pour remplacer le carbone éliminé dans la respiration, mais encore une grande variété d'éléments minéraux assimilables qui, à des doses faibles, jouent un rôle important dans la chimie des cellules et du sang.

\* \* \*

Lorsque l'on considère la grande variété des aliments végétaux et que l'on apprécie la valeur nutritive de certains d'entre eux en azote, on arrive à se demander s'il est bien utile de consommer de la viande, du poisson, du lait ou des œufs, et si l'on ne trouverait pas dans le

règne végétal seul une alimentation suffisante. En fait, les sectes végétariennes qui s'abstiennent rigoureusement de toute nourriture animale semblent l'avoir démontré. Mais il faut avouer que les végétariens exclusifs (il y en a en particulier dans l'Hindoustan) sont rarement très robustes. En réalité, les albuminoïdes végétaux ne sont pas, comme les albuminoïdes animaux, exactement semblables à ceux de nos tissus, et il ne paraît pas qu'ils jouent un rôle équivalent dans l'assimilation azotée. Insuffisants quand ils sont seuls, l'expérience montre pourtant qu'ils sont très utiles et que, pour assurer à notre assimilation azotée son optimum, il convient d'équilibrer les quantités de matières azotées végétales et animales dans le rapport de 3 à 2.

C'est là une première règle pour l'établissement de notre régime. Mais il faut maintenant la compléter, en fixant, non plus les proportions relatives, mais les doses totales d'aliments nécessaires. Ici encore c'est l'expérience qui nous sert de guide et nous allons dire par quelles méthodes. Ces méthodes sont de deux sortes : les unes sont fondées sur la statistique pure, les autres sur la physiologie. Voici comment procèdent les physiologistes : ils placent un homme sain et bien portant dans des conditions telles qu'on puisse faire le bilan très exact du carbone et de l'azote ingérés d'une part, excrétés de

l'autre<sup>(1)</sup>. Supposons que, sans diminuer sa ration d'hydrates de carbone, de graisses ni de sels minéraux, on réduise de proche en proche ses aliments azotés. Il arrive un moment où cet homme perd de son poids et commence à éprouver quelque gêne. C'est que la dose d'aliments azotés est descendue au-dessous du minimum nécessaire. Il est évident qu'en agissant de la sorte sur les différents facteurs de l'alimentation on arrive à déterminer un état d'équilibre où le sujet se maintient en bonne santé avec le moindre excès possible d'aliments. On trouve alors que l'homme moyen de 64 kilos, au repos, consomme :

Albuminoïdes . . . . .	110 gr.
Graisses . . . . .	56
Hydrates de carbone. . . . .	425

Le principe des méthodes statistiques est tout différent. Il consiste à examiner le régime moyen de toute une population aussi saine et aussi nombreuse que possible, ou bien celui

---

(1) Atwater a fait construire par le département de l'Agriculture des États-Unis un laboratoire modèle pour cette étude. La chambre respiratoire d'Atwater permet de mesurer non seulement les échanges respiratoires et alimentaires, mais encore les échanges calorifiques et l'énergie mécanique dépensée. Le sujet peut y vivre au travail ou au repos pendant plusieurs jours de suite avec tout le confort nécessaire. A l'hôpital Boucicault (Paris), M<sup>le</sup> Pompilian et le Dr Letulle ont fait construire une chambre analogue. Voir le livre d'Armand Gautier, déjà cité.

d'un certain nombre de personnes choisies parmi des types normaux, parfaitement bien portantes et ne variant pas de poids.

Voici les résultats obtenus :

1<sup>o</sup> Alimentation calculée d'après la consommation parisienne totale pendant dix ans :

Albuminoïdes . . . . .	96 gr 95
Graisses . . . . .	57 71
Hydrates de carbone . . . . .	410 35

2<sup>o</sup> Alimentation calculée d'après quelques sujets types moyens :

Albuminoïdes . . . . .	106 gr 6
Graisses . . . . .	83 7
Hydrates de carbone . . . . .	415 8

Les résultats de la statistique et de la physiologie sont vraiment d'une concordance remarquable (<sup>1</sup>). Si l'on en prend la moyenne, on trouve que la ration d'entretien, dans nos climats, pour un homme de poids moyen (64 kilos), est la suivante :

Albuminoïdes . . . . .	104 gr.
Graisses . . . . .	66
Hydrates de carbone . . . . .	417

Il s'agit ici de l'homme au repos ou en état de

(1) Sauf peut-être pour les graisses évaluées par la troisième méthode.

faible activité musculaire (<sup>1</sup>). Il nous reste à chercher comment on doit modifier son régime si l'on veut qu'il fournit du travail.

