



Section du Biologiste

M. BERTHELOT

CHALEUR ANIMALE

DONNÉES NUMÉRIQUES

MASSON ET C^o

GAUTHIER-VILLARS

ENCYCLOPEDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

COLLABORATEURS

Section du Biologiste

MM.

Arloing (S.).
 Arsonval (d').
 Artault.
 Auvaré.
 Azoulay.
 Ballet (Gilbert).
 Bar.
 Barré (G.).
 Barthélemy.
 Bauby.
 Baudouin (M.).
 Bazy.
 Beauregard (H.).
 Beille.
 Bérard (L.).
 Bergé.
 Bergonié.
 Bérillon.
 Berne (G.).
 Berthault.
 Blanc (Louis).
 Bodin (E.).
 Bonnaire.
 Bonnier (P.).
 Brault.
 Brissaud.
 Broca.
 Brocq.
 Brun.
 Brun (H. de).
 Budin.
 Carrion.
 Castex.
 Catrin.
 Cazal (du).
 Cazeneuve.
 Chantemesse.
 Charrin.
 Charvet.
 Chatin (J.).
 Collet (J.).
 Cornevin.
 Courtet.
 Cozette.
 Cristiani.
 Critzman.
 Cuénot (L.).
 Dallernagne.
 Dastre.
 Dehérain.
 Delobel.
 Delorme.
 Demmler.
 Demelin.
 Dénucé.

MM.

Desmoulins (A.).
 Dubreuilh (W.).
 Dutil.
 Duval (Mathias).
 Ehlers.
 Etard.
 Fabre-Domergue.
 Faisans.
 Féré.
 Florand.
 Filhol (H.).
 Foex.
 François-Franck (Ch)
 Galippe.
 Gasser.
 Gautier (Armand).
 Gérard-Marchant.
 Gilbert.
 Girard (A.-Ch.).
 Giraudeau.
 Girod (P.).
 Gley.
 Gombault.
 Grancher.
 Gréhant (N.).
 Hallion.
 Hanot.
 Hartmann (H.).
 Henneguy.
 Hénoque.
 Houdaille.
 Jacquet (Lucien).
 Joffroy.
 Kayser.
 Köhler.
 Labat.
 Labit.
 Lalesque.
 Lambling.
 Lamy.
 Landouzy.
 Langlois (P.).
 Lannelongue.
 Lapersonne (de).
 Larbalétrier.
 Laulanié.
 Lavarenne (de).
 Laveran.
 Lavergne (D^r).
 Layet.
 Le Dantec.
 Legry.
 Lemoine (G.).
 Lermoyez.
 Lesage.

MM.

Letulle.
 L'Hôte.
 Loubié (H.).
 Loverdo (J. de).
 Magnan.
 Malpeaux.
 Martin (A.-J.).
 Martin (Oddon).
 Maurange (G.).
 Mayrier.
 Méguin (P.).
 Merklen.
 Meunier (Stanislas).
 Meunier (Victor).
 Meyer (D^r).
 Monod.
 Moussous.
 Napias.
 Nocard.
 Noguès.
 Olivier (Ad.).
 Olivier (L.).
 Ollier.
 Orschansky.
 Peraire.
 Perrier (Edm.).
 Pettit.
 Peyrot.
 Poix.
 Polin.
 Pouchet (G.).
 Pozzi.
 Prillieux.
 Ravaz.
 Reclus.
 Rénon (L.).
 Retterer.
 Roché (G.).
 Roger (H.).
 Roux.
 Roule (L.).
 Ruault.
 Schlœsing fils.
 Séglas.
 Sérieux.
 Tissier (D^r).
 Thoulet (J.).
 Trouessart.
 Trouseau.
 Vallon.
 Vanverts (J.).
 Weill-Mantou (J.).
 Weiss (G.).
 Winter (J.).
 Wurtz.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE - MÉMOIRE

PUBLIÉS

SOUS LA DIRECTION DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

BERTHELOT — Chaleur animale, II

1

ŒUVRES DE M. BERTHELOT

OUVRAGES GÉNÉRAUX

- La Synthèse chimique**, 8^e édition, 1897, in-8°. Chez Félix Alcan.
- Essai de Mécanique chimique**, 1879; 2 forts volumes in-8°. Chez Dunod.
- Sur la force des matières explosives d'après la thermo-chimie**, 3^e édition, 1883; 2 volumes in-8°. Chez Gauthier-Villars.
- Traité pratique de Calorimétrie chimique**, in-18, 1893. Chez Gauthier-Villars et G. Masson.
- Thermo-chimie : Données et lois numériques**, 1898, 3 volumes in-8°. Chez Gauthier-Villars.
- Traité élémentaire de Chimie organique**, en commun avec M. Jungfleisch, 4^e édition, 1899; 2 volumes in-8°. Chez Dunod.
- Science et Philosophie**, 1886, in-8°. Chez Calmann Lévy.
- Les Origines de l'Alchimie**, 1885, in-8°. Chez Steinheil.
- Collection des anciens Alchimistes grecs**, texte et traduction, avec la collaboration de M. Ch.-Em. Ruelle, 1887-1888 : 3 volumes in-4°. Chez Steinheil.
- Introduction à l'étude de la Chimie des Anciens et du moyen-âge**, 1889, in-4°. Chez Steinheil.
- La Révolution chimique, Lavoisier**, 1890, in-8°. Chez Félix Alcan.
- Histoire des Sciences : La Chimie au moyen-âge**, 3 volumes in-4°, 1893; chez Leroux : *Transmission de la science antique; L'Alchimie syriaque; L'Alchimie arabe.*
- Science et Morale**, in-8°, 1897. Chez Calmann Lévy.
- Renan et Berthelot : Correspondance**, in-8°, 1898. Chez Calmann Lévy.

LEÇONS PROFESSÉES AU COLLÈGE DE FRANCE

- Leçons sur les méthodes générales de Synthèse en Chimie organique**, professées en 1864, in-8°. Chez Gauthier Villars.
- Leçons sur la thermo-chimie**, professées en 1865. Publiées dans la *Revue des Cours scientifiques*. Chez Germer-Baillièrè.
- Même sujet**, en 1880. *Revue scientifique*. Chez Germer-Baillièrè.
- Leçons sur la Synthèse organique et la thermo-chimie**, professées en 1881-1882. *Revue scientifique*. Chez Germer-Baillièrè.

OUVRAGES ÉPUIÉS

- Chimie organique fondée sur la synthèse**, 1860; 2 forts volumes in-8°. Chez Mallet-Bachelier.
- Leçons sur les principes sucrés**, professées devant la Société chimique de Paris en 1862, in-8°. Chez Hachette.
- Leçons sur l'isomérisie**, professées devant la Société chimique de Paris en 1863, in-8°. Chez Hachette.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

CHALEUR ANIMALE

PRINCIPES CHIMIQUES

DE LA

PRODUCTION DE LA CHALEUR
CHEZ LES ÊTRES VIVANTS

II

DONNÉES NUMÉRIQUES

PAR

M. BERTHELOT

Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences

PARIS

MASSON et C^{ie}, ÉDITEURS,

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, 120

GAUTHIER-VILLARS,

IMPRIMEUR-ÉDITEUR

Quai des Grands-Augustins, 55

(Tous droits réservés)

*OUVRAGES DE L'AUTEUR PARUS
DANS LA COLLECTION DE L'ENCYCLOPÉDIE*

- I. Traité pratique de Calorimétrie chimique.**
- II. Chaleur Animale. Principes chimiques de la Production de la Chaleur chez les Êtres vivants. Notions générales.**
- III. Chaleur Animale. Principes chimiques de la Production de la Chaleur chez les Êtres vivants. Données numériques.**

LIVRE SECOND

—

CHAPITRE PREMIER

—

CHALEUR DE COMBUSTION DU CARBONE SOUS SES DIFFÉRENTS ÉTATS DIAMANT, GRAPHITE, CARBONE AMORPHE

Les chapitres qui vont suivre sont consacrés aux données numériques fondamentales sur lesquelles repose la thermochimie des êtres vivants, celle de l'homme et des animaux supérieurs en particulier.

En voici l'objet :

Chapitre I^{er} : Chaleur de combustion du carbone sous ses différents états ⁽¹⁾.

(1) En commun avec M. Petit.

Chapitre II : Chaleur de combustion et de formation des composés minéraux et des com-

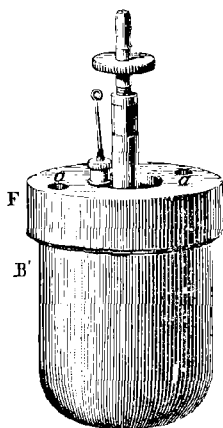


Fig. 1
Bombe calorimétrique.

posés carbonés binaires et ternaires non azotés, susceptibles de servir d'aliments, ou de prendre naissance dans l'économie animale. Hydrates de carbone et corps gras.

Chapitre III : Chaleur de combustion et de formation des principes azotés à molécule bien définie, susceptibles d'exister dans l'économie animale et congénères.

Chapitre IV : Chaleur de combustion et de formation des corps albuminoïdes et congénères; leur rôle dans la production de la chaleur animale.

Les données exposées dans ces chapitres ont été déterminées à l'aide de la *bombe calorimétrique*, instrument dont je me borne à reproduire ici les figures. Pour la méthode elle-même et les détails du procédé, je renverrai à mon

Traité pratique de calorimétrie chimique, p. 128 et suivantes (1).

La chaleur de combustion du carbone est l'une des données fondamentales de la Thermo-chimie; elle l'est par elle-même, et surtout parce que cette chaleur de combustion, jointe à celle de l'hydrogène, permet de calculer les chaleurs de formation des composés organiques depuis les éléments, d'après les principes de calcul développés dans le présent ouvrage. Elle joue un rôle non moins essentiel dans l'évaluation de la chaleur animale.

L'existence des états allotropiques multiples du carbone, cristallisés et amorphes, complique ces problèmes, en même temps qu'elle en augmente l'intérêt.

Nous allons donner des mesures précises de la

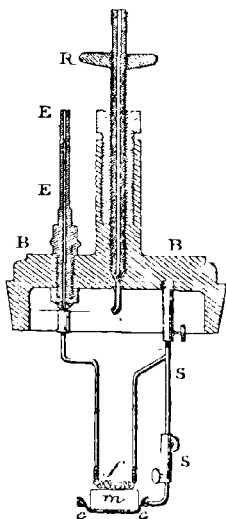


Fig. 2.
Disposition intérieure.

(1) Chez Gauthier-Villars et Masson.

chaleur de combustion du carbone à l'aide des méthodes nouvelles, fondées sur l'emploi de la bombe calorimétrique.

Nous ne nous reporterons pas jusqu'aux lointains essais de Lavoisier et Laplace, ni jusqu'aux chiffres inexacts de Dulong, qui avaient faussé l'évaluation théorique de la chaleur animale, en raison de la production, non soupçonnée d'abord, d'une certaine dose d'oxyde de carbone, dans la combustion de ce dernier élément. Mais il convient de rappeler les expériences plus correctes de Favre et Silbermann ⁽¹⁾, lesquelles ont fait foi jusqu'à ce jour et n'avaient été encore reprises par personne avant nous, à cause de la grande difficulté de ce genre de déterminations. Cependant, ces expériences présentent de grandes imperfections. Dans leur exécution, en effet, la formation d'une proportion variable d'oxyde de carbone renfermant de 2 à 35 centièmes du carbone total, la lenteur des combustions, qui duraient jusqu'à quarante-huit minutes, enfin la nécessité de pesées multiples et d'une combustion complémentaire, ont rendu les mesures calorimétriques de ces auteurs extrêmement pénibles : ces circonstances jetaient sur leurs résultats une incertitude

(1) *Ibid.*, 3^e série, t. XXXIV, p. 411.

qu'il nous a paru nécessaire d'écartier. La chose est d'autant plus utile qu'il s'agit d'une valeur capitale pour les études purement chimiques, relatives aux composés carbonés, aussi bien que pour les évaluations concernant la chaleur animale. En effet, la chaleur de formation des composés organiques est la différence entre la chaleur de combustion de leurs éléments combustibles, carbone et hydrogène, et celle de la chaleur de combustion du composé.

Or, la chaleur de combustion de l'hydrogène, donnant naissance à une molécule (18 grammes) d'eau, peut être regardée comme fixée à $+69^{\text{Cal}}_{\text{o}}$; d'après la moyenne des expressions faites par un grand nombre d'observateurs (*Thermochimie : Données et lois numériques*; t. II, p. 45); mais la chaleur de combustion du carbone, sous ses différentes formes, n'avait pas été reprise. Voici nos résultats.

En raison de la grande importance du sujet, je donnerai tous les détails des mesures pour trois cas particuliers.

I. CARBONE AMORPHE TIRÉ DU CHARBON
DE BOIS

Commençons par le *carbone amorphe*. Nous l'avons préparé avec du charbon de bois, convenablement divisé, et traité successivement par l'acide chlorhydrique bouillant, par l'acide fluorhydrique, par le chlore au rouge blanc, puis calciné dans le four Perrot. Le produit final (séché à 130°) était exempt d'hydrogène; il renfermait, sur 100 parties : 99,34 de carbone pur et 0,66 de cendres (évaluées par des pesées distinctes).

Voici les analyses :

I. — 0^{gr},3024 de charbon ont été desséchés à 130°, pesés dans un tube qui avait été chauffé simultanément dans l'étuve, puis bouché ensuite et ce charbon a été brûlé aussitôt, sans avoir été exposé à l'air libre à la température ordinaire même pendant un instant (afin d'éviter toute absorption d'humidité). Ce poids fourni :

CO ²	15 ^r ,1011
soit	
C	0, 3003
Cendres.	0, 0020
	<hr/>
	0, 3023

II. — 0^{gr},3085 du même corps ont fourni :

CO² 1^{gr},1244

soit

C	0, 3066
Cendres	0, 0020
	<hr/>
	0, 3826

Cela fait en centièmes :

C	99 ^{gr} ,30	99 ^{gr} ,38
Cendres	0, 66	0, 65
	<hr/>	<hr/>
	99, 96	100, 03

Un tel charbon, si on le laisse refroidir au contact de l'air libre, attire l'humidité atmosphérique avec une promptitude extraordinaire. Il a suffi de le transporter à découvert, de la balance dans le tube à combustion, pour qu'il ait fixé ainsi, dans deux essais : 3,2 et 2,9 centièmes d'eau. Cette eau, si l'on n'y prenait garde, ferait croire à la présence de l'hydrogène dans le charbon. Elle se reconnaît d'ailleurs aisément à deux circonstances :

1° Un échantillon de charbon, séché à 130° et pesé dans un tube bien clos, puis exposé à l'air, fournit ensuite à l'analyse un poids supérieur à celui du charbon réel. En outre, le poids de l'eau récoltée dans l'analyse, par le tube à ponce

sulfurique, est précisément égal au poids de l'eau qu'a fixée le même charbon, refroidi en vase clos, puis laissé au contact de l'air; lequel poids d'eau peut être mesuré directement;

2° Si l'on pèse, au contraire, le charbon au contact de l'air, sans précaution spéciale, le poids de l'eau recueillie dans le tube à ponce sulfurique, pendant la combustion, est précisément égal à l'excès du poids du charbon analysé sur les poids réunis du carbone réel et des cendres trouvés par l'analyse. Ce dernier caractère appartient d'ailleurs aussi aux hydrates de carbone. Mais le charbon calciné ne le présente pas en général.

La combustion du charbon purifié, dans la bombe calorimétrique, au sein de l'oxygène comprimé à 25 atmosphères, s'effectue sans difficulté : elle est totale et instantanée. La mesure calorimétrique proprement dite ne dure que quatre minutes.

Nous avons exécuté 6 déterminations. Voici le détail de ces déterminations :

Combustion du charbon purifié.

Séché à 120-130° jusqu'à poids constant; pesé dans un tube bouché, qu'on a laissé refroidir sous cloche, au-dessus d'un vase renfermant de l'acide sulfurique concentré.

I.

08^r,437 charbon brut ; cendres = 08^r,0028 (0,66 %/0).
 Carbone réel = 08^r,4342.

Période préliminaire.

0 minute .	17°,360	3 minutes.	17°,360
1 " .	17, 360	4 " .	17, 360
2 " .	17, 360		

Combustion.

5 minutes.	18, 600 +	7 minutes.	18, 820 +
6 " .	18, 782 +	8 " .	18, 818 +

Période postérieure.

9 minutes.	18°,810	12 minutes.	18°,785
10 " .	18, 802	13 " .	18, 775
11 " .	18, 795	14 " .	18, 770

Refroidissement initial par minute :

$$\Delta t_0 = 0,000.$$

Refroidissement final, par minute :

$$\Delta t_n = + 0,008.$$

Correction du refroidissement :

$$\Delta t = + 0,026.$$

Variation de la température non corrigée :

$$\theta = 18°,818 - 17°,360 = 1°,458.$$

Variation de la température corrigée :

$$T = 1^{\circ},484.$$

Valeur en eau du calorimètre (oxygène compris, etc.):

$$M = 2398,4.$$

Poids de l'acide azotique formé :

AzO³H équivaut à 5^{cc},5K²O au $\frac{1}{20}$ d'équivalent

Soit l'acide = 0^{gr}.0173.

Chaleur totale observée	$q_1 = 3559^{\text{cal}},2$
Chaleur dégagée par la combustion du fer	22 ^{cal} ,4
Chaleur dégagée par la formation de AzO ³ H étendu	3 ,9
Chaleur réelle due à la combustion du carbone	3532,2
Pour 1 gramme	$\frac{3532,2}{0,4342} = 8136^{\text{cal}},6.$

II.

Charbon séché pendant 3 heures, à 120-130°.
 0^{gr},9468 brut; cendres = 0^{gr},0063 (0,66 0/0).
 Carbone réel = 0^{gr},9405:

Période préliminaire.

0 minute.	17° ,720	3 minutes.	17° ,713
1 "	17, 717	4 $\frac{1}{2}$ "	17, 710
2 "	17, 715		

Combustion.

5 $\frac{1}{2}$ minutes.	20°,300+	7 $\frac{1}{2}$ minutes.	20°,858+
6 $\frac{1}{2}$ " .	20, 800+	8 $\frac{1}{2}$ " .	20, 850

Période postérieure.

9 $\frac{1}{2}$ minutes.	20°,834	13 $\frac{1}{2}$ minutes.	20°,770
10 $\frac{1}{2}$ " .	20, 820	14 $\frac{1}{2}$ " .	20, 750
11 $\frac{1}{2}$ " .	20, 800	15 $\frac{1}{2}$ " .	20, 738
12 $\frac{1}{2}$ " .	20, 785		

$$\Delta t_0 = + 0,002, \quad \Delta t_n = + 0,016,$$

$$\Delta t = + 0,055.$$

$$\theta = 20°,850 - 17°,710 = 3°,140.$$

$$T = 3°,205. \quad M = 2\ 398,4.$$

AzO³H équivaut à 13^{cc},4 K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 0^{gr},0422.

Chaleur totale. $q_1 = 7\ 686^{\text{cal}},8$

Chaleur de combustion du	}	$q_2 = 32, 0$
fer. 22 ^{cal} ,4		
Chaleur due à AzO ³ H étendu. 9, 6		

Chaleur réelle due au carbone. . . $q = \overline{7\ 654, 8}$

$$\text{Pour 1 gramme. . . } \frac{7\ 654,2}{0,9405} = 8\ 139^{\text{cal}},4.$$

III.

Charbon séché 4 heures dans l'étuve, à 120-130°.

0^{gr},8817 brut; cendres = 0^{gr},0059 (0,66 ^o/o).

Carbone réel = 0^{gr},8758.

Période préliminaire.

0 minute .	17°.037	3 minutes.	17°,052
1 " .	17, 042	4 " .	17, 057
2 " .	17, 047		

Combustion.

5 minutes.	19°,537+	7 minutes.	20°,000+
6 " .	19, 937+	8 " .	20, 000+

Période postérieure.

9 minutes.	19°,985	14 minutes.	19°,920
10 " .	19, 970	15 " .	19, 915
11 " .	19, 960	16 " .	19, 900
12 " .	19, 947	17 " .	19, 880
13 " .	19, 940		

$$\Delta t_0 = - 0,005, \quad \Delta t_n = + 0,013.$$

$$\Delta t = + 0,041.$$

$$\theta = 20,000 - 17,057 = 2°,943.$$

$$T = 2°,984, \quad M = 2\,399,8.$$

AzO³H équivaut à 12^{cc},2 K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 0^{gr},0378.

Chaleur totale. $q_1 = 7\,160^{\text{cal}},3$

Chaleur due au fer. $22^{\text{cal}},4$ } $q_2 = 31, 0$

Chaleur due à AzO³H étendu. 8, 6 }

Chaleur réelle due au carbone. $q = 7\,129, 3$

$$\text{Pour 1 gramme. . . } \frac{7\,129,3}{0,8758} = 8\,140^{\text{cal}},6.$$

IV.

Charbon séché 3 heures dans l'étuve, à 130°.
08^r,8466 brut; cendres = 08^r,0056 (0,66 %).

Carbone réel = 08^r,841.

Période préliminaire.

0 minute .	16°,480	5 minutes.	16°,500
1 " .	16, 482	6 " .	16, 500
2 " .	16, 485	7 " .	16, 505
3 " .	16, 490	8 " .	16, 508
4 " .	16, 495		

Combustion.

9 minutes.	18°,800+	11 minutes.	19°,343+
10 " .	19, 323+	12 " .	19, 343+

Période postérieure.

13 minutes.	19°,333	16 minutes.	19°,303
14 " .	19, 323	17 " .	19, 288
15 " .	19, 313	18 " .	19, 283

$$\Delta t_0 = - 0,0035, \quad \Delta t_n = + 0,010,$$

$$\Delta t = + 0,028.$$

$$\theta = 19,343 - 16,508 = 2°,835.$$

$$T = 28^r,863, \quad M = 2\ 399,8.$$

AzO³H équivalent à 9^{cc},9 KK²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 08^r,0308.

Chaleur totale.	$q_1 = 6\ 870^{\text{cal}},5$
Fer.	$22^{\text{cal}},4$ } $q_2 = 29. 5$
AzO ³ H	7, 1 }
Chaleur réelle due au carbone.	$q = 6\ 841, 0$
Pour 1 gramme.	$\frac{6.841}{0,841} = 8\ 134^{\text{cal}},3.$

V.

Carbone séché 4 heures dans l'étuve, à 130°,
08^r,6573 brut; cendres = 08^r,0044 (0,66 %).

Carbone réel = 08^r,6529.

Période préliminaire.

0 minute .	16°,798	3 minutes.	16°,798
1 " .	16, 798	4 " .	16, 798
2 " .	16, 798		

Combustion.

5 minutes.	18°,500+	7 minutes.	19°,880+
6 " .	18, 880+	8 " .	18, 995+

Période postérieure.

9 minutes.	18°,984	12 minutes.	18°,960
10 " .	18, 980	13 " .	18, 950
11 " .	18, 967	14 " .	18, 942
$\Delta t_0 = 0,0, \quad \Delta t_n = + 0,010,$			
$\Delta t = + 0,032.$			

COMBUSTION DU CARBONE

19

$$\theta = 18^{\circ},995 - 16.798 = 2^{\circ},197.$$

$$T = 2^{\circ},229, \quad M = 2\,399,8.$$

AzO³H équivaut à 14^{cc},8 K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 08r,0466.

Chaleur totale. $q_1 = 5\,349^{\text{cal}},1$

Fer. $22^{\text{cal}},4$ } $q_2 = 33, 1$

AzO³H $10, 9$ }

Chaleur réelle due au carbone. . . . $q = 5\,316, 0$

$$\text{Pour 1 gramme. . . } \frac{5\,316}{0,6529} = 8\,141^{\text{cal}},8.$$

VI.

Charbon séché 5 heures dans l'étuve, à 130°.
08r,8166 brut; cendres = 08r,0053 (0,66 %).

Carbone réel = 08r,8113

Période préliminaire.

0 minute .	16 ^o ,960	4 minutes.	16 ^o ,978
1 " .	16, 993	5 " .	16, 980
2 " .	16, 970	6 " .	16, 984
0 " .	16, 973	7 " .	16, 988

Combustion.

8 minutes.	19 ^o ,100+	10 minutes.	19 ^o ,723+
9 " .	19, 693+	11 " .	19, 717+

Période postérieure.

12 minutes.	19°,703	16 minutes.	19°,663
13 " .	19, 693	17 " .	19, 643
14 " .	19, 683	18 " .	19, 637
15 " .	19, 669	19 " .	19, 626

$$\Delta t_0 = - 0,004, \quad \Delta t_n = + 0,0115.$$

$$\Delta t = - 0^{\circ},016 + 0^{\circ},051 = + 0^{\circ},035.$$

$$\theta = 19,717 - 16,988 = 2^{\circ},729.$$

$$T = 2^{\circ},764, \quad M = 2\,399,8.$$

AzO³H équivalent à 19^{cc},2 K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 08^r,0573.

Chaleur totale. $q_1 = 6\,633^{\text{cal}},0$

Fer. 22^{cal},4 } $q_2 = 35, 3$

AzO³H 12, 9 } $q = \underline{6\,597, 9}$

Chaleur réelle due au carbone. $q = 6\,597, 9$

$$\text{Pour 1 gramme. . . } \frac{6\,597,7}{0,8113} = 8\,131^{\text{cal}},5.$$

En résumé, nous avons trouvé, pour le carbone amorphe, préparé au moyen du charbon de bois :

Expériences	Poids du carbone réel brûlé	Chaleur de combustion rapportée à 1 gr.
I	08 ^r ,8113	8 131 ^{cal} ,5
II	0, 6529	8 141, 8
III	0, 8410	8 134, 3
IV	0, 8758	8 140, 6
V	0, 9405	8 139, 4
VI	0, 4242	8 136, 6
Moyenne.		$\underline{8\,137^{\text{cal}},4}$

Cela fait pour

$C (= 12^{\text{gr}} \text{ carbone amorphe}) + O^2 = CO^2 : + 97^{\text{Cal}},65.$

Ce nombre est le même à pression constante et à volume constant.

Fabre et Silbermann avaient trouvé en moyenne :

Pour 1 gramme d'un carbone analogue :
8 080 calories.

Soit pour $C = 12^{\text{gr}} : + 96^{\text{Cal}},96.$

L'écart avec notre chiffre est de 7 millièmes environ. Étant donnée la complication de leurs mesures, il est surprenant qu'il ne soit pas plus élevé.

II. GRAPHITE CRISTALLISÉ

Nous avons employé du graphite cristallisé, provenant de la fabrication de la fonte de fer, et dont M. Güntz avait eu l'obligeance de nous procurer 1 kilogramme. Il a été purifié par des traitements réitérés au moyen de l'acide chlorhydrique ; puis lavé et séché à l'étuve. Son analyse, dans cet état, a fourni, sur 100 parties :

C	99,79
Cendres	0,21
Hydrogène	0,02

Par exemple : 0^{gr},7919 de ce graphite ont fourni

CO² 28^r,8978

c'est-à-dire

C 0, 7902

Cendres 0, 0017

Eau 0, 0016

Voici les données des deux expériences préliminaires, faites avec le graphite décrit ci-dessus, avec le concours de la naphthaline destinée à l'allumer, ainsi qu'il sera dit tout à l'heure. Dans la combustion, il a été tenu compte non seulement des cendres, mais des écailles de graphite non brûlées, qui subsistent parfois.

I.

Graphite.

Graphite brut 0^{gr},8466

Naphthaline 0, 2085

Graphite réel brûlé 0, 8441

Période préliminaire.

0 minute .	10 ^o ,200	3 minutes.	10 ^o ,200
1 " .	10, 200	4 " .	10, 200
2 " .	10, 200		

Combustion.

5 minutes.	12°, 100+	8 minutes.	13°, 785+
6 " .	13, 580+	9 " .	13, 777+
7 " .	13, 770+		

Période postérieure.

10 minutes.	13°, 700	13 minutes.	13°, 710
11 " .	13, 743	14 " .	13, 691
12 " .	13, 725		

$$\Delta t_0 = 0,00, \quad \Delta t_n = + 0,017,$$

$$\Delta t = + 0,0678.$$

$$\theta = 13°, 777 - 10,200 = 3°, 577.$$

$$T = 3°, 6448, \quad M = 2398,4.$$

AzO³H équivant à 8^{cc},3 K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 08^r,0258.

Chaleur totale $q_1 = 8742^{cal},0$

" due au fer. 22^{cal},4

" à la naphta-
taline 2022, 45

" à l'ac. AzO³H étendu 5, 86

Chaleur réelle due au carbone . . : $q = \overline{6191^{cal},3}$

$$\text{Pour 1 gramme. . . } \frac{6601,3}{0,8441} = 7929^{cal},1.$$

II.

Graphite brut 08^r,7911

Naphtaline 0, 139

Graphite réel brûlé 0, 7846

Période préliminaire.

0 minute .	10°,590	3 minutes.	10°,590
1 " .	10, 592	4 " .	10, 600
2 " .	10, 595		

Combustion.

5 minutes.	12°,000+	7 minutes.	13°,700+
6 " .	13, 460+	8 " .	13, 720+

Période consécutive.

9 minutes.	13°,709	12 minutes.	13°,678
10 " .	13, 700	13 " .	13, 670
11 " .	13, 685	14 " .	13, 660

$$\Delta t_0 = - 0,0025, \quad \Delta t_n = + 0,010,$$

$$\Delta t = - 0,01 + 0,036, \quad \Delta t = + 0,026.$$

$$\theta = 13°,720 - 10,600 = 3°,120.$$

$$T = 3°,146, \quad M = 1398,4.$$

AzO³H équivaut à 9^{cc} K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 0^{sr},0283.

Chaleur totale.	$q_1 = 7545^{\text{cal}},3$
" due au fer.	$22^{\text{cal}},4$
" à la naphta-	} $q_2 = 1377, 1$
line.	
" à l'ac. AzO ³ H étendu	$6, 4$
Chaleur réelle due au carbone.	$q = 6168^{\text{cal}},2$
Pour 1 gramme.	$\frac{6168,2}{0,7846} = 7863^{\text{cal}},2.$

D'après ces deux mesures, la combustion de ce graphite a fourni, pour 1 gramme de carbone réel (2 expériences) : $7894^{\text{cal}},4$.

Les combustions calorimétriques ont été exécutées avec le concours d'un poids auxiliaire de naphthaline, destiné à en produire l'inflammation.

En effet, comme la petite spirale de fer incandescente ne suffisait pas pour enflammer le graphite, nous avons dû le mélanger avec un corps plus aisément combustible : nous avons choisi la naphthaline, composé dont la chaleur de combustion, déterminée par la même méthode dans quatre séries d'expériences, faites par trois groupes d'opérateurs différents et avec trois instruments distincts, peut être regardée comme connue avec une très grande exactitude (1). Pour 1 gramme, elle s'élève à $9\,692^{\text{cal}}_{,1}$ à volume constant. Le poids de ce combustible auxiliaire a varié du tiers au cinquième de celui du graphite.

