

Section de l'Ingénieur



MAURICE PONTIO

ANALYSE
DU CAOUTCHOUC
ET DE LA GUTTA-PERCHA

GAUTHIER-VILLARS

MASSON & C^{IE}

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE

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

M. PONTIÉ — Caoutchouc et Gutta-Percha

*Ce volume est une publication de l'Encyclopédie
Scientifique des Aide-Mémoire : L. ISLER, Secrétaire
Général, 20, boulevard de Courcelles, Paris.*

N° 401 A.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

ANALYSE DU CAOUTCHOUC

ET DE

LA GUTTA-PERCHA

PAR

MACRICE PONTIO

Chargé du Contrôle chimique au Sous-Secrétariat
des Postes et Télégraphes.

Lauréat de la Société Chimique de France.



PARIS

GAUTHIER-VILLARS

IMPRIMEUR-ÉDITEUR

Quai des Grands-Augustins, 55

MASSON et C^{ie}, ÉDITEURS,

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, 120

(Tous droits réservés)

PRÉFACE

Jusqu'ici il n'existait encore, malheureusement, aucun ouvrage français traitant du caoutchouc et de la gutta-percha au point de vue de l'analyse industrielle.

En présentant cet aide-mémoire aux praticiens que cette question intéresse, je n'ai pas la prétention d'avoir comblé cette lacune; le cadre de cet ouvrage ne me l'eût pas permis. Mais j'ai pensé cependant pouvoir leur être utile en leur indiquant, dans une description sommaire, que j'ai rendue néanmoins aussi claire que possible, les principales méthodes d'analyse adoptées en France et à l'étranger, pour apprécier la nature et la qualité de ces produits.

Dans chaque partie de ce petit livre, les premiers chapitres ont été consacrés à résumer les origines botaniques et à classer les différentes espèces de caoutchouc et de gutta-percha suivant leur valeur industrielle.

6 ANALYSE DU CAOUTCHOUC ET DE LA GUTTA-PERCHA

Je me suis ensuite attaché à donner une marche systématique, facile à saisir, des essais mécaniques et chimiques nécessaires au contrôle des objets industriels.

J'ai fait un choix des procédés analytiques les plus récents qui m'ont paru avoir de l'intérêt et j'ai marqué d'un astérisque ceux que j'ai contrôlés moi-même et qui offrent le plus de garanties possible, tant au point de vue de leur précision que de leur facilité d'exécution.

J'ai mentionné cependant en regard de chaque procédé le nom de son auteur en laissant à chacun le soin de faire un choix suivant sa convenance.

M. PONTIO

PREMIÈRE PARTIE

LE CAOUTCHOUC

CHAPITRE PREMIER

DÉFINITION ET ORIGINES DU CAOUTCHOUC

Définition. — Le caoutchouc est un carbure d'hydrogène extrait du suc secrété par un certain nombre d'arbres des pays chauds.

Ce suc laiteux, appelé latex, s'écoule du tronc de ces arbres lorsqu'on soumet ceux-ci à une incision. On recueille ce lait, auquel on fait subir un traitement convenable destiné à le séparer des globules microscopiques qui s'y trouvent en suspension, afin de les agglomérer et d'en former une masse solide et compacte qui prend le nom de caoutchouc.

Origines botaniques. — Les essences produisant le latex à caoutchouc appartiennent à quelques familles botaniques, parmi lesquelles nous citerons : les Euphorbiacées, les Artocarpées, les Apocynacées et les Asclépiadées.

Ces végétaux croissent dans la zone tropicale entre le 30° degré latitude nord et le 30° degré latitude sud. La température varie entre 20 et 40° C.

1° Les Euphorbiacées fournissent les espèces de caoutchouc les plus estimées, les Hevea, que l'on rencontre dans toute la région de l'Amazonie ; puis ensuite les Manihots, qu'on cultive sur la côte orientale de l'Amérique du Sud ; l'Euphorbe, sur la côte septentrionale, et le Micrandra dans la même région que les Hevea.

L'espèce commerciale la plus recherchée est celle qui vient de Para, sur la côte orientale du Brésil, et qui est fournie par l'Hevea Brasiliensis.

2° Les Artocarpées donnent entre autres variétés, le Castilloa elastica, les Ficus indica et elastica, espèces qu'on rencontre principalement au Mexique et en Colombie, pour le Castilloa ; en Annam et au Tonkin, pour les Ficus.

3° Appartiennent à la famille des Apocynacées, les Vahea gummifera madagascariensis,

senegalensis ; les *Landolphia manni*, ovarien-
sis ; les *Urceola elastica esculenta*, etc.

Les *Vahea* sont cultivés en Afrique orientale
et occidentale et dans l'Amérique du Sud ;
les *Landolphia*, principalement en Afrique ; les
Urceola, dans l'archipel indien et dans la pres-
qu'île de Malacca.

4° Avec les Asclépiadées, on a les *Callotropis
gigantea*, *procera* ; le *Periploca* et le *Cynan-
chum*. Ces variétés sont cultivées au Venezuela,
au Soudan et surtout en Asie, leur pays d'ori-
gine.

CHAPITRE II

LE LATEX

Récolte du latex. — Le latex s'obtient d'une façon rationnelle en pratiquant une saignée sur le tronc de l'arbre producteur, au moyen d'une petite hachette qu'on enfonce verticalement de quelques centimètres dans son épaisseur et à plusieurs endroits différents. Le produit laiteux qui s'écoule lentement est récolté aussitôt dans desalebasses, suspendues immédiatement au-dessous de l'incision, qui se fait à environ 30 centimètres et jusqu'à 2 mètres du sol.

La récolte a lieu principalement en septembre et janvier.

Coagulation du latex. 1^{er} PROCÉDÉ. — Suivant les pays, le mode de coagulation diffère. Le procédé le plus employé est celui de l'enfumage, c'est-à-dire la coagulation du latex par la chaleur au moyen d'une palette en bois chauffée

au-dessus d'un fourneau dégageant d'abondantes fumées. On plonge la palette chaude dans le liquide laiteux qui s'évapore et qui abandonne sur elle une couche mince de caoutchouc. On renouvelle cette opération jusqu'à ce que le pain formé par la couche agglomérée atteigne un poids déterminé. On fend le bloc au moyen d'un couteau mouillé pour le débarrasser de la palette et, après quelques jours de séchage à l'air, les pains sont livrés dans cet état au commerce.

Ce procédé de coagulation a comme principal avantage de préserver ultérieurement le caoutchouc de l'action putrescible des matières albuminoïdes fermentescibles contenues dans le latex, par l'introduction d'un antiseptique, la créosote, qui provient de la calcination du bois.

Cette méthode est employée dans toute l'Amazonie, pour l'obtention du caoutchouc de Para.

2° PROCÉDÉ. — Il existe une autre méthode de coagulation employée par les Indiens du Mexique, c'est le chauffage direct du latex par la vapeur humide.

Par ébullition prolongée, le liquide se débarrasse, sous forme de crème qui surnage, de toute la gomme qu'il tient en suspension. On recueille cette crème qui se prend en masse ; on

étale le caoutchouc ainsi obtenu, on le presse et le sèche.

3^e PROCÉDÉ. — Ce troisième procédé a comme base la coagulation de la gomme par la chaleur naturelle, et l'évaporation du sérum se fait, soit sur le sol même, en plein soleil, soit sur des surfaces planes diverses, soit encore sur le corps humain. Cette dernière façon de faire est spéciale aux indigènes de l'Afrique occidentale. Ils reçoivent le latex dans le creux de la main et le répartissent ensuite sur tout le corps. La gomme se prend en couche mince, puis est enlevée aussitôt pour être roulée et livrée au commerce sous cette forme.

4^e PROCÉDÉ. — Nous dirons quelques mots du procédé qui consiste d'abord à dédoubler le latex avec son volume d'eau, puis à recueillir la couche supérieure qui se forme et enfin à dessécher la gomme au soleil pour la vendre ensuite après l'avoir pressée entre des rouleaux.

5^e PROCÉDÉ. — C'est celui plus ou moins défectueux de la coagulation sous l'action d'acides ou de sels minéraux.

Il consiste à introduire dans le latex une dissolution soit d'alun, de chlorure de calcium ou de sel marin, soit d'acide sulfurique. Le grave défaut de cette méthode est d'altérer le produit

en emprisonnant dans la gomme, en même temps qu'une grande quantité d'eau et les éléments fermentescibles, une partie du coagulant qui a servi à la préparer.



CHAPITRE III

—

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU LATEX

Le latex de l'*Hevea brasiliensis* pris comme type, est un liquide incolore ou légèrement ambré, inodore à l'état frais, mais, sous l'influence de l'oxygène de l'air, il prend rapidement une odeur *sui generis* ; sa saveur est peu accentuée et légèrement sucrée, mais elle se modifie aussi rapidement au contact de l'air. Sa densité est, d'après Faraday, 1,012 à + 15° correspondant à 30,70 % de caoutchouc pur. Sa réaction est légèrement alcaline à sa sortie de l'arbre. Sa composition est la suivante, d'après l'analyse du même auteur :

Caoutchouc pur	30,70
Extrait albumineux	12,93
Eau	<u>56,37</u>
	100,00

Action des acides et des alcalis. — Les acides minéraux ou organiques déterminent la coagulation du latex. Les alcalis retardent, au contraire, cette coagulation. Une proportion de 6 à 7 % d'ammoniaque conserve le latex à l'état naturel pendant un temps relativement long.

Propriétés physiques et chimiques du caoutchouc normal. — Le caoutchouc pur, obtenu au moyen d'une dissolution de Para fin dans du sulfure de carbone et fraîchement précipité de cette dissolution par l'alcool absolu, est une substance blanche opaque et élastique. Mais sa couleur se modifie rapidement sous l'action de la lumière et de l'oxygène de l'air et passe du jaune clair au brun foncé. Il est inodore et sans saveur. Insoluble dans l'eau et l'alcool, mais soluble dans l'éther sulfurique, l'éther de pétrole, le chloroforme, le sulfure de carbone, la benzine, l'essence de térébenthine, la nitrobenzine, le pétrole, le xylol et les huiles essentielles. Sa densité est 0,925 à + 15°, d'après Faraday et Payen. Il est élastique et extensible. Une bande de Para peut supporter un allongement correspondant à cinq fois sa longueur primitive sans se rompre. A la température ordinaire, il est mou et adhésif. Soumis à l'action de la chaleur, il devient visqueux et, vers 170°, il fond en un

liquide noir et épais. Il est très mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité.

Sa formule atomique est C^5H^8 , d'après les produits de sa distillation qui sont des carbures à équivalents élevés, mais qui semblent tous dérivés du carbure fondamental C^5H^8 ; (C^4H^7), d'après Faraday et Payen, et ($C^{10}H^{16}$), d'après Carl Otto Weber.