L'animal est un moteur dont l'énergie prend sa source dans la transformation chimique des aliments. Or, si l'on fait la différence entre la valeur thermique de ce qu'il ingère et de ce qu'il élimine, on trouve précisément la quantité totale de chaleur mise en jeu dans le moteur animé. Une fraction seulement de cette énergie est utilisée sous la forme de travail mécanique ; elle caractérise le rendement du moteur. Supposons ce rendement connu, ainsi que la valeur thermique des différents aliments, nous pourrons, en vue d'un travail mécanique déterminé, évaluer avec précision le supplément de nourriture nécessaire.

Voici, pour les différents principes nutritifs, dans le cas d'une alimentation mixte, les quantités de chaleur *pratiquement* disponibles, en tenant compte seulement de la fraction digérée :

	CALORIES	
Pour 1 gramme de matières albuminoïdes . . . . .	3,68	(théoriquement 4 calories).
Pour 1 gramme de graisses . . . . .	8,45	(8,6)
Pour 1 gramme d'hydrates de carbone . . . . .	3,88	(4,»)

(1) La population de Paris, en moyenne, fournit peu de travail musculaire.

Appliquons d'abord ces données au calcul des calories fournies par le régime normal de l'homme au repos. Nous trouvons 2.500 calories. Que deviennent ces 2.500 calories ? Les mesures physiologiques établissent qu'à la température moyenne de nos climats, la déperdition de chaleur par la surface du corps et par la respiration atteint environ un total de 2.300 calories. C'est là encore une coïncidence remarquable, car nous voyons qu'il reste seulement 200 calories disponibles et l'on se rendra compte plus loin que cette petite quantité d'énergie ne saurait suffire pour un travail musculaire important. Il résulte clairement de là que tout travail mécanique supplémentaire exigera un supplément de nourriture. Dans la pratique, c'est aux hydrates de carbone surtout qu'il conviendra de demander ce supplément. Ils sont brûlés dans l'organisme plus complètement que les albuminoïdes, et, en cas d'excès, ils ne laissent pas comme eux dans le sang des déchets d'élimination difficile. Ils sont d'ailleurs plus rapidement assimilés, et enfin ils sont plus économiques.

Soit un manœuvre qui accomplit dans sa journée un travail musculaire fatigant. Il peut fournir jusqu'à 250.000 kilogrammètres. A raison de 425 kilogrammètres par calorie, cela représente une énergie calorifique utilisable de 589 calories. Estimons le rendement de son

moteur à 25 %. L'énergie calorifique totale mise en jeu doit alors être égale à quatre fois 589, soit 2.356 calories. Cela correspond à peu près à 1 kilo de pain. — Un exemple qui nous est familier, c'est la marche. On estime que la dépense musculaire en marche plane est à peu près de  $\frac{1}{16}$  de kilogrammètre par chaque kilo déplacé de 1 mètre. Un homme de 64 kilos dépense donc  $\frac{64}{16}$ , c'est-à-dire 4 kilogrammètres par mètre, soit 4.000 kilogrammètres par kilomètre. Pour accomplir en marchant le même travail que le manœuvre cité plus haut il lui faut parcourir  $\frac{250.000}{4.000}$  c'est-à-dire 62<sup>km</sup> 500. Une marche de 31 kilomètres, qui correspond déjà à une fatigue notable, réclame un supplément de  $\frac{2.356}{2}$  soit 1.178 calories, lesquelles peuvent être fournies par 500 grammes de pain.

On conviendra que ce sont là des notions simples et d'une application facile. Nous allons les appliquer à une question d'un intérêt tout actuel, en examinant la ration du soldat.