Dans ce but, après avoir pesé le graphite sur la lame de platine percée de petits trous et emboutie, qui lui sert de support pendant la combustion, on y ajoute un peu de naphthaline : on chauffe légèrement pour la fondre et la répartir dans la masse du graphite, auquel elle forme

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6^e série, t. XIII, p. 303 et 306.

enduit. On pèse de nouveau, après refroidissement, pour avoir le poids exact de la naphthaline additionnelle. Puis on procède à la combustion.

Celle-ci ne brûle pas toujours complètement le graphite ; il en reste parfois des écailles, représentant quelques milligrammes au plus, que l'on pèse avec soin après la combustion. La lame de platine doit ensuite reproduire un poids identique au poids initial : ce que l'on a pris soin de vérifier très exactement après chaque combustion. Parfois, cette lame retient à sa surface quelques petits globules de fer magnétique, qu'il convient de détacher, avant de faire cette vérification.

Le graphite précédent semblant conserver encore un peu d'hydrogène, nous avons cru utile, pour plus d'exactitude, de le chauffer au rouge un instant en présence de l'air : ce qui l'a débarrassé, en effet, de la trace d'hydrogène qu'il retenait jusque-là ; une sorte de pétilllement de la matière en accompagne le départ. Le graphite purifié a été ensuite brûlé dans la bombe calorimétrique, toujours avec le concours de la naphthaline.

Voici le détail de ces déterminations :

I.

Graphite.

Naphtaline.	087,2651
Graphite réel brûlé	0, 9716

Période préliminaire.

0 minute .	10°,265	2 minutes.	10°,265
1 " .	10, 265	3 " .	10, 265

Combustion.

4 minutes.	10°,265 +	7 minutes.	14°,460 +
5 " .	12, 250 +	8 " .	14, 505 +
6 " .	14, 180 +		

Période consécutive.

9 minutes.	14°,487	12 minutes.	14°,425
10 " .	14, 465	13 " .	14, 405
11 " .	14, 445		

$$\Delta t_0 = 0, \quad \Delta t_n = + 0,020,$$

$$\Delta t = + 0,058.$$

$$\theta = 14°,505 - 10°,265 = 4°,240.$$

$$T = 4°,298, \quad M = 2398,4.$$

AzO³H équivaut à 7⁰⁰ K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 087,022.

Chaleur totale.	$q_1 = 10284 \text{ Cal}, 7$
Fer.	$22^{\text{cal}}, 4$
Naphtaline	$2571, 5$
AzO ³ H étendu.	5
	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} q_2 = 2598, 9$
Chaleur réelle due au carbone	$q = 7685 \text{ Cal}, 8$
Pour 1 gramme.	$\frac{7685,8}{0,9716} = 9710^{\text{cal}}, 4.$

II.

0,87,4882 graphite.

0,0918 naphtaline.

Pas de résidu de graphite après la combustion.

Cendres, 0,21 0/0.

Graphite réel brûlé = 0,87,4872.

Période préliminaire.

0 minute .	10°, 340	2 minutes.	10°, 340
1 " .	10, 340	3 " .	10, 340

Combustion.

4 minutes.	11°, 500+	6 minutes.	12°, 295+
5 " .	12, 210+	7 " .	12, 300+

Période consécutive.

8 minutes.	12°, 292	11 minutes.	12°, 265
9 " .	12, 283	12 " .	11, 250
10 " .	12, 275	13 " .	11, 255
14 " .	11, 242		

$$\Delta t_0 = 0,0, \quad \Delta t_n = + 0,0085.$$

$$\Delta t = - 0,00262.$$

$$\theta = 12,300 - 10,340 = 1^{\circ},960.$$

$$T = 1^{\circ},9862, \quad M = 2\,398,4.$$

AzO³H équivaut à 5^{cc},1 K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 0^{sr},0157.

Chaleur totale. $q_1 = 4\,763^{\text{cal}},7$

Fer. $22^{\text{cal}},4$ } $q_2 = 916, 5$

Naphtaline $890, 5$ }

AzO³H étendu. $3, 6$ }

Chaleur réelle due au carbone. $q = 3\,847^{\text{cal}},2$

Pour 1 gramme. $\frac{3\,847,2}{0,4872} = 7\,896^{\text{cal}},5.$

III.

0^{sr},8654 graphite brut.

0, 1801 naphtaline.

Graphite réel brûlé (par la perte de poids) = 0^{sr},8626.

Graphite non brûlé = 0^{sr},0010.

Vérification { Graphite brut 0^{sr},8654
 { A déduire (cendres) 0, 0018
 { Non brûlé (pesé séparément). 0, 0010

Le poids de la capsule de platine a été retrouvé identique.

•
Période préliminaire.

0 minute .	10°,880	3 minutes.	10°,880
1 " .	10, 880	4 " .	10, 880
2 " .	10, 880		

Combustion.

5 minutes.	13°,300+	8 minutes.	14°,412+
6 " .	14, 320+	9 " .	14, 400+
7 " .	14, 405+		

Période consécutive.

10 minutes.	14°,380	14 minutes.	14°,320
11 " .	14, 360	15 " .	13, 304
12 " .	14, 345	16 " .	14, 290
13 " .	14, 328		

$$\Delta t_0 = 0,0, \quad \Delta t_n = + 0,015,$$

$$\Delta t = + 0,0637.$$

$$\theta = 14,400 - 10,880 = 3°,520.$$

$$T = 3°,5837, \quad M = 2398,4.$$

AzO³H équivalent à 11cc,8 K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 0gr,0376.

Chaleur totale. $Q_1 = 8595^{\text{cal}},0$

Fer. $22^{\text{cal}},4$)

Naphtaline $174, 7$) $Q_2 = 1777, 0$

AzO³H étendu $8, 4$)

Chaleur réelle due au carbone. . . . $Q = 6817^{\text{cal}},2$

Pour 1 gramme. . . $\frac{6817,2}{0,8626} = 7900^{\text{cc}},6.$

IV.

0gr,6785 graphite brut.

0, 1517 naphtaline.

Graphite réel brûlé = 0gr,677.

Poids de la capsule vérifié après combustion.

Période préliminaire.

0 minute .	10°,165	2 minutes.	10°,175
1 " .	10, 170	3 " .	10, 180

Combustion.

4 minutes.	12°,800+	6 minutes.	13°,980+
5 " .	13, 800+	7 " .	14, 010+

Période consécutive.

8 minutes.	14°,000	11 minutes.	13°,970
9 " .	13, 990	12 " .	13, 960
10 " .	13, 985	13 " .	13, 950

$$\Delta t_0 = - 0,005, \quad \Delta t_n = + 0,010,$$

$$\Delta t = - 0,0452 = + 0,020 + 0,0252.$$

$$\theta = 14°,010 - 10°,180 = 2°,838.$$

$$T = 2°,8552, \quad M = 2\,398,4.$$

AzO³H équivant à 6^{cc},2 K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 087,021.

Chaleur totale	$q_1 = 6847^{\text{cal}},3$
Fer	$22^{\text{cal}},4$
Naphtaline	$1471, 5$
AzO ³ H étendu	4
Chaleur réelle due au carbone	$q = 5348, 7$
Pour 1gr.	$\frac{5348,7}{0,677} = 7900^{\text{cal}},6.$

V

	08 ^r ,7944 graphite brut.		
	0, 2024 naphthaline.		
Graphite réel brûlé (par la perte de poids) =	08 ^r ,7913.		
	Non brûlé = 08 ^r ,0014.		
Vérification	}	Graphite brûlé	0,7913
		Cendres	0,0017
		Graphite non brûlé	0,0014
		0,7944	
Poids de la capsule de platine retrouvé identique.			

Période préliminaire

0 minute .	10 ^o ,095	3 ^e minute.	11 ^o ,000
1 " .	11, 000	4 " .	11, 000
2 " .	11, 000	5 " .	11, 000

Combustion

6 ^e minute.	13 ^o ,000 +	8 ^e minute.	14 ^o ,380 +
7 " .	14, 200 +	9 " .	14, 400 +

Période consécutive

10 ^e minute.	14 ^o ,385	13 ^e minute.	14 ^o ,350
11 " .	14, 375	14 " .	14, 538
12 " .	14, 362		

$$\Delta t_0 = 0, \quad \Delta t_n = + 0,0125,$$

$$\Delta t = + 0,038,$$

$$\theta = 14^{\circ},400 - 11^{\circ},000 = 3^{\circ},400.$$

$$T = 3^{\circ},438, \quad M = 2398,4.$$

AzO³H équivaut à 11^{cc}, 4K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 08^r,035g.

Chaleur totale	$q_1 = 8246^{\text{cal}}$	
Fer.	22 ^{cal} ,4	}
Naphtaline	1963, 8	
AzO ³ H étendu.	8, 1	

Chaleur réelle due au carbone $q = 6252, 2$

$$\text{Pour } 18^{\text{r}}. \frac{6252,2}{0,7913} = 7900^{\text{cal}},9.$$

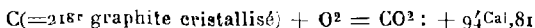
Voici le résumé des déterminations exécutées sur le graphite :

Poids du carbone graphite (1)	Chaleur de combustion rapportée à 1 gramme
I 08 ^r ,9716	7910 ^{cal} ,4
II 0, 4872	7896, 5
III 0, 8626	7900, 6
IV 0, 6770	7900, 6
V 0, 7913	7900, 9
Moyenne.	7901 ^{cal} ,2

(1) Cendres déduites.

Les écarts extrêmes s'élèvent à moins de 2 millièmes.

On tire de là, pour



Favre et Silbermann ont trouvé, en moyenne, pour 1 gramme de graphite de deux origines différentes : 7796^{cal} et 7762^{cal} ;

Soit pour C = 12^{er} : $93^{\text{Cal}},55$ et $93^{\text{al}},14$.

L'écart de ces chiffres et de nos mesures s'élève, pour le nombre extrême, à près de 2 centièmes. Ces auteurs avaient employé comme combustible auxiliaire du charbon de bois, formant le tiers du poids du graphite.

III. DIAMANT

Nous attachions une grande importance à mesurer la chaleur de combustion du diamant, à cause de l'intérêt théorique qui s'attache à cette forme du carbone cristallisé, si différente des deux autres par la plupart de ses caractères. Mais son prix élevé rend les essais de ce genre extrêmement coûteux. Nous avons opéré ainsi sur le diamant cristallisé (du Cap) et sur le diamant noir, non clivable, qui porte le nom de *bort*.

La combustion du diamant s'est effectuée sans difficulté, en opérant sur des fragments

concassés et associés à une dose de naphthaline, qui a varié entre 11 et 16 centièmes du poids du diamant, c'est-à-dire qu'elle a été bien moindre qu'avec le graphite. Les cendres de ce diamant s'élevaient à 0,12 pour 100. .

Voici les données numériques :

I

Diamant du Cap. — Concassé en menus morceaux au mortier d'acier, puis lavé à l'acide chlorhydrique, lavé à l'eau pure et finalement lavé et séché. On l'a brûlé avec le concours d'un peu de naphthaline, sur une plaque de platine emboulie et perforée de petits trous. On a employé .

087,8816 diamant brut,
0, 1168 naphthaline.

Après combustion, on a pesé la plaque, sur laquelle se trouvait un peu de diamant non brûlé et les cendres de la portion brûlée. On a obtenu ainsi un excès de poids :

Résidu (diamant non brûlé et cendres). . 087,0230

On a déduit cet excès du poids du diamant initial. Puis on a détaché ce résidu et on a vérifié que la plaque reprenait son poids initial; elle ne retenait pas de globule d'oxyde de fer incrusté, provenant de la combustion du fil métallique. En définitive, on a trouvé :

Diamant brûlé = $0^{\text{gr}},8586$.

Période préliminaire

0 minute .	$16^{\circ},280$	3 ^e minute.	$16^{\circ},287$
1 " .	$16, 282$	4 " .	$16, 288$
2 " .	$16, 285$	5 " .	$16, 290$

Combustion

6 ^e minute.	$17^{\circ},400 +$	8 ^e minute.	$19^{\circ},500 +$
7 " .	$18, 700 +$	9 " .	$19, 553 +$

Période consécutive

10 ^e minute.	$19^{\circ},540$	13 ^e minute.	$19^{\circ},500$
11 " .	$19, 525$	14 " .	$19, 490$
12 " .	$19, 515$	15 " .	$19, 475$

$$\Delta t_0 = - 0,002, \quad \Delta t_n = + 0,013,$$

$$\Delta t = - 0,008 + 0,039 = + 0,031.$$

$$\theta = 19^{\text{a}},553 - 16,290 = 3^{\text{a}},263.$$

$$\mathbf{T} = 3^{\text{a}},294, \quad \mathbf{M} = 2399,6.$$

AzO^3H équivalent à $8^{\text{cc}},8\text{K}^2\text{O}$ au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = $0^{\text{gr}},028$.

Chaleur totale	$q_1 = 7904^{\text{cal}},6$	} $q_2 = 1161, 6$
Fer	$22^{\text{cal}},4$	
Naphtaline	$1133, 0$	
AzO^3H étendu	$6, 2$	

Chaleur réelle due au carbone . $q = 6743$

$$\text{Pour } 1^{\text{gr}}. \frac{6743}{0,8586} = 7853^{\text{cal}},6$$

II

0^{er},3785 diamant brut,
 0, 0409 naphthaline.
 Résidu (diamant non brûlé et cendres). . 08^{er},0121
 Diamant brûlé = 0,3754.

Période préliminaire

0 minute.	15 ^o ,545	3 ^e minute.	15 ^o ,555
1 " .	15, 548	4 " .	15, 558
2 " .	15, 552	5 " .	15, 562

Combustion

6 ^o minute.	16 ^o ,100 +	8 ^o minute.	16 ^o ,940 +
7 " .	16, 800 +	9 " .	16, 956 +

Période consécutive ,

10 ^o minute.	16 ^o ,950	13 ^o minute.	16 ^o ,935
11 " .	16, 943	14 " .	16, 927
12 " .	16, 940	15 " .	16, 920

$$\Delta t_0 = - 0,0034, \quad \Delta t_n = + 0,006,$$

$$\Delta t = - 0,0136 + 0,0263 = + 0,0127.$$

$$\theta = 16^o,956 - 15^o,562 = 1^o,394,$$

$$T = 1^o,4067, \quad M = 2398,4.$$

AzO³H équivaut à 3^{cc},4K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 08^{er},0107.

Chaleur totale	$q_1 = 337,2^{\text{cal}},8$
Fer	$22^{\text{cal}},4$
Naphtaline	$396,7$
AzO ³ H étendu	$2,4$
	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} q_2 = 421,5$
Chaleur réelle due au carbone	$q = 2951,3$
Pour 1 ^{er}	$\frac{2951,3}{0,3754} = 7861^{\text{cal}},4.$

III

Diamant brut	$08^{\text{r}},7295$
Naphtaline	$0,1315$
Résidu (diamant non brûlé et cendres):	$0,0137$
• Diamant brûlé =	$08^{\text{r}},7158.$

Période préliminaire

0 minute .	$16^{\circ},485$	3 ^e minute.	$16^{\circ},485$
1 " .	$16,485$	4 " .	$16,485$
2 " .	$16,485$	5 " .	$16,485$

Combustion

6 ^e minute.	$17^{\circ},700 +$	8 ^e minute.	$19^{\circ},310 +$
7 " .	$18,800 +$	9 " .	$19,345 +$

Période consécutive

10 ^e minute.	$19^{\circ},335$	13 ^e minute.	$19^{\circ},305$
11 " .	$19,325$	14 " .	$19,295$
12 " .	$19,315$	15 " .	$19,285$

$$\Delta t_0 = 0,0, \quad \Delta t_n = + 0,010,$$

$$\Delta t = + 0,027.$$

$$\theta = 19,345 - 16,485 = 2^{\circ},860,$$

$$T = 2^{\circ},807, \quad M = 2399,6.$$

AzO³H équivant à 5^{cc},4K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 0^{gr},0107.

Chaleur totale $q_1 = 6928^{\text{cal}},0$

Fer $22^{\text{cal}},4$

Naphtaline $1275,6$ } $q_2 = 1300,4$

AzO³H étendu $3,7$ }

Chaleur réelle due au carbone $q_2 = 5627,6$

Pour 1^{gr}. $\frac{5627,6}{0,7158} = 7862^{\text{cal}},2.$

IV

Diamant brut 0^{gr},8300

Naphtaline 0,1264

Résidu. 10,070

Diamant brûlé = 0^{gr},8138.

Période préliminaire

0 minute. 15^o,900 3^e minute. 15^o,902

1 " . 15,900 4 " . 15,905

2 " . 15,902 5 " . 15,905

Combustion

6^e minute. 16^o,700 + 8^e minute. 18^o,700 +

7 " . 17,800 + 9 " . 19,067 +

Période consécutive

10 ^e minute.	19 ^o ,055	14 ^e minute.	19 ^o ,010
11 " .	19, 045	15 " .	18, 995
12 " .	19, 034	16 " .	18, 982
13 " .	19, 020		

$$\Delta t_0 = - 0,001, \quad \Delta t_n = + 0,012,$$

$$\Delta t = - 0,004 + 0,029 = + 0,025.$$

$$\theta = 19^{\circ},067 - 15^{\circ},905 = 13^{\circ},162,$$

$$T = 3^{\circ},187, \quad M = 2399 \text{ g.}$$

AzO³H équivaut à 5^{cc},4K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 087,017.

Chaleur totale $q_1 = 7647^{\text{cal}},8$

Fer $22^{\text{cal}},4$ } $q_2 = 1252, 2$

Naphtaline 1226, 1 } $q_2 = 1252, 2$

AzO³H étendu 3, 7 } $q_2 = 1252, 2$

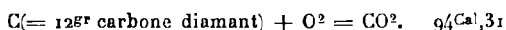
Chaleur réelle due au carbone. . . $q = 6395, 6$

Pour 1^{gr}. $7858^{\text{cal}},8$

En résumé, nous avons obtenu avec le diamant cristallisé :

Poids du carbone diamant	Chaleur de combustion rapportée à 1 gramme
087,8586	7853 ^{cal} ,6
0, 3754	7861, 4
0, 7158	7862, 2
0, 8138	7858, 8
Moyenne.	7859 ^{cal} ,0

Les résultats extrêmes ne s'écartent que d'un millième. On tire de là



Deux expériences ont été faites avec le diamant hort. En voici les données :

I

Diamant hort

Diamant hort	08 ^r ,4220
Naphtaline	0, 1171
Résidu.	0, 0017
Diamant réel brûlé = 08 ^r ,4203.	

Période préliminaire

0 minute .	15 ^o ,340	3 ^e minute.	15 ^o ,340
1 " .	15, 340	4 " .	15, 340
2 " .	15, 340		

Combustion

5 ^e minute.	16 ^o ,300 +	7 ^e minute.	17 ^o ,158 +
6 " .	16, 820 +	8 " .	17, 179 +

Période consécutive

9 ^e minute.	17 ^o ,170	13 ^e minute.	17 ^o ,143
10 " .	17, 170	14 " .	17, 125
11 " .	17, 152	15 " .	17, 115
12 " .	17, 143		

$$\Delta t_0 = 0,0, \quad \Delta t_n = + 0,009,$$

$$\Delta t = + 0,024.$$

$$\theta = 17^{\circ},179 - 15^{\circ},340 = 1^{\circ},839.$$

$$T = 1^{\circ},863, \quad M = 2398,4.$$

AzO³H équivant à 6^{cc},2K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 0^{sr},0195.

Chaleur totale $q_1 = 4468^{\text{cal}},2$

Fer $22^{\text{cal}},4$ } $q_2 = 1162, 6$

Naphtaline $1135, 9$ }

AzO³H étendu $4, 3$ }

Chaleur réelle due au carbone . . . $q = 3305^{\text{cal}},6$

Pour 1^{gr}. $\frac{3305,6}{0,4203} = 7864^{\text{cal}},7.$

II

Diamant borb 0^{sr},5023

Naphtaline 0, 1088

Résidu 0, 0066

Diamant réel brûlé = 0^{sr},4957.

Période préliminaire

0 minute . 15^o,490 3^e minute. 15^o,498

1 " . 15, 490 4 " . 15, 500

2 " . 15, 495

Combustion

5^e minute. 16^o,400 + 7^e minute. 17^o,540 +

6 " . 17, 400 + 8 " . 17, 550 +

Période consécutive

9 ^e minute.	17°,540	12 ^e minute.	17°,510
10 " .	17, 530	13 " .	17, 500
11 " .	17, 520		

$$\Delta t_0 = - 0,0025, \quad \Delta t_n = + 0,010,$$

$$\Delta t = - 0,01 + 0,036,$$

$$\Delta t = + 0,026.$$

$$9 = 17°,550 - 15°,500 = 2°,050.$$

$$T = 2°,076 \quad M = 2398,4.$$

AzO³H équivant à 9^{cc},2K²O au $\frac{1}{20}$ d'équiv. = 087,029.

Chaleur totale	$q_1 = 4979^{cal},0$
Fer	$22^{cal},4$
Naphtaline	$1055, 3$
AzO ³ H	$6, 6$
	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} q_2 = 1084, 3$

Chaleur réelle due au carbone . $q = 3894^{cal},7$

$$\text{Pour } 18^r. \frac{3894,7}{0,4957} = 7857,1.$$

En résumé, nous avons obtenu pour le bort :

Poids du carbone diamant bort	Chaleur de combustion pour 1 gramme
087,4203	7864 ^{cal} ,7
0, 4957	7857, 1
	7860 ^{cal} ,9
Pour C + 128 ^r	94 ^{Cal} ,34

C'est le même chiffre sensiblement que pour le diamant ordinaire.

Favre et Silbermann ont fait seulement deux combustions, avec 2 grammes de diamant en tout, mêlé avec 1^{er},5 de charbon : ce qui diminue beaucoup la précision. Ils ont trouvé pour 1 gramme : 7770^{cal} et 7878^{cal}. Ils ont préféré le premier chiffre, seul reproduit dans leur Tableau final et qui conduit, pour C = 12 grammes, à 93^{Cal},24. Mais ces résultats étaient insuffisants.

Le tableau suivant résume nos propres résultats :

Variétés	Chaleur moléculaire de combustion (pour 12 grammes)
Carbone amorphe	97 ^{Cal} ,65
Graphite cristallisé.	94, 81
Diamant.	94, 31

Ces trois variétés fournissent donc des résultats différents : l'écart surpasse 3^{Cal},24, ou 3 centièmes, pour le carbone amorphe ; il est d'un demi-centième pour le graphite. Telle est la chaleur qui se dégagerait, si l'on ramenait ces deux variétés à l'état de diamant. Les valeurs

anciennes adoptées jusqu'ici pour la chaleur de combustion du carbone doivent donc être augmentées dans une proportion très sensible, laquelle modifie les calculs relatifs à la chaleur animale, et accroît en même temps les chaleurs de formation de tous les composés organiques depuis leurs éléments, spécialement depuis le carbone amorphe, telles qu'elles ont été calculées jusqu'à ce jour.

CHAPITRE II

CHALEUR DE COMBUSTION
ET DE FORMATION DES COMPOSÉS MINÉRAUX
ET DES COMPOSÉS CARBONÉS BINAIRES
ET TERNAIRES NON AZOTÉS, SUSCEPTIBLES
DE SERVIR D'ALIMENTS
OU DE PRENDRE NAISSANCE DANS L'ÉCONOMIE
ANIMALE : HYDRATES DE CARBONE
ET CORPS GRAS

La chaleur animale est produite par les métamorphoses et par l'oxydation des matières alimentaires, spécialement des trois groupes fondamentaux : corps gras, hydrates de carbone et composés albuminoïdes. Pour en définir l'origine et le développement, il est donc nécessaire de connaître la chaleur dégagée par chacune de ces métamorphoses en particulier, chaleur

qui se déduit elle-même, suivant les principes de la Thermochimie, de la connaissance des chaleurs de combustion et de formation des divers principes contenus dans les éléments et dans l'économie humaine. C'est dire assez quelle importance présente la détermination de ces chaleurs de combustion.

Les nouvelles méthodes que j'ai employées à cet effet, et spécialement l'emploi de la bombe calorimétrique, ont permis de l'aborder d'une façon générale, et pour des corps qui échappaient pour la plupart, en raison de leur fixité et de leur difficile inflammabilité, aux anciennes méthodes fondées sur l'emploi de l'oxygène libre.

L'emploi du chlorate de potasse, à l'aide duquel on avait essayé de tourner la difficulté, n'avait fourni que des résultats trop imparfaits pour pouvoir servir de base à des déductions exactes.

Au contraire, l'oxygène, comprimé à 25 atmosphères dans mes nouveaux appareils, ne souffre aucune exception et donne lieu aux mesures les plus précises. Dès à présent, les chaleurs de formation et de combustion des divers composés organiques, et en particulier celles des hydrates de carbone et des principaux corps gras, ainsi que celles des principes azotés et albuminoïdes mis

en œuvre dans les organismes animaux ont été déterminées exactement depuis vingt ans, en grande partie dans mon laboratoire et par mes élèves et amis. Divers chimistes allemands et russes, spécialement Stohmann, sont venus, avec un zèle qui les honore, étudier à Paris la bombe calorimétrique, et ils ont apporté un contingent considérable à cette œuvre capitale. Je me propose de donner ici des tableaux résumant les principales données, utiles à connaître pour l'ordre d'études envisagé dans le présent ouvrage. Je commencerai par les principes ternaires oxygénés; puis je traiterai les corps azotés, amides, nitriles, albuminoïdes, dans une série de chapitres spéciaux.

Dans le présent chapitre, je donnerai donc les tableaux des chaleurs de combustion et des chaleurs de formation des principes formés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, susceptibles de se rencontrer parmi les aliments; ou bien d'être introduits ou formés au sein de l'économie, dans des conditions usuelles. Je les ferai précéder de quelques données plus générales, qui se retrouvent non moins fréquemment, soit dans la théorie, soit dans la pratique, pendant les études de chimie physiologique.

J'ajouterai que les chiffres qui vont être présentés sont tirés de mon ouvrage intitulé : *Ther-*

mochimie ; Données et lois numériques (1), ouvrage où l'on indique comment ils ont été obtenus directement, ou déduits de données expérimentales.

J'y ai ajouté quelques données.

Toutes les chaleurs de formation des composés organiques sont calculées depuis le carbone, pris à l'état de diamant. Elles seraient accrues de $+ 3^{\text{Cal}},34$ par atome de carbone ($C \equiv 12^{\text{gr}}$), si l'on partait du carbone amorphe.

On les présentera à la fois pour les corps isolés et pour les corps dissous, condition qui est celle d'un grand nombre de composés contenus dans les liquides organiques.

On transcrira également les chaleurs de combustion, à la fois pour le cas où l'acide carbonique se dégage à l'état de gaz, et pour le cas, réalisé transitoirement dans l'économie, où il demeure dissous ; ce qui dégage en plus $+ 5^{\text{Cal}},6$ par molécule de CO^2 , soit 44 grammes.

La Calorie ici employée exprime la quantité de chaleur capable d'élever d'un degré 1 kilogramme d'eau, pris à 15°.

(1) 2 Volumes in-8°, chez Gauthier-Villars, 1897.

DONNÉES GÉNÉRALES

Formation de l'eau, H²O (18 grammes)

H ² + O = H ² O liquide, à 15°	+	69	Cal,0
" H ² O gazeuse, à 15°	+	58,	3
" H ² O solide, à 0°	+	70,	4

Eau oxygénée, H²O² (34 grammes)

H ² O liquide + O = H ² O ² dissoute	-	21,	7
---	---	-----	---

Ozone, Oz (48 grammes)

3O = Oz (gaz).	-	30,	7
------------------------	---	-----	---

Les combustions produites par l'ozone, dégagent + 30Cal,7 de plus que l'oxygène libre. Elles peuvent se produire de deux manières : tantôt en utilisant les trois atomes d'oxygène ; tantôt en utilisant un seul atome d'oxygène, les deux autres atomes devenant libres. Mais l'excès thermique demeure le même.

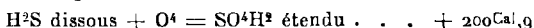
Hydrogène sulfuré, H²S (34 grammes)

Formation : H ² + S solide = H ² S gaz	+	4,	8
" = H ² S dissous	+	9,	5

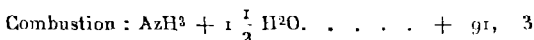
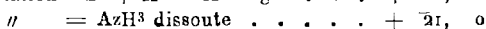
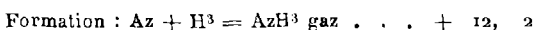
Combustion avec dépôt de soufre (Eaux minérales sulfureuses au contact de l'air),

H ² S dissous + O = H ² O + S : dégage.	+	50,	5
---	---	-----	---

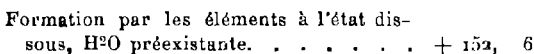
Combustion lente avec formation d'acide sulfurique étendu :



Ammoniaque, AzH^3 (17 grammes)



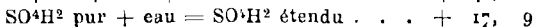
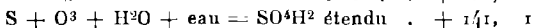
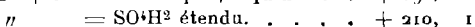
Bicarbonate, $\text{CO}^2, \text{H}^2\text{O}, \text{AzH}^3$ (96gr)



Acide sulfureux, SO^2 (64 grammes)



Acide sulfurique, SO^4H^2 (98 grammes)



Protoxyde d'azote, Az^2O , (44gr)

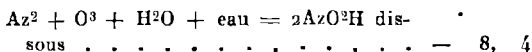


Bioxyde d'azote, AzO (30 grammes)

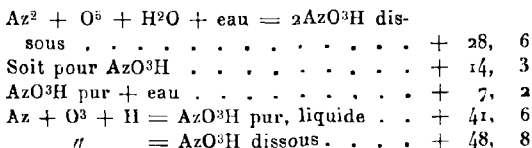


Les combustions produites par les oxydes de l'azote dégagent respectivement + 20Cal,6 pour Az²O et + 21Cal,6 pour AzO, de plus que celles produites par l'oxygène libre.