Son analyse élémentaire a donné :

Corps	D'après Faraday	D'après G. Williams
Carbone	87,2	86,1
Hydrogène	12,6	12,3
Cendres	//	0,9
Azote. .. "	//	0,7
	100,0	100,0

Soumis à la distillation sèche, il se décompose en butylène (C^4H^8), en isoprène (C^5H^8) et en caoutchène ($C^{10}H^{16}$), polymère de l'isoprène (Bouchardat et Tilden).

La densité du caoutchouc brut commercial varie de 0,925 à 0,966. Le Para commercial a 0,9415, d'après Ure.

Le caoutchouc brut est brun jaune. Il est mou, flexible, sensiblement imperméable. En

majeure partie soluble dans l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, l'éther de pétrole, la benzine, entièrement soluble à chaud dans le xylol, le pétrole, l'essence de térébenthine, la nitrobenzine et les huiles essentielles. Au microscope, il paraît formé de tubes et cavités sphériques communiquant ensemble (4). C'est à cette structure qu'est due la propriété qu'il possède de traverser les gaz. Il peut servir de dialyseur. Il retient une partie de l'azote de l'air lorsque celui-ci a été dialysé par lui.

Le caoutchouc peut absorber l'eau dans la proportion de 25 % de son poids. Il change alors de couleur, devient blanchâtre et augmente considérablement de volume.

Propriétés physiques et chimiques du caoutchouc vulcanisé. — Le caoutchouc vulcanisé est le résultat d'une combinaison de soufre et de caoutchouc normal portés à une température qui peut varier de 125 à 140°, et d'une durée qui est fonction de cette température et de la quantité de soufre devant être combinée.

Le caoutchouc vulcanisé est souple, très extensible, ne durcit pas au froid et ne se ramollit

(4) WURTZ. — *Dictionnaire de Chimie*, t. I, 727.

TABLE DE SOLUBILITÉ DE QUELQUES SORTES DE CAOUTCHOUC BRUT, D'APRÈS FENDLER

Numéros de l'essai	Sortes de caoutchouc	La solution filtrée à travers la coton de verre et précipitée par l'alcool, connue comme précipité en p. 10/10 du poids de la gomme initiale					La partie non dissoute est restée :	Teneur en résine du caoutchouc
		Dans l'éther sulfurique	Dans l'éther de pétrole	Dans le benzol	Dans le chloroforme	Dans le CS ₂		
1	Para (brut)	46,67 a	33,00 b	63,31	77,41	64,38	gonflée	2,09
2	"	89,00	94,17	95,11	"	"	"	4,55
3	Para (lavé)	95,56	95,44	95,44	"	"	gonflée	2,67
4	"	97,00	96,00	96,44	"	"	"	3,66
5	Para Peau	68,09	67,40	88,32	"	"	gonflée	7,10
6	Têles de nègres (brut)	75,54	80,95	93,15	"	"	gonflée	2,50
7	Santos (Mangabeira) Rio Platten du Brésil	85,50	93,34	92,00	"	"	"	6,34
8	Manicoba Prima (brut)	81,60	80,07	78,20	a 81,16 b 80,87	82,27	en partie gonflée et hétérogène	3,60

9	Manicoba (lavé)	95,04	95,25	92,66	"	"	5,20
10	Westind Scraps (brut)	95,83	96,75	95,42	"	"	3,30
11	Scraps mexicains (brut)	85,50	89,50	88,22	"	"	11,67
12	Guatemala, feuilles (brut)	80,33	80,25	78,11	"	hétérogène	17,56
13	Madagascar (brut)	87,92	92,51	92,50	"	"	8,00
14	Calabar (brut)	64,75	65,25	67,96	"	hétérogène	29,83
15	Haut-Congo (boules rouges ordinaires, brut)	90,33	93,07	89,67	"	"	4,83
16	Caoutchouc de racines Mozambique (brut)	47,80	46,00	50,78	"	hétérogène	2,25
17	Cameroun cluster (brut)	96,00	91,83	93,67	"	id.	4,60
18	Thimbles rouges du Congo (brut)	54,75	57,92	58,11	"	"	3,01
19	Isangi, Afrique (brut)	89,20	89,00	89,75	"	hétérogène	6,15
20	Manihot Glaziowii de l'est de l'Afrique (brut)	80,00	81,77	79,20	"	enpartielhétérogène	7,06
21	Manihot Glaziowii Togo (brut)	84,00	85,33	85,39	"	id.	6,20
22	Bornéo (brut, primi)	84,75	89,50	87,22	"	gonflée	8,60
23	Bornéo (brut)	69,75	70,92	72,23	"	hétérogène	24,64
24	Para de Ceylan (brut)	72,90	86,85	96,67	"	hétérogène	2,09
25	Bissao, Guinée portugaise (brut)	88,17	95,16	90,50	"	gonflée	4,80
26	Prima Java	94,00	94,34	92,00	"	id.	5,20

pas au-dessous de 180°. A 200°, il entre en fusion. Il n'est pas adhésif.

Sa densité est généralement plus élevée que celle de l'eau et varie surtout avec la charge en matières minérales dont il est additionné. Sa couleur peut être quelconque, suivant ses applications. Son odeur est particulière et est due en partie à de l'hydrogène sulfuré.

Il est presque entièrement insoluble dans tous les solvants du caoutchouc brut, sauf dans ceux à point d'ébullition élevé : essence de térébenthine, nitrobenzine, xylol, pétrole, pyridine, cumène, etc.



CHAPITRE IV

CLASSIFICATION DES SORTES DE CAOUTCHOUC EN VALEUR COMMERCIALE D'APRÈS LEUR PERTE A LA FABRICATION.

Les diverses espèces de caoutchouc introduites sur le marché international, se classent selon leur provenance, et leur valeur s'établit d'après leur perte à la fabrication.

1° *Caoutchoucs américains*

Amérique du Sud	Perte p. $\frac{0}{0}$
Para fin	15 à 20
// moyen	16 22
// gros	18 35

22 CLASSIFICATION DES SORTES DE CAOUTCHOUC

Les espèces suivantes perdent :

Amérique centrale	Parts p. $\frac{0}{0}$
Bolivia	15 à 25
Modena	15 25
Mollendo	15 25
Itartuba	17 25
Matto grosso	16 30
Angostura	16 28
Caviana	16 30
Manaos	16 22
Upriver	16 25
Mangabeira	20 35
Islands	18 35
Caucho	20 40
Centrals	20 40
Carneta	30 35
Nicaragua	10 15
Mexican	12 15
Quyaquil Strip	20 35
Esmeralda	20 35
Colombian	20 35
Cartagena	20 35
Ceara	25 40
Panama	25 40
Tumaco	35 40
Honduras Strip	25 40
Tuxpam Strip	25 40
West Indian	25 40
Pernambouc	40 60

2° *Caoutchoucs africains*

Les espèces commerciales suivantes perdent :

Afrique	Perte p. $\frac{0}{100}$
Cameroon	18 à 28
Lagos	25 40
Congo	20 35
Haut-Congo	18 35
Loposi	16 22
Benguela	16 20
Zanzibar	15 35
Mozambique	10 35
Gabon	20 35
Kassai	18 25
Madagascar	30 35
Majunga	30 40
Angola	20 25

3° *Caoutchoucs asiatiques*

Les espèces commerciales suivantes perdent :

Asie	Perte p. $\frac{0}{100}$
Assam	25 40
Penang	20 25
Rangoon	20 25
Ceylan	20 25

24 CLASSIFICATION DES SORTES DE CAOUTCHOUC

4° Caoutchoucs océaniques

Les espèces suivantes perdent :

Océania	Perte p. ‰
Java	15 30
Bornéo	30 45
Nouvelle-Calédonie	18 20



CHAPITRE V

—

ESSAIS MÉCANIQUES DU CAOUTCHOUC MANUFACTURÉ.

Les essais mécaniques du caoutchouc vulcanisé comportent deux opérations principales :

- 1^o Essais à la traction ;
- 2^o Essais à la compression.

ESSAIS A LA TRACTION

Les essais de traction servent à déterminer la valeur d'un caoutchouc au double point de vue de sa résistance à la traction et de son élasticité.

Suivant le mode de sollicitations qu'il doit supporter dans la pratique, on a recours, soit à la traction lente, soit à la traction vive et répétée, soit encore aux deux réunies.

Les épreuves de traction comprennent : la mesure de l'allongement élastique, l'allongement permanent et l'allongement total à la rupture.

On appelle allongement élastique, l'allongement produit par traction, mais qui ne persiste pas lorsque cette traction cesse.

On dit que l'allongement est permanent lorsque celui-ci persiste après la traction qu'il a supportée.

On appelle allongement à la rupture la quantité totale dont s'est allongée l'éprouvette tendue au moment de sa rupture. Cet allongement comprend la partie élastique et la partie permanente.

On essaie le caoutchouc ordinairement sous trois formes : en anneaux, en bandes ou en tubes.

Les essais des anneaux, fils, bandes, lanières, rondelles et tuyaux peuvent se faire de plusieurs manières :

Procédé d'Heinzerling et Pall. Traction lente. — On prend un anneau de caoutchouc à section rectangulaire bien uniforme (10 à 20 millimètres) et d'un diamètre de 100 à 110 millimètres. On tend cet anneau entre les deux mâchoires d'un dynamomètre, et on trace deux points de repère à un endroit quelconque

de la bande. On note la longueur entre ces repères, puis on fait agir sur l'appareil des charges successives de valeur égale, en mesurant la distance qui sépare les deux points de repère pour chacune de ces charges.

On détermine alors :

1° Le module d'élasticité, c'est-à-dire la charge nécessaire par millimètre carré pour amener la rondelle au double de sa longueur primitive ;

2° Le module de résistance ou la charge par millimètre carré qui lui est nécessaire pour être rompue (tableau A, p. 28 et 29).

Procédé Stevart. Traction lente. — On suspend un anneau ou une rondelle de caoutchouc (ayant des dimensions initiales connues et déterminées par deux repères tracés sur les côtés parallèles de cet anneau) par un piton, à un crochet poli fixé sur une traverse en chêne. A la partie inférieure de cet anneau, on suspend, à un deuxième crochet, un plateau portant des poids tracteurs.

On mesure, après chaque addition de poids égaux et une minute d'action, la distance verticale qui sépare les deux repères et on calcule le poids nécessaire à l'obtention d'un allongement déterminé ou jusqu'à rupture (tableaux B, p. 31 et C, p. 32 et 33).