*Ration de guerre du soldat français.*

	ALBU-MINOÏDES	GRAISSES	HYDRATES DE CARBONE
Pain 0kg 750 (ou pain de guerre 0kg 600) . . . . .	60gr »	9gr »	397gr »
Viande fraîche brute 0kg 500 (0kg 400 de viande sans os ou 0kg 280 de conserves). . . . .	75 »	20 25	1 4
Potage condensé (aux légumes) . . . . .	2 7	14 4	21 »
Légumes secs (parfois riz) 0kg 100 . . . . .	18 7	1 7	38 »
Sucre 0kg 031 . . . . .	»	»	30 5
Lard ou graisse 0kg 030 . . . . .	0 3	20 »	»
Café torréfié 0kg 024 . . . . .	0 8	»	2 6
Vin à 10° ol 25. . . . .	0 7	»	35 »
Total . . . . .	158gr 2	65gr 35	525gr 5

Calcul en calories :

Albuminoïdes . . . . .	585 <sup>cal</sup> 3
Graisses . . . . .	555 »
Hydrates de carbone. . . . .	2.049 4
Total . . . . .	3.189 <sup>cal</sup> 7

Si l'on évalue à 2.300 calories l'énergie mise en jeu par l'homme au repos, on voit qu'il reste un excédent disponible d'environ 900 calories. Il est en moyenne suffisant pour les travaux du soldat en campagne. Toutefois M. Armand Gautier (<sup>1</sup>) fait remarquer très justement que le minimum de 2.300 calories a été déterminé pour

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1<sup>er</sup> février 1915.

un climat tempéré, mais qu'en hiver il convient de relever la ration d'au moins 800 calories. Sur quels aliments doit porter ce relèvement? Ce ne sera pas sur les albuminoïdes, dont la dose est déjà un peu excessive, mais bien plutôt sur les graisses et sur les hydrates de carbone. Le soldat s'en rend compte, et, si on l'interroge sur son régime il trouve, en général, la viande trop abondante et réclame plus volontiers des légumes. M. Armand Gautier propose comme suppléments

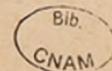
30 grammes de graisse, soit . . . . .	245	calories
32 grammes de sucre, soit . . . . .	125	—
150 grammes de pain, soit . . . . .	369	—
(ou 0 <sup>kg</sup> 400 de pommes de terre), soit . . .	(248)	—
et un demi-litre de vin ( <sup>1</sup> ) à 10°, soit . . .	273	—

En réalité, des suppléments analogues ont déjà été assurés à la plupart des troupes, sur l'initiative des chefs de corps. Il y a donc tout lieu de penser que le régime de nos soldats est largement suffisant pour réparer les fatigues que leur impose la guerre.

Que dirons-nous maintenant du régime de la population civile? En temps de guerre le renchérissement des vivres est tel que, pour les civils, le

---

(1) L'alcool contenu dans le vin est ici compté comme un aliment à l'égal du sucre. En fait, il n'est brûlé par l'organisme qu'à faibles doses et aux grandes dilutions. Mais il est évident que ces conditions sont réalisées pour la ration modérée que M. Armand Gautier préconise.



prix de l'aliment, à valeur nutritive égale, prend une importance de premier ordre. Aussi avons-nous jugé utile d'établir à ce point de vue une comparaison entre les différents aliments. Voici, d'après les cours moyens à la date du 15 février 1915, le prix, en centimes, d'un gramme de matière albuminoïde sous les diverses formes usuelles :

PRIX DU GRAMME  
DE MATIÈRE AZOTÉE

Dans la morue sèche à 0 <sup>f</sup> 80 la livre.	0 <sup>cm</sup> 33
Dans le lait à 0 <sup>f</sup> 30 le litre . . . . .	1 " "
Dans le cheval à 1 <sup>f</sup> 20 la livre . . . . .	1 33
Dans le fromage de gruyère à 1 <sup>f</sup> 80 la livre . . . . .	1 5
Dans le veau à 1 <sup>f</sup> 60 la livre . . . . .	2 " "
Dans l'œuf à 0 <sup>f</sup> 15 la pièce . . . . .	3 " "
Dans les légumes secs à 1 fr. le kilo.	0 5
Dans le pain à 0 <sup>f</sup> 45 le kilo. . . . .	0 6

Pour les aliments générateurs d'énergie, ce qui nous importe le plus, c'est le prix de la caloric.