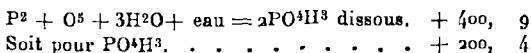
Acide azoteux, AzO²H (47 grammes)



Acide azotique, AzO³H (63 grammes)



Acide phosphorique, PH³O⁴ (98 grammes)

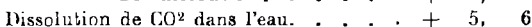
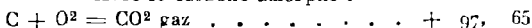


Acide carbonique, CO² (44 grammes)

Avec le carbone diamant :



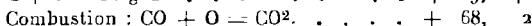
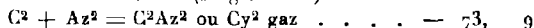
Avec le carbone amorphe :

*Oxyde de carbone, CO (28 grammes)*

Formation avec le carbone diamant :



Formation avec le carbone amorphe :

*Sulfure de carbone, CS² (76 grammes)**Azoture de carbone ou cyanogène,*C²Az² (52 grammes)

Acide cyanhydrique (nitrile formique)

CHAz (27 grammes)	
C + Az + H = CAzH gaz	— 30Cal,5
CAzH dissous	— 24, 4
Combustion, gaz	+ 159, 6
dissous	+ 153, 1

Acide cyanique (acide carbimique)

CHAzO (43 grammes)	
C + Az + H + O = CAzHO dissous	+ 37, 0
Combustion, CO ² gaz	+ 91, 8

Cyanate d'ammoniaque, CHAzO.AzH³
(60 grammes)

C + H ⁴ + Az ² + O = CHAzO.AzH ³ dis- sous	+ 68, 9
--	---------

Cyanamide, CH²Az² (42 grammes)

C + H ³ + Az ² = CH ² Az ² cristallisé	— 8, 3
dissous	— 11, 9
Combustion : corps pur, CO ² gaz	+ 171, 5

Voici maintenant les tableaux des chaleurs de formation et de combustion des principaux composés organiques, formés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène; les composés azotés étant traités à part. On suppose toujours CO² gazeux :

I. CARBURES D'HYDROGÈNE FONDAMENTAUX

Noms	Formule	Poids	Formation par les éléments	Combustion
Formène	CH_4	16 ^r	+ 18Cal, 9 gaz	+ 213Cal, 5
Éthane	C^2H_6	30	+ 23, 3 gaz	+ 372, 3
Éthylène	C^2H_4	28	- 14, 6 gaz	+ 341, 1
Acétylène	C^2H_2	26	- 58, 1 gaz	+ 315, 7 gaz
			- 52, 8 dissous	+ 310, 4 dissous
Amylène	C^5H_{10}	70	+ 7, 3 gaz	+ 809, 2 gaz
			+ 12, 5 liquide	+ 804, 0 liquide
Diamylène	$\text{C}^{10}\text{H}_{20}$	140	+ 36, 9 liquide	+ 1596, 2
			- 11, 3 gaz	+ 784, 1 gaz
Benzène	C^6H_6	78	- 4, 1 liquide	+ 776, 9 liquide
Toluène	C^7H_8	92	+ 2, 3 liquide	+ 933, 8
Térébenthène	$\text{C}^{10}\text{H}_{16}$	136	+ 4, 2 liquide	+ 1490, 8
Camphène	$\text{C}^{10}\text{H}_{16}$	136	+ 25, 8 cristall.	+ 1469, 2
Naphtaline	C^{10}H_8	128	- 22, 8 cristall.	+ 1241, 8

II. ALDÉHYDES

Noms	Formules	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Aldéhyde méthylrique</i>	CH_2O	30 ⁶⁷	+ 25Ca, 4 gazeux + 40, 4 dissous	+ 143Ca, 0 gazeux + 128, 0 dissous
<i>Trioxyméthylène</i>	$\text{C}^3\text{H}^6\text{O}^3$	90	+ 121, 2 solide + 51, 1 gazeux	+ 368, 6 + 275, 5 gazeux
<i>Aldéhyde éthylique</i>	$\text{C}^2\text{H}^4\text{O}$	44	+ 57, 1 liquide + 60, 7 dissous	+ 289, 5 liquide + 265, 9 dissous
<i>Paraldéhyde</i>	$\text{C}^8\text{H}^{12}\text{O}^3$	132	+ 166, 6 liquide	+ 813, 2
<i>Aldéhyde benzoïque</i>	$\text{C}^7\text{H}^8\text{O}$	106	+ 25, 4 liquide	+ 841, 7
<i>Aldéhyde cinnamique</i>	$\text{C}^9\text{H}^8\text{O}$	132	+ 11, 8 liquide	+ 1112, 9
<i>Glyoxal</i>	$\text{C}^2\text{H}^2\text{O}^2$	58	+ 85Ca, 2 solide + 84, 0 dissous	+ 172Ca, 4 solide + 173, 6 dissous
<i>Furfurole</i>	$\text{C}^3\text{H}^4\text{O}^2$	96	+ 49, 7 liquide	+ 359, 8
<i>Aldéhyde salicylique</i>	$\text{C}^7\text{H}^6\text{O}^3$	132	+ 59, 5 liquide	+ 807, 6
<i>Vanilline</i>	$\text{C}^8\text{H}^6\text{O}^3$	152	+ 115, 7 cristal.	+ 914, 7
<i>Acétone</i>	$\text{C}^3\text{H}^6\text{O}$	58	+ 66Ca, 3 liquide + 68, 8 dissous	+ 423Ca, 6 liquide + 421, 1 dissous
<i>Camphre</i>	$\text{C}^{10}\text{H}^{16}\text{O}$	152	+ 80, 3 solide	+ 1413Ca, 7
<i>Quinon</i>	$\text{C}^6\text{H}^4\text{O}^2$	108	+ 47, 0 cristal. + 43, 0 dissous	+ 656Ca, 8 solide + 660, 8 dissous

III. ALCOOLS

Noms	Formule	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Alcool méthylique</i>	CH_4O	32gr	+ 61Cal, 7 liquide + 63, 7 dissous	+ 170Cal, 6 liquide + 168, 6 dissous
<i>Alcool éthylique</i>	$\text{C}^2\text{H}_6\text{O}$	46	+ 59, 8 gazeux + 69, 9 liquide + 72, 4 dissous.	+ 325, 7 liquide + 323, 2 dissous
<i>Éther ordinaire</i>	$(\text{C}^2\text{H}_5)_2\text{O}$	74	+ 62, 8 gazeux + 70, 5 liquide + 76, 4 dissous	+ 658, 4 gazeux + 651, 7 liquide + 645, 8 dissous
<i>Alcool propylique normal</i>	$\text{C}^3\text{H}_8\text{O}$	60	+ 78, 6 liquide + 81, 7 dissous	+ 480, 3 liquide + 477, 3 dissous
<i>Alcool isobutylique</i>	$\text{C}^4\text{H}_{10}\text{O}$	74	+ 85, 5 liquide + 88, 4 dissous	+ 636, 7 liquide + 633, 8 dissous

<i>Alcool amylique ordinaire</i>	$C^8H^{12}O$	88 ^{sr}	+ 91 ^{Cal,6} liquide	+ 793 ^{Cal,6} liquide
<i>Alcool éthalyque</i>	C^4H^8O	24 ²	+ 94, 4 dissous	+ 791, 1 dissous
<i>Alcool benzylque</i>	C^7H^8O	108	+ 177, 6 solide	+ 2504, 2
<i>Menthol</i>	$C^{10}H^{20}O$	156	+ 40, 8 liquide	+ 895, 3
<i>Bornéol</i>	$C^{10}H^{18}O$	154	+ 123, 0 solide	+ 1509, 2
<i>Cholestérine</i>	$C^{26}H^{44}O$	372	+ 97, 0 solide	+ 1467, 0
			+ 127, 8 solide	+ 3842, 3
<i>Glycol</i>	$C^2H^6O^2$	62 ^{sr}	+ 112 ^{Cal,3} liquide	+ 283 ^{Cal,3} liquide
<i>Saligénine</i>	$C^7H^8O^2$	124	+ 114 dissous	+ 281, 6 dissous
<i>Terpine</i>	$C^{10}H^{20}O^2$	172	+ 90, 1 solide	+ 846, 0 solide
<i>Glycérine</i>	$C^3H^8O^3$	92	+ 86, 9 dissous	+ 849, 2 dissous
<i>Érythrite</i>	$C^4H^{10}O^4$	122	+ 176, 3 solide	+ 1456, 7
<i>Arabitol</i>	$C^5H^{12}O^5$	152	+ 161, 7 liquide	+ 397, 2 liquide
<i>Mannite</i>	$C^6H^{14}O^6$	182	+ 163, 2 dissous	+ 395, 7 dissous
			+ 219, 7 solide	+ 502, 6 solide
			+ 214, 4 dissous	+ 497, 3 dissous
			+ 273, 5 solide	+ 612
			+ 320, 3 solide	+ 728, 5 solide
			+ 315, 7 dissous	+ 733, 1 dissous

IV. HYDRATES DE CARBONE

Noms	Formules	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Arabinose</i>	$C^5H^{10}O^5$	150gr	+ 259Ca1,4 solide	+ 557Ca1,7
<i>Xylose</i>	$C^5H^{10}O^5$	150	+ 255, 8 solide	+ 560, 7
<i>Glucose</i>	$C^6H^{12}O^6$	180gr	+ 302Ca1,6 solide	+ 677Ca1,2 solide
<i>LéruLOSE.</i>	$C^6H^{12}O^6$	180	+ 300, 4 dissous	+ 679, 4 dissous
<i>Galactose</i>	$C^6H^{12}O^6$	180	+ 303, 9 solide	+ 675, 9
<i>Sorbine</i>	$C^6H^{12}O^6$	180	+ 309, 9 solide	+ 669, 9
<i>Inosite</i>	$C^6H^{12}O^6$	180	+ 370, 9 solide	+ 668, 6
		180	+ 313, 3 solide	+ 665, 5
<i>Saccharose</i> (sucre de canne).	$C^{12}H^{22}O^{11}$	342gr	+ 535Ca1,6 solide	+ 1355Ca1,0 solide
			+ 534, 8 dissous	+ 1355, 8 dissous

<i>Lactose</i> (sucre de lait)	$C_{12}H_{22}O_{11}$	360 ^{gr}	+ 599 ^{Cal} , 8 solide + 596, 1 dissous	+ 1359 ^{Cal} , 8 solide + 1363, 5 dissous
<i>Maltose</i>	$C_{12}H_{22}O_{11}$	34 ₂	+ 538, 1 solide	+ 1350, 7
<i>Tréhalose</i>	$C_{12}H_{22}O_{11}$	34 ₂	+ 538, 9 solide	+ 1349, 9
<i>Melittose</i> (ou raffinoose)	$C_{18}H_{32}O_{16}$	50 ^(gr)	+ 775 ^{Cal} , 3 solide + 766, 9 dissous	+ 2026 ^{Cal} , 1 solide + 2034, 5 dissous
<i>Mélezitose</i>	$C_{18}H_{32}O_{16}$ + H ₂ O		+ 758, 4 solide	+ 2043
<i>Dextrine</i>	$(C_6H_{10}O_5)_n$	162 ⁿ	243 ^{Cal} , 6 × n sol. + 243, 3 × n dis.	+ 667 ^{Cal} , 2 × n sol. + 667, 5 × n dis.
<i>Inuline</i>	"	162 ⁿ	+ 231, 4 × n sol. + 231, 3 × n dis	+ 678, 3 × n sol. + 678, 4 × n dis.
<i>Amidon</i>	"	162 ^m	+ 225, 9 × m sol.	+ 684, 9 × m
<i>Glycogène</i>	"	162 ^m	+ 231, 9 × m sol.	+ 678, 9 × m
<i>Cellulose</i> (coton)	"	162 ^p	+ 230, 4 × p sol.	+ 680, 4 × p

V. ACIDES MONOBASIQUES (1)

Noms	Formules	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Acide formique</i>	CH^2O^2	46gr	+ 101Cal,5 liquide + 101, 6 dissous	+ 61Cal,7 liquide + 61, 6 dissous
<i>Acide acétique</i>	$\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2$	60	+ 117, 2 liquide + 117, 6 dissous	+ 209, 4 liquide + 209, 0 dissous
<i>Ether acétique.</i>	$\text{C}^2\text{H}^4(\text{C}^2\text{H}^3\text{O}^2)$	88	+ 116, 1 liquide + 119, 2 dissous	+ 537, 1 liquide + 534, 0 dissous
<i>Acide propionique</i>	$\text{C}^3\text{H}^6\text{O}^2$	74	+ 122, 5 liquide + 123, 1 dissous	+ 367, 4 liquide + 366, 8 dissous
<i>Acide butyrique</i>	$\text{C}^4\text{H}^8\text{O}^2$	88	+ 128, 8 liquide + 129, 4 dissous	+ 524, 4 liquide + 523, 8 dissous
<i>Acide valérique ordinaire</i>	$\text{C}^5\text{H}^{10}\text{O}^2$	102	+ 142, 5 liquide + 143, 2 dissous	+ 674, 0 liquide + 673, 3 dissous
<i>Acide caproïque</i>	$\text{C}^6\text{H}^{12}\text{O}^2$	116	+ 149, 6 liquide	+ 830, 2 liquide

	$C_{17}H_{36}O_2$	1368 ^r	+ 94 ^r Ca, 2 solide + 87, 7 dissous	+ 772 ^r Ca, 9 solide + 779, 4 dissous
Acide benzoïque				
Acide caprique	$C_{16}H_{32}O_2$	1725 ^r	+ 174 ^r Ca, 7 solide	+ 1458 ^r Ca, 3
Acide myristique	$C_{14}H_{28}O_2$	228	+ 200, 3 solide ou + 224, 5	+ 2085, 9 ou + 2061, 7
Trimyristine	C_3H_5 ($C_{14}H_{27}O_2$) ³	722	+ 608, 6 solide ou + 580, 0	+ 6501, 9 ou + 6650, 5
Acide margarique ou pal- mitique	$C_{16}H_{32}O_2$	256	+ 241, 0 solide ou + 214, 4	+ 2371, 8 ou + 2398, 4
Acide stéarique	$C_{18}H_{36}O_2$	284	+ 261, 6 solide ou + 227, 6	+ 2677, 8 ou + 2711, 8
Acide oléique	$C_{18}H_{34}O_2$	282	+ 188, 0 liquide	+ 2682

(1) Les chaleurs de combustion des acides gras à molécule élevée, d'après les meilleurs expérimentateurs, offrent des différences de près d'un centième, attribuables à la difficulté de les purifier. De même celles des corps gras neutres. On a donné ici deux des principales valeurs obtenues.

VI. ACIDES BIBASIQUES

Noms	Formules	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Acide oxalique</i>	$C^2H^2O^4$	90 ^r	+ 19,7 Cal, 6 solide + 19,5, 3 dissous	+ 60 Cal, 0 solide + 62, 3 dissous
<i>Acide malonique</i>	$C^3H^4O^4$	104	+ 213, 7 solide + 208, 1 dissous	+ 207, 2 solide + 212, 8 dissous
<i>Acide succinique</i>	$C^4H^6O^4$	118	+ 229, 8 solide + 223, 4 dissous	+ 354, 4 solide + 360, 8 dissous
<i>Acide glutarique</i>	$C^5H^8O^4$	132	+ 231, 4 solide + 226, 0 dissous	+ 516, 1 solide + 521, 5 dissous
<i>Acide adipique</i>	$C^6H^{10}O^4$	146	+ 241, 9 solide	+ 668, 9
<i>Acide sébacique</i>	$C^{10}H^{18}O^4$	202	+ 270, 9 solide	+ 1293, 4
<i>Acide camphorique</i>	$C^{10}H^{16}O^4$	200	+ 253, 2 solide	+ 1241, 8
<i>Acide aconitique (tribasig.)</i>	$C^6H^6O^6$	174	+ 294, 8 solide	+ 478, 0
<i>Acide mellitique (hexabasig.)</i>	$C^{12}H^6O^{12}$	342	+ 530, 4 solide	+ 588, 2

VII. ACIDES A FONCTION MIXTE

Noms	Formule	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Acide glycollique</i>	$C^2H^4O^3$	76gr	+ 160Cal, 3 solide + 157, 5 dissous	+ 166Cal, 3 solide + 169, 1 dissous
<i>Acide glyoxylique</i>	$C^2H^2O^4$	92	+ 201, 1 solide	+ 125, 5 solide
<i>Acide lactique</i>	$C^3H^6O^3$	90	+ 198, 6 dissous	+ 128, 2 dissous
			+ 167, 4 liquide	+ 329, 5
<i>Acide mésoxalique</i>	$C^3H^2O^6$	136gr	+ 292Cal, 7 solide	+ 128Cal, 3
<i>Acide tartronique</i>	$C^3H^4O^5$	120	+ 165, 8 solide	+ 255, 1 solide
			+ 161, 4 dissous	+ 259, 5 dissous
<i>Acide tartrique</i>	$C^4H^6O^6$	150	+ 302, 3 solide	+ 281, 0 solide
			+ 298, 9 dissous	+ 284, 4 dissous
<i>Acide lévulique</i>	$C^5H^8O^3$	116	+ 170, 1 solide	+ 577, 1 solide
<i>Acide pyromucique</i>	$C^5H^4O^3$	112	+ 166, 5 dissous	+ 581, 7 dissous
<i>Acide mucique</i>	$C^6H^{10}O^8$	115	+ 115, 7 solide	+ 493, 8
			+ 426, 9 solide	+ 483, 9
<i>Acide citrique</i>	$C^6H^8O^7$	192	+ 366, 9 solide	+ 474, 9 solide
			+ 364, 8 dissous	+ 477 dissous
<i>Acide salicylique</i>	$C^7H^6O^3$	138	+ 132, 1 solide	+ 735, 0 solide
			+ 125, 7 dissous	+ 741, 4 dissous
<i>Acide gallique</i>	$C^7H^6O^5$	170	+ 233, 0 solide	+ 631, 1
<i>Acide quinine</i>	$C^7H^{12}O^5$	192	+ 240, 4 solide	+ 833, 4
<i>Acide humique</i>	$C^{18}H^{16}O^7$	344	+ 266, 2 solide	+ 1983, 2
" <i>anhydride</i>	$C^{18}H^{14}O^6$	326	+ 182, 5 solide	+ 1968, 5

VIII. PHÉNOLS

Noms	Formules	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Phénol</i>	C^6H^6O	94 ^{gr}	+ 36Cal, 8 solide + 34, 2 dissous	+ 735Cal, 0 solide + 738, 6 dissous
<i>Résorcine</i>	$C^6H^6O^2$	110	+ 89, 45 solide + 85, 6 dissous	+ 483, 4 solide + 487, 8 dissous
<i>Hydroquinon</i>	$C^6H^6O^2$	110	+ 87, 3 solide + 82, 9 dissous	+ 685, 5 solide + 689, 9 dissous
<i>Pyrocatechine.</i>	$C^6H^6O^2$	110	+ 87, 6 solide + 139, 5 solide	+ 685, 2 solide + 633, 3 solide
<i>Pyrogallol.</i>	$C^6H^3O^3$	125	+ 136, 6 dissous	+ 636, 2 dissous

SELS ORGANIQUES

Les acides organiques peuvent être introduits dans l'économie sous deux formes : à l'état libre, ou à l'état de sels, tels que les sels de potasse et de soude principalement. Dans ce dernier cas, ils en sortent, pour la plupart, transformés par l'oxydation en acide carbonique et bicarbonate de potasse, CO^3KH . Cette transformation exige un calcul spécial, qu'il est utile de donner ici.

Soit un acide, $\text{C}^n\text{H}^{2p}\text{O}^q$, supposé monobasique, sa chaleur de formation par les éléments étant égale à F , dans l'état dissous. Soit encore Q , la chaleur de formation par les éléments de l'hydrate alcalin, tel que KOH ou NaOH , auquel il s'unit pour former un sel soluble ; soit enfin N , sa chaleur de neutralisation, laquelle est en général comprise entre 13 Calories et 14 Calories, les produits étant un sel de potasse dissous, $\text{C}^n\text{H}^{2p-1}\text{KO}^q$, et une molécule d'eau, H^2O .

La chaleur de formation (par les éléments) de ce sel dissous, sera : $F + Q + N - 69$.

La chaleur de combustion de l'acide, avec production d'acide carbonique dissous et d'eau, étant, d'ailleurs

$$+ 99,9 n + 69 p - F$$

Celle de son sel potassique dissous, avec production d'acide carbonique dissous et de bicarbonate dissous, sera

$$+ 99,9 n + 69 p - F + 11,1 - N ;$$

elle différera de celle de l'acide, seulement par la différence $11,1 - N$, c'est-à-dire par un nombre généralement négatif et voisin de 3 à 4 Calories : valeur à peu près négligeable dans presque tous les cas, vis-à-vis de la chaleur de combustion totale ; du moins pour les acides qui renferment plusieurs atomes de carbone.

Si le sel était bibasique, l'écart serait doublé, etc.

Dans le cas où l'on établit le calcul de la chaleur de combustion en supposant l'acide carbonique gazeux, $(n - 1)$ molécules seulement de CO^2 prendront cet état, 1 molécule d'acide carbonique étant fixée par la potasse : ce qui porte l'écart à $+ 16,7 - N$. Il change alors de signe, c'est-à-dire qu'il prend une valeur positive, environ 3 à 4 Calories par atome de potassium.

CORPS GRAS NATURELS

Ce sont des glycérides, c'est-à-dire des éthers et acides gras. Pour 1 gramme, la composition

pondérale de la plupart d'entre eux est voisine de

$$C = 0,765; \quad H = 0,120; \quad O = 0,115$$

Dans ces conditions, 1 gramme dégage en brûlant, environ

$$\begin{aligned} &+ 9^{\text{Cal}},500; \text{CO}^2 \text{ étant gazeux,} \\ &+ 9^{\text{Cal}},857; \text{CO}^2 \text{ étant dissous.} \end{aligned}$$

Formation par les éléments, rapportée à 1 gramme de matière : environ $0^{\text{Cal}},6143$.

La combustion du beurre dégage un peu moins, en raison de la présence de la butyrine et analogues, qui sont moins carbonées, soit pour 1 gramme

$$\begin{aligned} &9^{\text{Cal}},231; \text{CO}^2 \text{ étant gazeux,} \\ &9^{\text{Cal}},58; \text{CO}^2 \text{ étant dissous.} \end{aligned}$$

Les huiles végétales, dégagent en moyenne, pour 1 gramme brûlé,

$$\begin{aligned} &9^{\text{Cal}},520; \text{CO}^2 \text{ étant gazeux,} \\ &9^{\text{Cal}},877; \text{CO}^2 \text{ étant dissous.} \end{aligned}$$

HYDRATES DE CARBONE

La combustion d'un hydrate de carbone solide dégage en moyenne, pour un poids de matière

renfermant un gramme de carbone : $+ 9^{\text{Cal}},470$; c'est-à-dire un excès supérieur d'un cinquième à la chaleur de combustion, $+ 7^{\text{Cal}},96$, du carbone élémentaire que cet hydrate renferme. On ne tenait pas compte de ces excès dans les anciens calculs relatifs à la chaleur animale. La réserve d'énergie qui en résulte joue un grand rôle dans leurs transformations.

CHAPITRE III

CHALEUR DE COMBUSTION ET DE FORMATION
DES PRINCIPES AZOTÉS
A MOLÉCULE BIEN DÉFINIE,
SUSCEPTIBLES D'EXISTER
DANS L'ÉCONOMIE ANIMALE, ET CONGÉNÈRES :
AMIDES, AMINES, NITRILES, ETC.

Les dédoublements et transformations des principes albuminoïdes constitutifs du corps humain, donnent lieu à des composés azotés plus simples, à molécule bien définie, appartenant aux trois groupes suivants :

Amides simples, dérivés de l'union de l'ammoniaque avec les acides ;

Amines ou *alcalis*, dérivés de l'union de l'ammoniaque avec les alcools à fonction simple, ou à fonction mixte.

Ces amines fournissent à leur tour des *alcalamides*, en s'unissant aux acides.

Enfin, les *nitriles* et les *imides* dérivent des *amides* et des *alcalamides*, par une nouvelle perte d'eau. Ces derniers composés jouent surtout un rôle important dans la thermogenèse : à la fois, parce qu'ils entrent dans la constitution des albuminoïdes, et parce qu'ils sont susceptibles de dégager des quantités de chaleur considérables, lors de leur combinaison avec les éléments de l'eau.

Les chaleurs de formation et de combustion de ces divers groupes ont été, pour la plupart, mesurées dans mon laboratoire, spécialement en ce qui touche les nitriles.

Observons que les chaleurs de combustion qui suivent se rapportent à une combustion totale, avec formation d'acide carbonique, d'eau et d'azote. Si l'azote se sépare à l'état combiné, par exemple à l'état d'urée dissoute, comme il arrive dans l'économie animale, où les combustions sont lentes et accomplies vers la température ordinaire, il conviendra de diminuer la chaleur de combustion totale des principes azotés, de la chaleur de combustion des combinaisons subsistantes, telles que l'urée. Nous allons donner ce calcul. Soit l'urée $\text{CH}^4\text{Az}^2\text{O} = 60$ grammes. Sa

combustion à l'état pure, dégage $+ 151^{\text{Cal}},5$. Si l'urée demeure dissoute, tandis que l'acide carbonique est éliminé simultanément dans l'état gazeux, la combustion produit $+ 155^{\text{Cal}},1$.

Enfin, pour l'urée dissoute et l'acide carbonique demeuré également dissous, on a $+ 160^{\text{Cal}},7$.

Telles sont les valeurs qui doivent être déduites, dans le calcul de la chaleur animale.

Dans les cas de ce genre, deux atomes d'azote $\text{Az}^2 = 28$ grammes sont éliminés sous forme d'urée, au lieu de devenir libres, comme dans une combustion totale. Pour 1 gramme d'azote éliminé sous cette forme, cela fait, l'urée et l'acide carbonique supposés libres : $+ 5^{\text{Cal}},539$;

Ou bien s'ils sont dissous : $+ 5^{\text{Cal}},739$,

Un calcul analogue s'applique aux cas où l'azote s'élimine de l'économie animale sous la forme d'acide urique, ou de tout autre produit de combustion incomplète ; la chaleur de combustion de ces composés devant être retranchée de celle du composé albuminoïde.

Donnons la formule générale de ces calculs.

Admettons, comme dans la 1^{re} partie (p. 162), que l'albumine renferme sur 100 parties

$$\begin{aligned} \text{C} &= 52,5 ; & \text{H} &= 6,5 ; & \text{Az} &= 16,5 ; \\ & & \text{O} &= 24,5. \end{aligned}$$

Supposons qu'elle se transforme par oxydation, de telle façon que la totalité de son azote passe dans un principe, contenant sur 100 parties

$$C = a; \quad H = b; \quad Az = c; \quad O = d;$$

Le surplus du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène de l'albumine étant éliminé sous forme d'eau et d'acide carbonique. Nous aurons les équations suivantes, pour 100 parties d'albumine produisant un poids x du principe azoté complémentaire, y d'acide carbonique, z d'eau, le tout en se combinant avec poids w d'oxygène.

$$\text{Carbone} \dots \dots 52,5 = ax + \frac{3}{11} y.$$

$$\text{Hydrogène} \dots \dots 6,5 = bx + \frac{1}{9} z.$$

$$\text{Azote} \dots \dots 16,5 = cx.$$

$$\text{Oxygène} \dots \dots 24,5 + w = dx + \frac{8}{11} y + \frac{8}{9} z.$$

D'où :

$$x = \frac{16,5}{c}.$$

$$y = \frac{11}{3} \left(52,5 - 16,5 \times \frac{a}{c} \right).$$

$$z = 9 \left(6,5 - 16,5 \frac{b}{c} \right).$$

Comme on le voit d'abord, pour que la transformation soit possible, sans autre production complémentaire, on doit avoir certaines relations.

Ainsi $\frac{a}{c} < \frac{52,5}{16,5} = 3,182$ en poids; ou en atomes : 3,7; c'est-à-dire que le rapport du carbone à l'azote, dans le principe nouveau, doit être moindre que le rapport du même élément dans l'albumine; condition qui exclut la formation isolée de certains composés, l'acide hippurique par exemple, composé où le rapport

$$\frac{a}{c} = 7,7.$$

De même, il semble que l'on devrait avoir $\frac{b}{c} < \frac{6,5}{16,5} = 0,393$ en poids, ou en atomes : 5,5, par la valeur du rapport de l'hydrogène à l'azote, dans le principe nouveau. Toutefois cette dernière condition n'est qu'apparente; car on peut toujours admettre qu'il y a fixation d'eau, aux dépens des liquides de l'économie, pendant la combustion lente de l'albumine; ce qui revient à attribuer à x une valeur négative.

Quant à l'oxygène, on peut toujours attribuer à w une valeur positive et même considérable. Les seuls composés organiques pour lesquels w soit négatif, c'est-à-dire qui contiennent plus d'oxygène que n'en réclame leur combustion totale, sont des dérivés nitriques, tels que la nitroglycérine, lesquels n'existent pas dans les êtres

•

vivants. En effet, tous les principes immédiats azotés des êtres vivants dérivent en définition par déshydratation, de l'ammoniaque, qui est un composé oxydable, et de composés hydrocarbonés également oxydables jusqu'à la limite extrême de l'acide carbonique et de l'eau.

Précisons ces formules, en les appliquant à la combustion de l'albumine, avec formation d'urée ou d'acide urique, pris comme exemples. Il suffit de calculer x , pour en déduire la chaleur de combustion correspondante.

(1) 100 grammes d'urée renferment :

$$C = 20,00; \quad H = 6,67; \quad Az = 46,67;$$

$$O = 26,66. \quad \text{Dès lors} \quad x = 0,354.$$

Carbone correspondant 6,78

Hydrogène correspondant 2,26

$$\frac{a}{c} = 0,43; \quad \frac{b}{c} = 0,14.$$

Chaleur de combustion, pour le poids $0^{\text{gr}},354$:

$$+ 0^{\text{Cal}},895.$$

C'est cette quantité qu'il convient de retrancher de la chaleur de combustion totale de 1 gramme d'albumine, laquelle s'élève à : $5^{\text{Cal}},77$;

•

il reste donc $4^{\text{Cal}},875$.

(2) 100 grammes d'acide urique renferment :

$$C = 35,72 ; \quad H = 2,38 ; \quad Az = 33,33 ;$$

$$O = 28,57. \quad \text{Dès lors} \quad x = 0,50,$$

Carbone correspondant 17,8

Hydrogène correspondant 1,2

$$\frac{a}{c} = 1,07 ; \quad \frac{b}{c} = 0,714.$$

Chaleur de combustion, pour le poids $0^{\text{gr}},50$:

$$+ 1^{\text{Cal}},37.$$

Pour cette quantité qu'il convient de retrancher de la combustion totale de 1 gramme d'albumine. Il reste donc $4^{\text{Cal}},40$.

Voici les tableaux des chaleurs de formation des principes azotés, à molécule bien définie, susceptible d'exister dans l'économie animale, tels qu'amides, alcalamides, uréides, nitrites, amines, etc. :

I. AMIDES

Noms	Formule	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Amide formique</i>	CH^3AzO	43 ^r	+ $6\frac{1}{2}\text{Cal}$, 2 dissous	+ $13\frac{1}{2}\text{Az}$, 2 dissous
<i>Amide acétique</i>	$\text{C}^2\text{H}^3\text{AzO}$	59	+ 72, 9 solide	+ 288, 1 solide
<i>Amide propionique</i>	$\text{C}^3\text{H}^5\text{AzO}$	73	+ 71, 1 dissous	+ 289, 9 dissous
<i>Amide benzoïque</i>	$\text{C}^7\text{H}^7\text{AzO}$	121	+ 88, 4 solide	+ 436, 0
			+ 49, 3 solide	+ 852, 3
<i>Amide oxalique</i>	$\text{C}^2\text{H}^2\text{Az}^2\text{O}^2$	88	+ 129, 7 solide	+ 196, 9
<i>Acide oxamique</i>	$\text{C}^3\text{H}^3\text{AzO}^3$	89	+ 163, 3 solide	+ 128, 8 solide
<i>Amide succinique</i>	$\text{C}^4\text{H}^5\text{Az}^2\text{O}^2$	116	+ 156, 3 dissous	+ 135, 8 dissous
<i>Amide succinique</i>	$\text{C}^4\text{H}^5\text{AzO}^2$	99	+ 143, 5 solide	+ 509, 7
<i>Taurine</i> ou <i>amide iséthionique</i>	$\text{C}^2\text{H}^3\text{AzO}^2$	99	+ 110, 5 solide	+ 439, 2
			+ 188, 5 solide	+ 382, 9 (1)
<i>Acide aspartique</i>	$\text{C}^4\text{H}^7\text{AzO}^4$	133	+ 231, 9 solide	+ 386, 8 solide
<i>Asparagine</i>	$\text{C}^4\text{H}^8\text{Az}^2\text{O}^3$	133	+ 224, 7 dissous	+ 374, 0 dissous
			+ 205, 1 solide	+ 448, 1

(1) Avec formation de SO_3H^2 étendu.