Tableau A. DONNANT LES RÉSULTATS DES ESSAIS HEINZERLING ET PALL

Nos d'ordre	Para caoutchouc p. 0/0	Soufre p. 0/0	A. Échantillons préparés sur les données des auteurs		Limite élastique (module de charge)	Charge de rupture (module de résistance)	Allongement à la rupture de 100 mm. de longueur initiale
			Quantité et nature des adjuvants	Poids spécifique avant l'essai			
1	90	10	0	0,999	48,5	213	1100
2	85	5	10	1,070	38,0	213	790
3	75	5	20	1,101	47,5	259	850
4	80	10	10	1,087	48,5	427	825
5	50	10	40	1,283	47,5	480	725
6	10	10	80	1,514	43,5	543	660
7	80	10	5	1,184	46	440	760
8	50	10	20	1,255	65	542	710
9	10	10	40	1,452	69	653	665
10	50	10	20	1,295	48	404	660

11	10	10	40	Oxyde de zinc	1,502	77,5	563	640
12	50	10	40	Fluorure de calcium.	1,340	31,5	464	490
13	10	10	20	Oxyde de zinc	1,569	31	352	305
15	50	10	40	Oxyde de plomb	1,053	22,5	220	750
16	30	10	40	Huile vulcanisée	1,052	22,5	77	360
17	50	10	60	Huile vulcanisée	1,054	16	66	600
18	30	10	40	Huile traitée au chlorure de soufre.	1,031	15	55	455
19	87	10	60	Huile traitée au chlorure de soufre.	1,130	70,5	427	465
20	87	10	3	Magnésie calcinée.	1,027	45	225	665
21	75	10	3	Chaux hydraté	1,075	15	109	830
22	65	10	15	Paraffine.	1,041	14	115	1025
25	75	10	25	Paraffine.	1,030	15	96	825
26	65	10	15	Térébenthine	1,055	12	51	630
27	85	10	25	Térébenthine	1,032	29,5	376	975
28	80	10	5	Glycérine.	1,050	25,5	365	1050
29	80	10	10	Glycérine.	1,080	45	342	950
30	70	10	10	Bitume	1,085	67,5	407	875
31	60	10	20	Bitume	1,108	29	178	650
32	30	10	30	Poudrettes de régénérés (tampons).	1,101	25,5	156	600
IA	(1)	5	60	Poudrettes de régénérés (tampons).	0,925	38,5	230	772

(1) Feuille anglaise vulcanisée à froid.

Procédé Breuil. Traction lente. — On prend un anneau ou une rondelle de 60 millimètres de diamètre intérieur, 20 millimètres d'épaisseur et 20 millimètres de hauteur. On les place entre les mâchoires d'une dynamomètre et on les tractionne sous des charges maintenues cinq minutes et variant de 5 en 5 kilogrammes.

On mesure les allongements après chaque charge et jusqu'à rupture entre deux traits primitivement espacés de 40 millimètres. On mesure également la déformation permanente subie entre les repères et immédiatement après rupture.

Traction vive. — Même opération que ci-dessus, avec cette différence que la traction se fait sans arrêt et rapidement jusqu'à rupture, en notant la charge de rupture rapportée au millimètre carré de la double section, ainsi que l'allongement au moment de la rupture.

Traction réitérée. — Même opération avec une série de tractions rapides sous la même charge et en augmentant successivement les charges de 10 en 10 kilogrammes, et jusqu'à charge finale de 80 kilogrammes. On note les allongements successifs et la charge de rupture sous un nombre de tractions déterminé.

Tableau B. — DIMENSIONS ET POIDS DES RONDELLES SOUMISES AUX ESSAIS

Dimensions et poids	A	B	C	D	E	F	G
D, Diamètre extérieur . . .	108,2	107,2	108,8	108,8	106,1	106,1	108,7
E, Largeur	9,2	5,2	5,8	6,0	4,8	5,0	5,5
d', Diamètre moyen	109,0	102,0	103,0	103,8	101,3	101,1	103,2
e, Circonférence moyenne . .	342,0	320,0	321,0	343,0	318,0	318,0	324,0
Poids en grammes	36,95	18,75	11,40	11,17	9,48	8,59	18,81
Densité	1,060	1,060	1,065	1,065	1,061	1,061	1,060
V, Volume	34,858	17,689	10,704	10,488	8,935	8,111	17,745
S, Section = $\frac{V}{e}$	101,92	55,28	33,04	32,57	26,53	25,51	54,77
h, Hauteur = $\frac{S}{e}$	11,1	10,6	5,7	5,4	5,5	5,1	10,0
h', Hauteur observée	10,9	10,4	5,5	5,4	5,3	5,0	10,2

Tableau C. — ESSAIS DE TRACTION

Charge en kilog. kg	A		B		C		D		E		F	
	Longueurs	Allon- gements										
0	120	"	120	"	120	"	120	"	120	"	120	"
0,5	"	"	125	5	130	10	133	13	130	10	134	14
1	127	7	134	9	145	15	152	19	146	16	158	24
1,5	130	3	143	9	165	20	181	29	164	18	193	35
2	134	4	153	10	190	25	216	35	190	26	236	43
2,5	139	5	167	14	221	31	258	42	219	29	280	44
3	145	6	181	15	252	31	294	36	251	32	318	38
3,5	150	5	200	18	283	31	328	34	281	30	351	33
4	157	7	220	20	312	29	359	31	310	29	384	33
4,5	164	7	241	21	337	25	388	29	334	24	411	32
5	171	7	262	21	361	24	414	26	358	24	440	24
5,5	179	8	281	19	385	24	436	22	380	22	463	23
6	188	9	300	19	405	20	458	22	402	22	492	19
6,5	197	9	317	17	425	20	478	20	422	20	510	18
7	207	10	333	16	442	17	495	17	439	17	528	18
7,5	217	10	348	15	459	17	514	19	454	15	546	18

8	227	10	361	13	474	15	528	14	469	15	560	14
8,5	"	"	379	18	489	15	550	14	483	14	"	"
9	248	21	392	13	502	13	562	12	497	14	"	"
9,5	"	"	406	14	515	13	575	13	510	13	"	"
10	269	21	416	10	525	10	588	13	522	12	"	"
10,5	"	"	430	14	535	10	600	12	535	13	"	"
11	289	20	440	10	"	"	613	13	549	14	"	"
11,5	"	"	454	14	"	"	620	7	558	9	"	"
12	308	19	462	8	"	"	"	"	565	7	"	"
12,5	"	"	472	10	"	"	"	"	576	11	"	"
13	326	18	481	9	"	"	"	"	584	8	"	"
13,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
14	344	18	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
14,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
15	360	16	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
15,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
16	376	16	"	"	"	"	"	"	"	69	"	"
17,5	390	14	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
18	404	14	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
19	418	14	"	"	"	"	"	"	"	29	"	"
20	430	12	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
21	440	10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
22	450	10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
23	460	10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

Tableau D DONNANT LES RÉSULTATS
DES ESSAIS P. BREUIL

Rondelle n° 1 (distance primitive entre repères 10 mm).			
Charges totales	Allongements relevés immédiatement	Allongements relevés après 5 minutes	Observations
kg.	mm.	mm.	
10	54,5	54,5	On peut constater ici également le maximum d'allongement des bandes tractionnées et c'est pour ce maximum que l'effet de la vitesse de traction se fait sentir le plus.
15	72	73,5	
20	98	105	
25	131,5	134	
30	162	166,5	
35	185,5	190	
40	212,5	216	
45	227	231	
50	240	244	
55	254	256	
60	262	267	
65	272	275	
70	280	282	
75	285	286,5	
80	292	294	
85	297	299	
90	303	304	
95	305,5	297	
100	310	311	
Rondelle n° 2			
10,5	50	//	Comme on peut le voir, les allongements, dans le cas de cette rondelle, sont inférieurs à ceux de la rondelle précédente, mais différent de peu.
13,1	60	//	
18,2	80	//	
24,7	120	//	
31,6	160	//	
39,2	200	//	
51,9	240	//	
71,4	280	//	
87,6	300	//	

Tuyaux entoilés. *Mesure de l'étanchéité des tuyaux.* — Pour mesurer l'étanchéité des tuyaux en caoutchouc pur ou entoilé, on refoule de l'eau dans le tuyau au moyen d'une pompe, un manomètre étant branché sur le parcours indique la pression. Si le tuyau est étanche, aucun suintement ne doit apparaître sur sa surface extérieure après avoir laissé séjourner le liquide une demi-heure dans le tuyau à la pression voulue. Si le tuyau doit contenir de l'air sous pression, l'épreuve se fait en plongeant celui-ci dans un bac contenant de l'eau, les bulles d'air qui se forment décèlent les fuites.

Mesure de la résistance et du gonflement. — Cet essai consiste à mesurer les déformations subies par le tuyau sous une pression déterminée ; cette pression correspond généralement au double de la pression à laquelle il doit travailler.

Mesure de la souplesse et de la flexibilité (fig. 1). — On fait passer le tuyau sous une poulie à gorge et on suspend à ses deux extrémités un plateau qu'on charge de poids jusqu'à ce que les deux brins soient parallèles ; les poids nécessaires pour arriver à ce résultat mesurent la souplesse du tuyau. On note en même

temps l'écrasement du tuyau sur la partie arrondie.

Autre procédé :

On soumet le tuyau à une courbure de 100 millimètres de rayon. On ne doit observer après cette épreuve ni cassure, ni déchirure, ni aplatissement.

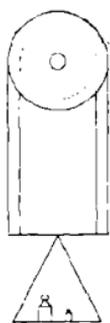


Fig. 1.

Mesure de l'adhérence des toiles.— On mesure l'adhérence de la robe intérieure en caoutchouc sur la première toile et celle des toiles entre elles en plaçant le tuyau entre les mâchoires d'un dynamomètre et en notant l'effort de résistance nécessaire à la déchirure des toiles.

Certaines compagnies de chemins de fer exigent un effort de 8 000 kilogrammes, appliqué au moyen de la presse hydraulique, pour celles travaillant à la compression et 5 500 kilogrammes pour celles travaillant à la traction. L'épaisseur doit être réduite au tiers et les plaques doivent reprendre leur épaisseur primitive au bout d'un certain temps et ne présenter ni criques, ni fentes, ni altération de forme. Les tuyaux pour freins doivent résister à 50 kilogrammes par centimètre carré.

CHAPITRE VI



ESSAIS A LA COMPRESSION

Les essais de compression ont pour objet de déterminer les déformations par compression ou écrasement lent ou rapide. Les épreuves comprennent : la déformation temporaire, la déformation permanente et la perte de hauteur.

La déformation temporaire est celle qui résulte de l'effort d'une pression, mais qui disparaît lorsque cette pression cesse d'exister.

La déformation permanente est celle qui résulte d'une pression lente, vive ou répétée, mais qui ne disparaît pas, même lorsque cette pression cesse d'exister.

La perte de hauteur est la réduction permanente de la hauteur sous une pression déterminée.

Les essais se font, en général, sur des rondelles ou sur des prismes. On emploie comme appareil de compression, soit un dynamomètre avec un dispositif spécial, soit un système de deux plateaux métalliques circulaires dont l'un est mobile et l'autre fixe. Celui qui est mobile est traversé à son centre par une tige supportant un autre plateau chargé de poids. Celui qui est fixe est évidé en partie pour laisser passer la tige du premier.