PRIX DE LA CALORIE

Dans le saindoux à 1 <sup>f</sup> 20 la livre . . . . .	0 <sup>cm</sup> 03
Dans le beurre à 1 <sup>f</sup> 80 la livre . . . . .	0 05
Dans le sucre à 0 <sup>f</sup> 80 le kilo . . . . .	0 02
Dans le pain à 0 <sup>f</sup> 45 le kilo. . . . .	0 02
Dans les haricots à 1 fr. le kilo. . . . .	0 035
Dans les pommes de terre à 0 <sup>f</sup> 16 le kilo . . . . .	0 02
Dans le lait à 0 <sup>f</sup> 30 le litre . . . . .	0 045

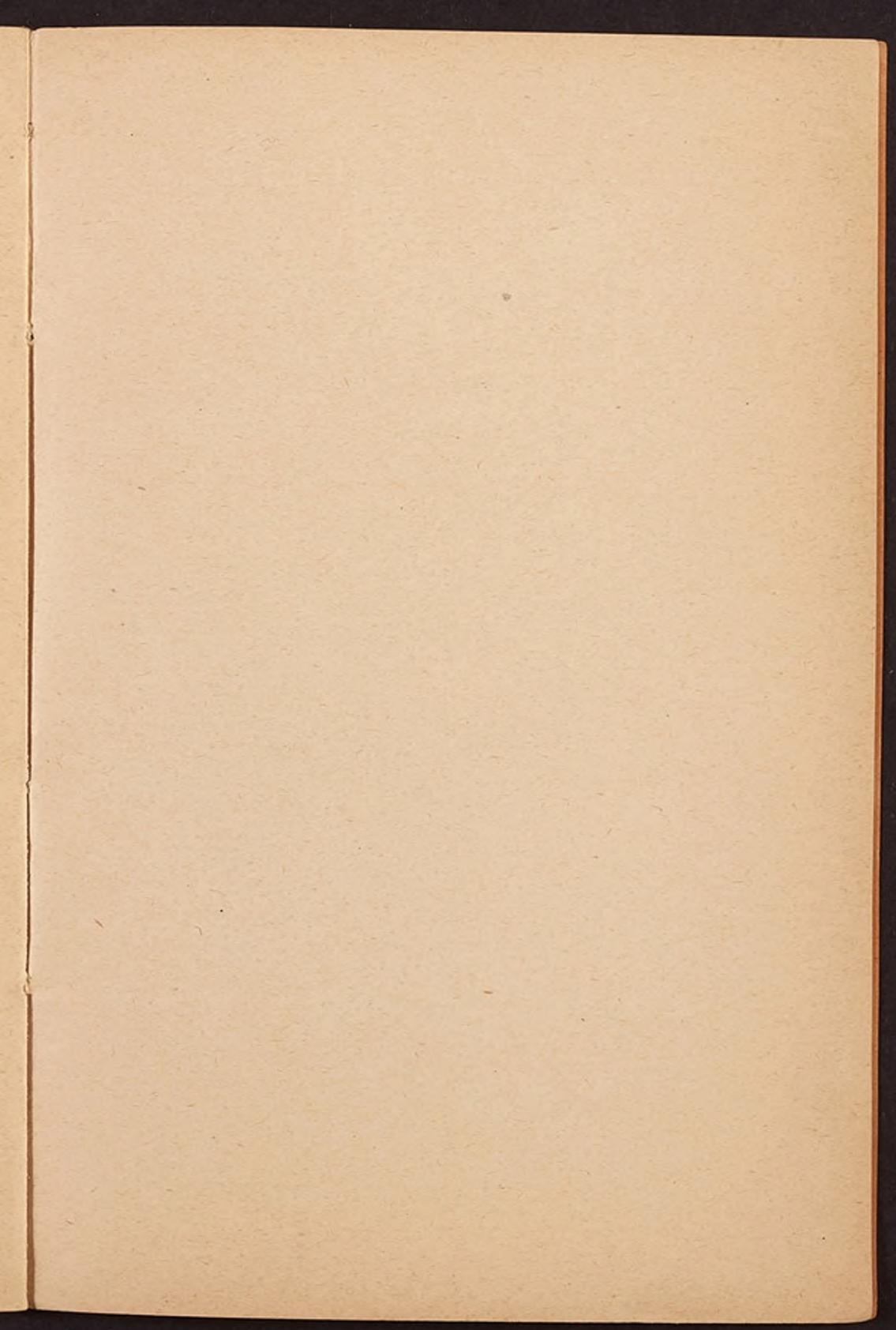
\* \* \*

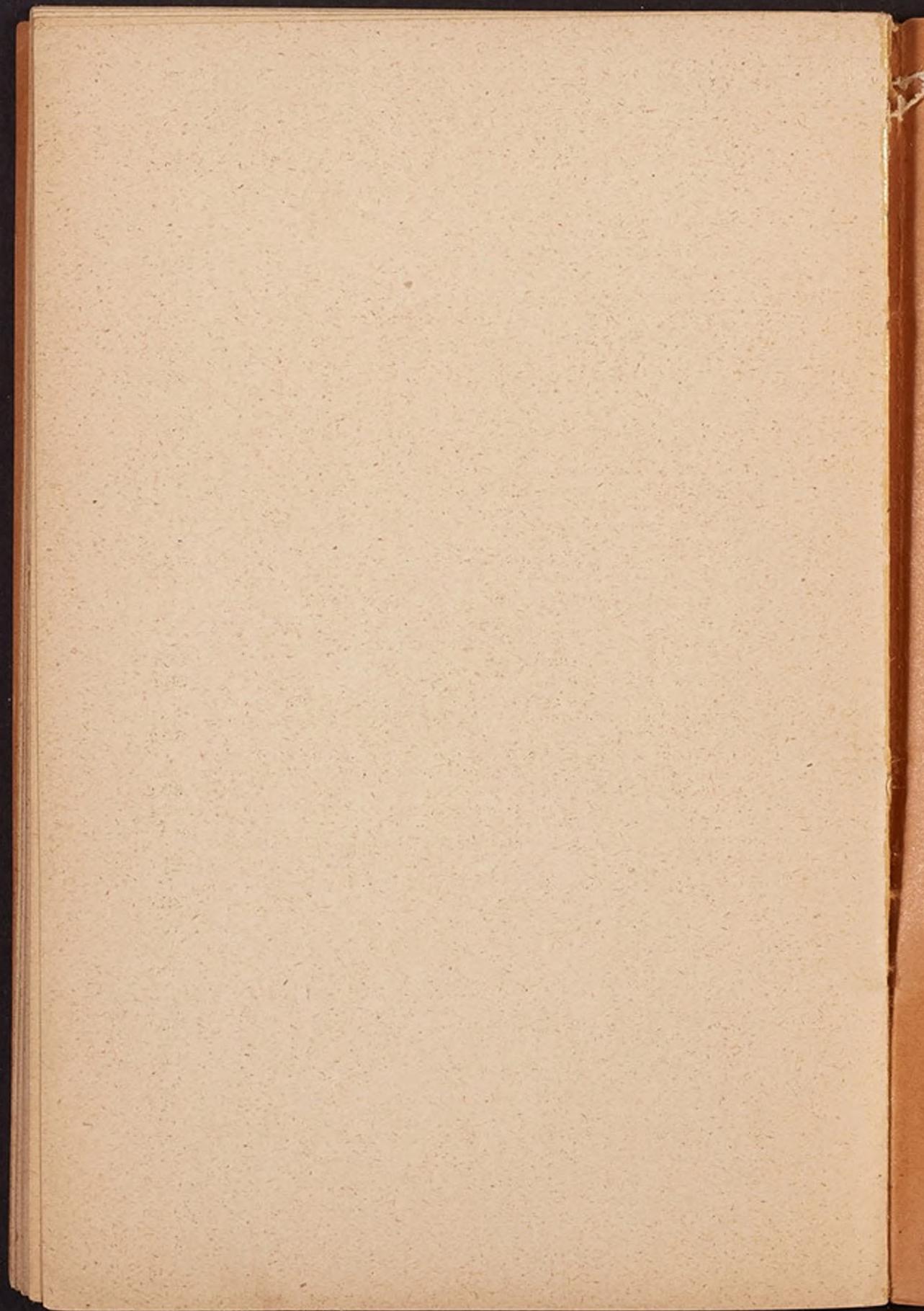
Ainsi nous sommes en possession des principales données du problème alimentaire. Nous avons vu comment la composition chimique d'un aliment permet de déterminer son rôle non seulement pour l'entretien de notre organisme, mais encore pour la réparation des dépenses dues au travail musculaire. Cette connaissance nous imposera des règles communes d'alimentation. A ces règles viendront s'ajouter des raisons individuelles, raisons d'économie, de goûts, et surtout d'aptitudes particulières à la digestion. Et chacun de nous choisira lui-même le détail de son régime.