II. ALCALAMIDES

Noms	Formules	Poids	Formation par les éléments	Combustion
Acide hippurique (<i>benzoylcollamide</i>)	$C^9H^9AzO^3$	179 ⁵⁷	+ 146Ca, 3 solide	+ 1012Ca, 9
Sarcosine (<i>glycolméthylamine</i>)	$C^3H^7AzO^2$	89	+ 123, 2 solide	+ 401, 2
Créatine (<i>urée de la sarcosine</i>)	$C^{19}H^{23}O^2$	131	+ 127, 7 solide + 123 dissous	+ 560, 0 + 563, 3 dissous

III. URÉIDES ET CONGÉNÈRES

Noms	Formule	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Urée ou amide carbonique</i>	$\text{CH}^1\text{Az}^2\text{O}$	60 ^{gr}	+ 80Ca, 8 solide	+ 151Ca, 5 solide
<i>Cyanamide</i>	CH^2Az^2	42	+ 77, 2 dissous - 8, 3 solide - 11, 9 dissous	+ 154, 1 dissous + 176, 6 solide + 180, 2 dissous
<i>Imide carbonique ou acide cyanique</i>	CHAzO	43	+ 37, 0 dissous	+ 918 dissous
<i>Acide sulfocyanique</i>	CHAzS	59	- 18, 5 dissous	//
<i>Acide cyanurique</i>	$(\text{CHAzO})^3$	129	+ 165, 1 solide + 161, 9 dissous	+ 152, 3 solide + 155, 5 dissous
<i>Formylurée</i>	$\text{C}^2\text{H}^4\text{Az}^2\text{O}^2$	88	+ 119, 3 solide + 112, 1 dissous	+ 207, 3 solide + 214, 5 dissous
<i>Acétylurée</i>	$\text{C}^3\text{H}^6\text{Az}^2\text{O}^2$	102	+ 129 solide + 122, 2 dissous	+ 360 solide + 366, 8 dissous
<i>Acide oxaluréique</i>	$\text{C}^3\text{H}^4\text{Az}^2\text{O}^4$	132	+ 213, 2	+ 207, 7
<i>Imide (acide parabanique)</i>	$\text{C}^3\text{H}^2\text{Az}^2\text{O}^3$	114	+ 139, 2 solide + 134, 1 dissous	+ 212, 7 solide + 217, 8 dissous

<i>Ac. glycolurèiq. (hydantoïq.)</i>	$C^3H^5Az^2O^3$	118gr	+ 181Cal,6 solide	+ 308Cal,4 solide
<i>Imide glycolurèique ou gly-</i>			+ 175, 1 dissous	314, 9 dissous
<i>ccylurée (hydantoinc).</i>	$C^3H^4Az^2O^2$	100	+ 109, 0 solide	311, 9 solide
			+ 102, 9 dissous	318 dissous
<i>Allantoïne</i>	$C^4H^6Az^2O^3$	158	+ 170, 4 solide	413, 8 solide
<i>Imide malonylurèique</i>	$C^4H^4Az^2O^3$	128	+ 162, 6 dissous	421, 6 dissous
<i>Diurèide pyruvurèique</i>	$C^5H^8Az^2O^3$	172	+ 161, 8 solide	353, 4
<i>Imide mésoxalurèique (allo-</i>			+ 180, 6 solide	566, 9
<i>xane)</i>	$C^4H^4Az^2O^5$	160	+ 238, 0 solide	276, 5 solide
<i>Acide urique</i>	$C^5H^4Az^2O^3$	168	+ 234, 5 dissous	278 dissous
<i>Xanthine</i>	$C^5H^4Az^2O^2$	162	+ 148, 1 solide	461, 4
<i>Guanine.</i>	$C^7H^5Az^5O$	151	+ 91, 0 solide	508, 5
<i>Theobromine ou diméthyl</i>			+ 57, 4 solide	586, 6
<i>xanthine.</i>	$C^7H^8Az^4O^2$	180	+ 90, 1 solide	846
<i>Caféine ou triméthylxan-</i>			+ 83, 4 solide	1016, 0 solide
<i>thine</i>	$C^8H^{10}Az^4O^2$	194	+ 80, 7 dissous	1018, 7 dissous

IV. NITRILES

Noms	Formules	Poids	Formation par les éléments	Combustion
Nitrile formique ou acide cyanhydrique	CHAz	27,5 ^{gr}	30Cal,5 gaz 24, 8 liquide 24, 4 dissous	+ 159Cal,3 gaz + 153, 6 liquide + 158, 2 dissous
Nitrile acétique	C ² H ³ Az	41	0, 45 liquide	+ 291, 67
Nitrile propionique	C ³ H ⁵ Az	55	8, 7 liquide	+ 446, 7
Nitrile benzoïque	C ⁷ H ⁵ Az	103 ^{gr}	31Cal,1 liquide	+ 855Ca,9
Nitrile phénylacétique	C ⁸ H ⁷ Az	117	27, 9 liquide	+ 1023, 8
Nitrile toluénique (ortho)	C ⁸ H ⁷ Az	117	31, 8 liquide	+ 1030, 7
Nitrile glycollique	C ² H ³ AzO	57,5 ^{gr}	36Cal,1 liquide	+ 257Cal,9
Nitrile lactique	C ³ H ⁵ AzO	71	35, 1 liquide	+ 419, 9
Nitrile oxalique ou cyano-gène	C ² Az ²	54 ^{gr}	73Cal,9 gaz 68, 5 liquide	+ 262Cal,5 gaz + 237, 1 liquide
Nitrile malonique	C ³ H ² Az ²	66	67, 1 dissous	+ 215, 7 dissous
Nitrile succinique	C ⁴ H ¹ Az ²	80	42, 3 solide	+ 345, 1
Nitrile glutarique	C ⁵ H ⁰ Az ²	94	29, 8 solide	+ 545, 0
			243 liquide	+ 699, 8

IV bis. HYDRATATION DES NITRILES

Noms	Hydratation	Chaleur dégagée
Nitrile formique dissous.	+ 2H ² O = sel ammoniacal dissous.	+ 21 Cal, 0
Nitrile acétique liquide	+ 2H ² O	+ 12, 7
Nitrile benzoïque liquide	+ 2H ² O	+ 17, 7
Nitrile toluïque liquide	+ 2H ² O	+ 17, 7
Nitrile glycollique dissous	+ 2H ² O	+ 16, 6
Nitrile lactique liquide	+ 2H ² O = sel ammoniacal dissous.	+ 20 Cal, 0
Nitrile oxalique dissous.	+ 4H ² O	+ 53, 2
Nitrile malonique liquide	+ 4H ² O	+ 51, 0
Nitrile succinique liquide	+ 4H ² O	+ 42, 7

V. SÉRIE DE L'INDOL ET DU PYRROL

Noms	Formules	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Indol</i>	C^8H^7Az	117	- 25Cal,8 solide	+ 1022Cal,8
<i>Dioxindol</i>	$C^8H^7AzO^2$	119	+ 80, 2 solide	+ 915, 7
<i>Isatine</i>	$C^8H^6AzO^2$	117	+ 59, 0 solide	+ 867, 8
<i>Isathyle</i>	$C^{10}H^{12}Az^2O^4$	206	+ 145, 0 solide	+ 1777, 8
<i>Indigotine</i>	$C^{16}H^{24}Az^2O^2$	262	+ 41, 0 solide	+ 1812, 6
<i>Pyrrrol</i>	C^4H^5Az	67	- 18Cal,0 liquide	+ 568Cal,0
<i>Phénylpyrrrol</i>	$C^{10}H^9Az$	143	- 30, 6 liquide	+ 1281, 1

VI. AMINES

Noms	Formules	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Méthylamine</i>	CH_5Az	31 ^{gr}	+ 9Cal, 9 gaz + 22(environ) dissous	+ 256Cal, 9 gaz dissous + 245 gaz
<i>Triméthylamine</i>	$(\text{CH}_3)_3\text{Az}$	59	+ 1, 4 gaz + 5, 6 liquide + 14, 3 dissous	+ 590 gaz + 586, 4 liquide + 578, 9 dissous
<i>Éthylamine</i>	$\text{C}^2\text{H}_7\text{Az}$	45	+ 27, 0 liquide + 33, 3 dissous	+ 406, 1 liquide + 399, 8 dissous
<i>Amylamine</i>	$\text{C}^5\text{H}_{13}\text{Az}$	87	+ 52, 4 liquide + 57, 4 dissous	+ 867, 6 liquide + 862, 6 dissous
<i>Benzylamine</i>	$\text{C}_7\text{H}_9\text{Az}$	107	+ 2, 0 liquide	+ 968, 6 liquide
<i>Aniline</i>	$\text{C}^6\text{H}_7\text{Az}$	93 ^{gr}	+ 11Cal, 2 liquide + 11, 4 dissous	+ 818Cal, 5 liquide + 818, 3 dissous
<i>Toluïdine</i>	$\text{C}^7\text{H}_9\text{Az}$	107	+ 5, 9 liquide	+ 964, 7
<i>Pyridine</i>	$\text{C}^5\text{H}_5\text{Az}$	79 ^{gr}	+ 21Cal, 1 liquide + 19, 0 dissous	+ 665Cal, 1 liquide + 663 dissous
<i>Piperidine</i>	$\text{C}^5\text{H}_{11}\text{Az}$	85	+ 24, 5 liquide + 31, 0 dissous	+ 826, 5 liquide + 820 dissous
<i>Quinoléine</i>	$\text{C}^8\text{H}_7\text{Az}$	129	+ 32, 8 liquide + 31, 8 dissous	+ 1123, 0 liquide + 1124, 0 dissous
<i>Hydroquinoléine</i>	$\text{C}^9\text{H}_{11}\text{Az}$	133	+ 0, 4 liquide	+ 1227, 8
<i>Nicotine</i>	$\text{C}^{10}\text{H}_{14}\text{Az}^2$	162	+ 1, 8 liquide	+ 1427, 9
<i>Guanidine</i>	CH_4Az_3	58	+ 19Cal, 2 solide + 20, 4 dissous	+ 247Cal, 6 solide + 245, 4 dissous

VII. AMINES-ACIDES

Noms	Formules	Poids	Formation par les éléments	Combustion
<i>Glycollamine</i> ou <i>glycocolline</i> (<i>amine oxyacétique</i>).	$C^2H^5AzO^2$	75gr	+ 126Cal, 2 solide + 122, 5 dissous	+ 235Cal, 9 solide + 238, 6 dissous
<i>Alanine</i> (<i>amine oxypropionique</i>).	$C^3H^7AzO^2$	89	+ 136, 1 solide	+ 389, 2
<i>Leucine</i> (<i>amine oxypheyllique</i>).	$C^6H^{13}AzO^2$	131	+ 158, 4 solide	+ 855, 9
<i>Tyrosine</i> (<i>amine hydroconmarique-para</i>).	$C^9H^{11}AzO^3$	181	+ 157 solide	+ 1071, 2

Comparons la chaleur totale de combustion des principes azotés, depuis les plus importants parmi ceux qui peuvent exister dans l'économie humaine, à la chaleur qui résulterait du mode de calcul proposé autrefois par Dulong et adopté par un grand nombre de physiologistes : calcul d'après lequel le carbone d'un composé organique dégagerait autant de chaleur que s'il était libre, tandis que l'oxygène serait supposé combiné à une dose équivalente d'hydrogène suivant les proportions de l'eau ; cette dernière étant supposée séparable en nature, lors de la combustion totale. Enfin on admettait que l'excès d'hydrogène, sur ces proportions, dégage la même quantité de chaleur que s'il était libre. Entre la chaleur totale de combustion, trouvée par expérience, et la chaleur évaluée d'après cet ancien mode de calcul, voici les différences, évaluées bien entendu, pour les poids moléculaires respectifs des divers principes azotés à molécule bien définie, qui jouent un rôle important dans l'évaluation de la chaleur animale :

Différences des poids moléculaires

Urée	— 11	Cal, 8
Glycollamine	+ 11,	8
Alanine	+ 2,	8
Leucine	— 20,	4
Asparagine.	+ 1,	9
Acide aspartique	+ 33,	2
Acide urique.	+ 37,	0
Acide hippurique	+ 60,	7
Tyrosine.	+ 50,	0

On voit combien ce mode de calcul était à la fois incorrect et incertain.

Voici encore la chaleur dégagée par la combustion des composés précédents, les corps étant dissous et le calcul fait dans l'hypothèse où tout leur azote serait éliminé à l'état d'urée. Pour les cas où la chaleur de dissolution propre des composés est inconnue, on l'a évaluée par approximation. En outre, nous regarderons l'acide carbonique comme dissous; cette condition étant celle des combustions intermédiaires, opérées dans l'épaisseur des tissus, au sein de l'organisme animal.

Composés	Formules	Corps purs			Tous corps dissous, y compris CO ²		
		Combustion totale	Azote chargé en urée	Déficit	Combustion totale	Azote chargé en urée	Déficit
<i>Glycollamine</i> . . .	C ² H ⁶ AzO ²	+ 234,9	+ 159,2	75,7	+ 249,7	169,35	80,35
<i>Alanine</i>	C ³ H ⁷ AzO ²	+ 389,2	+ 313,5	75,7	+ 410 env.	330	80,35
<i>Leucine</i>	C ⁶ H ¹³ AzO ²	+ 855,9	+ 780,4	75,7	+ 894 env.	814	80,35
<i>Tyrosine</i>	C ⁹ H ¹¹ AzO ³	+ 1071,2	+ 995,5	75,7	+ 1128 env.	1048	80,35
<i>Asparagine</i>	C ⁴ H ⁸ Az ² O ³	+ 448,1	+ 296,6	151,5	+ 476 env.	315	160,7
<i>Acide aspartique</i> .	C ⁴ H ⁷ AzO ⁴	+ 368,8	+ 311,1	75,7	+ 416,5	336	80,35
<i>Acide hippurique</i> .	C ⁹ H ⁹ AzO ³	+ 1012,9	+ 937,2	75,7	+ 1079 env.	999	80,35
<i>Acide urique</i>	C ⁵ H ⁴ Az ⁴ O ⁸	+ 461,4	+ 158,4	303,0	+ 494 env.	163	321,4

Ce procédé de transformation mérite d'autant plus attention, qu'il répond chez l'homme à plus des quatre cinquièmes de l'azote éliminé.

On voit que la chaleur ainsi dégagée est inférieure à la chaleur de combustion totale et elle l'est de quantités considérables, qui s'élèvent au tiers pour la glycollamine et l'asparagine; au treizième seulement, pour l'acide hippurique et la tyrosine. Mais elles peuvent monter jusqu'aux deux tiers pour des corps très azotés, tels que l'acide urique.

On voit encore par là à quel point étaient imparfaits les anciens procédés employés pour calculer la chaleur animale, et combien l'urée joue un rôle important dans cette évaluation; car elle constitue la forme d'élimination pour les 80 ou 85 centièmes de l'azote, éliminé par l'organisme humain.

Relevons encore quelques chiffres, relatifs à l'oxydation graduelle des albuminoïdes, sans production d'azote libre.

L'albumine, prise à un certain degré de dessiccation renferme, nous l'avons dit (1^{re} partie, p. 162) :

52,5 centièmes de carbone,
6,5 d'hydrogène,
et 16,5 centièmes d'azote.

De là résulte que le rapport atomique du carbone à l'azote, dans cette substance, est sensiblement celui de 3,7 : 1. La chaleur dégagée par la combustion totale de 1 gramme d'albumine, offrant cette composition, sera 5^{Cal},770 :

le poids de l'oxygène fixé étant 1^{gr},675, le poids de l'acide carbonique produit, 1^{gr},925.

Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ (quotient respiratoire) en volume = 0,84.

Ceci posé, parmi les composés azotés que l'albumine est susceptible de former chez les êtres vivants, nous en prendrons seulement cinq, savoir :

1° la sarcosine, $C^3H^7AzO^2$, où le rapport atomique du carbone à l'azote est égal à 3,7, c'est-à-dire le même que dans l'albumine;

2° l'asparagine, $C^4H^8Az^2O^3$, où ce rapport est 2 : 1 ;

3° la glycollamine, $C^2H^3AzO^2$, où ce rapport est le même que le précédent ;

4° l'allantoïne, $C^4H^5Az^4O^3$, où ce rapport est 1 : 1 ;

5° enfin l'urée, CH^4Az^2O , où ce rapport est celui de $\frac{1}{2}$: 1.

Envisageons une combustion incomplète, donnant naissance à l'un des composés azotés définis

que je viens de citer, et telle que le surplus du carbone et de l'hydrogène de l'albumine soit changé en acide carbonique gazeux et eau, l'azote demeurant à l'état de combinaison dissoute. En opérant sur 1 gramme d'albumine, il se dégagera :

Principes azotés	Calories	Poids d'oxygène absorbé	Poids de CO ² formé	Rapport CO ² : O en volume
<i>Sarcosine</i> . . .	+ 1 Cal, 00	0 ^{gr} , 260	0 ^{gr} , 380	1, 07
<i>Asparagine</i> . . .	+ 3, 07	0, 830	0, 991	0, 86
<i>Glycollamine</i> . .	+ 2, 96	0, 826	0, 967	0, 85
<i>Allantoïne</i> . . .	+ 4, 53	1, 298	1, 408	1, 00
<i>Urée</i>	+ 4, 60	1, 392	1, 665	0, 70
<i>Azote libre</i> . . .	+ 5, 77	1, 675	1, 925	0, 84

Dans des oxydations moins avancées, donnant par exemple naissance à du glucose et à de l'urée, la chaleur dégagée peut tomber à + 0^{Cal}, 3, l'oxygène consommé à 0^{gr}, 180; l'acide carbonique étant nul.

La déperdition est plus forte encore, pour le cas où les 15 ou 20 centièmes de l'azote total sont susceptibles d'être éliminés sous d'autres formes, telles que l'acide urique, ou l'acide hippurique.

Soit l'acide urique notamment, chaque atome

(14 grammes) de l'azote éliminé sous cette forme donnera lieu dans la combustion à un déficit de $115^{\text{Cal}},2$, tous corps séparés de l'eau ; ce déficit surpasserait 122 Calories, si l'acide carbonique demeurerait dissous. L'influence des autres composés polyazotés serait analogue (voir plus haut).

Avec l'acide hippurique, la perte de chaleur est bien plus élevée encore, en raison de la richesse de ce corps en carbone. En effet, calculée d'après l'azote seul, elle s'élèverait à $1012^{\text{Cal}},9$ par chaque atome d'azote (14 grammes) éliminée sous cette forme, tous les corps séparés de l'eau. Elle monterait même à 1079 Calories, tous corps dissous. En réalité, elle est plus forte que ce calcul ne l'indique ; attendu que la formation de l'acide hippurique exige la formation de composés complémentaires autres que l'eau et l'acide carbonique (voir p. 75). Il y aurait dès lors un déficit thermique très considérable, observable chez les herbivores ; si, par compensation, une portion de l'azote n'était pas éliminée, comme il est probable, à l'état libre dans leur intestin : ce point n'est pas, d'ailleurs, entièrement éclairci.

En tout cas, le déficit correspondant à l'excrétion de l'acide urique est déjà très notable et il rend compte, jusqu'à un certain point, de l'in-

fluence d'un excès d'alimentation pour former de semblables produits de combustion incomplète ; il explique dès lors les perturbations physiologiques et pathologiques si caractérisées, qui en accompagnent l'apparition.

CHAPITRE IV

CHALEUR DE FORMATION ET DE COMBUSTION DES CORPS ALBUMINOIDES ET CONGÉNÈRES CONTENUS DANS LES ÊTRES VIVANTS : LEUR RÔLE DANS LA PRODUCTION DE LA CHALEUR ANIMALE (1)

Les principes azotés forment la masse dominante des tissus animaux et ils jouent dans le développement des végétaux un rôle essentiel. Leur importance en Chimie physiologique, spécialement pour la production de la chaleur animale, ne saurait être exagérée : c'est ce qui nous a engagés à en mesurer la chaleur de combustion dans la bombe calorimétrique. L'opéra-

(1) Les expériences ont été faites avec la collaboration de M. André.

tion est prompte, facile, précise, comme d'ordinaire.

On croit devoir reproduire ici tout le détail des expériences, à cause de l'intérêt du sujet pour les études qui font l'objet du présent ouvrage.

La comparaison des résultats demande quelque précaution, parce qu'elle ne saurait être rapportée à des formules moléculaires certaines, celles des matières albuminoïdes étant fort élevées et controversées. De là la nécessité de s'en tenir aux mesures relatives à l'unité de poids, sans remonter jusqu'à des poids moléculaires douteux : réserve d'autant plus imposée qu'il s'agit de principes fixes et incristallisables, dont la pureté absolue ne saurait être garantie au même degré que celle des corps définis volatils ou cristallisés. Il y a plus : l'état d'hydratation, et par suite la richesse même en carbone et autres éléments, varie de plusieurs centièmes, pour un poids donné de matière, suivant la température à laquelle les albuminoïdes ont été desséchés. C'est pourquoi nous avons cru utile de rapporter toutes nos chaleurs de combustion, non seulement à 1 gramme de matière, mais surtout et de préférence à 1 gramme de carbone ; la proportion de cet élément donnant lieu à des comparaisons plus assurées.

En effet, les chaleurs de formation depuis les éléments sont aisées à calculer, lorsqu'on connaît les chaleurs de combustion. Elles peuvent être évaluées, soit pour l'unité de poids du principe immédiat, soit pour l'unité de poids de l'un des éléments, tel que le carbone, ou l'azote ;

Soit pour les poids moléculaires du dit principe immédiat, tel qu'on l'a envisagé.

Mais elles sont influencées à un tel degré par les moindres impuretés, et les poids moléculaires eux-mêmes sont si incertains, que l'évaluation exacte de ces chaleurs de formation, rapportées aux poids moléculaires, ne nous a pas paru comporter beaucoup d'intérêt, dans l'état présent de la science. Quant à l'emploi des chaleurs de combustion, dans le calcul de la chaleur animale, il est subordonné à la nature des produits éliminés par l'économie, et spécialement à la forme sous laquelle l'azote est rejeté au dehors. Nous avons donné ce calcul pour le cas le plus général, celui où l'azote se sépare sous forme d'urée, en rapportant les résultats, tant à l'unité de poids de la matière animale, et spécialement des produits usités comme aliments, qu'à l'unité de poids du carbone que ces produits renferment.

Exposons d'abord les résultats observés avec

les seize matières azotées ou principes immédiats qui suivent :

Albumine d'œuf,	Jaune d'œuf,
Fibrine du sang,	Fibrine végétale
Chair musculaire,	Gluten,
Hémoglobine,	Colle de poisson,
Caséine du lait,	Fibroïne,
Osséine,	Laine,
Chondrine,	Chitine,
Vitelline,	Tunicine.

Nous avons préparé nous-mêmes douze de ces principes ; quatre nous ont été donnés fort obligeamment par M. Schützenberger, qui les avait préparés en vue de ses recherches classiques sur les albuminoïdes.

Pour chacun, nous signalerons en général ;

1° Le procédé de préparation ;
 2° L'analyse du produit mis en œuvre ; chose indispensable pour des substances de ce genre, dont l'état d'hydratation varie suivant le procédé de préparation et le mode de dessiccation ;

3° La chaleur de combustion rapportée, d'une part, à 1 gramme de matière, et, d'autre part, à un poids de matière contenant 1 gramme de carbone : ce qui fournit, ainsi qu'il a été dit, un procédé de comparaison plus assuré et indépendant de toute supposition sur l'état d'hydratation.

Cette combustion est totale, dans nos expériences ; c'est-à-dire que, non seulement le car-

bone est ramené à l'état d'acide carbonique et l'hydrogène à l'état d'eau ; mais le soufre est changé en acide sulfurique étendu, et le phosphore en acide phosphorique. Nous avons spécialement vérifié qu'il en est ainsi pour les combustions accomplies dans la bombe calorimétrique.

Enfin, on a rapporté les chaleurs de combustions obtenues, à la réaction d'un poids donné de matière, tel qu'un gramme sur l'oxygène à volume constant ; puis on les a réduites à leur valeur, à pression constante, par un procédé de calcul certain : c'est-à-dire fondé uniquement sur la connaissance de la composition centésimale de la matière brûlée, et indépendant de toute formule hypothétique, ainsi qu'il sera exposé plus loin, en parlant de l'albumine.

On donnera également le calcul des chaleurs de combustion, évaluées pour le cas où tout l'acide carbonique demeurerait dissous : ce qui est le cas des combustions opérées dans la profondeur des tissus vivants. Puis on fera un calcul analogue, en supposant l'azote éliminé à l'état d'urée dissoute, comme il arrive pour la majeure partie du poids de cet élément, tel qu'il est éliminé au sein de l'économie humaine. Enfin le dernier calcul sera fait dans une double hypothèse, celle où l'acide carbonique, produit en même temps

que l'urée, se dégage aussitôt dans l'état gazeux, et celle où cet acide carbonique demeurerait dissous.

Observons que la dernière hypothèse fournit des données plus voisines de celles qui déterminent la production locale de la chaleur animale, dans les conditions physiologiques.

Entrons dans le détail.

I. ALBUMINE

Nous avons opéré sur de l'albumine d'œuf coagulée et desséchée à 100°, préparée et purifiée par M. Schützenberger.

Voici les résultats que nous ont fournis nos analyses de ce produit, en centièmes :

Éléments	1	2	3	Moyenne
C . . .	51,51	//	51,82	51,77
H . . .	6,91	//	7,15	7,03
Az (1) . .	15,43	//	//	15,43
S(2) . . .	1,66	1,59	1,59	1,62
O . . .	//	//	//	24,15
				100,00
Cendres en plus				1,01

(1) Dosé par la chaux sodée.

(2) Dosé dans la bombe à l'état d'acide sulfurique ; c'est-à-dire après combustion par l'oxygène comprimé à 25 atmosphères.

La richesse en carbone de l'albumine analysée par les différents auteurs varie et s'élève jusqu'à 54 centièmes. Mais ce dernier nombre a été observé sur des échantillons desséchés à 140°, au lieu de 100°. L'hydrogène et l'azote concordent sensiblement. De même, le soufre dosé par les anciennes méthodes (de 1,9 à 1,6 suivant les auteurs).

Voici les combustions opérées dans la bombe calorimétrique, sur l'échantillon précédent. Les poids sont rapportés, par le calcul, à la matière privée de cendres :

Données	I	II	III	IV
P	087,9833	0,8718	0,9138	0,9473
Σμ	2399,3	2399,3	2399,3	2399,3
Δt	2°,347	2,115	2,182	2 231
Q'	5631 ^{cal} ,16	5074,52	5235,27	5352,84
Fer.	22,4 { 42 ^{cal} ,3	22,4 { 40 ^{cal} ,0	22,4 { 40 ^{cal} ,9	22,4 { 41 ^{cal} ,5
Ac. azot. (dosé).	19,9 {	17,6 {	18,5 {	19,1 {
Q	5588,86	5034,52	5194,37	5311,34
Pour 1gr à v.c.	5683 ^{cal} ,7	5774 ^{cal} ,6	5684,3	5606,8
Moyenne pour 1 gramme à volume constant.				5687 ^{cal} ,4

Ce chiffre se rapporte à 1 gramme, brûlé à volume constant, vers 9°; le soufre étant changé en acide sulfurique étendu, et l'acide carbonique dégagé sous forme gazeuse.

Il est facile de rapporter la chaleur de combustion de l'albumine à une pression constante, sans faire intervenir aucune formule hypothétique.

En effet, 24^{gr},15 d'oxygène contenu dans l'albumine employée suffisent à brûler 3^{gr},02 d'hydrogène. Le surplus de la combustion est effectué par l'oxygène libre. Or celui qui brûle le carbone (1) n'entre pas en compte, car il fournit sensiblement un volume d'acide carbonique égal au sien : ce qui ne change pas la pression.

Reste dès lors à tenir compte de l'oxygène qui disparaît, en formant d'une part de l'eau, aux dépens de l'excès d'hydrogène, et, d'autre part, de l'acide sulfurique étendu, aux dépens du soufre. Cela fait, pour les 4^{gr},01 d'hydrogène excédent, 32^{gr},04 d'oxygène, ou une molécule sensiblement : ce qui répond à un accroissement de chaleur dégagée égal à 0^{Cal},56, à 9° ; plus, pour 1^{gr},62 de soufre, 2^{gr},43 d'oxygène, ou $\frac{3}{10}$ de molécule sensiblement : ce qui répond encore à 0^{Cal},04 : en tout + 0^{Cal},60.

Mais l'azote qui devient libre dans la combustion produit un effet inverse : soit pour 15^{gr},4 ou $\frac{55}{100}$ de molécule : — 0^{Cal},31.

(1) Il en serait autrement avec une matière contenant trop peu d'hydrogène ; mais le calcul, quoique un peu différent, est également aisé à réaliser d'après les mêmes principes.

L'effet total, c'est-à-dire la différence entre les chaleurs de combustion à pression constante et à volume constant répond donc, en définitive, à $0^{\text{cal}},29$, pour 100 grammes d'albumine brûlée ; soit pour 1 gramme : $2^{\text{cal}},9$.

La *chaleur de combustion* de l'albumine employée dans ces expériences, étant rapportée à une pression constante, pour l'unité de poids de la matière employée, devient dès lors : $5690^{\text{cal}},3$.

On voit combien cette correction est petite, et comprise dans la limite des erreurs d'expérience. Elle est d'ailleurs à très peu près la même pour les autres principes albuminoïdes et elle tend à devenir nulle pour les principes, tels que la chitine, dont la composition se rapproche des hydrates de carbone.

Dans le cas où l'on admettrait que l'acide carbonique est demeuré entièrement dissous ⁽¹⁾, la

(1) Douze grammes de carbone produisent une molécule d'acide carbonique, laquelle dégage 5600 calories, en se dissolvant dans un liquide aqueux. Dès lors, on calcule la chaleur de dissolution, pour le poids de l'acide carbonique produit dans le cas actuel, d'après la formule suivante :

$$\frac{P}{12} \times 5600 \text{ calories} = 466^{\text{cal}},7 \times P.$$

P étant le poids du carbone contenu dans 1 gramme de matière. Pour $08^{\text{r}},518$ de carbone, cela fait $241^{\text{cal}},7$.

chaleur dégagée par la combustion de 1 gramme d'albumine s'élèverait à 5 932 calories.