Méthode Boileau. — On prend une série de rondelles de 90 millimètres environ de diamètre et 20 millimètres d'épaisseur, 40 millimètres d'ouverture intérieure. On les empile les uns au-dessus des autres en intercalant entre elles des plaques de fer de 5 millimètres d'épaisseur. On fait agir sur ces rondelles des charges variant entre 3 et 5 kilogrammes par centimètre carré, et on mesure la compression en millimètres qu'elles ont subie ainsi que la déformation après décharge.

Tableau E DONNANT LES RÉSULTATS
DES ESSAIS DE ROILEAU

Charges en kilogrammes			Charges en kilogrammes		
totales	par cm ²	compression en mm.	totales	par cm ²	compression en mm.
kg.	kg.	mm.	kg.	kg.	mm.
166	2,967	8,4	446	7,971	30,9
186	3,224	9,6	466	8,328	32,0
206	3,681	11,1	506	9,043	33,3
226	4,039	12,7	526	9,400	34,2
246	4,396	14,6	546	9,758	35,1
266	4,754	16,7	566	10,115	35,9
286	5,111	18,7	586	10,473	37,1
306	5,469	20,3	606	10,830	37,8
326	5,826	22,2	646	11,545	38,4
346	6,184	23,8	686	12,260	39,0
386	6,898	26,9	726	12,975	39,5
406	7,256	28,3	766	13,690	40,0
426	7,613	29,6	806	14,494	40,0

Méthode Debonnefoy. — On prend trois rondelles de 30 à 40 millimètres d'épaisseur placées les unes au-dessus des autres. On les soumet à des compressions successives de 1 000 à 6 000 kilogrammes, puis on note les efforts et les fléchissements correspondants. On a, d'une part, la li-

mite élastique, c'est-à-dire le poids maximum d'après lequel l'épaisseur des rondelles ne varie plus, d'autre part, la perte d'épaisseur pour les trois rondelles à cette limite.

Méthode Breuil. — Une rondelle de 120 millimètres de diamètre environ, 60 millimètres d'ouverture intérieure, 30 millimètres d'épaisseur, est écrasée entre deux plateaux qu'on rapproche l'un de l'autre au moyen d'un dynamomètre. On relève les efforts produits sur la bascule et on mesure les épaisseurs successives obtenues par l'écartement des plateaux, au moyen d'une jauge réglable qui permet de mesurer au $\frac{1}{10}$ de millimètre.

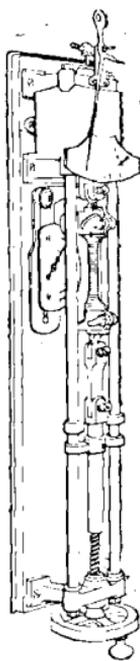


Fig. 2.

On opère de même avec des cylindres en caoutchouc en mesurant les hauteurs successives obtenues avec des charges correspondantes.

Appareils pour les essais de traction et de compression du caoutchouc. *Dynamomètre Delaloe (fig. 2).* — Le dynamomètre Delaloe comprend : 1° un bâti muni d'une vis produisant la traction de l'échantillon au moyen d'un volant mû à la main ; 2° un res-

sort qui, sous l'effort de la tension de la bande de caoutchouc qui lui est solidaire, se comprime en entraînant une aiguille devant une graduation. Lorsque l'échantillon se rompt, l'aiguille est abandonnée par la butée du ressort qui l'entraîne et reste sur la division. On ramène après cette aiguille au zéro.

Dynamomètre P. Breuil (fig. 3). — Cet appa

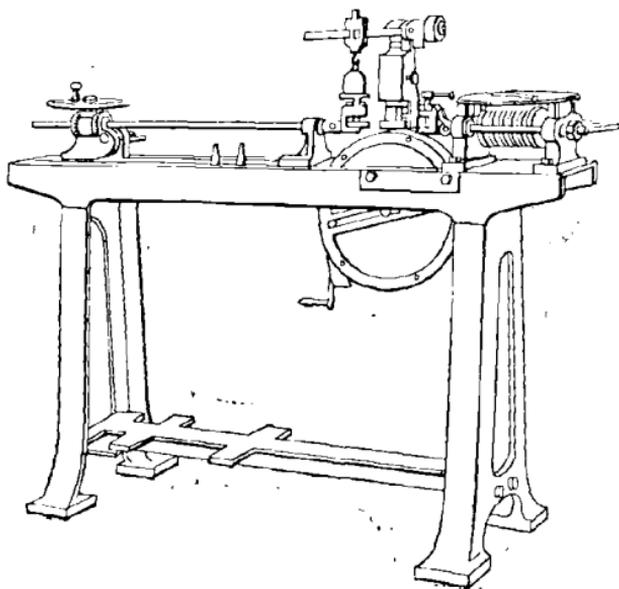


Fig. 3.

reil de précision se compose d'une table en fonte qui repose sur deux pieds également en fonte,

entretoisés. Sur cette table sont placés les appareils servant à produire les efforts et à les mesurer.

Pour essayer une pièce à la traction, on amarre celle-ci dans les mâchoires de l'appareil. Une des mâchoires est reliée à un coulisseau qui lui-même est réuni par une vis à un deuxième coulisseau. Cette vis est commandée à deux vitesses ; à la grande vitesse, au moyen d'un volant horizontal porté par un appui, et à la petite vitesse au moyen d'une vis tangente commandant le pignon situé sur l'avant de ce même appui.

Les essais de compression se font en plaçant entre les mâchoires un petit appareil dit de réversion qui comprend quatre plateaux accouplés deux par deux et disposés de telle façon que lorsque les plateaux extérieurs s'écartent l'un de l'autre, les plateaux médians se rapprochent. On dispose les pièces à comprimer entre ces deux derniers plateaux et on mesure ensuite les efforts et les déformations au moyen d'une aiguille mue par un ressort et qui se déplace devant une graduation.

Tableau F
ESSAIS DE BANDES DE CAOUTCHOUCS DIVERS EFFECTUÉS AU DYNAMOMÈTRE P. BREUL.

Marque des bandes	Composition des mélanges		Temps et température de vulcanisation	Dimensions transversales des bandes	Charges de rupture par mm ² de la section initiale des bandes	Allongements à la rupture en nombre de fois la longueur de la mesure de l'allongement
	Gomme	soufre				
A	0/0	0/0		en mm. 5 X 25	en grammes 9	fois 3,75
B	97,0	3,0	Néant	6,5 X 25	104	8,1
C	96,0	4,0	"	5,5 X 25	457	6,0
D	97,0	3,0	"	5 X 25	104	9,8
E	96,0	4,0	"	5 X 25	96	5,7
F	62,0	6,0	32,0 de factice	5 X 25	122	7 0
G	87,0	13,0 soufre doré	Néant	5 X 25	232	10,2
H	76,0	11,0 soufre doré	13,0 de charge	5 X 25	140	9,7
I	48,0	16,0 soufre doré	36,0 de factice	5 X 25	406	5,9
J	48,0	6,0	46,0 de charge	5 X 26	465	7,0
K	50,0	3,0	46,0 de charge	5 X 25	1er essai 375	10,25
L	27,0	2,0	71,0 de charge	5 X 25	2e essai 380	10,20
M	10,0	2,0	{ 3,0 feutre enduit 15,0 de charge	5 X 24 5 X 25	600 415	4,15 0,43

(1) Les gommés de ces divers mélanges n'étaient apparemment pas les mêmes. La longueur entre les marques était de 42 millimètres dans toutes les bandes.

CHAPITRE VII

ESSAIS RAPIDES D'ÉLASTICITÉ ET DE DURETÉ DANS LES CAOUTCHOUCS MANUFACTURES (PROCÉDÉ P. BREUIL).

Description de l'élasto-duromètre P. Breuil. — L'appareil comprend une plaque de base montée sur trois vis calantes, et portant une colonnette méplate sur laquelle peut se déplacer, au moyen d'une forte vis, un coulisseau supportant lui-même un plateau spécial.

Ce plateau est percé d'un trou fileté dans lequel on peut visser à volonté, soit le dispositif pour l'essai d'élasticité, soit celui pour l'essai de dureté.

Le dispositif servant à mesurer l'élasticité d'un caoutchouc (*fig. 4*) se compose d'un tube en celluloid ou en verre transparent portant une graduation et muni à sa partie supé-

rière d'un diaphragme à vis pouvant donner 15 millimètres d'ouverture et destiné à recevoir une bille en acier de 5 millimètres de diamètre.

Essais d'élasticité.

— Après avoir réglé l'aplomb de l'appareil au moyen de trois vis calantes et du niveau à bulle d'air, on serre la pièce à essayer ayant 5 à 6 millimètres d'épaisseur, entre la platine porte-tube et la plaque de base.

On place ensuite la bille sur le diaphragme et l'on ouvre celui-ci doucement pour faire tomber verticalement la bille sur la pièce à essayer. On lit, au moyen de la graduation portée sur la colonne de verre, la hauteur à laquelle la bille a rebondi. Le rapport de cette hauteur à la hauteur de chute représente la mesure d'élasticité. On répète cette opération pour s'assurer de l'exactitude de ce résultat, après avoir dégagé la

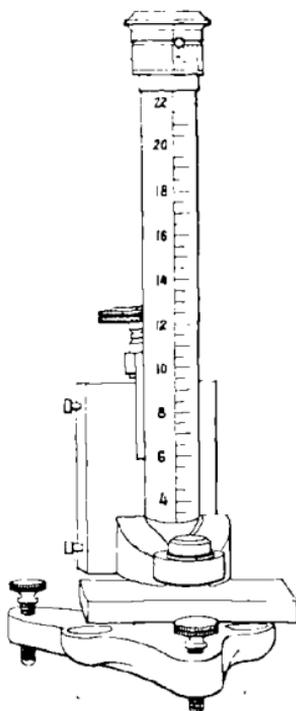


Fig. 4.

bille au moyen d'une ouverture latérale ménagée dans la platine porte-tube.

Description du dispositif pour les essais de dureté. — Le dispositif servant aux essais de dureté (*fig. 5*) comprend un tube en laiton

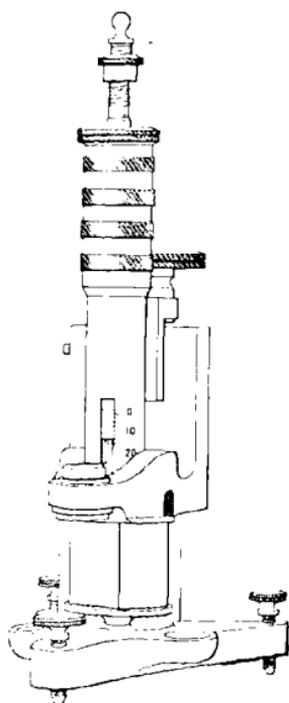


Fig. 5.