Il nous resterait encore une question importante à traiter, c'est la recherche des meilleures méthodes à suivre pour la préparation des aliments. Entre le marché et la table, ils sont soumis aux lois de la cuisine. La cuisine jusqu'ici est un art, c'est-à-dire un ensemble de pratiques consacrées par un empirisme séculaire. Mais les transformations qu'elle fait subir à l'aliment brut sont du ressort de la chimie, et il paraît possible pour chaque aliment de raisonner la forme la plus digestible à la fois et la plus savoureuse. Arrivée à ce degré de perfection, la cuisine sera devenue une science.



NANCY-PARIS, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT — FÉVRIER 1916  
ACHEVÉ D'IMPRIMER APRÈS LE 4<sup>e</sup> BOMBARDEMENT DE NANCY





# LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

PARIS, 5-7, rue des Beaux-Arts — rue des Glacis, 18, NANCY

## PAGES D'HISTOIRE — 1914-1916

Série de volumes in-12 (93 volumes parus)

### LES LIVRES DIPLOMATIQUES

Le Livre bleu serbe (16/29 juin-3/16 août 1914) . . . . .	60 c.
Le Livre jaune français (17 mars 1913-4 septembre 1914) . . . . .	90 c.
Le Livre gris belge (24 juillet-29 août 1914) . . . . .	60 c.
Le Livre orange russe (10/23 juillet-24 juillet/6 août 1914) . . . . .	60 c.
Le second Livre orange russe (19 juillet/1er août-19 octobre/1er novembre 1914) . . . . .	60 c.
Le Livre bleu anglais (23 juillet-4 août 1914) . . . . .	60 c.
— — — Documents complémentaires (20 juillet-1er septembre 1914) . . . . .	60 c.
Le second Livre bleu anglais ( <i>Tarquie</i> , 3 août-4 novembre 1914) . . . . .	90 c.
Le Livre vert italien (9 décembre 1914-4 mai 1915) . . . . .	90 c.
Le Livre blanc allemand (24 juillet-2 août 1914) . . . . .	60 c.
Le Second Livre blanc allemand. <i>Essai critique et notes sur l'altération officielle des documents belges</i> , par Fernand PASSELECOQ, directeur du Bureau documentaire belge. Avec de nombreux fac-similés inédits . . . . .	1 fr.
Le Livre rouge austro-hongrois (29 juin-24 août 1914) . . . . .	90 c.