L'albumine analysée contenait 51,8 centièmes de carbone (p. 100). Si on rapportait les calculs à une albumine renfermant 52,5 de carbone ; comme on l'a fait dans d'autres parties du présent ouvrage, sa chaleur de combustion deviendrait 5 767 calories. On voit la nécessité de tout rapporter au poids de carbone.

Pour un poids d'albumine contenant 1 gramme de carbone, la chaleur de combustion à pression constante sera, en définitive, l'acide carbonique étant gazeux 10 991 calories.

S'il était dissous, on aurait : 11 458 calories.

Cela ferait pour le poids moléculaire correspondant à la formule $C^{72}H^{112}Az^{18}SO^{22}$ de Lieberkühn, l'acide carbonique étant gazeux 9 497 Calories.

Cet acide supposé dissous 10 002 ;

Pour l'une des formules de M. Schützenberger :

$C^{240}H^{387}Az^{65}S^{30}O^{75}$: CO^2 gaz : 32 546 calories ;

CO^2 dissous 33 990 calories.

La *Chaleur de formation* de l'albumine par les éléments, depuis le carbone-diamant, est facile à déduire des chiffres ci-dessus. On obtient :

874 calories pour 1 gramme d'albumine ;

Et 1 689 calories, pour le poids d'albumine qui renferme 1 gramme de carbone.

soit, pour la formule de Lieberkühn: 1 460 Cal.

Et pour celle de M. Schützenberger: 4 866 Cal.

Le tout sous les réserves signalées plus haut.

C'est surtout dans l'étude des dédoublements, opérés par la méthode de M. Schützenberger, que les derniers chiffres prennent de l'intérêt.

Combustion avec formation d'urée. — L'azote étant éliminé sous forme d'urée dissoute, la chaleur de combustion, rapportée à 1 gramme d'albumine pure (de la composition ci-dessus), diminue de 833 calories. Ce qui la réduit à 4 857 calories, à pression constante, l'acide carbonique supposé gazeux.

Si cet acide était dissous, on aurait... 5 099 cal.

Si on rapporte la chaleur de combustion au poids d'albumine qui contient 1 gramme de carbone, sa valeur absolue, diminue de 1 610 calories, lorsqu'on la rapporte à l'urée: cela la réduit, CO² étant gazeux, à . . . 9 381 calories;

CO² et urée dissous à . . . 9 985 calories.

L'élimination de l'azote de l'albumine sous forme d'urée fait donc perdre près de 15 centièmes, ou 1 septième environ de la chaleur de combustion totale de cette substance.

La perte dépasserait 20 centièmes, si l'azote était éliminé sous la forme d'acide urique.

Le tableau suivant résume les indications précédentes :

Chaleur de combustion, à pression constante							
Combustion totale, l'azote éliminé à l'état gazeux				Combustion, l'azote éliminé sous forme d'urée dissoute			
Pour 1 gramme d'albumine		Pour 1 gramme de carbone de l'albumine		Pour 1 gramme d'albumine		Pour 1 gramme de carbone de l'albumine	
CO ₂ gaz.	CO ₂ dissous	CO ₂ gaz.	CO ₂ dissous	CO ₂ gaz.	CO ₂ dissous	CO ₂ gaz.	CO ₂ dissous
Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal
5690,6	5932	10991	11458	4857	5099	9381	9985

Observons en terminant que les chiffres précédents sont applicables à tout échantillon d'albumine, lorsqu'on le rapporte à 1 gramme de carbone brûlé. Mais si l'on opérait avec un échantillon desséché, de façon à renfermer une proportion centésimale de cet élément, supérieure ou inférieure à 51,77 centièmes, il fau-

drait accroître ou augmenter proportionnellement les chaleurs de combustion et de formation.

La même remarque s'applique à tous les principes azotés qui vont suivre ; mais leur analyse étant donnée, le calcul exact est facile.

II. FIBRINE DU SANG

Nous avons opéré sur la fibrine du sang de veau, recueillie à l'abattoir de la Villette et apportée aussitôt au Laboratoire du Collège de France. On l'a lavée et malaxée avec de l'eau, jusqu'à ce que celle-ci passât incolore, c'est-à-dire jusqu'à élimination totale du sang interposé. On l'a séchée alors vers 100°, au bain-marie ; puis on l'a épluchée à la main, pour la débarrasser de diverses impuretés, mélangées mécaniquement. On l'a alors épuisée par l'éther, de façon à éliminer la graisse ; puis on l'a séchée à 115°. Dans cet état, elle s'est laissée pulvériser ; puis on l'a desséchée de nouveau, à la même température.

Voici la composition de l'échantillon qui avait subi ces traitements et sur lequel les combustions ont été opérées :

Composition des échantillons

Éléments	I	II	Moyenne
C.	51,17	51,10	51,13
H	6,88	6,93	6,90
Az ⁽¹⁾	17,57	17,43	17,50
S ⁽²⁾	1,19		1,19
O			23,28
			100,00
Cendres en plus		1,23	

Trois combustions ont été exécutées dans la bombe calorimétrique (les cendres étant déduites des poids donnés ci-dessous) :

Données	I	II	III
p	18 ^o ,0917	0,9757	1,0779
Σμ	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	2 ^o ,524	2,262	2,515
Q	6056,34	5427,67	6034,74
Fer	22,4	22,4	22,4
Acide azot. dosé.	21,1 ⁽³⁾	18,8	19,7
Q	6012 ^{cal} ,84	5386,47	5992,04
Pour 1 ^{gr} à v. c.	5507 ^{cal} ,7	5520,6	5558,9
Moyenne	{ 5529 ^{cal} ,1 à volume constant. pour { 5532 ^{cal} ,4 à pression constante. } CO ² gaz 1 gramme. { 5760 ^{cal} ,4 CO ² dissous.		

(1) Dosé en volume ; procédé Dumas.

(2) Dosé dans la bombe, sous forme d'acide sulfurique.

(3) Dosé par la différence du titre acide, comme plus

On aura, pour le poids de fibrine qui contient 1 gramme de carbone brûlé, à pression constante,

CO² dissous 10 820 calories;

CO² gaz 11 287 calories.

Chaleur de formation par les éléments. —

Pour 1 gramme de fibrine . . . 918 calories.

Pour le poids de fibrine contenant 1 gramme de carbone 1 796 calories.

Combustion avec formation d'urée. — La perte en chaleur, pour 1 gramme de fibrine, est de 946 calories; ce qui réduit la chaleur de combustion, à pression constante : CO² et urée dissous, 4 586 calories; CO² gaz, 4 824 calories.

Pour le poids de fibrine contenant 1 gramme de carbone, la chaleur de combustion devient

CO² gaz 8 970 calories;

CO² et urée dissous 9 437 calories.

III. CHAIR MUSCULAIRE

Viande de bœuf (filet) hachée, lavée à l'alcool, puis à l'éther, séchée, pulvérisée, séchée à 115°.

haut. Dans la combustion (II), on a en outre dosé spécialement l'acide azotique, sous forme de bioxyde d'azote : le résultat (0,67,0,712 Az²O⁵) a été concordant avec le dosage indirect.

Composition de l'échantillon, sur 100 parties :

Éléments	I	II	III	Moyenne
C . . .	53,74	53,68		53,71
H . . .	7,30	7,47		7,38
Az ⁽¹⁾ . . .	18,19			18,19
S ⁽²⁾ . . .	1,09	1,19 ⁽²⁾	1,26 ⁽³⁾	1,18
P ⁽³⁾ . . .	0,67	0,62		0,65
O . . .				18,89
				<hr/> 100,0
Cendres en plus				2,45

Trois combustions dans la bombe calorimétrique :

Données	I	II	III
p	187,1142	187,2351	187,2589
Σμ	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	20,676	20,980	30,016
Q'	6421,06	7150,5	7236,89
Fer	22,4	22,4	22,4
Acide az. dosé.	22,1	24,5	25,0
	} 44 ^{cal} ,5	} 46 ^{cal} ,9	} 47 ^{cal} ,4
Q	6376,6	7103,6	7189,5
Pour 1 ^{er} à v. c.	5722 ^{cal} ,9	5751,4	5710,9
Moyenne	} CO ² gaz		
pour			
1 gramme.			
	} 6017 ^{cal} ,8 CO ² dissous.		

(1) En volume.

(2) Combustion dans la bombe.

(3) Détermination au moyen du carbonate de soude

Pour le poids de chair qui contient 1 gramme de carbone : à pression constante

CO² gaz 10 671 calories ;

CO² dissous 11 138 calories.

Chaleur de formation par les éléments. —

Pour 1 gramme de chair. 1 137 calories.

Pour le poids de chair contenant 1 gramme de carbone 2 117 calories.

Combustion avec formation d'urée. — Perte en chaleur, pour 1 gramme de chair : 982 calories ; ce qui réduit la chaleur de combustion, à pression constante, aux valeurs suivantes :

CO² gaz. 4 749 calories ;

CO² et urée dissous 5 038 calories.

Pour le poids de chair contenant 1 gramme de carbone, perte en chaleur 1 830 calories,

Chaleur de combustion correspondante :

CO² gaz. 8 841 calories ;

CO² et urée dissous 9 308 calories.

et de l'oxygène, *Ann. de Ch. et de phys.*, 6^e série, t. XV, p. 121).

Les procédés d'analyse étant les mêmes pour tous les corps azotés, on n'en reproduira pas l'indication dans ce qui suit.

IV. HÉMOGLOBINE DU CHEVAL (1).

Séchée à 115°. Composition de l'échantillon :

Éléments	I	II	Moyenne
C	55,54	55,44	55,48
H	7,18	7,42	7,30
Az	17,64	//	17,64
S	1,11	//	1,11
P	0,82	//	0,82
O	//	//	17,62
Cendres insensibles			

Trois combustions :

Données	I	II	III
p	18 ^r ,0776	08 ^r ,9325	18 ^r ,0957
Σμ	2 399,5	2 399,5	2 399,5
Δt	20,672	20,310	20,722
Q	6 411 ^{cal} ,46	5 547,56	6 531,44
Fer	22,4	22,4	22,4
Acide azot.	23,0	20	23,4
Q	6 366 ^{cal} ,1	5 505,2	6 485,6
Pour 15 ^{ra} v. c.	5 907 ^{cal} ,4	5 903,4	5 919,1
Moyenne	$\left. \begin{array}{l} 5\ 910^{\text{cal}}, \text{ à volume constant.} \\ 5\ 914^{\text{cal}}, 8 \text{ à pression constante.} \end{array} \right\} \text{CO}_2 \text{ gaz}$		
pour			
1 gramme.			

(1) Donnée par M. Bouchardat.

Valeur rapportée à 1 gramme de carbone, à pression constante :

CO² gaz 10 617 calories ;
CO² dissous 11 084 calories.

Chaleur de formation par les éléments : pour 1 gramme d'hémoglobine 1 066^{cal.}

Valeur rapportée à 1^{er} de carbone : 1 931^{cal.},4.

Combustion avec formation d'urée : pour 1^{er} d'hémoglobine (en moins, 951), à pression constante :

CO² gaz 4 964 calories ;
CO² et urée dissous 5 223 calories.

Pour 1^{er} de carbone, etc. (en moins, 1 715) :

CO² gaz 8 902 calories ;
CO² et urée dissous 9 369 calories.

V. CASÉINE DU LAIT (1)

Séchée à 115°. *Composition de l'échantillon* :

Éléments	I	II	III	IV	Moyenne
C	50,83	//	50,79	//	50,81
H	6,92	//	7,07	//	7,00
Az	15,37	//	//	//	15,37
S	1,58	1,62	1,61	1,70	1,63
P	1,18	//	//	//	1,18
O	//	//	//	//	24,01
Cendres en plus				0,64	

(1) Donnée par M. Schützenberger.

Valeur rapportée à 1 gramme de carbone, etc. :

CO² gaz 11 080 calories ;

CO² dissous 11 547 calories.

Chaleur de formation par les éléments : pour

1^{re} de caséine 927^{cal},5.

Valeur rapportée à 1^{re} de carbone . 1825^{cal}.

Combustion avec formation d'urée : pour

1^{re} de caséine (830, en moins) à pression constante :

CO² gaz 4 799 calories ;

CO² et urée dissous 5 038 calories.

Pour 1 gramme de carbone, etc. (en moins, 1600) :

CO² gaz 9 580 calories ;

CO² et urée dissous 9 947 calories.

VI. OSSÉINE (1)

Séchée à 115°. *Composition de l'échantillon* :

Éléments	I	II	Moyenne
C.	50,16	50,05	50,10
H.	6,99	7,03	7,01
Az	17,91	"	17,91
S.	0,38	0,38	0,38
O.	"	"	24,60
Cendres en plus			0,29

(1) Donnée par M. Schützenberger. Purifiée par l'éther.

Trois combustions dans la bombe calorimétrique :

Données	I	II	III	
p	0 ^{sr} ,8274	0 ^{sr} ,7855	0 ^{sr} ,9069	
Σp	2399,3	2399,3	2399,3	
Δt	1 ^o ,878	1 ^o ,791	2 ^o ,060	
Q'	4505,cal,89	4297,15	4942,56	
Fer	22,4	22,4	22,4	
Acide azot.	15,1	14,4	16,6	
	} 37 ^{cal} ,5		} 36 ^{cal} ,8	
Q	4468,39	4260,35	4903,56	
Pour 1 ^{gr} à v. c.	5400,5	5423,7	5406,9	
Moyenne	} 5410 ^{cal} ,4 à volume constant.		} CO ² gaz	
pour	} 5414 ^{cal} à pression constante.			
1 gramme.	} 5647 ^{cal} ,8 CO ² gaz.			

Valeur rapportée à 1^{gr} de carbone, etc., à pression constante :

CO² gaz 10 806 calories ;
CO² dissous 11 273 calories.

Chaleur de formation par les éléments : pour
1^{gr} d'osséine 954^{cal}.
Valeur rapportée à 1^{gr} de carbone. . . 1 904^{cal}.

Combustion avec formation d'urée : pour
1 gramme (en moins, 970), à pression constante :

CO ² gaz	4 544 calories ;
CO ² dissous.	4 678 calories.

Pour 1 gramme de carbone, etc. (en moins, 1930) :

CO ² gaz	8 976 calories ;
CO ² et urée dissous	9 343 calories.

VII. CHONDRINE DE VEAU.

Cartilages costaux du veau, finement découpés et mis à bouillir avec de l'eau pendant une heure environ ; décantation ; le résidu mis de nouveau à bouillir, etc. Ces opérations ont été répétées six à sept fois sur 500 grammes de cartilages.

Toutes les eaux étant évaporées au bain-marie, le résidu se prend en masse. Division de la masse et séchage au bain-marie, jusqu'à ce que la matière prenne un aspect corné et dur. Cette matière a été broyée, puis traitée par l'alcool et l'éther, enfin séchée à 115°.

Composition de l'échantillon (séché à 115°) :

Éléments	I	II	III	IV	V	VI	Moyenne
C . . .	52,01	51,50	50,46	50,66	50,58	50,13	50,89
H . . .	7,09	7,22	7,33	7,11	6,98	7,12	7,14
Az . . .	15,60	"	"	"	"	"	"
S . . .	1,91	2,02	"	"	"	"	2,00
P . . .	0,49	0,42	"	"	"	"	0,45
O . . .	"	"	"	"	"	"	23,93
Cendres en plus						6,35	

Trois combustions dans la bombe calorimétrique.

Données	I	II	III
p	18 ^r 0731	18 ^r 3885	08 ^r 9399
Σp	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	2 ^o 370	3 ^o 082	2 ^o 081
Q'	5763,60	7472,04	5055,75
Fer	22,4	22,4	22,4
Acide azot.	15,5	20	13,6
Q	5725,7	7429,6	5019,7
Pour 1 ^{er} à v. c.	5335,6	5350,8	5340,7
Moyenne {	5342 ^{cal} ,4 à volume constant.		
pour {	5345 ^{cal} ,8 à pression constante.		
1 gramme {	5583 ^{cal} ,8 CO ² dissous.		
			CO ² gaz

Valeur rapportée à 1^{er} de carbone, etc. : à pression constante,

CO ² gaz	10 544 calories ;
CO ² dissous	11 011 calories.

Chaleur de formation par les éléments : pour 1 gramme de chondrine. 1226 calories.

Combustion avec formation d'urée : pour 1 gramme de chondrine (en moins, 840) : à pression constante :

CO ² gaz.	4 506 calories ;
CO ² et urée dissous	4 744 calories.

Pour 1 gramme de carbone, etc. (en moins, 1 620) :

CO ² gaz	8 924 calories ;
CO ² et urée dissous	9 391 calories.

VIII. VITELLINE.

Le jaune d'œuf coagulé par la chaleur, divisé, séché dans le vide (voir plus loin), a été traité par l'alcool froid, jusqu'à ce que ce liquide ne se colorât plus, puis ensuite par l'éther, jusqu'à disparition de la matière grasse. Séché dans le vide à la température ordinaire.

Composition de l'échantillon :

Éléments	I	II	Moyenne
C	52,01	51,60	51,80
H	7,61	7,50	7,55
Az.	15,47	„	15,47
S	1,26	1,25	1,25
P	1,66	„	1,66
O	„	„	22,27
Cendres en plus			4,40

Trois combustions dans la bombe calorimétrique :

Données	I	II	III
<i>p</i>	18 ^r ,0971	1,0474	1,0167
$\Sigma\mu$	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	2 ^o ,659	2,542	2,467
<i>Q'</i>	6380,27	6099,53	5919,57
Fer	22,4	22,4	22,4
Acide azotique	16,2	15,1	15,1
<i>Q</i>	6341,7	6061,5	5882,1
Pour 18 ^r à v. c.	5780 ^{cal} ,4	5776,5	5785,4
Moyenne pour 1 gramme	$\left. \begin{array}{l} 5780^{\text{cal}},6 \text{ à volume constant.} \\ 5784^{\text{cal}},1 \text{ à pression constante.} \\ 6025^{\text{cal}},8 \text{ CO}^2 \text{ dissous.} \end{array} \right\} \text{CO}^2 \text{ gaz}$		

Valeur rapportée à 1^{er} de carbone, etc. :

CO² gaz 11 166 calories ;

CO² dissous 11 633 calories.

Chaleur de formation par les éléments ; pour

1 gramme de vitelline 1 055^{cal.}

Valeur rapportée à 1^{er} de carbone . . . 2 037^{cal.}

Combustion avec formation d'urée : pour

1 gramme de vitelline (en moins, 830) à pression constante :

CO² gaz 4 954 calories ;

CO² et urée dissous 5 195 calories.

Pour 1 gramme de carbone, etc. (en moins, 1 870) :

CO² gaz 8 576 calories ;

CO² et urée dissous 9 763 calories.

IX. JAUNE D'ŒUF

Nous avons cru utile de joindre à la détermination précédente celle du jaune d'œuf brut, coagulé par la chaleur, puis divisé et séché à froid dans le vide pendant plusieurs jours, en divisant chaque jour la matière.

L'importance de cette substance, au point de vue de la nutrition de l'embryon, est toute particulière.

Composition de l'échantillon, sans aucun autre traitement (c'est-à-dire avec les matières grasses) :

Éléments	1	2	3	Moyenne
C	67,14	67,93	67,16	67,41
H	10,37	10,14	10,10	10,20
Az.	7,65	''	''	7,65
S	0,47	0,30	''	0,39
P	1,82	''	''	1,82
O	''	''	''	12,53
Cendres en plus.				2,64

Trois combustions dans la bombe calorimétrique :

Données	I	II	III
p	18 ^r ,0460	0,9653	1,1272
Σp	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	3 ^o ,547	3,273	3,841
Q	8511,03	7853,56	9216,48
Fer	22,4	22,4	22,4
Acide azot.	16,5	15,2	17,8
Q	8172,1	7816,0	9171,3
Pour 18 ^r à v. c.	8099 ^{cal} ,5	8096,9	8140,7
Moyenne } 8 112 ^{cal} ,4 à volume constant. } CO_2 gaz	pour } 8 124, 2 à pression constante. }		
1 gramme. } 8 538, 7 CO_2 dissous. }			

Valeur rapportée à 1 gramme de carbone, etc.,
à pression constante :

CO ² gaz	12 052 calories ;
CO ² dissous	12 519 calories.

Chaleur de formation par les éléments : pour
1 gramme de jaune d'œuf 828^{cal.}
Valeur rapportée à 1^{er} de carbone 1 228^{cal.}

Combustion avec formation d'urée : pour
1 gramme de jaune d'œuf (en moins, 420), à pres-
sion constante.

CO ² gaz	7 704 calories ;
CO ² et urée dissous	8 119 calories.

Pour 1 gramme de carbone, etc. (en moins,
620),

CO ² gaz	11 632 calories ;
CO ² et urée dissous	11 899 calories.

Ces chiffres sont beaucoup plus forts que ceux
de la vitelline, à cause de la présence des corps
gras. Au contraire, la chaleur de formation par
les éléments est plus faible, pour la même rai-
son.

X. FIBRINE VÉGÉTALE.

Une portion du gluten de l'échantillon suivant (XI) a été séchée et concassée, puis traitée par l'alcool bouillant, jusqu'à ce que la liqueur filtrée ne donnât plus de dépôt ; puis on a traité par l'éther bouillant. On a séché à froid la matière, on l'a pulvérisée et séchée à 115°.

Composition de l'échantillon :

Éléments	1	2	Moyenne
C	53,73	53,69	53,71
H	7,23	7,39	7,31
Az.	17,44	17,43	17,43
S	1,10	0,97	1,05
P	0,39	//	0,39
O	//	//	20,11
Cendres en plus			0,28

Cinq combustions dans la bombe calorimétrique :

Données	I	II	III	IV	V
<i>p</i>	08 ^r ,9249	1,0293	1,0930	0,9222	0,8965
$\Sigma \mu$	2399,5	2399,5	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	2 ^e ,254	2,523	2,666	2,280	2,187
<i>Q'</i>	5408,47	6054,12	6397,25	5471,02	5247,86
Fer	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4
Acide azotique	12,5	14,0	14,9	12,4	12,2
	34 ^{cal} ,9	36 ^{cal} ,4	37 ^{cal} ,3	46 ^{cal} ,3	44 ^{cal} ,35
				coton-poudre 1,4	coton-poudre 9,75
<i>Q</i>	53-3,6	6017,7	6360,0	5424,8	5203,5
Pour 1 ^{er} à v. c.	5809 ^{cal} ,8	5846,4	5818,8	5882,5	5804,2

La combustion de cette fibrine a donné lieu à des écarts plus sensibles qu'aucun autre principe albuminoïde ; ce qui nous a engagés à faire deux mesures spéciales, avec le concours d'une petite quantité de coton-poudre, ainsi qu'il est indiqué dans le tableau de la page précédente. Les résultats sont demeurés du même ordre de grandeur.

Moyenne $\left\{ \begin{array}{l} 5832^{\text{cal}},3 \text{ à volume constant.} \\ 5836,5 \text{ à pression constante.} \end{array} \right\} \text{CO}^2 \text{ gaz}$
 1 gramme. $\left\{ \begin{array}{l} 6087, \\ 1 \text{ CO}^2 \text{ dissous.} \end{array} \right.$

Valeur rapportée à 1 gramme de carbone, à pression constante :

CO² gaz 10 807 calories ;
 CO² dissous 11 274 calories.

Chaleur de formation par les éléments : pour
 1 gramme de fibrine végétale 970^{cal}.
 Valeur rapportée à 1^{gr} de carbone. 1 806^{cal}.

Combustion avec formation d'urée : pour
 1 gramme de fibrine végétale (en moins, 950),
 à pression constante :

CO ² gaz	4 986 calories ;
CO ² et urée dissous	5 137 calories.

Pour 1 gramme de carbone, etc. (en moins, 1 760),

CO ² gaz	9 047 calories ;
CO ² et urée dissous	9 514 calories.

XI. GLUTEN BRUT.

Retiré de la farine sous un filet d'eau ; puis repris, sous un filet d'eau, trois à quatre fois. Séché à froid, concassé, pulvérisé et séché de nouveau à 115°.

Composition de l'échantillon :

Éléments	4	2	Moyenne
C	54,98	55,25	55,11
H	7,61	7,39	7,53
Az.	15,53	15,92	15,73
S	0,90	1,10	1,00
P	#	0,33	0,33
O	#	#	20,30
Cendres en plus.			0,21

Quatre combustions :

Données	I	II	III	IV
<i>p</i>	18 ^r ,1321	0,964	0,9447	0,9446
Σp	2399,5	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	2,830	2,430	2,386	2,382
<i>Q'</i>	6790,02	5830,96	5725,37	5715,78
Fer	22,4	22,4	22,4	22,4
Ac. az. dosé (1)	15,4 } 37 ^{cal} .81 colon-p.	3,1 } 44 ^{cal} .3	12,8 } 57 ^{cal} .0	12,9 } 42 ^{cal} .8
<i>Q</i>	6752,2	5786,7	5668,4	5673,0
Pour 1 ^{gr} à v.c.	5964,3	6002,7	6000,1	5994,2
Moyenne	5990 ^{cal} .3 à volume constant.			} CO ² gaz;
pour	5904, 8 à pression contante.			
1 gramme.	6252 CO ² dissous.			

Valeur rapportée à 1^{er} de carbone, etc. : à pression constante :

CO ² gaz	10 878 calories ;
CO ² dissous	11 345 calories.

Chaleur de formation par les éléments :
pour 1 gramme de gluten 999^{cal},4.

Valeur rapportée à 1^{er} de carbone. 1 795^{cal}.

Combustion avec formation d'urée : pour 1 gramme de gluten (en moins, 750), à pression constante :

CO ² gaz	5 245 calories ;
CO ² et urée dissous	5 502 calories.

Pour 1 gramme de carbone (en moins, 1 540),

CO ² gaz	9 338 calories ;
CO ² et urée dissous	9 805 calories.

XII. COLLE DE POISSON DE RUSSIE OU ICHTHYOCOLLE .

Achetée dans le commerce ; traitée par l'éther froid, séchée à 115°.

Composition de l'échantillon :

Éléments	1	2	Moyenne
C.	48,52	48,55	48,53
H	6,92	6,91	6,91
Az	18,54	18,36	18,45
S	0,57	"	0,57
O	"	"	25,54
Cendres en plus.			0,74

Trois combustions dans la bombe calorimétrique :

Données	I	II	III
p	18 ^r ,1417	1,2108	1,1834
$\Sigma \mu$	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	2 ^o ,516	2,655	2,606
Q'	6037,14	6370,67	6253,10
Fer	22,4	22,4	22,4
Acide azotique (08 ^r ,0831 AzO ⁵)	43 ^{cal} ,6	44 ^{cal} ,9	44 ^{cal} ,4
Q	21,2	22,5	22,0
Pour 1 gramme	5993,7	6325,8	6208,7
	5249 ^{cal} ,6	5224,4	5246,4
Moyenne pour 1 gramme. } 5240 ^{cal} ,1 à volume constant. } 5242 à pression constante; } CO ² gaz; } 5268, 4 CO ² dissous.			

Valeur rapportée à 1 gramme de carbone, etc.,
à pression constante :

CO² gaz 10 800 calories;

CO² et urée dissous 11 267 calories.

Chaleur de formation par les éléments :
pour 1 gramme d'ichthyocolle. 991^{cal.}

Valeur rapportée à 1^{er} de carbone. 2 026^{cal.}

Combustion avec formation d'urée : pour
1 gramme d'ichthyocolle (en moins, 1 050),

CO² gaz 4 192 calories;

CO² et urée dissous 5 218 calories.

Pour 1 gramme de carbone (en moins, 2 160),

CO² gaz 8 640 calories;

CO² et urée dissous 9 117 calories.

XIII. FIBROINE

Dégraissée à l'éther, séchée à 115°.

Composition de l'échantillon :

Éléments	1 .	. 2	Moyenne
C.	48,31	47,87	48,09
H	6,46	6,27	6,37
Az	17,96	"	17,96
S.	0,17	"	0,17
O	"	"	27,41
Cendres en plus.			0,35

Trois combustions dans la bombe calorimétrique :

Données	I	II	III
p	0,87,8593	0,8070	0,8744
Σp	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	1°,852	1,723	1,872
Q	4443,87	4134,34	4491,86
Fer	22,4 { 41 cal,0	22,4 { 39 cal,9	22,4 { 41 cal,3
Acide azotique	18,6 { 0gr,0662	17,5 {	18,9 {
Q	4402,9	4094,4	4450,6
Pour 1 gramme à volume constant.	5123 cal,8	5073,5	5089,8
Moyenne pour 1 gramme.	{ 5095 cal,7 à volume constant. { 5097 à pression constante; CO ² gaz; { 5321, 5 CO ² dissous.		

Valeur rapportée à 1 gramme de carbone, à pression constante :

CO² gaz 10 599 calories;

CO² dissous 11 066 calories.

Chaleur de formation par les éléments :
pour 1 gramme de fibreïne 890 cal.

Valeur rapportée à 1^{er} de carbone. 1 848 cal.

Combustion avec formation d'urée : pour 1 gramme de fibreïne (en moins, 1020) :

CO ² gaz	4 077 calories ;
CO ² dissous.	4 201 calories.

Pour 1 gramme de carbone (en moins, 2 120),

CO ² gaz	8 479 calories ;
CO ² et urée dissous	8 946 calories.

XIV. LAINE

Dégraissée à l'éther ; donnée par M. Schützenberger ; séchée à 115°.

Composition de l'échantillon :

Éléments	1	2	Moyenne
C.	49,89	50,43	50,18
H	6,89	6,97	6,93
Az	18,29	"	18,29
S	3,71	3,59	3,65
P	0,0	"	"
O	"	"	20,97
Cendres en plus.			0,64

Cinq combustions, dont l'une a été perdue.

Données	I	II	III	IV
<i>p</i>	087,8782	0,9843	1,0006	0,9538
Σp	2399,5	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	20,049	2,296	2370	2,198
<i>Q</i>	4916,64	5509,30	5686,86	5274,14
Fer	22,4	22,4	22,4	22,4
Ac. azot. . . .	13,3 } 3 ^{cal} ,57	14,9 } 3 ^{cal} ,73	15,1 } 3 ^{cal} ,5	14,4 } 3 ^{cal} ,8
<i>Q</i>	4880,94	5472,0	5649,36	5237,34
Pour 15 ^e à v.e.	5557 ^{cal} ,9	5559,2	5648 9	5491,0
Moyenne	5564 ^{cal} ,2 à volume constant.			} CO ² gaz ;
pour	5567, 3 à pression constante.			
1 gramme.	5801, 5 CO ² dissous.			

Valeur rapportée à 1 gramme de carbone, à pression constante :

CO² gaz 11 099 calories ;

CO² dissous 11 566 calories.

Chaleur de formation par les éléments : pour 1 gramme de laine 928^{cal}.

Valeur rapportée à 1^{er} de carbone. 1 849^{cal}.

Combustion avec formation d'urée : pour 1 gramme de laine, (en moins 1 040), à pression constante :

CO² gaz 4 537^{cal}.

CO² et urée dissous. 4 841^{cal},5.

Pour 1 gramme de carbone (en moins, 2 090) :

CO² gaz 9 009 calories ;

CO² et urée dissous 9 476 calories.