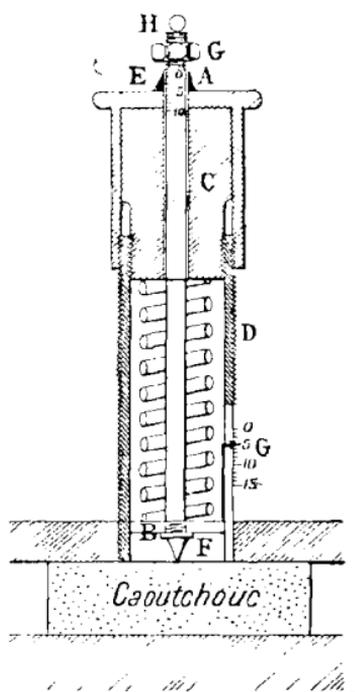


Fig. 6.

qu'on visse à la place du tube en celluloid dans la platine supérieure. Dans ce tube est logé un ressort à boudin (*fig. 6*) qui vient s'appuyer,

d'une part, sur l'embase B d'une tige A et, d'autre part, sur une pièce C qui se visse sur le tube D. La tige II porte une graduation à sa partie supérieure, laquelle graduation sert à mesurer la quantité dont la pièce C se déplace par rapport au tube D, lorsqu'on visse les deux pièces l'une sur l'autre. Cette quantité correspond exactement à l'effort supporté par le ressort à boudin qui a été étalonné. L'embase B de la tige A porte une pointe F qui, sous l'effet de la pression du ressort, pénètre dans la pièce dont on veut déterminer la dureté. Cette pénétration est mesurée en dixièmes de millimètre au moyen d'un index à vernier qui se déplace devant une graduation tracée sur le tube D.

Essais de dureté. — L'échantillon à essayer est serré entre les deux plateaux de l'appareil comme il a été dit pour l'essai d'élasticité. On visse ensuite la pièce C sur le tube D, on lit l'abaissement en millimètres produit sur la tige A et on se reporte à un tableau de tarage du ressort pour savoir à quel effort correspond son écrasement. On lit également l'effort correspondant à la pénétration de la pointe F dans la matière et on établit le rapport de la pression à l'enfoncement maximum de la pointe.

Tableau G INDIQUANT LE RENDEMENT MÉCANIQUE DE DIVERSES
L'ÉLASTO-DUROMÈTRE

Marque des échantillons	Composition des mélanges			Temps et température de vulcanisation
	Gomme	Soufre	Adjuvants	
	%	%		
A	97,0	3,0	Néant	} 3 ^h 15' à 130°
B	96,0	4,0	"	
C	97,0	3,0	"	
D	96,0	4,0	"	
E	62,0	6,0	32 de factice	1 ^h 20' à 135°
F	87,0	13,0 (soufre doré)	"	} 2 ^h 45' à 135°
G	76,0	11,0 "	13 (charge)	
H	48,0	16,0 "	36 (factice)	2 ^h à 135°
I	48,0	6,0	46,0 (charge)	} 2 ^h 30' à 126°
J	48,0	6,0	46,0 (charge)	
K	50,0	3,0	47,0 (charge)	1 ^h 30' à 135°
L	27,0	2,0	71,0 (charge)	1 ^h 30' à 130°
M	10,0	2,0	{ 43,0 (feutré enduit)	} 1 ^h 30' à 126°
			{ 45,0 (charge)	
Gomme à effacer. — Composition inconnue				
Ébonite de première qualité				
Ébonite de deuxième qualité				

QUALITÉS DE CAOUTCHOUC, BRUT OU VULCANISÉ, EFFECTUÉ AVEC P. BREUIL

Épaisseur des échantillons	Essais d'élasticité		Essai de dureté			Observations
	Hauteur de rebondissement de la bille	Rapport de la hauteur de rebondissement à la hauteur de chute	Enfoncement E de la pointe en mm.	Efforts P en kilos pour cet enfoncement	P E	
mm.	mm.	%		kg		
5	102	40,5	4	2,400	0,60	Pas d'empreintes permanentes
5	140	56,0	4	1,800	0,45	
5	135	54,0	4	1,560	0,39	
5	122	48,5	4	1,680	0,42	
5,5	96	38,5	4	1,920	0,48	
6,0	130	52,0	4	2,700	0,67	
4,8	122	49,0	4	4,200	1,05	
5,0	82	32,8	4	3,000	0,75	
5,0	100	40,0	4	6,600	1,65	
5,0	88	35,2	4	7,800	1,95	
5,0	92	36,8	4	6,000	1,50	Empreintes permanentes
4,5	85	34,0	3	14,400	4,80	
4,5	60	24,0	0,8	14,400	19,00	
10	125	41,5				
10	202	81,0				
10	110	44,0				

Tableau G INDIQUANT LE RENDEMENT MÉCANIQUE DE DIVERSES QUALITÉS DE CAOUTCHOUC, BRUT OU VULCANISÉ, EFFECTUÉ AVEC L'ÉLASTO-DUROMÈTRE P. BREUIL (*suite et fin*).

Marque des échantillons	Composition des mélanges			Temps et température de vulcanisation	Épaisseur des échantillons	Essais d'élasticité	
	Gomme	Soufre	Ajouvants			Hauteur de rebondissement de la bille	Rapport de la hauteur de rebondissement à la hauteur de chute
	0/0	0/0			mm.	0/0	
A-1. 95,0 Para	5	Néant		2h30' à 140°	30	60,0	
A-2. "	5	"		2h à 141°	30	63,2	
A-3. "	5	"		2h à 142°	30	60,5	
B-1. 91,0 Para	9,0	"		2h30' à 146°	30	50,0	
B-2. "	9,0	"		2h0,5' à 146°	30	55,0	
B-3. "	9,0	"		2h à 142°	30	58,0	
Pinky de Tamatave					15	68,0	
Sernamby Manaoa					15	40,0	
Soudan Niggers					20	54,0	
Madagascar Twists					20	52,0	
Poix					5	2,0	
Première sorte de caoutchouc feutré					35	14,0	
Deuxième "					35	14,0	
Troisième "					3	52	20,8
Quatrième "					3	45	18,0

ESSAIS PHYSIQUES DES OBJETS A PAROIS MINCES
(MÉTHODE R. DITMAR)

Description de l'appareil. — L'appareil destiné aux essais de rupture des objets en caoutchouc à parois minces consiste en un petit cylindre de verre A gradué (*fig. 7*) de 3 centi-

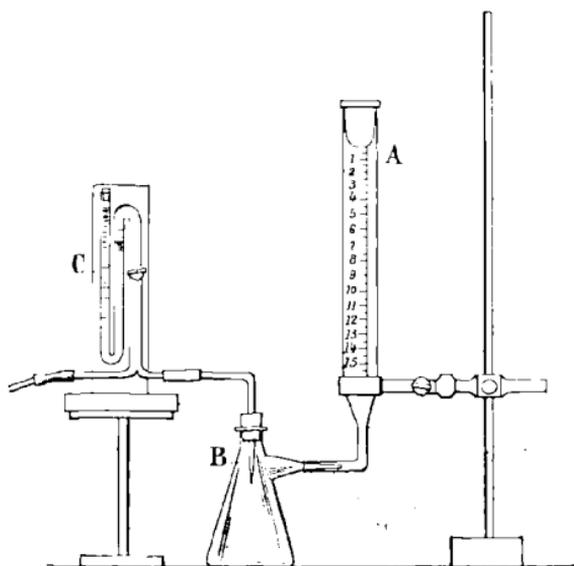


Fig. 7.

mètres de diamètre environ, étiré en pointe à sa partie inférieure et dont la partie supérieure est aplatie. A ce cylindre est branché un flacon

à vide B muni d'un bouchon en caoutchouc traversé par un tube, dont l'extrémité à l'intérieur du flacon est terminée en une pointe capillaire. Ce tube, courbé à angle droit, est mis en rapport avec un manomètre C au moyen d'une pompe à vide.

Mode opératoire. — Placer en haut du tube l'objet à essayer en le serrant avec une bague en caoutchouc. Faire ensuite le vide en dessous de lui jusqu'à rupture produite par l'extension qu'il subit. Lire alors la division devant laquelle sa pointe se trouvait placée au moment de la rupture, ainsi que le degré de vide indiqué par le manomètre.

CHAPITRE VIII

—

ANALYSE DES LATEX

Corps à doser. — 1° Caoutchouc pur ; 2° Eau ; 3° Matières azotées ; 4° Matières minérales.

Dosage de l'eau. — Le dosage de l'eau se fait par évaporation de 10 centimètres cubes de liquide dans une étuve à acide carbonique portée à 100-110° jusqu'à poids constant.

Dosage de la gomme. — On dose la gomme en dissolvant, au moyen de la benzine cristallisable, le produit desséché à l'abri de l'air, dans une étuve à acide carbonique, par exemple. On filtre, on concentre au bain-marie et on précipite par l'alcool fort employé en excès. On filtre, on dissout à nouveau par la benzine et on reprécipite par l'alcool absolu. Nouvelle filtration et lavage à l'alcool chaud. On dessèche à l'abri de l'air et on pèse.

Dosage des sels minéraux. — Les sels minéraux s'obtiennent en calcinant modérément 50 grammes du produit desséché.

Dosage des matières azotées. — Les matières organiques azotées se dosent par la méthode de Kjeldahl sur 2 grammes du produit desséché à l'abri de l'air.

On introduit la matière dans une fiole conique contenant 4 centimètres d'acide sulfurique concentré et deux gouttes de mercure. On chauffe graduellement au bec Bunsen muni d'un support à toile métallique, jusqu'à ce que le liquide devienne incolore. On laisse refroidir, puis on étend d'eau avec précaution. On transvase ensuite les liquides dans un ballon de 1 litre, on ajoute encore de l'eau jusqu'à moitié du ballon et enfin un léger excès de solution de soude à 60 %, puis 40 à 50 centimètres cubes de sulfure de sodium. On adapte aussitôt le ballon sur le réfrigérant d'un appareil de Schløsing, après avoir ajouté un peu de grenaille de zinc pour régulariser l'ébullition. On distille ensuite l'ammoniacque produite.

Le liquide ammoniacal est reçu dans un verre contenant 10 centimètres cubes d'acide sulfurique normal additionné de quelques gouttes de phtaléine du phénol. L'opération est terminée

lorsque le liquide qui distille ne bleuit plus le papier de tournesol sensible. On titre ensuite avec une solution de potasse normale.

$(N - n) 0,014 =$ quantité d'azote contenu dans la prise d'essai :

$N = 10$ centimètres cubes SO^4H^2 ;

$n =$ centimètres cubes de potasse employée.