### LES NEUTRES ET LA GUERRE

Voix américaines sur la Guerre de 1914-1916. Articles traduits ou analysés par S. R., membre de plusieurs sociétés savantes. Volumes I, II, III et IV, chacun à . . . . .	60 c.
La Suisse et la Guerre . . . . .	60 c.
Les Dessous économiques de la Guerre, par Christian CORNÉLISSSEN, économiste hollandais. Préface de Charles ANDLER, professeur à la Sorbonne . . . . .	60 c.
Les Allemands en Belgique ( <i>Louvain et Aerschot</i> ). <i>Notes d'un témoin hollandais</i> , par L.-H. GRONDJUS, ancien professeur à l'Institut technique de Dordrecht. 1915 . . . . .	60 c.
Voix espagnoles. Préface par Gomez CARRILLO. . . . .	60 c.
L'Allemagne et la Guerre, par Émile BOUTROUX, de l'Académie Française . . . . .	40 c.
La Folie allemande. <i>Documents allemands</i> , par Paul VERRIER, chargé de cours à la Sorbonne . . . . .	30 c.
La Haine allemande ( <i>Contre les Français</i> ), par Paul VERRIER . . . . .	40 c.
Paroles allemandes. Préface de l'abbé E. WETTERLÉ, ancien député d'Alsace au Reichstag . . . . .	90 c.
Les Origines historiques de la Guerre, par Gabriel ARNOULT, docteur en droit. Avec 4 cartes . . . . .	40 c.
Les Campagnes de 1914, par CHAMPAUBERT. Avec 23 cartes . . . . .	60 c.
Chronologie de la Guerre (31 juillet 1914-30 juin 1915), par S. R. Volumes I et II, chacun à . . . . .	50 c.
— 3 <sup>e</sup> volume (1 <sup>er</sup> juillet-31 décembre 1915) . . . . .	90 c.
L'Œuvre de la France. Articles traduits du journal <i>The Times</i> (juillet 1915) . . . . .	40 c.
Voix italiennes sur la Guerre de 1914-1916 . . . . .	60 c.
Les Alsaciens-Lorrains en France pendant la Guerre . . . . .	60 c.

# LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

PARIS, 5-7, rue des Beaux-Arts — rue des Glacis, 18, NANCY

## CONFÉRENCES DE GUERRE DES PROFESSEURS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

---

BEAUREGARD (Paul). — <i>La Vie économique en France pendant la guerre actuelle.</i> 1915.	40 c.
FLEURENT. — <i>Un Effort à faire. Les Industries chimiques en France et en Allemagne. Aperçu général sur les causes de leur développement comparatif.</i>	75 c.
JOB (A.). — <i>La Chimie du feu et des explosifs.</i>	40 c.
LIESSE (André). — <i>L'Organisation du Crédit en Allemagne et en France.</i> 1915	90 c.
MAGNE (Lucien). — <i>La Guerre et les Monuments. Cathédrale de Reims, Ypres, Louvain, Arras.</i> Avec 32 illustrations. 1915.	1 fr.
SCHLESING fils (Th.). — <i>Notions sur le canon de 75.</i> Avec 9 figures. 1915.	40 c.
VIOLLE (J.). — <i>Du Rôle de la physique à la guerre. De l'avenir de nos industries physiques après la guerre.</i> Avec 26 figurés. 1915	75 c.

---

L'Aviation militaire, par Clément ADER. 9 <sup>e</sup> édition. 1916. Un volume in-8, avec 55 figures et 2 planches hors texte, broché	4 fr.
Avionnerie militaire. <i>Pointage aérien. Instruments de mesure pour avions torpilleurs. Le catachros. Le vélosolmètre. L'altimètre. Tableaux du guide de visée,</i> par G. ADER. 2 <sup>e</sup> édition. 1916. Un volume in-8 de 112 pages, avec 31 figures, broché	3 fr.
Les Moteurs d'Aviation, par le capitaine C. MARTINOT-LAGARDE, ancien élève de l'École polytechnique. 4 <sup>e</sup> édition, revue et augmentée. 1916. Un volume in-8, avec 127 figures et 2 planches hors texte, broché	5 fr.
Le Moteur à Explosion, par le capitaine C. MARTINOT-LAGARDE, ancien élève de l'École polytechnique. 4 <sup>e</sup> édition, revue et augmentée. 1916. Un volume in-8, avec 173 figures, broché	6 fr.
Les Applications de la Télégraphie sans fil. <i>Traité pratique pour la réception des signaux horaires et des radiotélégrammes météorologiques,</i> par E. ROTHE, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. 1913. Volume in-8 étroit, avec 63 figures, relié en percaline	4 fr.
De la Portée des Projecteurs de lumière électrique, par Jean REY, ingénieur civil des Mines. 1915. Un volume grand in-8, avec 27 figures et 6 planches in-folio	7 fr. 50
Mines et Tranchées, par Henry DE VARIGNY. 1916. Brochure in-12, avec 5 figures.	60 c.