XV. CHITINE

Carapaces de homards et de crabes, lavées à l'eau, bouillies ensuite avec de l'eau, puis épluchées et traitées par HCl dilué, froid d'abord, ensuite bouillant. Traitements répétés trois fois, puis traitement par la soude étendue à chaud. Lavage à l'eau. Dernier traitement par HCl concentré bouillant et lavage à l'eau. Séché à 115°.

Composition de l'échantillon :

Éléments	1	2	Moyenne
C.	46,76	46,89	46,82
H	6,77	6,75	6,76
Az	7,77	"	"
S.	0,15	"	0,15
Cendres en plus.			0,30

Trois combustions dans la bombe calorimétrique :

Données	I	II	III
p	18 ^r ,3007	1,5751	1,3221
Σp	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	2,546	3,068	2,581
Q'	6109,13	7361,67	6193,11
Fer	22,4	22,4	22,4
Acide azotique	17,2	20,9	12,6
Q	6069,5	7318,4	6158,1
Pour 1 gramme à volume constant.	4666 ^{cal} ,3	4646,2	4654,0
Moyenne pour 1 gramme.	{ 4655 ^{cal} à volume constant et à pression constante ; CO ² gaz ; 4873, 5, CO ² dissous.		

Valeur rapportée à 1 gramme de carbone, à volume constant et à pression constante :

CO² gaz 9 943 calories ;

CO² dissous 10 410 calories.

Chaleur de formation par les éléments : pour 1 gramme de chitine 1 263^{cal}.

Valeur rapportée à 1^{er} de carbone. 2 697^{cal}.

Combustion avec formation d'urée : pour 1 gramme de chitine (en moins, 420). à pression constante et à volume constant :

CO² gaz 4 235^{cal}.

CO² et urée dissous. 4 453^{cal},5.

Pour 1 gramme de carbone (en moins, 900) :
 CO² gaz 9 043 calories ;
 CO² et urée dissous 9 510 calories.

XVI. TUNICINE

Ascidies (1), dont on a pris la tunique. Traitement par l'eau bouillante, puis par HCl concentré, trois à quatre fois ; puis par la soude étendue ; lavage à l'eau ; traitement de nouveau par HCl, lavage à l'eau prolongé, puis découpage en menus morceaux.

Derniers traitements par alcool et éther. Séché à 115°.

Composition de l'échantillon :

Éléments	1	2	Moyenne
C	45,41	45,69	45,55
H	6,56	6,65	6,60
Az	1,88	"	1,88
S.	0,50	"	0,50
P	0,14	"	0,14
Oxygène			45,33
Cendres.		4,49 en plus	

(1) Données obligeamment par M. Marion, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Quatre combustions dans la bombe calorimétrique :

Données	I	II	III	IV
<i>p.</i>	18 ^r ,3171	1,1821	1,2317	1,3115
Σp	2399,5	2399,5	2399,5	2399,5
Δt	20,298	2,074	2,117	2,280
<i>Q'</i>	5514 ^{cal} ,05	4976 ^{cal} ,56	5079,74	5470,86
Fer	22,4 } 33 ^{cal} ,3	22,4 } 32 ^{cal} ,2	22,4 } 32 ^{cal} ,7	22,4 } 33 ^{cal} ,3
Acide azotique	10,9	9,8	10,3	10,9
<i>Q.</i>	5481 ^{cal} ,7	4944,4	5047,0	5437,6
Pour 1 ^{er} à v. c.	4161 ^{cal} ,2	4182,5	4097,6	4146,0
Moyenne pour 1 gramme	4146 ^{cal} ,8 à volume constant et à pression constante ; CO ² gaz ; 4359, 3 CO ² dissous.			

Ce nombre est peu différent de la cellulose, qui nous a donné 4210 calories (CO² gaz).

Valeur rapportée à 1 gramme de carbone, à pression constante et à volume constant.:

CO² gaz 8 978 calories ;

CO² et urée dissous 9 445 calories.

Chaleur de formation par les éléments : pour 1 gramme de tunicine 1 741^{cal}.

Valeur rapportée à 1^{er} de carbone. 3 822^{cal}.

Combustion avec formation d'urée ; pour 1 gramme de tunicine (en moins, 100), à pression constante et à volume constant :

CO² gaz 4 046^{cal},8 ;
 CO² dissous 4 259^{cal}.
 Pour 1 gramme de carbone (en moins, 220) :
 CO² gaz. 8 758 calories ;
 CO² et urée dissous 9 225 calories.

Le tableau suivant résume nos résultats :

Noms des matières	Chaleur de combustion				Pour 1 gramme carbone de la matière, l'azote étant éliminé sous forme d'urée		Déficit dans le cas de l'urée
	Pour 1 gramme de matière		Pour 1 gramme carbone de la matière		CO ₂ gaz	CO ₂ dissous	
	CO ₂ gaz	CO ₂ dissous	CO ₂ gaz	CO ₂ dissous			
Albumine	5691	5932	10991	11458	9381	9985	15 cent.
Fibrine du sang.	5532	5760	10820	11287	8970	9435	17 "
Chair musculaire (dégraissée).	5731	6018	10671	11138	8841	9308	17 "
Hémoglobine . . .	5915	6174	10617	11084	8902	9369	16 "
Caséine	5629	5868	11080	11547	9580	9947	15 "
Osséine	5414	5648	10806	11273	8976	9343	17 "
Chondrine	5346	5584	10544	11011	8924	9391	15 "
Vitelline	5784	6026	11166	11633	8576	9763	14 "
Jaune d'œuf . . .	8124	8539	12052	12519	11632	11899	5 "
Fibrine végétale.	5836,5	6087	10807	11274	9047	9514	16 "
Gluten brut . . .	5995	6252	10878	11345	9338	9805	14 "
Colle de poisson.	5242	5268	10800	11267	8640	9117	20 "
Fibroïne	5097	5321,5	10599	11066	8479	8946	20 "
Laine	5567	5801,5	11099	11566	9009	9476	19 "
Chitine	4655,5	4873,5	9943	10410	9043	9510	9 "
Tunicine	4147	4359	8978	9445	8758	9225	2,4 "

D'après Stohmann, on a encore :

Noms des matières	Chaleur de combustion	
	Pour 1 gramme de matière	Pour 1 gramme de carbone
Albumine cristallisée.	5672	10804
Légumine	5793	10885
Syntonine	5908	11014
Peptone	5299	10576

La valeur moyenne de la chaleur de combustion pour les *corps albuminoïdes*, susceptibles de jouer un rôle alimentaire, tels que l'albumine, la fibrine du sang, l'hémoglobine, la chair musculaire, la caséine, l'osséine, la vitelline, la fibrine végétale, est

Pour 1 gramme de matière :

CO² gaz 5 691 calories,

et pour un poids de ces substances contenant 1 gramme de carbone :

CO² gaz 10 870 calories ;

CO² dissous 11 337 calories ;

valeurs moyennes, qui peuvent être adoptées, les dernières surtout, pour les principes albuminoïdes en général.

La déperdition de chaleur, due à l'élimination de l'azote sous forme d'urée, s'élève en moyenne à 16 centièmes ; ou à un sixième environ de la chaleur de combustion totale de ces diverses substances.

Quant à l'évaluation de la chaleur de combustion des matières alimentaires et par conséquent de leur valeur alibile, telles qu'on les emploie dans la consommation, elle ne saurait être l'objet de calculs rigoureux, d'après la seule connaissance de leur poids, en raison de la variabilité de la quantité d'eau contenue dans ces matières.

Envisageons maintenant la chaleur de combustion moyenne des *hydrates de carbone*. D'après nos déterminations, elle s'élève à 682 Calories, pour les poids moléculaires des hydrates de carbone qui renferment 6 atomes de carbone. Cela fait, pour le poids des hydrates de carbone renfermant 1 gramme de carbone :

CO ² étant gazeux	9 470 calories ;
CO ² dissous	9 933 calories.

Ces chiffres, rapportés à l'unité de poids des aliments, varient nécessairement, en raison de l'état d'hydratation différente des hydrates de carbone, c'est-à-dire selon que ces aliments sont

introduits à l'état de fécule, de glycogène, de sucre de canne, de glucose, etc. ; état dont il est nécessaire de tenir compte dans les calculs. Un tel état d'hydratation inégal ne modifie d'ailleurs que dans une faible proportion la chaleur de combustion d'un poids donné du carbone contenu dans les hydrates. Mais il influe d'une façon considérable sur la chaleur de combustion d'un poids donné des matières alimentaires. La chaleur de combustion de ces dernières et leur valeur alibile, dans le cas des hydrates de carbone, pas plus que dans le cas des albuminoïdes, ne saurait donc être évaluée rigoureusement d'après la seule connaissance de leur poids.

On remarquera que la chaleur de combustion du carbone contenu dans les hydrates précédents surpasse d'un cinquième environ la chaleur de combustion du carbone élémentaire, constitutif de cet ordre de composés; excès d'autant plus important à signaler que l'on n'en tenait pas compte dans les anciens calculs relatifs à la chaleur animale. J'ai déjà insisté plus d'une fois sur cet excédent thermique, qui répond à une réserve d'énergie remarquable, car elle est l'origine de la chaleur dégagée dans la plupart des fermentations.

Venons aux *corps gras* proprement dits. Leurs chaleurs de combustion sont comprises, d'après les déterminations connues,

CO² étant gazeux : entre 12 200 calories et 12 500 calories environ, pour chaque gramme de carbone contenu dans le principe hydrocarboné :

CO² étant dissous. . . 12 667 à 12 967 calories.

Le chiffre le plus élevé répond à la composition moyenne des graisses naturelles.

Ce chiffre d'ailleurs répond, pour 1 gramme du corps gras lui-même, à

CO² gaz 9 500 calories environ ;

CO² dissous 9 855 calories.

Mais l'évaluation rapportée à 1 gramme de carbone nous paraît préférable.

En tout cas, ce sont là nécessairement les plus fortes chaleurs de combustion, pour 1 gramme de carbone contenu dans les principes fondamentaux des animaux ou des aliments; attendu que les corps gras ne renfermant que peu d'oxygène déjà combiné et dès lors susceptible de faire disparaître, en tout ou partie, l'influence calorifique de l'hydrogène. La valeur calorimétrique des corps gras, sous un poids donné, est donc maxima; mais, par contre, ce sont les principes

dont la combustion totale absorbe la dose la plus forte d'oxygène.

Ainsi les trois nombres moyens suivants :

12 500 calories, pour les corps gras ;

10 870 calories, pour les albuminoïdes ;

9 470 calories, pour les hydrates de carbone ;

représentent le pouvoir calorifique respectif des poids de ces divers principes contenant 1 gramme, c'est-à-dire une même proportion de carbone ; en supposant les matières sèches et l'acide carbonique gazeux.

Si ce dernier était dissous, tous ces nombres devraient être accrus de 467 calories.

Si l'on préférerait rapporter le pouvoir calorifique à 1 gramme des principes eux-mêmes, il faudrait les amener à un état tel qu'ils fussent privés de l'eau qu'ils perdent vers 120°. D'après ce mode de calcul, on aurait à peu près :

9 500 calories en moyenne, pour les corps gras,

5 700 calories, pour les albuminoïdes,

4 200 calories, pour les hydrates de carbone (fécule et congénères) ; CO^2 étant dégagé dans tous les cas sous forme gazeuse.

Mais parmi les nombres ainsi calculés, dans l'hypothèse d'une combustion totale et de l'acide carbonique gazeux, ceux qui concernent les

albuminoïdes sont en réalité trop forts d'un sixième, dès que l'on envisage ces corps comme producteurs de chaleur animale, à cause de la formation de l'urée ; tandis que les quantités de chaleur calculées pour les hydrates de carbone et les corps gras s'appliquent intégralement à la génération physiologique de cette chaleur.

Ajoutons enfin que ces données sont vérifiables pour un organisme en pleine activité, qui consomme ses aliments, qui les brûle complètement (l'urée exceptée), et qui se retrouve chaque jour, ou bien après une série d'un petit nombre de jours, dans un état identique à celui qu'il présentait à l'origine.

L'influence des excréments proprement dits ne les modifie que faiblement, parce que les excréments ne constituent chez l'homme qu'une fraction assez faible du poids total des aliments.

Mais il en serait autrement pour un organisme malade ou amoindri, et qui ne brûlerait pas complètement les matières alimentaires introduites du dehors.

Les troubles qui résultent de ces dernières circonstances peuvent être d'ailleurs, soit généraux, soit locaux : ils sont généraux pour les organismes qui n'ont plus, faute d'un exercice

musculaire et d'une activité respiratoire suffisants, la propriété de brûler suffisamment les corps gras. Ceux-ci se déposent alors de tous côtés, sous forme adipeuse, et encombrant l'organisation, les tissus musculaires en particulier. Les aliments gras, qui possèdent à poids égal la puissance calorifique la plus considérable, sont aussi ceux qui cessent les premiers de fournir leur énergie à une organisation affaiblie.

Un déficit thermique très marqué se produit pareillement, lorsque l'organisme élimine des hydrates de carbone, c'est-à-dire lorsqu'il ne développe plus à un degré suffisant les agents capables de détruire à la fois les hydrates introduits par l'alimentation, ainsi que ceux que l'organisme fabrique lui-même, dans le tissu hépatique. De là une diminution dans la production de la chaleur animale; diminution qui paraît liée, plus spécialement que la précédente, avec l'état pathologique d'un système d'organes particuliers.

Ces observations s'appliquent, pour une part au moins, à la combustion incomplète des principes azotés, lorsqu'ils sont introduits en trop grande abondance, par une alimentation excessive, au sein d'un organisme affaibli, ou qui n'est pas soumis à l'exercice d'une grande activité

fonctionnelle, et spécialement musculaire. De tels aliments ne sont plus alors brûlés complètement dans l'ensemble de l'économie.

En outre, l'insuffisance fonctionnelle des organes qui procèdent à l'élaboration finale des principes azotés, celle des reins en particulier, concourt à en permettre l'élimination en nature. Celle-ci a lieu sous forme d'albumine non modifiée, ou de peptones imparfaitement digérées, dans les cas les plus graves. D'une façon plus générale, elle se manifeste sous la forme de produits incomplètement brûlés, tels que l'acide urique et congénères ; produits dont le séjour et la diffusion dans l'organisme développent de graves perturbations, des altérations locales, des engorgements, des formations de dépôts, concrétions et précipités divers, etc.

Remarquons que toutes ces perturbations coïncident avec une diminution dans la puissance génératrice de chaleur de l'organisme, qui devient par là même de plus en plus sensible aux influences extérieures de refroidissement et autres. Il y a plus : par le seul fait que la machine animale développe une dose de chaleur insuffisante, elle est de moins en moins apte à fonctionner et à brûler entièrement ses aliments : en vertu de ces enchaînements vicieux, si fréquents dans la mé-

canique ordinaire, aussi bien que dans la mécanique des êtres vivants.

Les données nouvelles exposées dans le présent ouvrage, relativement à la chaleur animale, comportent une infinité d'autres applications ; mais il suffira des indications précédentes pour donner une première idée du rôle véritable des divers groupes de principes alimentaires, spécialement envisagés au point de vue de leurs chaleurs de combustion et de formation, d'une part, et, d'autre part, des énergies physiologiques dont les principes alimentaires sont l'origine.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
CHAP. I. <i>Chaleur de combustion du carbone sous ses différents états : Diamant, graphite, carbone amorphe.</i>	5
CHAP. II. <i>Chaleur de combustion et de formation des composés minéraux et des composés carbonés binaires et ternaires non azotés, susceptibles de servir d'aliments, ou de prendre naissance dans l'Économie animale. Hydrates de carbone et corps gras</i>	47
CHAP. III. <i>Chaleur de combustion et de formation des principes azotés à molécule bien définie, susceptibles d'exister dans l'Économie animale, et congénères : Amides, Amines, Nitriles, etc.</i>	71
CHAP. IV. <i>Chaleur de formation et de combustion des corps albuminoïdes et congénères : leur rôle dans la production de la chaleur animale . .</i>	95

Saint-Amand (Cher). — Imp. DESTENAY, BUSSIÈRE frères

MASSON & C^{ie}, Éditeurs

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain, Paris

P. n^o 130.

EXTRAIT DU CATALOGUE

(Janvier 1899)

PUBLICATION NOUVELLE :

JOURNAL

DE

Physiologie

ET DE

Pathologie générale

PUBLIÉ PAR

MM. BOUCHARD ET CHAUCHEAU

Comité de [Rédaction] :

MM. J. COURMONT, E. GLEY, P. TEISSIER

Au moment où les **Archives de Physiologie normale et pathologique** viennent de cesser leur publication, nous signalons ce journal, où la science physiologique française trouvera une large place à côté de la pathologie générale.

Le **Journal de Physiologie et de Pathologie générale** paraît tous les deux mois dans le format grand in-8^o, avec planches et figures dans le texte.

Chaque numéro, de 200 pages environ, contient, outre les mémoires originaux, un index bibliographique de 30 à 40 pages comprenant l'analyse sommaire des travaux français et étrangers de physiologie et de pathologie générale.

L'année formera un volume de 1,200 pages environ.

PRIX DE L'ABONNEMENT :

Paris : **28** francs. — France et Union postale : **30** francs.

Traité de Physiologie

PAR

J.-P. MORAT

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LYON

et **Maurice DOYON**

PROFESSEUR AGRÉGÉ A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LYON

*Ce Traité de Physiologie formera cinq volumes
dont voici le détail :*

- I. — **Fonctions élémentaires.** — Prolégomènes. — Nutrition en général. — Physiologie des tissus en particulier (moins le système nerveux).
- II. — **Fonctions d'innervation et du milieu intérieur.** — Système nerveux. — Sang; lymphé; liquides interstitiels.
- III. — **Fonctions de nutrition.** — Circulation; calorification.
- IV. — **Fonctions de nutrition (suite).** — Digestion; respiration; excrétion.
- V. — **Fonctions de relation** (Sens; langage; expression; locomotion) **et fonctions de reproduction.** (A l'exception du développement embryologique.)

Ces volumes ne seront pas publiés dans l'ordre ci-dessus, mais le seront dans celui de leur achèvement. Nous publions aujourd'hui sous le titre : « **Circulation; Calorification** » le tome qui portera, dans la tomatson définitive, le n° III. Le tome « **Digestion; Absorption; Respiration; Excrétion** » (suite des fonctions de nutrition), qui correspondra au tome IV, est dès à présent sous presse.

Toutes les mesures sont prises pour que l'ensemble de la publication soit terminé dans le courant de l'année 1900. Chaque volume sera, pendant tout le cours de la publication, vendu séparément à des prix qui varieront selon l'étendue de chacun.

Toutefois, les éditeurs acceptent, dès à présent, **au prix à forfait de cinquante francs**, des souscriptions à l'ouvrage complet.

VIENT DE PARAÎTRE

FONCTIONS DE NUTRITION

CIRCULATION

Par M. DOYON

CALORIFICATION

Par J.-P. MORAT

1 vol. grand in-8° avec 173 fig. noires et en couleurs. 12 fr.

... En résumé, à en juger par le spécimen que nous avons sous les yeux, MM. Morat et Doyon sont en train de doter nos bibliothèques d'un ouvrage précieux et très bien fait en ce sens qu'ils savent le rendre complet sans le grossir démesurément. Leur *Traité de physiologie* conviendra au débutant, à l'étudiant avancé et à toutes les personnes qui ont besoin de prendre une idée générale ou de remonter à l'origine des faits qui ont permis de la dogmatiser.

D^r ARLOING (*Lyon médical*, 18 septembre 1898).

Traité de Microbiologie

PAR

E. DUCLAUX

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR A LA SORBONNE ET A L'INSTITUT AGRONOMIQUE

DIRECTEUR DE L'INSTITUT PASTEUR

7 volumes grand in-8° avec figures dans le texte.

VIENT DE PARAÎTRE :

TOME II

Diastases, Toxines et Venins

1 fort volume grand in-8° avec figures dans le texte. 45 francs.

.... Comme l'auteur l'avait annoncé, ce volume est consacré aux diastases, aux toxines et aux venins. C'est là une science toute nouvelle, qui a évolué progressivement depuis une vingtaine d'années et surtout pendant les dix dernières années; mais c'est en même temps une science extrêmement importante, car les diastases jouent un rôle capital dans les actions multiples du monde des ferments, auquel elles ne paraissent pas appartenir d'ailleurs, quoi qu'on les désigne parfois sous le nom de ferments non figurés. Leur nombre est très considérable; on peut presque dire, d'après M. Duclaux, qu'il égale celui des espèces microbiennes; celles qui sont connues aujourd'hui appartiennent à des familles dont les caractères sont très nets et précis.

Il ne saurait nous appartenir de suivre M. Duclaux dans l'exposé magistral qu'il fait du rôle des diastases; l'importance de ce rôle est indiquée dans cette phrase du savant auteur: « Les diastases nous apparaissent comme les agents essentiels du fonctionnement de nos tissus. A ce point de vue, elles ont détrôné la cellule. » Nous devons nous borner à exposer le plan du volume qui leur est consacré. Dans une première partie, M. Duclaux se livre à l'étude systématique des diastases; il en examine les diverses familles et leur mode particulier d'action; il étudie l'influence des agents extérieurs sur leur action; il montre leur influence notamment dans la coagulation, dans la saccharification, etc. La deuxième partie du volume est consacrée à l'étude particulière des diverses diastases que M. Duclaux examine séparément.

Quand nous aurons dit qu'au cours de l'ouvrage le savant directeur de l'Institut Pasteur indique les analogies et les différences qui existent entre les diastases et les toxines, celles-ci paraissant différer des premières surtout par leur rôle physiologique, nous aurons résumé brièvement les matières contenues dans ce nouveau volume. Mais on doit ajouter qu'on retrouve ici les qualités maîtresses de précision et de netteté qui caractérisent à un si haut degré les œuvres scientifiques de M. Duclaux. (*Journal de l'Agriculture*, 17 décembre 1898.)

DÉJÀ PUBLIÉ :

Tome I.— **Microbiologie générale.** — 1 fort volume grand in-8°, avec figures dans le texte. 15 francs.

Traité de Chirurgie

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

Simon DUPLAY

Professeur à la Faculté de médecine
Chirurgien de l'Hôtel-Dieu
Membre de l'Académie de médecine

Paul RECLUS

Professeur agrégé à la Faculté de médecine
Chirurgien des hôpitaux
Membre de l'Académie de médecine

PAR MM.

BERGER, BROCA, DELBET, DELENS, DEMOULIN, J.-L. FAURE, FORGUE
GÉRARD MARCHANT, HARTMANN, HEYDENREICH, JALAGUIER, KIRMISSON
LAGRANGE, LEJARS, MICHAUX, NÉLATON, PEYROT
PONCET, QUÉNU, RICARD, RIEFFEL, SEGOND, TUFFIER, WALTHER

DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFOUDUE

8 vol. gr. in-8 avec nombreuses figures dans le texte. En souscription. . . 150 fr.

TOME I. — 1 vol. grand in-8° avec 218 figures 18 fr.

RECLUS. — Inflammations, traumatismes, maladies virulentes.
BROCA. — Peau et tissu cellulaire sous-cutané.

QUÉNU. — Des tumeurs.
LEJARS. — Lymphatiques, muscles, synoviales tendineuses et bourses séreuses.

TOME II. — 1 vol. grand in-8° avec 361 figures 18 fr.

LEJARS. — Nerfs.
MICHAUX. — Artères.
QUÉNU. — Maladies des veines.

RICARD et DEMOULIN. — Lésions traumatiques des os.
PONCET. — Affections non traumatiques des os.

TOME III. — 1 vol. grand in-8° avec 285 figures 18 fr.

NÉLATON. — Traumatismes, entorses, luxations, plaies articulaires.
QUÉNU. — Arthropathies, arthrites sèches, corps étrangers articulaires.

LAGRANGE. — Arthrites infectieuses et inflammatoires.
GÉRARD MARCHANT. — Crâne.
KIRMISSON. — Rachis.
S. DUPLAY. — Oreilles et annexes.

TOME IV. — 1 vol. grand in-8° avec 354 figures 18 fr.

DELENS. — L'œil et ses annexes.
GÉRARD MARCHANT. — Nez, fosses

nasales, pharynx nasal et sinus.
HEYDENREICH. — Mâchoires.

TOME V. — 1 vol. grand in-8° avec 187 figures 20 fr.

BROCA. — Face et cou. Lèvres, cavité buccale gencives, palais, langue, larynx, corps thyroïde.
HARTMANN. — Plancher buccal, glan-

des salivaires, œsophage et pharynx.
WALTHER. — Maladies du cou.
PEYROT. — Poitrine.
PIERRE DELBET. — Mamelle.

TOME VI. — 1 vol. grand in-8° avec 218 figures 20 fr.

MICHAUX. — Parois de l'abdomen.
BERGER. — Hernies.
JALAGUIER. — Contusions et plaies de l'abdomen, lésions traumatiques et corps étrangers de l'estomac et de l'intestin. Occlusion intestinale, péritonites, appendicite.

HARTMANN. — Estomac.
FAURE et RIEFFEL. — Rectum et anus.
HARTMANN et GOSSET. — Anus contre nature. Fistules stercorales.
QUÉNU. — Mésentère. Rate. Pancréas.
SEGOND. — Foie.

TOME VII. — 1 fort vol. avec figures dans le texte (Sous presse).

WALTHER. — Bassin.
TUFFIER. — Rein. Vessie. Urèteres.
Capsules surrénales.

FORGUE. — Urètre et prostate.
RECLUS. — Organes génitaux de l'homme.

TOME VIII. — 1 fort vol. avec figures dans le texte (Sous presse).

MICHAUX. — Vulve et vagin.
P. DELBET. — Maladies de l'utérus.
SEGOND. — Annexes de l'utérus,

ovaires, trompes, ligaments larges, péritoine pelvien.
KIRMISSON. — Maladies des lombes.

CHARCOT — BOUCHARD — BRISSAUD

BABINSKI, BALLEZ, P. BLOCQ, BOIX, BRAULT, CHANTEMESSE,
 CHARRIN, CHAUFFARD, COURTOIS-SUFFIT, DUTIL, GILBERT, GUIGNARD,
 L. GUINON, HALLION, LAMY, LE GENDRE, MARFAN, MARIE, MATHIEU,
 NETTER, OËTINGER, ANDRÉ PETIT, RICHARDIÈRE, ROGER, RUAULT,
 SOUQUES, THIBIERGE, THOINOT, FERNAND WIDAL.

Traité de Médecine

DEUXIÈME ÉDITION

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

BOUCHARD

Professeur de pathologie générale
 à la Faculté de médecine de Paris,
 Membre de l'Institut.

BRISSAUD

Professeur agrégé
 à la Faculté de médecine de Paris,
 Médecin de l'hôpital Saint-Antoine.

CONDITIONS DE PUBLICATION

Les matières contenues dans la deuxième édition du TRAITÉ DE MÉDECINE seront augmentées d'un cinquième environ. Pour la commodité du lecteur, cette édition formera dix volumes qui paraîtront successivement et à des intervalles rapprochés, de telle façon que l'ouvrage soit complet dans le courant de 1900. Chaque volume sera vendu séparément. Le prix de l'ouvrage est fixé dès à présent pour les souscripteurs jusqu'à la publication du Tome II à 150 fr.

TOME I^{er}

1 vol. gr. in-8° de 845 pages, avec figures dans le texte. 16 fr.

Les Bactéries, par L. GUIGNARD, membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, professeur à l'École de Pharmacie de Paris. — **Pathologie générale infectieuse**, par A. CHARRIN, professeur remplaçant au Collège de France, directeur de laboratoire de médecine expérimentale, médecin des hôpitaux. — **Troubles et maladies de la Nutrition**, par PAUL LEGENDRE, médecin de l'hôpital Tenon. — **Maladies infectieuses communes à l'homme et aux animaux**, par G.-H. ROGER, professeur agrégé, médecin de l'hôpital de la Porte-d'Aubervilliers.

POUR PARAÎTRE PROCHAINEMENT

TOME II

1 vol. grand in-8° avec figures dans le texte.

Fièvre typhoïde, par A. CHANTEMESSE, professeur à la Faculté de médecine, médecin des hôpitaux de Paris. — **Maladies infectieuses**, par F. WIDAL, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris. — **Typhus exanthématique**, par L.-H. THOINOT, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris. — **Fièvres éruptives**, par L. GUINON, médecin des hôpitaux de Paris. — **Diphthérie**, par A. RUAULT. — **Rhumatisme**, par OËTINGER, médecin des hôpitaux de Paris. — **Scorbut**, par TOLLEMER.

TOME III

1 vol. grand in-8° avec figures dans le texte.

Maladies cutanées, par G. THIBIERGE, médecin de l'hôpital de la Pitié. — **Maladies vénériennes**, par G. THIBIERGE. — **Pathologie du sang**, par A. GILBERT, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris. — **Intoxications**, par A. RICHARDIÈRE, médecin des hôpitaux de Paris.

Traité des OUVRAGE COMPLET Maladies de l'Enfance

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

J. GRANCHERProfesseur à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine, médecin de l'hôpital des Enfants-Malades.**J. COMBY**Médecin
de l'hôpital des Enfants-Malades.**A.-B. MARFAN**Agrégé,
Médecin des hôpitaux.*5 vol. grand in-8° avec figures dans le texte. . 90 fr.***DIVISIONS DE L'OUVRAGE****TOME I.** — 1 vol. in-8° de xvi-816 pages avec fig. dans le texte. 18 fr.
Physiologie et hygiène de l'enfance. — Considérations thérapeutiques sur les maladies de l'enfance. — Maladies infectieuses.**TOME II.** — 1 vol. in-8° de 818 pages avec fig. dans le texte. 18 fr.
Maladies générales de la nutrition. — Maladies du tube digestif.**TOME III.** — 1 vol. de 950 pages avec figures dans le texte. 20 fr.
Abdomen et annexes. — Appareil circulatoire. — Nez, larynx et annexes.**TOME IV.** — 1 vol. de 880 pages avec figures dans le texte. 18 fr.
Maladies des bronches, du poumon, des plèvres, du médiastin. — Maladies du système nerveux.**TOME V.** — 1 vol. de 890 pages avec figures dans le texte. 18 fr.
Organes des sens. — Maladies de la peau. — Maladies du fœtus et du nouveau-né. — Maladies chirurgicales des os, articulations, etc. — Table alphabétique des matières des 5 volumes.

CHAQUE VOLUME EST VENDU SÉPARÉMENT

Traité de Thérapeutique chirurgicale

PAR

Emile FORGUEProfesseur de clinique chirurgicale
à la Faculté de médecine de Montpellier,
Membre correspondant
de la Société de Chirurgie,
Chirurgien en chef de l'hôpital St-Eloi,
Médecin-major hors cadre.**Paul RECLUS**Professeur agrégé
à la Faculté de médecine de Paris,
Chirurgien de l'hôpital Laënnec,
Secrétaire général
de la Société de Chirurgie,
Membre de l'Académie de médecine.**DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFOUNDUE**

AVEC 472 FIGURES DANS LE TEXTE

2 volumes grand in-8° de 2116 pages. 34 fr.