Tableau H. — COMPOSITION DES LATEX

<i>Analyse du lait d'Hevea par Semler</i>	
Caoutchouc.	32 ⁰ / _n
Eau	56
Substances organiques et minérales	12
	100
<i>Autre composition par Clouth</i>	
Caoutchouc.	32 ⁰ / _n
Substances azotées	2,30
Sels minéraux.	9,70
Eau	56
	100
<i>Analyse du lait d'Hevea par Faraday</i> (Densité = 1,012)	
Caoutchouc pur	31,70
Matières albuminoïdes.	1,90
Matières colorantes organiques.	7,00
Eau, acides.	56,37
Substances solubles de l'eau.	2,90
Résine	0,73
	100,60

ÉVALUATION DE LA RICHESSE D'UN LATEX (1)

Numération des globules. — Prendre 1 centimètre cube de latex normal ; le diluer dans 500 centimètres cubes d'une solution de chlorure de sodium à 20 ‰. Prélever une goutte de ce mélange bien homogène et le placer sur une lamelle porte-objets Thoma, portant un carré de 1 millimètre divisé en 20 parties. Chaque côté des carrés représente 1/20 millimètre. Couvrir la lamelle et examiner ensuite la préparation avec un grossissement de 6 à 800 diamètres, puis compter les globules.



Fig. 8.

Établir le rapport entre le latex type de l'*Hevea brasiliensis* et le latex à examiner, sachant que le premier donne 50 millions de globules par millimètre cube.

On peut, pour plus de précision, se servir de la pipette Thoma (fig. 8), d'un centimètre cube, à tube semi-capillaire gradué en millimètres cubes jusqu'à l'ouverture de l'ampoule.

On aspire, avec cette pipette, 1 millimètre cube

(1) Victor HENRY. — *Caoutchouc et gutta-percha*, 1907.

si le latex est très riche, ou davantage si c'est nécessaire et on complète le volume de 1 centimètre cube avec la solution de chlorure de sodium. On mélange au moyen de la bille de verre qui se trouve à l'intérieur de l'ampoule, en bouchant en même temps, avec les doigts, les deux orifices. Il ne reste plus ensuite qu'à préparer la lamelle.

CHAPITRE IX

—

ANALYSE CHIMIQUE DU CAOUTCHOUC BRUT OU NON VULCANISÉ.

* **Méthode Pontio.** *Échantillonnage.* — Prélever dans la plaque ou le morceau de caoutchouc un échantillon moyen en découpant des bandes dans le sens de la longueur et de la largeur. Couper ces bandes en petits fragments, mélanger le tout et prélever la quantité nécessaire à l'analyse.

Corps à doser. — 1° Humidité ;

2° Résidu organique (albumine et débris végétaux) ;

3° Résidu minéral ;

4° Résines ;

5° Gomme pure.

Humidité. — Prendre 2 grammes de caoutchouc finement divisé. Les placer dans une capsule de porcelaine de Saxe, forme basse, et por-

ter à l'étuve à acide carbonique pendant quatre heures à 105-110°.

Résidu organique et minéral. 1^{er} PROCÉDÉ.

— Prendre les 2 grammes de caoutchouc provenant du dosage précédent. — Les placer dans un verre de Bohême de 250 centimètres cubes contenant 125 centimètres cubes de xylol purifié. — Porter sur le bain de sable et chauffer. — Durée de la digestion, deux à trois heures. — Enlever le vase du bain de sable et laisser reposer. — Décantier le liquide dans un autre verre de Bohême.

Mettre à nouveau, avec le dépôt, 60 centimètres cubes de xylol purifié. — Chauffer encore une heure environ. — Laisser déposer et étendre avec 50 centimètres cubes d'éther de pétrole. — Décantier à nouveau en réunissant les liquides de décantation. — Laver le résidu dans le vase même avec 50 centimètres cubes d'éther de pétrole bouillant. — Décantier dans le vase ayant reçu les liquides précédents. — Jeter le contenu de ce vase dans le filtre-compresseur (*fig.* 10), muni de son disque en papier pour taille-douce. — Laver encore une fois le résidu avec 50 centimètres cubes d'éther de pétrole bouillant. — Agiter et jeter liquide et dépôt dans le filtre après avoir filtré le premier liquide. — Laver le vase avec un

peu de xylol chaud pour pouvoir enlever plus facilement les poussières minérales adhérant aux parois du vase et terminer le lavage avec de l'éther de pétrole. — Faire sécher le filtre à l'étuve ordinaire à 100-110° pendant trois heures. — Peser le filtre après repos d'une demi-heure dans la cage de la balance de précision munie de vases à chlorure de calcium. — Prendre le poids. — Porter ensuite au moufle dans une capsule de porcelaine tarée, et calciner au rouge très sombre jusqu'à disparition totale du charbon. — Laisser refroidir et peser à nouveau.

La différence entre la première et la deuxième pesée donnera les matières organiques. La deuxième pesée, les matières minérales.

2° PROCÉDÉ. — Par digestion dans la vapeur de cumène (voir p. 80).

Résines. — Placer 2 grammes de caoutchouc finement divisé dans un entonnoir de porcelaine à trous. Mettre celui-ci et son contenu dans l'appareil décrit à la p. 69 avec 700 centimètres cubes d'alcool à 96°. Faire digérer pendant huit heures consécutives. Enlever l'entonnoir; laver plusieurs fois à l'alcool bouillant, en se servant d'une pissette (si on a plusieurs échantillons à traiter en même temps, laver pendant une heure dans la partie supérieure du digesteur,

avec les vapeurs d'alcool condensé). — Faire sécher à 100° dans l'étuve à acide carbonique pendant deux heures et peser. — La perte de poids donnera la quantité d'eau et de résines contenues dans la matière sur 2 grammes. En ramenant à 100 et en déduisant la teneur en eau connue d'autre part, on aura les résines par différence.

Gomme pure. — On obtient la gomme pure en déduisant du poids initial la somme de l'eau, des impuretés organiques et minérales ainsi que des résines.

* **Méthode Fendler.** 1° *Impuretés insolubles.*
— Prendre 2 grammes de caoutchouc desséché à l'étuve. — Les placer dans un ballon avec 100 centimètres cubes d'éther de pétrole. — Laisser digérer pendant vingt-quatre heures en agitant de temps à autre le ballon bouché et laisser déposer. — Tarer un tube d'Allihn contenant un tampon de coton de verre. — Filtrer à travers le tube dans un ballon de 50 centimètres jusqu'au trait de jauge. — Couvrir le tube pendant l'opération avec un verre de montre. — Filtrer le reste de la dissolution dans un autre récipient ; laver à l'éther de pétrole, sécher et peser. — L'augmentation du poids du tube donne la quantité d'impuretés insolubles sur 2 grammes de caoutchouc sec.

2° *Gomme pure.* — Mettre les 50 centimètres cubes de la solution de caoutchouc filtrée dans un ballon taré de 200 centimètres cubes ; laver avec quelques centimètres cubes d'éther de pétrole. — Ajouter à la dissolution 70 centimètres cubes d'alcool absolu en agitant le liquide. Décanter le mélange éther de pétrole-alcool. — Laver le caoutchouc trois fois à l'alcool. — Sécher le ballon qui le contient à l'étuve à acide carbonique et à 100° pendant deux heures. — Peser. — L'augmentation du poids du ballon donnera la quantité de gomme pure contenue dans 1 gramme de caoutchouc brut.

3° *Résines.* — Les liquides éther de pétrole-alcool et alcool de lavage provenant de la séparation de la gomme sont rassemblés dans un ballon taré, puis distillés au bain-marie. Le résidu est ensuite séché et pesé. L'augmentation de poids du ballon donnera la quantité de résines contenue dans 1 gramme de caoutchouc brut.

Méthode au nitrosite de C. O. Weber.

1° *Résines.* — Prendre 1 gramme de caoutchouc finement découpé. — Le traiter par l'acétone bouillante pendant six heures dans un appareil à épuisement. — Faire dessécher ensuite l'échantillon dans un courant de gaz d'éclairage ou

d'acide carbonique à 90-100° pendant deux heures. — Laisser refroidir et peser. — La différence du poids initial avec le second donnera la quantité de résines solubles dans l'acétone.

2° *Impuretés minérales et organiques.* — Placer l'échantillon ainsi traité dans un vase conique. — Y ajouter 100 centimètres cubes de benzine cristallisable. — Boucher et laisser digérer vingt-quatre heures en agitant de temps en temps. — Prendre, d'autre part, 20 grammes de nitrate de plomb. — Les placer dans une nacelle en porcelaine et introduire celle-ci dans un tube à analyses en verre, muni à son extrémité d'un tube à dégagement. — Chauffer modérément le nitrate de plomb. — Faire passer le gaz dans un tube en U garni d'acide phosphorique vitreux. — Le diriger ensuite dans la solution benzénique et interrompre l'arrivée du gaz lorsque celle-ci a pris une teinte brun rouge foncé. — Laisser reposer une heure. — Filtrer le liquide sur un filtre taré et joindre les parcelles entraînées dans le filtre avec la masse principale laissée dans le flacon. — Sécher ensuite au bain-marie. — Reprendre le produit sec par 100 centimètres cubes d'acétone. — Faire bouillir quelques minutes et filtrer à nouveau sur le même filtre taré. Le contenu du filtre lavé à l'acétone chaude et séché à 100 degrés

pendant deux heures donnera les impuretés minérales et organiques (albumines) contenues dans 1 gramme de caoutchouc.

3° *Gomme pure.* — La solution acétonique est versée en filet dans huit fois son volume d'eau. Le caoutchouc nitrosé se dépose. Le recueillir sur filtre taré. Laver à l'eau chaude et sécher à 85–90° jusqu'à poids constant, puis peser. Le poids obtenu multiplié par 0,596 donnera la quantité de gomme pure contenue dans 1 gramme de caoutchouc essayé.

* **Méthode Budde.** *Gomme pure.* — Dissoudre 16 grammes de brome, soit 6 centimètres cubes et 1 gramme d'iode dans du tétrachlorure de carbone; amener à 1 litre. — Mettre, d'autre part, 1 gramme de caoutchouc à analyser, dans un ballon de 100 centimètres cubes avec 60 ou 80 centimètres cubes de tétrachlorure et agiter de temps en temps jusqu'à dissolution. — Compléter ensuite à 100 centimètres cubes à 15°, avec du tétrachlorure. — Prendre 10 centimètres cubes de cette solution correspondant à 0,1 gramme et filtrer en étendant à 20 centimètres cubes si cela est nécessaire, puis laver au tétrachlorure en employant 50 centimètres cubes de liquide. — Ajouter ensuite à cette solution de caoutchouc 50 centimètres cubes de solution de brome-iode.