Traité d'Anatomie Humaine

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE

P. POIRIER

Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris
Chirurgien des Hôpitaux.

A. CHARPY

Professeur d'anatomie
à la Faculté de Médecine
de Toulouse.

PAR MM.

A. CHARPY

Professeur d'anatomie
à la Faculté de Toulouse.

A. NICOLAS

Professeur d'anatomie
à la Faculté de Nancy.

A. PRENANT

Professeur d'histologie
à la Faculté de Nancy.

P. POIRIER

Professeur agrégé
à la Faculté de médecine
de Paris
Chirurgien des hôpitaux.

P. JACQUES

Professeur agrégé
à la Faculté de Nancy
Chef des travaux
anatomiques.

RIEFFEL

Chef des travaux anatomi-
ques à la Faculté
de Médecine de Paris
Chirurgien des hôpitaux.

M. Poirier s'est associé, pour la direction de cette importante publication, son ami et collaborateur M. le professeur A. CHARPY. En réunissant leurs efforts, les deux directeurs pourront hâter l'achèvement de l'ouvrage et le mener à bonne fin dans le courant de l'année 1899.

ÉTAT DE LA PUBLICATION AU 1^{ER} JANVIER 1899

TOME PREMIER

Embryologie; Ostéologie; Arthrologie. Deuxième édition. Un volume grand in-8° avec 807 figures en noir et en couleurs 20 fr.

TOME DEUXIÈME

- 1^{er} Fascicule : **Myologie.** Un volume grand in-8° avec 312 figures. 12 fr.
- 2^e Fascicule : **Angéiologie (Cœur et Artères).** Un volume grand in-8° avec 145 figures en noir et en couleurs 8 fr.
- 3^e Fascicule : **Angéiologie (Capillaires, Veines).** Un volume grand in-8° avec 75 figures en noir et en couleurs 6 fr.

TOME TROISIÈME

- 1^{er} Fascicule : **Système nerveux (Méninges, Moelle, Encéphale).** 1 vol. grand in-8° avec 201 figures en noir et en couleurs . . 40 fr.
- 2^e Fascicule : **Système nerveux (Encéphale).** Un vol. grand-in-8° avec 206 figures en noir et en couleurs. 42 fr.

TOME QUATRIÈME

- 1^{er} Fascicule : **Tube digestif.** Un volume grand in-8°, avec 158 figures en noir et en couleurs 42 fr.
- 2^e Fascicule : **Appareil respiratoire; Larynx, trachée, poumons, plèvres, thyroïde, thymus.** Un volume grand in-8°, avec 121 figures en noir et en couleurs. 6 fr.

IL RESTE A PUBLIER :

- Un fascicule du tome II (Lymphatiques);
- Un fascicule du tome III (Nerfs périphériques. Organes des sens);
- Un fascicule du tome IV (Organes génito-urinaires).

L'ŒUVRE MÉDICO-CHIRURGICAL

D^r CRITZMAN, directeur

Suite de Monographies cliniques

SUR LES QUESTIONS NOUVELLES

en Médecine, en Chirurgie et en Biologie

La science médicale réalise journellement des progrès incessants; les questions et découvertes vieillissent pour ainsi dire au moment même de leur éclosion. Les traités de médecine et de chirurgie, quelque rapides que soient leurs différentes éditions, auront toujours grand'peine à se tenir au courant.

C'est pour obvier à ce grave inconvénient, auquel les journaux, malgré la diversité de leurs matières, ne sauraient remédier, que nous avons fondé, avec le concours des savants et des praticiens les plus autorisés, un recueil de Monographies dont le titre général, *L'Œuvre médico-chirurgicale*, nous paraît bien indiquer le but et la portée.

Nous publions, aussi souvent qu'il est nécessaire, des fascicules de 30 à 40 pages dont chacun résume et met au point une question médicale à l'ordre du jour, et cela de telle sorte qu'aucune ne puisse être omise au moment opportun.

CONDITIONS DE LA PUBLICATION

Chaque monographie est vendue séparément. 1 fr. 25

Il est accepté des abonnements pour une série de 10 Monographies au prix à forfait et payable d'avance de 10 francs pour la France et 12 francs pour l'étranger (port compris).

MONOGRAPHIES PUBLIÉES

- N^o 1. **L'Appendicite**, par le D^r FÉLIX LEGUEU, chirurgien des hôpitaux.
 N^o 2. **Le Traitement du mal de Pott**, par le D^r A. CHIPAULT, de Paris.
 N^o 3. **Le Lavage du Sang**, par le D^r LEJARS, professeur agrégé, chirurgien des hôpitaux, membre de la Société de chirurgie.
 N^o 4. **L'Hérédité normale et pathologique**, par le D^r CH. DEBIERRE, professeur d'anatomie à l'Université de Lille.
 N^o 5. **L'Alcoolisme**, par le D^r JAQUET, privat-docent à l'Université de Bâle.
 N^o 6. **Physiologie et pathologie des sécrétions gastriques**, par le D^r A. VERHAEGEN, assistant à la Clinique médicale de Louvain.
 N^o 7. **L'Eczéma**, par le D^r LEREDDE, chef de laboratoire, assistant de consultation à l'hôpital Saint Louis.
 N^o 8. **La Fièvre jaune**, par le D^r SANARELLI, directeur de l'Institut d'hygiène expérimentale de Montévidéo.
 N^o 9. **La Tuberculose du rein**, par le D^r TUFFIER, professeur agrégé, chirurgien de l'hôpital de la Pitié.
 N^o 10. **L'Opothérapie. Traitement de certaines maladies par des extraits d'organes animaux**, par A. GILBERT, professeur agrégé, chef du laboratoire de thérapeutique à la Faculté de médecine de Paris, et P. CARNOT, docteur ès sciences, ancien interne des hôpitaux de Paris.
 N^o 11. **Les Paralysies générales progressives**, par le D^r KLIPPEL, médecin des hôpitaux de Paris.
 N^o 12. **Le Myxœdème**, par le D^r THIBIERGE, médecin de l'hôpital de la Pitié.
 N^o 13. **La Néphrite des Saturnins**, par le D^r H. LAVRAND, professeur à la Faculté catholique de Lille.

Bibliothèque

d'Hygiène thérapeutique

DIRIGÉE PAR

Le Professeur PROUST

Membre de l'Académie de médecine, Médecin de l'Hôtel-Dieu,
Inspecteur général des Services sanitaires.

Chaque ouvrage forme un volume in-16, cartonné toile, tranches rouges
et est vendu séparément : 4 fr.

Chacun des volumes de cette collection n'est consacré qu'à une seule maladie ou à un seul groupe de maladies. Grâce à leur format, ils sont d'un maniement commode. D'un autre côté, en accordant un volume spécial à chacun des grands sujets d'hygiène thérapeutique, il a été facile de donner à leur développement toute l'étendue nécessaire.

L'hygiène thérapeutique s'appuie directement sur la pathogénie ; elle doit en être la conclusion logique et naturelle. La genèse des maladies sera donc étudiée tout d'abord. On se préoccupera moins d'être absolument complet que d'être clair. On ne cherchera pas à tracer un historique savant, à faire preuve de brillante érudition, à encombrer le texte de citations bibliographiques. On s'efforcera de n'exposer que les données importantes de pathogénie et d'hygiène thérapeutique et à les mettre en lumière.

VOLUMES PARUS

- L'Hygiène du Goutteux**, par le professeur PROUST et A. MATHIEU, médecin de l'hôpital Andral.
- L'Hygiène de l'Obèse**, par le professeur PROUST et A. MATHIEU, médecin de l'hôpital Andral.
- L'Hygiène des Asthmatiques**, par E. BRISSAUD, professeur agrégé, médecin de l'hôpital Saint-Antoine.
- L'Hygiène du Syphilitique**, par H. BOURGES, préparateur au laboratoire d'hygiène de la Faculté de médecine.
- Hygiène et thérapeutique thermales**, par G. DELFAU, ancien interne des hôpitaux de Paris.
- Les Cures thermales**, par G. DELFAU, ancien interne des Hôpitaux de Paris.
- L'Hygiène du Neurasthénique**, par le professeur PROUST et G. BALLEZ, professeur agrégé, médecin des hôpitaux de Paris.
- L'Hygiène des Albuminuriques**, par le Dr SPRINGER, ancien interne des hôpitaux de Paris, chef de laboratoire de la Faculté de médecine à la Clinique médicale de l'hôpital de la Charité.
- L'Hygiène du Tuberculeux**, par le Dr CHUQUET, ancien interne des hôpitaux de Paris, avec une introduction du Dr DAREMBERG, membre correspondant de l'Académie de médecine.
- Hygiène et thérapeutique des maladies de la Bouche**, par le Dr CRURT, dentiste des hôpitaux de Paris, avec une préface de M. le professeur LANNE-LONGUE, membre de l'Institut.
- Hygiène et thérapeutique des maladies du Cœur**, par le Dr VAQUEZ, médecin des hôpitaux de Paris.
- Hygiène du Diabétique**, par A. PROUST et A. MATHIEU.

VOLUMES EN PRÉPARATION

- L'Hygiène des Dyspeptiques**, par le Dr LINOSSIER.
- Hygiène thérapeutique des maladies de la peau**, par le Dr THIBIERGE.

DIEULAFOY (G.), professeur de clinique médicale à la Faculté de médecine de Paris, médecin de l'Hôtel-Dieu, membre de l'Académie de médecine.

Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu (1896-1897). 1 vol. grand in-8°, avec figures dans le texte et 1 planche hors texte **10 fr.**

Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu (1897-1898). 1 vol. grand in-8°, avec figures dans le texte. **10 fr.**

PONCET (A.), professeur de clinique chirurgicale à la Faculté de médecine de Lyon, chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu, et **L. BERARD**, chef de clinique à la Faculté de médecine de Lyon, ancien interne des hôpitaux.

Traité clinique de l'actinomyose humaine, des pseudo-actinomyoses et de la botryomyose. 1 vol. in-8°, avec 43 figures dans le texte et 4 planches hors texte en couleurs. **12 fr.**

CHARRIN (A.), professeur remplaçant au Collège de France, directeur du laboratoire de médecine expérimentale (Hautes-Études), ancien vice-président de la Société de Biologie, médecin des hôpitaux.

Les défenses naturelles de l'organisme ; leçons professées au Collège de France. 1 vol. in-8°. **6 fr.**

PANAS (Ph.), professeur de clinique ophtalmologique à la Faculté de médecine de Paris, chirurgien de l'Hôtel-Dieu, membre de l'Académie de médecine.

Leçons de clinique ophtalmologique professées à l'Hôtel-Dieu, recueillies et publiées par le D^r A. CASTAN, de Béziers. 1 vol. in-8° avec figures dans le texte **5 fr.**

FLOQUET (D^r Ch.), licencié en droit, médecin en chef du Palais de Justice et du Tribunal de Commerce de Paris.

Code pratique des honoraires médicaux, ouvrage indispensable aux Médecins, Sages-Femmes, Chirurgiens, Dentistes, Pharmaciens, Étudiants, avec une préface de M. BROUARDEL, doyen de la Faculté de médecine de Paris. 2 vol. petit in-8° **10 fr.**

REGNARD (D^r Paul), membre de l'Académie de médecine, directeur-adjoint du Laboratoire de physiologie à la Sorbonne.

La Cure d'Altitude ; deuxième édition, avec 29 planches hors texte et 110 figures dans le texte. 1 vol. grand in-8°, relié toile **15 fr.**

Les maladies microbiennes des Animaux, par Ed. NOCARD, professeur à l'École d'Alfort, membre de l'Académie de médecine, et E. LECLAINCHE, professeur à l'École vétérinaire de Toulouse. *Deuxième édition, entièrement refondue.* 1 fort volume grand in-8° 16 fr.

Traité des maladies chirurgicales d'origine congénitale, par le Dr E. KIRMISSON, professeur agrégé à la Faculté de médecine, chirurgien de l'Hôpital Trousseau, membre de la Société de Chirurgie. 1 volume grand in-8° avec 311 figures dans le texte et 2 planches en couleurs. 15 fr.

Recherches anatomiques et cliniques sur le glaucome et les néoplasmes intra-oculaires, par Ph. PANAS, professeur de clinique ophtalmologique à la Faculté de médecine, chirurgien de l'Hôtel-Dieu, membre de l'Académie de médecine, et le Dr ROCHON-DUVIGNEAUD, ancien chef de clinique de la Faculté. 1 volume in-8° avec 41 figures dans le texte 7 fr.

Traité d'Ophtalmoscopie, par Étienne ROLLET, professeur agrégé à la Faculté de médecine, chirurgien des hôpitaux de Lyon. 1 volume in-8° avec 50 photographies en couleurs et 75 figures dans le texte, cartonné toile, tranches rouges. 9 fr.

Cliniques chirurgicales de l'Hôtel-Dieu, par Simon DUPLAY, professeur de clinique chirurgicale à la Faculté de médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine, chirurgien de l'Hôtel-Dieu, recueillies et publiées par les Drs Maurice CAZIN, chef de clinique chirurgicale à l'Hôtel-Dieu, et S. CLADO, chef des travaux gynécologiques. *Deuxième série.* 1 volume grand in-8° avec figures 8 fr.

Consultations médicales sur quelques maladies fréquentes. *Quatrième édition, revue et considérablement augmentée*, suivie de quelques principes de Déontologie médicale et précédée de quelques règles pour l'examen des malades, par le Dr J. GRASSET, professeur de clinique médicale à l'Université de Montpellier, correspondant de l'Académie de médecine. 1 volume in-16, reliure souple, peau pleine. 4 fr. 50

Le Bandage herniaire : Autrefois-Aujourd'hui, par Léon et Jules RAINAL. 1 fort volume très grand in-8°, avec 324 gravures intercalées dans le texte. 10 fr.

EXPÉDITIONS SCIENTIFIQUES

DU

“ TRAVAILLEUR ” et du “ TALISMAN ”

Pendant les années 1880, 1881, 1882 et 1883

Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique

SOUS LA DIRECTION DE

M. A. MILNE-EDWARDS

MEMBRE DE L'INSTITUT, PRÉSIDENT DE LA COMMISSION DES DRAGAGES SOUS-MARINS
DIRECTEUR DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS

VIENT DE PARAÎTRE

MOLLUSQUES TESTACÉS

PAR

ARNOULD LOCARD

TOME I. — 1 fort vol. gr. in-4° avec 24 planches hors texte. 50 fr.

TOME II. — 1 fort vol. gr. in-4° avec 18 planches hors texte. 50 fr.

VOLUMES PRÉCÉDEMMENT PARUS :

- Poissons**, par L. VAILLANT, professeur-administrateur au Muséum d'Histoire Naturelle, membre de la commission des dragages sous-marins. 1 fort volume in-4° avec 28 planches hors texte . . . 50 fr.
- Brachiopodes**, par P. FISCHER, membre de la commission des dragages sous-marins, et D.-P. OEBLER, membre de la Société géologique de France. 1 vol. in-4° avec 8 planches hors texte. . . 20 fr.
- Échinodermes**, par Edmond PERRIER, professeur-administrateur au Muséum d'Histoire Naturelle, membre de l'Institut. 1 fort vol. in-4°, avec 25 planches hors texte. 50 fr.

VIENT DE PARAÎTRE

L'Anatomie comparée des Animaux

BASÉE SUR L'EMBRYOLOGIE

Par **LOUIS ROULE**LAURÉAT DE L'INSTITUT (Grand Prix des Sciences Physiques),
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE (Faculté des Sciences).*Deux volumes grand in-8° de xxvi-1970 pages
avec 1202 figures dans le texte 48 fr.*

Ce traité ne s'adresse pas seulement aux étudiants désireux d'avoir un guide en anatomie. Il est de portée plus haute. Par sa méthode de rigoureuse logique, par son esprit de synthèse, il mérite d'intéresser les personnes qui, de près ou de loin, s'attachent aux sciences biologiques, soit pour elles-mêmes, soit pour leurs applications, soit pour leurs conséquences philosophiques.

L'ouvrage comprend deux volumes, et compte 1970 pages. Il est divisé en seize chapitres, dont chacun renferme l'étude anatomique d'un embranchement déterminé. Les chapitres varient, dans leur étendue, suivant l'importance des embranchements; certains se réduisent à quelques pages; d'autres, celui des *Vertébrés* par exemple, en mesurent près de six cents, et constituent autant de traités spéciaux. Les figures, nouvelles pour la plupart, sont nombreuses, et fort soignées; rien n'a été omis pour les rendre des plus artistiques, sans ôter à leur valeur scientifique ni à leur simplicité.

VIENT DE PARAÎTRE

Les Colonies animales

et la formation des organismes

Par **Edmond PERRIER**

Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle.

DEUXIÈME ÉDITION*1 vol. gr. in-8° avec 2 planches hors texte et 158 figures. 18 fr.*

Dans cette deuxième édition d'un livre bien connu non seulement des naturalistes mais aussi des philosophes et des sociologistes, l'auteur n'a eu à modifier en rien ni le fond de sa doctrine, ni les arguments principaux sur lesquels il s'appuyait. Certains chapitres ont été plus ou moins profondément remaniés de manière à enregistrer quelques points de vue nouveaux ou à éliminer quelques objections; tel est le chapitre relatif aux *Formes originelles des vers annelés et des animaux articulés*; tel est aussi le chapitre sur l'*Individualité*, auquel la sanction du temps écoulé permettait de donner des conclusions plus fermes et plus rigoureusement scientifiques.

La préface de la première édition était uniquement consacrée à présenter au public l'idée mère du livre qui, neuve alors, n'a plus, aujourd'hui, besoin d'être présentée; M. Perrier a pensé qu'il convenait plutôt d'en montrer la fécondité; il a résumé dans une préface de 32 pages toute la théorie de la formation et de l'évolution des organismes, et mis en relief la part qu'ont prise à cette évolution les diverses forces qui agissent encore autour de nous.

Traité des Matières colorantes

ORGANIQUES ET ARTIFICIELLES

de leur préparation industrielle et de leurs applications

Par **Léon LEFÈVRE**

Ingenieur (E. I. R.), Préparateur de chimie à l'École Polytechnique.

Préface de E. GRIMAUX, membre de l'Institut.

2 volumes grand in-8° comprenant ensemble 1650 pages, reliés toile anglaise, avec 31 gravures dans le texte et 261 échantillons.

Prix des deux volumes : 90 francs.

Le *Traité des matières colorantes* s'adresse à la fois au monde scientifique par l'étude des travaux réalisés dans cette branche si compliquée de la chimie, et au public industriel par l'exposé des méthodes rationnelles d'emploi des colorants nouveaux. L'auteur a réuni dans des tableaux qui permettent de trouver facilement une couleur quelconque, toutes les couleurs indiquées dans les mémoires et dans les brevets. La partie technique contient, avec l'indication des brevets, les procédés employés pour la fabrication des couleurs, la description et la figure des appareils, ainsi que la description des procédés rationnels d'application des couleurs les plus récentes. Cette partie importante de l'ouvrage est illustrée par un grand nombre d'échantillons teints ou imprimés, *fabriqués spécialement pour l'ouvrage.*

Chimie des Matières colorantes

PAR

A. SEYEWETZ

Chef des travaux
à l'École de chimie industrielle de Lyon

P. SISLEY

Chimiste-Coloriste

1 volume grand in-8° de 822 pages. 30 fr.

Les auteurs, dans cette importante publication, se sont proposé de réunir sous la forme la plus rationnelle et la plus condensée tous les éléments pouvant contribuer à l'enseignement de la chimie des matières colorantes, qui a pris aujourd'hui une extension si considérable. Cet ouvrage est, par le plan sur lequel il est conçu, d'une utilité incontestable non seulement aux chimistes se destinant soit à la fabrication des matières colorantes, soit à la teinture, mais à tous ceux qui sont désireux de se tenir au courant de ces remarquables industries.

BIBLIOTHÈQUE

DE LA

Revue générale des Matières colorantes

ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT

VOLUMES PARUS

- Des mordants en teinture et en impression**, par Ch. GROS-RENAUD. 1 vol. in-16, avec 60 échantillons teints ou imprimés sur toile et coton, relié toile 10 fr.
- Rongage du rouge turc par la méthode alcaline**, par Wlad. TRIAPKINE. 1 vol. in-16, avec 24 grands échantillons imprimés sur tissus de coton et de fabrication russe, de 5 figures et de 1 planche hors texte, relié toile. 5 fr.
- Matières colorantes et microbes**, par le Dr M. NICOLLE, directeur de l'Institut impérial de bactériologie de Constantinople. 1 vol. in-16, avec 10 figures et 1 planche en couleurs. . . 2 fr.

VIENT DE PARAÎTRE

LE

GAZ RICHÉ*Ses Applications Industrielles*

PAR

Ch. VIGREUXIngénieur des Arts et Manufactures
Répétiteur à l'École Centrale**Eug. BARDOLLE**Ancien élève de l'École Polytechnique
Ingénieur civil*1 volume in-16 avec figures dans le texte. . . . 2 fr.*

Obtenir en tout lieu et en très peu de temps, avec commodité et au moyen d'appareils très simples, fonctionnant bien et sans arrêt possible, pour un prix variable de un à trois centimes le mètre cube, un gaz ayant un pouvoir calorifique élevé et se prêtant dans de bonnes conditions à toutes les applications du gaz de ville, était un problème du plus grand intérêt. Cette étude de l'invention de M. Riché fera comprendre dans quelle large mesure il a résolu cette importante question.

VIENT DE PARAÎTRE

Traité d'Analyse chimique

QUANTITATIVE PAR ÉLECTROLYSE

PAR

J. RIBAN

Professeur chargé du cours d'analyse chimique
et maître de conférences à la Faculté des sciences de l'Université de Paris.

1 vol. grand in-8°, avec 96 figures dans le texte. 9 fr.

L'analyse quantitative par électrolyse acquiert chaque jour une plus grande importance dans les laboratoires consacrés à la science ou aux essais industriels. Ses méthodes ont très heureusement simplifié bien des problèmes délicats et introduit dans les dosages ordinaires, tout en conservant l'exactitude indispensable, une grande rapidité d'exécution.

Le livre que l'auteur présente aujourd'hui sur ce sujet n'est que le développement d'une portion du cours d'analyse quantitative qu'il professe depuis bien des années à la Faculté des sciences de l'Université de Paris. Il a pour but, non seulement d'initier le lecteur à l'analyse chimique par électrolyse, mais encore de lui servir de guide dans ses applications journalières.

Tenu au courant des derniers progrès accomplis, il résume l'état actuel de la science sur la question qui en fait l'objet.

Cet ouvrage est divisé en quatre parties :

La première partie est consacrée aux notions préliminaires de physique les plus indispensables au chimiste qui veut aborder avec fruit l'étude et la pratique de l'analyse électrolytique : définitions, généralités, lois, sources d'électricité, appareils de mesure, leur maniement et leur contrôle, appareils d'électrolyse, etc... Ces notions, exposées en vue de la pratique, sont mises sous une forme élémentaire à la portée de tous.

La deuxième partie traite du dosage individuel des métaux et des métalloïdes par électrolyse.

La troisième, de la séparation des métaux par le même moyen.

La quatrième, enfin, n'est qu'un recueil d'exemples et de marches à suivre dans les analyses complexes en général, et plus particulièrement dans les analyses des produits industriels et des minerais.

De nombreux tableaux numériques, pour les mesures ou les calculs relatifs à l'électrolyse, terminent l'ouvrage.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette. — 14632.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, A PARIS.

Envoi *franco* contre mandat-poste ou valeur sur Paris.

ŒUVRES MATHÉMATIQUES

DE RIEMANN,

TRADUITES

Par L. LAUGEL,

Avec une préface de M. HERMITE et un discours de M. Félix KLEIN.

Un beau volume grand in-8, avec figures; 1898..... 14 fr.

TRAITÉ

D'ALGÈBRE SUPÉRIEURE

Par Henri WEBER,

Professeur de Mathématiques à l'Université de Strasbourg.

Traduit de l'allemand sur la deuxième édition

Par J. GRIESS,

Ancien élève de l'École Normale Supérieure,
Professeur de Mathématiques au Lycée Charlemagne.

PRINCIPES. — RACINES DES ÉQUATIONS.

GRANDEURS ALGÈBRIQUES. — THÉORIE DE GALOIS.

Un beau volume grand in-8 de xii-764 pages; 1898..... 22

1

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

LES MÉTHODES NOUVELLES DE LA MÉCANIQUE CÉLESTE,

Par **H. POINCARÉ**,

Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences,

TROIS BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

- TOME I : Solutions périodiques. Non-existence des intégrales uniformes. Solutions asymptotiques; 1892..... 12 fr.
TOME II : Méthodes de MM. Newcomb, Gylden, Lindstedt et Bohlén; 1894. 14 fr.
TOME III : Invariants intégraux. Stabilité. Solutions périodiques du deuxième genre. Solutions doublement asymptotiques; 1898..... 13 fr.

LEÇONS

SUR LA

THÉORIE DES MARÉES,

PROFESSÉES AU COLLÈGE DE FRANCE

Par **Maurice LÉVY**,

Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées,
Professeur au Collège de France.

DEUX BEAUX VOLUMES IN-4, AVEC FIGURES, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

- I^{re} PARTIE : Théories élémentaires. Formules pratiques de la prévision des marées, avec figures; 1898..... 14 fr.
II^e PARTIE : Théorie de Laplace. Marées terrestres (*En préparation.*)

LEÇONS NOUVELLES

D'ANALYSE INFINITÉSIMALE

ET SES APPLICATIONS GÉOMÉTRIQUES.

Par **M. MÉRAY**,

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

(Ouvrage honoré d'une souscription du Ministère de l'Instruction publique.)

4 VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

- I^{re} PARTIE : Principes généraux; 1894..... 13 fr.
II^e PARTIE : Étude monographique des principales fonctions d'une variable; 1895..... 14 fr.
III^e PARTIE : Questions analytiques classiques; 1897..... 6 fr.
IV^e PARTIE : Applications géométriques classiques; 1898..... 7 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

LEÇONS ÉLÉMENTAIRES
SUR LA THÉORIE DES FORMES
ET SES APPLICATIONS GÉOMÉTRIQUES,

A L'USAGE DES CANDIDATS A L'AGRÉGATION DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Par **H. ANDOYER**,
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

UN VOLUME IN-4 DE VI-184 PAGES, AUTOGRAPHIÉ; 1898.... 8 FR.

COURS DE PHYSIQUE

A L'USAGE DES CANDIDATS AUX ÉCOLES SPÉCIALES
(conforme aux derniers programmes),

James CHAPPUIS,
Agrégé Docteur ès Sciences,
Professeur de Physique générale
à l'École Centrale
des Arts et Manufactures.

PAR

Alphonse BERGET,
Docteur ès Sciences,
Attaché au Laboratoire des recherches
physiques à la Sorbonne.

UN BEAU VOLUME, GRAND IN-8 (23^{cm} × 16^{cm}) DE IV-697 PAGES,
AVEC 465 FIGURES.

Broché..... 14 fr. | Relié cuir souple..... 17 fr.

DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE
PAR COURANTS POLYPHASÉS,

Par **J. RODET**,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Un volume in-8 de VIII-338 pages, avec figures; 1898..... 8 fr.

LEÇONS ÉLÉMENTAIRES
D'ACOUSTIQUE ET D'OPTIQUE

A L'USAGE DES CANDIDATS AU CERTIFICAT D'ÉTUDES PHYSIQUES,
CHIMIQUES ET NATURELLES (P. C. N.).

Par **Ch. FABRY**,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

Un volume in-8, avec 205 figures; 1898..... 7 fr. 50 c.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

LEÇONS

SUR LA

DÉTERMINATION DES ORBITES

PROFESSÉES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS,

Par **F. TISSERAND**,

Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes.

RÉDIGÉES ET DÉVELOPPÉES POUR LES CALCULS NUMÉRIQUES,

Par **J. PERCHOT**,

Docteur ès Sciences. Astronome-adjoint à l'Observatoire.

AVEC UNE PRÉFACE DE **H. POINCARÉ**, membre de l'Institut.

UN VOLUME IN-4, AVEC FIGURES: 1899. 6 FR. 50 C.

COURS DE GÉOMÉTRIE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

LEÇONS SUR LA THÉORIE GÉNÉRALE DES

SURFACES

ET LES

APPLICATIONS GÉOMÉTRIQUES DU CALCUL INFINITÉSIMAL

Par **G. DARBOUX**,

Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences.

4 VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES, SE VENDANT SÉPARÈMENT :

- I^{re} PARTIE : Généralités. Coordonnées curvilignes. Surfaces minima; 1887. . . 15 fr.
- II^e PARTIE : Les congruences et les équations linéaires aux dérivées partielles. Des lignes tracées sur les surfaces; 1889. 15 fr.
- III^e PARTIE : Lignes géodésiques et courbure géodésique. — Paramètres différentiels. — Déformation des surfaces; 1894. 15 fr.
- IV^e PARTIE : Déformation infiniment petite et représentation sphérique; 1896. . 15 fr.

LEÇONS SUR LES

SYSTÈMES ORTHOGONAUX

ET LES COORDONNÉES CURVILIGNES,

Par **G. DARBOUX**,

Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8, AVEC FIGURES, SE VENDANT SÉPARÈMENT :

- TOME I : Volume de VI-338 pages; 1898. 10 fr.
- TOME II (Sous presse.)

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

COURS DE PHYSIQUE

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Par M. J. JAMIN.

QUATRIÈME ÉDITION, AUGMENTÉE ET ENTIÈREMENT REFONDUE

Par M. E. BOUTY,

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Quatre tomes in-8, de plus de 4000 pages, avec 1587 figures et 14 planches sur acier, dont 2 en couleur; 1885-1891. (OUVRAGE COMPLET)..... 72 fr.

On vend séparément :

TOME I. — 9 fr.

- (*) 1^{er} fascicule. — *Instruments de mesure. Hydrostatique*; avec 150 figures et 1 planche..... 5 fr.
2^e fascicule. — *Physique moléculaire*; avec 93 figures... 4 fr.

TOME II. — CHALEUR. — 15 fr.

- (*) 1^{er} fascicule. — *Thermométrie, Dilatations*; avec 98 fig. 5 fr.
(*) 2^e fascicule. — *Calorimétrie*; avec 48 fig. et 2 planches... 5 fr.
3^e fascicule. — *Thermodynamique. Propagation de la chaleur*; avec 47 figures 5 fr.

TOME III. — ACOUSTIQUE; OPTIQUE. — 22 fr.

- 1^{er} fascicule. — *Acoustique*; avec 123 figures 4 fr.
(*) 2^e fascicule. — *Optique géométrique*; avec 139 figures et 3 planches..... 4 fr.
3^e fascicule. — *Étude des radiations lumineuses, chimiques et calorifiques; Optique physique*; avec 249 fig. et 5 planches, dont 2 planches de spectres en couleur..... 14 fr.

TOME IV (1^{re} Partie). — ÉLECTRICITÉ STATIQUE ET DYNAMIQUE. — 13 fr.

- 1^{er} fascicule. — *Gravitation universelle. Électricité statique*; avec 155 figures et 1 planche..... 7 fr.
2^e fascicule. — *La pile. Phénomènes électrothermiques et électrochimiques*; avec 161 figures et 1 planche..... 6 fr.