— Le liquide se trouble rapidement et se sépare en masse gélatineuse qui se dépose au fond du verre.
 — Ajouter alors un volume d'alcool à 90° égal à la moitié du volume total de la solution de tétrachlorure renfermant le tétrabromure de caoutchouc. Filtrer sur filtre séché à 50-60°, et laver avec un mélange de deux parties de tétrachlorure pour une partie d'alcool. — Sécher à 60° jusqu'à constance de poids et peser le tétrabromure.

De la quantité de tétrabromure trouvée, déduire la teneur en caoutchouc pur d'après :

$C^{10}H^{16}Br^4 : C^{10}H^{16} = \text{tétrabromure} : \text{caoutchouc pur}$
 ou

$$\frac{456}{136} : \frac{\text{tétrabromure trouvé}}{x}$$

* **Méthode Budde modifiée par Pontio.**
Gomme pure. — Dissoudre huit grammes de brome, soit 3 centimètres cubes, dans du tétrachlorure de carbone et compléter à 250 centimètres cubes.

Prendre, d'autre part, 2 grammes de caoutchouc à analyser et le faire dissoudre au bain de sable avec 80 centimètres cubes de xylol purifié.
 — Filtrer, laver trois ou quatre fois avec du xylol chaud. — Compléter ensuite le volume

de 200 centimètres cubes à + 15° après avoir transvasé dans un ballon jaugé.

Prélever 10 centimètres cubes de la solution de caoutchouc. — Les placer dans une éprouvette à pied ou dans un vase cylindrique de 500 centimètres cubes de capacité environ. — Verser dessus 20 centimètres cubes de la solution bromique étendu à 50 centimètres cubes avec du tétrachlorure de carbone. — Mélanger convenablement les liquides en agitant le vase avec la main. Verser ensuite 150 centimètres cubes d'acétone purifiée. — Agiter au moyen d'un agitateur en verre, et laisser reposer une demi-heure. — Filtrer sur filtre taré, préalablement lavé avec de l'acétone et séché. — Laver à l'acétone un certain nombre de fois, tout en rassemblant le précipité au fond du filtre. — Laisser ensuite sécher à l'air libre une heure environ en ayant soin de déplacer le précipité avec un fil de platine pour faciliter l'évaporation de l'acétone, puis porter à l'étuve à 70-80° pendant deux heures. — Peser le tétrabromure de caoutchouc et multiplier le résultat par 0,298 pour avoir la gomme pure sur 0,10 de caoutchouc et ramener à 100.

DÉTERMINATION DE LA DENSITÉ
D'UN CAOUTCHOUC BRUT OU NON VULCANISÉ

Méthode du flacon. — Prendre un petit flacon à densité. Le remplir au trait de repère d'alcool à 65°. L'essuyer convenablement, et le placer sur un des plateaux d'une balance de précision avec, à côté de lui, un petit cube de caoutchouc desséché préalablement dans une étuve à acide carbonique entre 100-110° et ce, jusqu'à poids constant.

Enlever le morceau de caoutchouc et le remplacer par le poids p .

Le plonger ensuite dans le flacon et exposer le tout dans le vide pour chasser les bulles d'air. Affleurer ensuite exactement au trait de repère et remettre sur la balance. Soit p' , ce nouveau poids.

La densité de l'alcool à 65° et à la température t de l'expérience étant d , la densité de l'échantillon de caoutchouc sera :

$$D = \frac{p}{p'} d^t$$

CHAPITRE X

—

DIGESTEUR-LIXIVIATEUR PONTIO POUR L'ANALYSE DU CAOUTCHOUC BRUT OU VULCANISÉ.

Description de l'appareil. — L'appareil se compose de deux récipients en verre superposés A et B (*fig. 9*) ; d'un dispositif en verre soufflé C et d'un réfrigérant Soxhlet D.

Le récipient inférieur est un ballon digesteur A muni d'un tampon T formant bouchon, au centre duquel se place : 1° la douille rodée du récipient supérieur B appelé lixiviateur ; 2° le support S destiné à recevoir six entonnoirs. A l'intérieur du lixiviateur se trouvent également placées au centre d'un deuxième bouchon rodé six pommes d'arrosoir, munies de crochets servant à suspendre les entonnoirs. Chaque pomme est surmontée d'un bras formant conduite qui se relie au réfrigérant par une ouverture rodée.

Emploi de l'appareil. — Oter le tampon de l'appareil. Le placer sur un support qui permette à l'opérateur de disposer ses échantillons dans les entonnoirs spéciaux, et de suspendre ceux-ci à la potence de verre accrochée dans l'ouverture inférieure du lixiviateur.

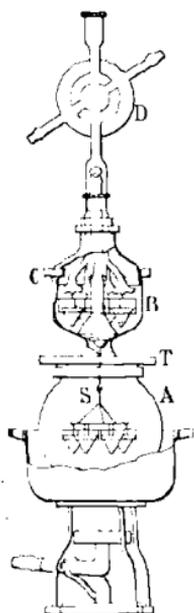


Fig. 9.

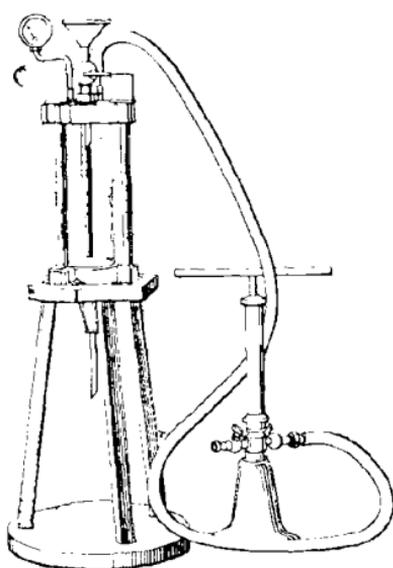


Fig. 10.

Vaseliner convenablement le tampon à sa partie rodée et boucher le récipient, après avoir introduit la quantité de dissolvant nécessaire.

FILTRE-COMPRESSEUR PONTIO
POUR LE DOSAGE DES MATIÈRES MINÉRALES
ET ORGANIQUES INSOLUBLES, CONTENUES
DANS LE CAOUTCHOUC BRUT OU VULCANISÉ,
SANS CHARGE (1).

Description de l'appareil. — L'appareil se compose : 1° d'un trépied en chêne surmonté d'une plate-forme ayant à son centre une ouverture circulaire (*fig. 10*); 2° d'un support en fonte nickelée reposant sur le trépied et dans lequel une autre ouverture est ménagée pour pouvoir supporter une plaque perforée en maillechort, ainsi qu'un entonnoir de même composition; 3° d'un cylindre en verre transparent d'un centimètre d'épaisseur, reposant sur un filtre en cellulose comprimée placé sur la partie annulaire du support de fonte; 4° d'un chapeau en fonte nickelée couvrant le cylindre et portant trois échancrures équidistantes destinées à recevoir trois tiges à bout fileté partant du support

(1) Cet appareil convient surtout pour le dosage rapide des impuretés dans le caoutchouc brut ou la gutta-percha, ou encore lorsqu'on veut prélever une partie aliquote d'un liquide mesuré.

inférieur et reliant celui-ci au chapeau au moyen de trois boulons à vis ; 5° d'une pompe à bras pouvant donner 10 kilogrammes de pression.

Le chapeau est muni d'un entonnoir à robinet étanche, d'un raccord en cuivre reliant l'appareil à la pompe et d'un manomètre pouvant donner 10 kilogrammes de pression.

Emploi de l'appareil. — Placer à plat, à l'intérieur du support de fonte, un disque en papier pour taille-douce, en pâte purs chiffons, préalablement taré. — Poser dessus le cylindre de verre et, au besoin, intercaler, entre ce cylindre et le filtre, une rondelle de cuir exactement du même diamètre que celui représentant l'épaisseur du verre. — Placer ensuite le chapeau de fonte sur la partie supérieure du cylindre en intercalant également une rondelle de cuir. — Ramener les trois tiges filetées sur leur échancrure correspondante et visser fortement au moyen des boulons.

Ouvrir ensuite entièrement le robinet de l'entonnoir métallique. — Faire couler la solution à filtrer. — Laver l'entonnoir et fermer le robinet. — Adapter le tuyau de la pompe sur le raccord en cuivre et donner la pression nécessaire pour obtenir un écoulement régulier. Il est inutile de donner une pression supérieure à 3 kilogrammes

pour les liquides tenant en suspension des matières minérales très divisées.

Après filtration complète, laver les parois intérieures du cylindre en faisant couler par l'ouverture du raccord les liquides nécessaires. — Fermer à nouveau et donner de la pression. — Laisser les liquides de lavage s'écouler et démonter l'appareil. — Retirer alors le filtre et le faire sécher.

DÉTERMINATION DU POINT DE FUSION DES CAOUTCHOUCS

Ficeler sur la cuvette d'un thermomètre pouvant donner 300°, un morceau de l'échantillon à examiner. — Placer le thermomètre au moyen d'un bouchon de liège dans un tube à glucose et mettre le tout dans un verre de bohème cylindrique contenant de la glycérine en quantité suffisante pour chauffer graduellement au moyen d'un bec Bunsen et observer la température au moment où le morceau de caoutchouc commence à fondre et se détache de la cuvette. — Noter, à ce moment précis, la température qui donnera le point de fusion de l'échantillon examiné.