(*) Les matières du programme d'admission à l'École Polytechnique sont comprises dans les parties suivantes de l'Ouvrage : Tome I, 1^{er} fascicule; Tome II, 1^{er} et 2^e fascicules; Tome III, 2^e fascicule.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

TOME IV (2^e Partie). — MAGNÉTISME; APPLICATIONS. — 13 fr.

- 3^e fascicule. — *Les aimants. Magnétisme. Électromagnétisme. Induction*; avec 240 figures..... 8 fr.
4^e fascicule. — *Météorologie électrique; applications de l'électricité. Théories générales*; avec 84 figures et 1 planche..... 5 fr.

TABLES GÉNÉRALES.

Tables générales, par ordre de matières et par noms d'auteurs des quatre volumes du Cours de Physique. In-8; 1891... 60 c.

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viennent compléter ce grand Traité et le maintenir au courant des derniers travaux.

- 1^{er} SUPPLÉMENT. — **Chaleur. Aoustique. Optique**, par E. BOUTY, Professeur à la Faculté des Sciences. In-8, avec 41 fig.; 1896. 3 fr. 50 c.
2^e SUPPLÉMENT. — **Électricité. Ondes hertziennes. Rayons X**; par E. BOUTY..... (*Sous presse.*)

RECHERCHES

SUR

LES INSTRUMENTS, LES MÉTHODES

ET

LE DESSIN TOPOGRAPHIQUES,

PAR

Le colonel A. LAUSSEDAT,

Membre de l'Institut,

Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers.

DEUX BEAUX VOLUMES IN-8, AVEC NOMBREUSES FIGURES ET PLANCHES,
SE VENDANT SÉPARÉMENT :

TOME I : Aperçu historique sur les instruments et les méthodes. La Topographie dans tous les temps. Volume de XI-450 pages, avec 145 fig. et 14 pl.; 1899.. 15 fr.

TOME II : Méthode des perspectives..... (*En préparation.*)

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

DE

MÉTÉOROLOGIE

Par Alfred ANGOT,

Météorologiste titulaire au Bureau Central météorologique,
Professeur à l'Institut national agronomique et à l'École supérieure
de Marine.

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC 103 FIG. ET 4 PL. ; 1899. 12 FR.

LEÇONS

SUR LA

THÉORIE DES FONCTIONS

EXPOSÉ DES ÉLÉMENTS DE LA THÉORIE DES ENSEMBLES
AVEC DES APPLICATIONS A LA THÉORIE DES FONCTIONS;

Par Émile BOREL,

Maître de Conférences à l'École Normale supérieure.

Un volume grand in-8; 1898..... 3 fr. 50 c.

LES RECETTES DU DISTILLATEUR

Par Ed. FIERZ,

Liquoriste.

In-18 jésus de vi-150 pages; 1899..... 2 fr. 75 c.

HISTOIRE

DE

L'ARCHITECTURE

Par Auguste CHOISY.

Deux beaux volumes grand in-8 de 644 pages et 800 pages, avec 866 fig.; 1899. 40 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

TRAITÉ D'ASTRONOMIE STELLAIRE

Par **CH. ANDRÉ,**

Directeur de l'Observatoire de Lyon, Professeur d'Astronomie
à l'Université de Lyon.

TROIS VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT :

I^o PARTIE : Étoiles simples, avec 29 figures et 2 planches; 1899..... 9 fr.

II^o PARTIE : Étoiles doubles et multiples..... (Sous presse.)

III^o PARTIE : Photométrie, Photographie. Spectroscopie..... (En préparation.)

MANUEL DE L'EXPLORATEUR

PROCÉDÉS DE LEVERS RAPIDES ET DE DÉTAILS
DÉTERMINATION ASTRONOMIQUE DES POSITIONS GÉOGRAPHIQUES,

PAR

E. BLIM,

Ingénieur-chef du service
des Ponts et Chaussées de Cochinchine.

M. ROLLET DE L'ISLE,

Ingénieur hydrographe
de la Marine.

UN VOLUME IN-18 JÉSUS, AVEC 90 FIGURES MODÈLES D'OBSERVATIONS
OU DE CARNETS DE LEVERS; CARTONNAGE SOUPLE; 1899.. 5 FR.

PRINCIPES

DE LA

THÉORIE DES FONCTIONS ELLIPTIQUES ET APPLICATIONS,

PAR

P. APPELL,

Membre de l'Institut, Professeur
à l'Université de Paris.

E. LACOUR,

Maitre de Conférences à l'Université
de Nancy.

UN BEAU VOLUME GRAND IN-8, AVEC FIGURES; 1897..... 12 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

ENCYCLOPÉDIE DES TRAVAUX PUBLICS ET ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE.

TRAITÉ DES MACHINES A VAPEUR

RÉDIGÉ CONFORMÉMENT AU PROGRAMME DU COURS DE L'ÉCOLE CENTRALE.

PAR

ALHEILIG,
Ingénieur de la Marine.

Camille ROCHE,
Ancien Ingénieur de la Marine.

DEUX BEAUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. I.) :

TOME I : Thermodynamique. Puissance des machines, diagrammes et formules. Indicateurs. Organes. Régulation. Épures. Distribution et changement de marche. Alimentation etc. ; xi-604 pages, avec 442 figures ; 1895. **20 fr.**

TOME II : Volants régulateurs. Classification des machines. Moteurs à gaz, à pétrole et à air chaud. Graissage, joints. Montage et essais. Passation des marchés. Prix de revient, d'exploitation et de construction ; iv-560 pages, avec 281 figures ; 1895. **18 fr.**

CHEMINS DE FER.

MATÉRIEL ROULANT. RÉSISTANCE DES TRAINS. TRACTION.

PAR

E. DEHARME,
Ing^r principal à la Compagnie du Midi.

A. PULIN,
Ing^r Insp^r p^{al} aux chemins de fer du Nord.

Un volume grand in-8, xxii-441 pages, 95 figures, 1 planche ; 1895 (E. I.). **15 fr.**

VERRE ET VERRERIE

PAR

Léon APPERT et Jules HENRIVAUX, Ingénieurs.

Grand in-8, avec 130 figures et 1 atlas de 14 planches ; 1894 (E. I.) **20 fr.**

INDUSTRIES DU SULFATE D'ALUMINIUM, DES ALUNS ET DES SULFATES DE FER,

Par Lucien GESCHWIND, Ingénieur-Chimiste.

Un volume grand in-8, de viii-364 pages, avec 195 figures ; 1899 (E. I.). **10 fr.**

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

COURS DE CHEMINS DE FER

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES,

Par **M. C. BRICKA**,

Ingénieur en chef de la voie et des bâtiments aux Chemins de fer de l'État.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8; 1894 (E. T. P.)

TOME I : Études. — Construction. — Voie et appareils de voie. — Volume de VIII-634 pages avec 326 figures; 1894 20 fr.

TOME II : Matériel roulant et Traction. — Exploitation technique. — Tarifs. — Dépenses de construction et d'exploitation. — Régime des concessions. — Chemins de fer de systèmes divers. — Volume de 709 pages, avec 177 figures; 1894..... 20 fr.

COUVERTURE DES ÉDIFICES

ARDOISES, TUILES, MÉTAUX, MATIÈRES DIVERSES,

Par **M. J. DENFER**,

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC 429 FIG.; 1893 (E. T. P.).. 20 FR.

CHARPENTERIE MÉTALLIQUE

MENUISERIE EN FER ET SERRURERIE,

Par **M. J. DENFER**,

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8; 1894 (E. T. P.).

TOME I : Généralités sur la fonte, le fer et l'acier. — Résistance de ces matériaux. — Assemblages des éléments métalliques. — Chainages, linteaux et poitrails. — Planchers en fer. — Supports verticaux. Colonnes en fonte. Poteaux et piliers en fer. — Grand in-8 de 584 pages avec 479 figures; 1894..... 20 fr.

TOME II : Pans métalliques. — Combles. — Passerelles et petits ponts. — Escaliers en fer. — Serrurerie. (Ferments des charpentes et menuiseries. Paratonnerres. Clôtures métalliques. Menuiserie en fer. Serres et vérandas). — Grand in-8 de 626 pages avec 571 figures; 1894..... 20 fr.

ÉLÉMENTS ET ORGANES DES MACHINES

Par **M. AL. GOULLY**,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

GRAND IN-8 DE 406 PAGES, AVEC 710 FIG.; 1894 (E. I.).... 12 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

**BLANCHIMENT ET APPRÊTS
TEINTURE ET IMPRESSION**

PAR

Ch.-Er. GUIGNET,

Directeur des teintures aux Manufac-
tures nationales
des Gobelins et de Beauvais.

F. DOMMER,

Professeur à l'École de Physique
et de Chimie industrielles
de la Ville de Paris.

E. GRANDMOUGIN,

Chimiste, ancien Préparateur à l'École de Chimie de Mulhouse.

UN VOLUME GRAND IN-8 DE 674 PAGES, AVEC 368 FIGURES ET ÉCHAN-
TILLONS DE TISSUS IMPRIMÉS; 1895 (E. I.)..... 30 FR.

CONSTRUCTION PRATIQUE des NAVIRES de GUERRE

Par **M. A. CRONEAU,**

Ingénieur de la Marine,
Professeur à l'École d'application du Génie maritime.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8 ET ATLAS; 1894 (E. I.).

TOME I : Plans et devis. — Matériaux. — Assemblages. — Différents types de na-
vires. — Charpente. — Revêtement de la coque et des ponts. — Gr. in-8 de 379 pages
avec 305 fig. et un Atlas de 11 pl. in-4° doubles, dont 2 en trois couleurs; 1894. 18 fr.

TOME II : Compartimentage. — Cuirassement. — Pavois et garde-corps. — Ouver-
tures pratiquées dans la coque, les ponts et les cloisons. — Pièces rapportées sur la
coque. — Ventilation. — Service d'eau. — Gouvernails. — Corrosion et salissure. —
Poids et résistance des coques. — Grand in-8 de 616 pages avec 353 fig.; 1894. 15 fr.

**PONTS SOUS RAILS ET PONTS-ROUTES A TRAVÉES
MÉTALLIQUES INDÉPENDANTES.**

FORMULES, BARÈMES ET TABLEAUX

Par **Ernest HENRY,**

Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC 267 FIG.; 1894 (E. T. P.).. 20 FR.

Calculs rapides pour l'établissement des projets de ponts métalliques et pour le con-
trôle de ces projets, sans emploi des méthodes analytiques ni de la statique graphique
(économie de temps et certitude de ne pas commettre d'erreurs).

TRAITÉ DES INDUSTRIES CÉRAMIQUES

TERRES CUITES,
PRODUITS RÉFRACTAIRES. FAÏENCES. GRÈS. PORCELAINES.

Par **E. BOURRY,**

Ingénieur des Arts et Manufactures.

GRAND IN-8, DE 755 PAGES, AVEC 349 FIG.; 1897 (E. I.). 20 FR.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

RÉSUMÉ DU COURS

DE

MACHINES A VAPEUR ET LOCOMOTIVES

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Par **M. HIRSCH**,

Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées,
Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

DEUXIÈME ÉDITION.

Un volume grand in-8 de 510 pages avec 314 fig. (E. T. P.)... 20 fr.

LE VIN ET L'EAU-DE-VIE DE VIN

Par **Henri DE LAPPARENT**,

Inspecteur général de l'Agriculture.

INFLUENCE DES CÉPAGES, DES CLIMATS, DES SOLS, ETC., SUR LA QUALITÉ DU VIN, VINIFICATION, CUVERIE ET CHAIS, LE VIN APRÈS LE DÉCUVAGE, ÉCONOMIE, LÉGISLATION.

GRAND IN-8 DE XII-533 PAGES, AVEC 111 FIGURES ET 28 CARTES DANS LE TEXTE; 1895 (E. I.)..... 12 FR.

TRAITÉ DE CHIMIE ORGANIQUE APPLIQUÉE

Par **M. A. JOANNIS**,

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux,
Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8 (E. I.).

TOME I : Généralités. Carbures. Alcools. Phénols. Éthers. Aldéhydes. Cétones. Quinones. Sucres. — Volume de 688 pages, avec figures; 1896..... 20 fr.

TOME II : Hydrates de carbone. Acides monobasiques à fonction simple. Acides polybasiques à fonction simple. Acides à fonctions mixtes. Alcalis organiques. Amides. Nitriles. Carbylamines. Composés azoïques et diazoïques. Composés organo-métalliques. Matières albuminoïdes. Fermentations. Conservation des matières alimentaires. Volume de 718 pages, avec figures; 1896..... 15 fr.

MACHINES FRIGORIFIQUES

PRODUCTION ET APPLICATIONS DU FROID ARTIFICIEL,

Par **H. LORENZ**,

Ingénieur, Professeur à l'Université de Halle.

TRADUIT DE L'ALLEMAND AVEC L'AUTORISATION DE L'AUTEUR.

P. PETIT,

Professeur à la Faculté des Sciences
de Nancy,
Directeur de l'École de Brasserie.

PAR

J. JAQUET,

Ingénieur civil,

Un volume de IX-186 pages, avec 131 figures; 1898..... 7 fr.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

MANUEL DE DROIT ADMINISTRATIF

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES CHEMINS VICINAUX,

Par M. G. LECHALAS, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8, SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. T. P.).

TOME I; 1899; 20 fr. — TOME II (1^{re} partie; 1893); 10 fr. 2^e partie; 1898; 10 fr.

COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE ET DE GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE,

Par M. Maurice D'OCAGNE,

Ing^r et Prof^r à l'École des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'École Polytechnique.

GR. IN-8, DE XI-428 P., AVEC 340 FIG.; 1896 (E. T. P.).... 12 FR.

LES ASSOCIATIONS OUVRIÈRES ET LES ASSOCIATIONS PATRONALES,

Par P. HUBERT-VALLEROUX,

Avocat à la Cour de Paris, Docteur en Droit.

GRAND IN-8 DE 361 PAGES; 1899 (E. I.)..... 10 FR.

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE

La Bibliothèque photographique se compose de plus de 200 volumes et embrasse l'ensemble de la Photographie considérée au point de vue de la science, de l'art et des applications pratiques.

A côté d'Ouvrages d'une certaine étendue, comme le *Traité* de M. Davanne, le *Traité encyclopédique* de M. Fabre, le *Dictionnaire de Chimie photographique* de M. Fournier, la *Photographie médicale* de M. Londe, etc., elle comprend une série de monographies nécessaires à celui qui veut étudier à fond un procédé et apprendre les tours de main indispensables pour le mettre en pratique. Elle s'adresse donc aussi bien à l'amateur qu'au professionnel, au savant qu'au praticien.

PETITS CLICHÉS ET GRANDES ÉPREUVES.

GUIDE PHOTOGRAPHIQUE DU TOURISTE CYCLISTE.

Par Jean BERNARD et L. TOUCHEBEUF.

In-18 jésus; 1898..... 2 fr. 75 c.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

LES PAPIERS PHOTOGRAPHIQUES AU CHARBON,

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DE LA PHOTOGRAPHIE.
(COURS PROFESSÉ A LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHOTOGRAPHIE.)

Par R. COLSON, Capitaine du Génie, Répétiteur
à l'École Polytechnique.

Un volume grand in-8; 1898..... 2 fr. 75 c.

LA RETOUCHE DU CLICHÉ.

Retouche chimique, physique et artistique.
Par A. COURRÈGES, Praticien.

In-18 jésus; 1898..... 1 fr. 50 c.

LE PORTRAIT EN PLEIN AIR.

Par A. COURRÈGES,

In-18 jésus, avec figures et 1 planche en photocollographie; 1898... 2 fr. 50 c.

LA PRATIQUE DE LA PHOTOTYPOGRAVURE AMÉRICAINE.

Par Wilhelm CRONENBERG. — Traduit par C. FÉRY.

In-18, avec 66 figures et 13 planches; 1898..... 3 fr.

LA PHOTOGRAPHIE. TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE,

Par A. DAVANNE.

2 beaux volumes grand in-8, avec 234 fig. et 4 planches spécimens... 32 fr.

Chaque volume se vend séparément..... 16 fr.

Un Supplément, mettant cet important Ouvrage au courant des derniers travaux, est en préparation.

TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE DE PHOTOGRAPHIE,

Par C. FABRE, Docteur ès Sciences.

4 beaux vol. grand in-8, avec 724 figures et 2 planches; 1889-1891... 48 fr.

Chaque volume se vend séparément 14 fr.

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viennent compléter ce Traité et le maintenir au courant des dernières découvertes.

1^{er} Supplément (A). Un beau vol. gr. in-8 de 400 p. avec 176 fig.; 1892. 14 fr.

2^o Supplément (B). Un beau vol. gr. in-8 de 424 p. avec 221 fig.; 1897. 14 fr.

Les 6 volumes se vendent ensemble..... 72 fr.

LA PRATIQUE DES PROJECTIONS.

Etude méthodique des appareils. Les accessoires. Usages et applications diverses des projections. Conduite des séances;

Par H. FOURTIER.

Deux volumes in-18 jésus.

TOME I. Les Appareils, avec 66 figures; 1892..... 2 fr. 75 c.

TOME II. Les Accessoires. La Séance de projections, avec 67 fig.; 1893. 2 r. 75 c.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

TRAITÉ DE PHOTOGRAPHIE INDUSTRIELLE,

THÉORIE ET PRATIQUE,

Par Ch. FÉRY et A. BURAIS.

In-18 jésus, avec 94 figures et 9 planches; 1896..... 5 fr.

LE FORMULAIRE CLASSEUR DU PHOTO-CLUB DE PARIS.

Collection de formules sur fiches renfermées dans un élégant cartonnage et classées en trois Parties: *Phototypes, Photocopies et Photocalques, Notes et renseignements divers*, divisées chacune en plusieurs Sections;

Par H. FOURTIER, P. BOURGEOIS et M. BUCQUET.

Première Série; 1892..... 4 fr.

Deuxième Série; 1894..... 3 fr. 50 c.

CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE A L'USAGE DES DÉBUTANTS.

Par R.-Ed. LIESEGANG.

Traduit de l'allemand et annoté par le Professeur J. MAUPEIRAL.

In-18 jésus, avec figures; 1898..... 3 fr. 50 c.

**LE DÉVELOPPEMENT DES PAPIERS PHOTOGRAPHIQUES
A NOIRCISSEMENT DIRECT.**

Par R.-Ed. LIESEGANG. — Traduit de l'allemand

par V. HASSREIDTER.

In-18 jésus; 1898..... 1 fr. 75 c.

**TRAITÉ PRATIQUE DE RADIOGRAPHIE
ET DE RADIOSCOPIE.**

TECHNIQUE ET APPLICATIONS MÉDICALES.

Par Albert LONDE,

Directeur du Service photographique et radiographique à la Salpêtrière,
Lauréat de l'Académie de Médecine, de la Faculté de Médecine de Paris,
Officier de l'Instruction publique.

Un beau volume grand in-8, avec 113 figures; 1899..... 7 fr.

LA PHOTOGRAPHIE INSTANTANÉE,

THÉORIE ET PRATIQUE,

Par Albert LONDE.

3^e édition, entièrement refondue. In-18 jésus, avec figures; 1897. 2 fr. 75 c.

TRAITÉ PRATIQUE DU DÉVELOPPEMENT.

**ÉTUDE RAISONNÉE DES DIVERS RÉVÉLATEURS ET DE LEUR MODE
D'EMPLOI.**

Par Albert LONDE.

3^e édition. In-18 jésus, avec figures; 1898..... 2 fr. 75 c.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

L'OPTIQUE PHOTOGRAPHIQUE.

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DE LA PHOTOGRAPHIE.
(COURS PROFESSÉ A LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHOTOGRAPHIE).

Par P. MOESSARD.

Grand in-8, avec nombreuses figures; 1898..... 4 fr.

LES ÉLÉMENTS D'UNE PHOTOGRAPHIE ARTISTIQUE,

Par H.-P. ROBINSON.

Traduit de l'anglais par H. COLARD.

Grand in-8, avec 38 figures d'après des clichés de l'auteur et 1 planche; 1898.. 4 fr.

MANUEL PRATIQUE D'HÉLIOGRAVURE EN TAILLE-DOUCE,

Par M. SCHILTZ,

Un volume in-18 jésus; 1899..... 1 fr. 75 c.

LE DÉVELOPPEMENT DE L'IMAGE LATENTE EN PHOTOGRAPHIE

Par A. SEYEWETZ,

Sous-Directeur et chef des travaux à l'École de Chimie industrielle
de Lyon.

Un volume in-18 jésus; 1899..... 2 fr. 75 c.

LA PHOTOGRAPHIE ANIMÉE,

Par E. TRUTAT.

Avec une Préface de M. MAREY.

Un volume grand in-8, avec 146 figures et 1 planche; 1899..... 5 fr.

LA PHOTOTYPOGRAVURE A DEMI-TEINTES.

Manuel pratique des procédés de demi-teintes, sur zinc et sur cuivre;

Par Julius VERFASSER.

Traduit de l'anglais par M. E. COUSIN, Secrétaire-agent de la Société
française de Photographie.

In-18 jésus, avec 56 figures et 3 planches; 1895..... 3 fr.

LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS.

Sélection photographique des couleurs primaires. Son application à l'exécution de clichés et de tirages propres à la production d'images polychromes à trois couleurs;

Par LÉON VIDAL,

Officier de l'Instruction publique, Professeur à l'École nationale
des Arts décoratifs.

In-18 jésus, avec 10 figures et 5 planches en couleurs; 1897..... 2 fr. 75 c.

26739 — Paris, Imp. Gauthier Villars, 55, quai des Gr.-Augustins.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

DIRIGÉE PAR M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

Collection de 300 volumes petit in-8 (24 volumes publiés par an)

CHAQUE VOLUME SE VEND SÉPARÉMENT : BROCHÉ, 2 FR. 50; CARTONNÉ, 3 FR.

Ouvrages parus

Section de l'Ingénieur

- PICOU. — Distribution de l'électricité. (2 vol.). — Canalisations électriques.
- A. GOULLY. — Air comprimé ou rarefié. — Géométrie descriptive (3 vol.).
- DWELSHAUVERS-DERY. — Machine à vapeur. — I. Calorimétrie. — II. Dynamique.
- A. MADANET. — Tiroirs et distributeurs de vapeur. — Détente variable de la vapeur. — Epures de régulation.
- M. DE LA SOURCE. — Analyse des vins.
- ALHELLIG. — I. Travail des bois. — II. Corderie. — III. Construction et résistance des machines à vapeur.
- AIMÉ WITZ. — I. Thermodynamique. — II. Les moteurs thermiques.
- LINDET. — La bière.
- SAUVAGE. — Moteurs à vapeur.
- LE CHATELIER. — Le grison.
- DEDEBOUT. — Appareils d'essai des moteurs à vapeur.
- CRONEAU. — I. Canon, torpilles et cuirasse. — II. Construction du navire.
- H. GAUTIER. — Essais d'or et d'argent.
- BERTIN. — Etat de la marine de guerre.
- BERTHELOT. — Calorimétrie chimique.
- DE VIARIS. — L'art de chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes.
- GUILLAUME. — Unités et étalons.
- WIDMANN. — Principes de la machine à vapeur.
- MINEL (P.). — Electricité industrielle. (2 vol.). — Electricité appliquée à la marine. — Régularisation des moteurs des machines électriques.
- HERBERT. — Boissons falsifiées.
- NAUDIN. — Fabrication des vernis.
- SINIGAGLIA. — Accidents de chaudières.
- VERMAND. — Moteurs à gaz et à pétrole.
- BLOCH. — Eau sous pression.
- DE MARCHENA. — Machines frigorifiques (2 vol.).
- PRUD'HOMME. — Teinture et impression.
- SOBEL. — I. La rectification de l'alcool. — II. La distillation.
- DE BILLY. — Fabrication de la fonte.
- HENNBERT (C¹). — I. La fortification. — II. Les torpilles sèches. — III. Bouches à feu. — IV. Attaque des places. — V. Travaux de campagne. — VI. Communications militaires.
- CASPARI. — Chronomètres de marine.

Section du Biologiste

- FAISANS. — Maladies des organes respiratoires.
- MAGNAN et SÉRIKÉUX. — I. Le délire chronique. — II. La paralysie générale.
- AUVARD. — I. Séméiologie génitale. — II. Menstruation et fécondation.
- G. WEISS. — Electro-physiologie.
- BAZY. — Maladies des voies urinaires. (2 vol.).
- TROUSSEAU. — Hygiène de l'œil.
- FÈRE. — Epilepsie.
- LAVÉLAN. — Paludisme.
- POLIN et LABIT. — Aliments suspects.
- BERGONIE. — Physique du physiologiste et de l'étudiant en médecine.
- MIGNIN. — I. Les acariens parasites. — II. La faune des cadavres.
- DEMELIN. — Anatomie obstétricale.
- TH. CHLÖSSING fils. — Chimie agricole.
- CURNOT. — I. Les moyens de défense dans la série animale. — II. L'influence du milieu sur les animaux.
- A. OLIVIER. — L'accouchement normal.
- BERGÉ. — Guide de l'étudiant à l'hôpital.
- CHARRIN. — Poisons de l'organisme (3 v.).
- ROGER. — Physiologie du foie.
- BROcq et JAQUET. — Précis élémentaire de dermatologie (5 vol.).
- HANOT. — De l'endocardite aiguë.
- DE BRUN. — Maladies des pays chauds. (2 vol.).
- BROCA. — Tumeurs blanches des membres chez l'enfant.
- DE CAZAL ET CATRIN. — Médecine légale militaire.
- LAPERSONNE (DE). — Maladies des paupières.
- KÄHLER. — Applications de la photographie aux Sciences naturelles.
- BEAUREGARD. — Le microscope.
- LESAGE. — Le choléra.
- LANNELONGUE. — La tuberculose chirurgicale.
- CORNEVIN. — Production du lait.
- J. CHATIN. — Anatomie comparée (1 v.).
- CASTEX. — Hygiène de la voix.
- MERKLEN. — Maladies du cœur.
- G. ROCHÉ. — Les grandes pêches maritimes modernes de la France.
- OLLIER. — I. Résections sous-périostées. — II. Résections des grandes articulations.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

Ouvrages parus

Section de l'Ingénieur

LOUIS JACQUET. — La fabrication des eaux-de-vie.
 DUBREUIL et CRONRAU. — Appareils accessoires des chaudières à vapeur.
 C. BOTRIET. — Bicycles et bicyclettes.
 H. LEAUTE et A. BERARD. — Transmissions par câbles métalliques.
 HATT. — Les marées.
 H. LAURENT. — I. Théorie des jeux de hasard. — II. Assurances sur la vie. — III. Opérations financières.
 C. VALLIER. — Balistique (2 vol.). — Pro eciles fusées. Culrasses (2 vol.)
 LELIQUÈRE. — Le fonctionnement des machines à vapeur.
 DARIUS. — Cubature des terrasses. — Conduites d'eau.
 SIDERSKY. — I. Polarisation et-saccharimétrie. — II. Constantes physiques.
 NIENGLONSKI. — Applications scientifiques et industrielles de la photographie (2 vol.).
 ROCQUES (X.). — Alcools et eaux-de-vie.
 MOESSARD. — Topographie.
 BOURSACLT. — Calcul d'utemps de pose.
 DEGUÉLA. — Les tramways.
 LEFÈVRE (J.). — I. La spectroscopie. — II. La spectrométrie. — III. Éclairage électrique. — IV. Éclairage aux gaz, aux huiles, aux acides gras.
 GARZILLOT (E.). — Distillation des bois.
 MOISSAN et OUVRAUD. — Le nickel.
 URBAIN. — Les succédanés du chiffon en papeterie.
 LOPPE. — I. Accumulateurs électriques. — II. Transformateurs de tension.
 ARIES. — I. Chaleur et énergie. — II. Thermodynamique.
 FABRY. — Piles électriques.
 HENRIET. — Les gaz de l'atmosphère.
 DUMONT. — Electromoteurs. — Automobiles sur rails.
 MINET (A.). — I. L'électro-metallurgie. — II. Les fours électriques. — III. L'électro-chimie. — IV. L'électrolyse.
 DUFOUR. — Tracé d'un chemin de fer.
 MIRON (F.). — Les huiles minérales.
 BORNÉQUE. — Armement portatif.
 LAVERGNE. — Les turbines.
 PEBISSE. — Automobiles sur routes.
 LECORNU. — Regularisation du mouvement dans les machines.
 LE VERRIER. — La fonderie.
 SEYRIG. — Statique graphique (2 vol.).
 LAURENT P.). — Decutassoment des bouches à feu. — Résistance des bouches à feu.
 JACBERT. — L'industrie du godron de houille,

Section du Biologiste

LETULIE. — Pus et suppuration.
 CRITZMAN. — Le cancer. — La goutte.
 ARMAND GAUJIER. — La chimie de la cellule vivante.
 SÉGLAS. — Le délire des négations.
 STANISLAS MEUNIER. — Les météorites.
 GREHANT. — Les gaz du sang.
 NOCARD. — Les tuberculoses animales et la tuberculose humaine.
 MOUSSOUS. — Maladies congénitales du cœur.
 BERTHAULT. — Les prairies (3 vol.).
 TROCESSART. — Parasites des habitations humaines.
 LAMY. — Syphilis des centres nerveux.
 RECLUS. — La cocaine en chirurgie.
 FROUJART. — Oceanographie pratique.
 HOUDAILLE. — Météorologie agricole.
 VICTOR MEUNIER. — Sélection et perfectionnement animal.
 HÉNOQUE. — Spectroscopie biolog.
 GALIPEE et BARRE. — Le pain (2 v.).
 LE DANTEC. — I. La matière vivante. — II. La bactérie charbonneuse. — III. La forme spécifique.
 L'HOTÉ. — Analyse des engrais.
 LARBALESTRIER. — Les tourteaux. — Résidus industriels employés comme engrais (2 v.). — Beurre et margarine.
 LE DANTEC et BERARD. — Les sporozoïtes.
 DEMMELER. — Soins aux malades.
 DALLEMAGNS. — Etudes sur la criminalité (3 vol.). — Etudes sur la volonté (3 vol.).
 BRAULT. — Des artérites (2 vol.).
 RAVAZ. — Reconstitution du vignoble.
 EHLERS. — L'ergotisme.
 BONNIER. — L'oreille (5 vol.).
 DESMOULINS. — Conservation des produits et denrées agricoles.
 LOVERDO. — Le ver à soie.
 DUBREUIL et BEILLE. — Les parasites animaux de la peau humaine.
 KAYSER. — Les levures.
 COLLET. — Troubles auditifs des maladies nerveuses.
 LOUBRIÉ. — Essences forestières (2 vol.).
 MONOD. — L'appendicite.
 DELOBEL et COZIFR. — La vaccine.
 WURTZ. — Technique bactériologique.
 BAUBY. — L'occlusion intestinale.
 LAULANIE. — Énergétique musculaire.
 MALPEAUX. — Culture de la pomme de terre.
 GIRAUDEAU. — Péricardites.
 BERTHAULT (M.). — Chaleur animale (2 vol.).