Tableau I DONNANT LE POINT DE FUSION DE QUELQUES ESPÈCES DE CAOUTCHOUC BRUT, ÉTABLI PAR LE D^r DITMAR

Sortes de caoutchouc	Phénomènes qui se passent lors de la détermination du point de fusion	Point de fusion	Teneur en résines p 0/0
Para fine	Coloration brune à 170°.	188°	1,44
Para entrefine	Coloration brune à 160°.	170°	3,57
Ecuador Scraps (<i>Castilloa</i>)	Mou et collant, sans fondre à 170°; chauffé plus haut jusqu'à 200°, redevient ferme, paraît brillant et se contracte un peu; à 210°, paraît noir, redevient mou et collant à 220° et se décompose à	220°	3,12
Santos Matto-Grosso Manga-beira (<i>Hancornia</i>).	Mou et collant à 80°; coloration inchangée, et fond à . . .	125°	9,6
Boules d'Adeli fines de <i>Landolphiaowariensis</i>	Sa couleur se transforme très peu; est mou à 145°, mais non collant; à 160°, poreux et noir, à 240°, devient collant et se décompose à	244°	12,23
Petites boules fines du Mozambique de <i>Landolphiaowariensis</i> .	Couleur ne change pas à 120° puis noircit un peu, mou, mais non collant à 140°; est noir et poreux à 200°; ferme, se contracte, est collant à 220°, se décompose à	228°	8,62
Grosses boules du Mozambique de <i>Landolphia</i> .	Couleur plus foncée à 100°, mou, mais non collant à 150°; est noir et poreux à 200°; se recroqueville et est collant à 224°; se décompose à	245°	11,23
Petits fuseaux du Mozambique (<i>Landolphia</i>).	Noircit à 140°, mou sans coller à 160°; à 200°, noir et poreux, se recroqueville un peu; à 236°, colle et se décompose à	248°	6,80

Tableau I DONNANT LE POINT DE FUSION DE QUELQUES ESPÈCES DE CAOUTCHOUC BRUT, ÉTABLI PAR LE D^r DITMAR (*suite*)

Sortes de caoutchouc	Phénomènes qui se passent lors de la détermination du point de fusion	Point de fusion	Temps en résines p. 0 0
Boules fines rouges de Massai ou Conakry (<i>Landolphia</i>).	A 120°, couleur plus foncée; mou et collant à 220°; se décompose à Aspect : noir et poreux.	235°	4,40
Boules de Gambie (échantillon mou et collant).	Couleur inchangée: l'échantillon est déjà collant à 70° et fond à	100°	3,40
Boules du Sud-Cameroun (<i>Landolphia</i>).	Couleur inchangée à 100°, puis se fonce; à 210°, devient collant et poreux, se décompose à	230°	5,99
Caoutchouc Lewa de <i>Manihot glaziovii</i> .	Inchangé jusqu'à 170°, puis couleur se fonce; à 200°, se ratatine un peu, est cassant à 220° et noir, non collant; se décompose avec apparence de carbonisation à	246°	6,81
Madagascar médiocre (<i>Landolphia</i>).	A partir de 100°, couleur plus sombre, est plus dur; paraît cassant à 200°; est collant à 220°, se décompose à Aspect : noir, poreux.	242°	3,39
Madagascar niggers (<i>Landolphia</i>).	Couleur d'abord inchangée, paraît plus dur à 170°; est mou et collant à 200°; est foncé, se décompose à	224°	3,94
Soudan twists et petits gâteaux;	Inchangé en aspect, paraît plus dur à 170°; est mou et collant à 145°; est foncé à 180° et se décompose à	230°	7,99
Mozambique (<i>Landolphia</i>), échantillon très cassant et sec.	Se fonce à partir de 100°; est collant à 160°, puis devient ferme; suinte à 200°; est cassant et se rompt à Aspect : charbonné.	235°	6,68

Tableau I DONNANT LE POINT DE FUSION DE QUELQUES ESPÈCES DE CAOUTCHOUC BRUT, ÉTABLI PAR LE D^r DITMAR (*fin*)

Sortes de caoutchouc	Phénomènes qui se passent lors de la détermination du point de fusion	Point de fusion	Teneur en résine, p. 0/0
Caoutchouc de Bornéo de <i>Ficus elastica</i> .	Pas de changement jusqu'à 120°; est mou et collant à 146°; à 200°, est plus ferme et se décompose à :	218°	4,76
Para fin de Ceylan d' <i>Hevea</i> .	Collant à 190°; peu coloré, fond à	228°	2,26
Para	Sans changement jusqu'à 168°; est collant à 180°, se décompose à :	190°	3,98
Bornéo mort (échantillon très cassant).	Sans changement jusqu'à 60°, puis mou et collant; fond à 85°, et s'étire en fils	85°	75,62
Guayule	Sans changement jusqu'à 110°, puis mou et collant; se décompose à	118°	21,31
Uellé	Sans changement jusqu'à 100°, puis coloration sombre; mou et collant à 132°; se décompose à :	144°	8,10
Lumps	Se colore à 120°; est collant à 150°; fond à	166°	26,64
Bassam	Se colore à 125°; colle à 150°; cassant à 152°; se décompose à :	168°	13,33
Congo	Sans changement jusqu'à 120°; se colore à 120°; est collant à 160°; se décompose à	180°	7,87
Kinsembo	Se colore à 120°; colle à 158°; cassant à 168°; fond à	170°	4,78
Congo Thimbles	Sans changement jusqu'à 110°, se colore ensuite; colle à 135°; fond à	146°	7,79

CHAPITRE XI

—

ANALYSE CHIMIQUE DU CAOUTCHOUC VULCANISÉ

Échantillonnage. — Découper des lanières dans le sens de la longueur et de la largeur de l'échantillon soumis à l'analyse. — Découper ces lanières en menus fragments. — Mélanger convenablement et prélever la quantité nécessaire pour chaque dosage.

* **Méthode Pontio. Corps à doser :**

- 1° Eau d'interposition ;
- 2° Résines, soufre libre, paraffine, goudron de bois, matières grasses ;
- 3° Factices, soufre des factices ;
- 4° Matières bitumineuses, goudron de houille ;
- 5° Matières minérales, soufre des matières minérales ;
- 6° Gomme pure et soufre de vulcanisation ;
- 7° Soufre total.

Eau d'interposition. — Prendre 2 grammes de caoutchouc bien divisé. — Les placer dans une capsule de porcelaine de Saxe forme basse et les porter pendant quatre heures à la température de 110°-115° dans une étuve à courant d'acide carbonique.

Groupe de l'alcool absolu. — (Soufre libre, résines, paraffine, goudron de bois, matières grasses).

Prendre 0,5 de caoutchouc en menus morceaux. — L'introduire dans un petit entonnoir en porcelaine percé de petits trous d'un millimètre. Placer contenant et contenu dans le support métallique de l'appareil décrit à la p. 68, à l'extrémité d'une des branches de la potence. — Graisser le tampon de l'appareil à sa partie rodée avec de la vaseline. — L'adapter sur le ballon et verser dans celui-ci 700 centimètres cubes d'alcool absolu. — Placer le ballon sur le bain de sable et porter à l'ébullition pendant huit heures consécutives. — Au bout de ce temps, enlever support et entonnoir contenant l'échantillon ; les placer dans le lixivateur et continuer l'ébullition pendant 1 heure ou bien, après la sortie du digesteur, laver à la pissette avec de l'alcool bouillant plusieurs fois de suite. — Faire sécher à l'étuve à acide carbonique à 100-105° pendant deux heures

et peser. — La différence de ce poids avec le premier donnera la quantité de soufre libre, résines, etc., contenus dans l'échantillon essayé.

Groupe de la soude alcoolique. — (Factices et soufre des factices).

Prendre l'échantillon provenant du dosage précédent. — Le placer dans un entonnoir en verre percé de petits trous. — Le faire digérer dans une solution bouillante et limpide de soude dans l'alcool à 95° (8 de NaOH pour 100 d'alcool en poids). — Après digestion de six heures, l'enlever de l'appareil, et le laver en le faisant bouillir pendant une heure avec de l'alcool à 90°, puis ensuite à l'eau bouillante au moyen de la pissette et enfin à l'alcool chaud. — Faire sécher à 100-110° pendant deux heures et peser. — Cette nouvelle perte de poids donnera la quantité de factices et de soufre combiné aux factices sur 0,5 grammes de caoutchouc essayé. — Retrancher de cette perte 2 % pour la solubilité de la gomme dans la soude (1).

Groupe de la lavande-acétone. — (Produits bi-

(1) Si la perte dans l'alcool absolu paraissait anormale, il y aurait lieu de doser les acides gras qui pourraient s'y trouver, par suite de la solubilité des factices dans ce solvant, et rapporter ensuite le poids de factices trouvé dans la soude, à la teneur en acides gras totaux contenus dans la soude et dans l'alcool.

tumineux, asphalte, goudron de houille, huiles minérales).

Prendre l'échantillon déjà traité par l'alcool et la soude alcoolique. — Le faire digérer dans un mélange bouillant de lavande et d'acétone (40 % essence d'aspic « lavande dextrogyre » et 60 % d'acétone, en volume) pendant le même nombre d'heures que ci-dessus. — Laver ensuite à l'acétone chaude, soit en plaçant l'échantillon dans le lixiviateur pendant une heure d'ébullition, soit en lavant à chaud, à la pissette. — Faire sécher ensuite à 100° pendant deux heures à l'étuve à acide carbonique, puis peser. — La nouvelle perte subie par l'échantillon donnera la quantité de produits bitumineux contenus dans 0,5 de caoutchouc. — Retrancher de cette perte 3 % pour la solubilité de la gomme dans le mélange.

Matières minérales. 1° *Par incinération directe.* — Prendre 2 grammes de caoutchouc coupé en petits morceaux. — Les placer dans une capsule de porcelaine de Saxe, forme basse, munie de son couvercle. — Élever graduellement la température du moufle sans atteindre le rouge sombre. — Enlever le couvercle après disparition totale des fumées. — Placer la capsule sur champ contre les parois du moufle et

chauffer jusqu'au rouge sombre. — Lorsque tout le charbon a disparu, peser après refroidissement sous le dessiccateur.

2° *Par digestion dans la vapeur de cumène.* — Prendre 0^{gr},5⁽¹⁾ de caoutchouc finement découpé. Le placer dans un filtre taré spécial ⁽²⁾ avec un poids connu de kaolin lavé et calciné, 2 grammes environ. — Imbiber ce kaolin de cumène, de façon à le tasser le plus possible au fond du filtre. Placer ensuite dessus la prise d'essai. — Introduire alors le filtre et son contenu dans un support en fil de platine ou d'argent et accrocher le tout à la suspension du digesteur décrit à la p. 68. — Mettre dans le ballon de l'appareil une quantité de cumène commercial, telle que le filtre reste suspendu à 1 centimètre au-dessus de la couche liquide. — Porter à l'ébullition pendant 12 heures. Enlever le filtre et laver à la benzine cristallisable au moyen d'un compte-goutte, puis à l'alcool fort bouillant. — Sécher ensuite et peser. — L'augmentation de poids donnera la quantité

(1) Prendre 0^{gr},5 pour les caoutchoucs purs et 1 gramme pour les caoutchoucs chargés.

(2) Papier pour taille-douce en pâte de chiffons purs, non collé. On peut employer, si l'on veut, des filtres choisis Schleicher et Schultz, mais nous donnons la préférence au papier Aussedat.

de matières minérales et organiques contenues dans la prise d'essai.

Matières organiques et minérales. Par dissolution et filtration (voir p. 59).

Gomme pure et soufre de vulcanisation. — Connaissant la quantité pour cent d'éléments solubles dans l'alcool, la soude alcoolique, la lavande-acétone, ainsi que le résidu minéral et organique, la différence de la somme de ces éléments à cent, donnera la quantité de gomme pure mélangée au soufre de vulcanisation.

Méthode au nitrosite de G.-O. Weber.
Perte à l'acétone. — Traiter 1 gramme de caoutchouc bien divisé par l'acétone à l'ébullition pendant six heures. — Filtrer et laver à l'acétone chaude. — Faire sécher jusqu'à poids constant dans un courant de gaz d'éclairage à 90-100°, puis peser. — La perte de poids donnera la quantité de matières solubles dans l'acétone : paraffine, résines, soufre libre, matières grasses, huiles minérales.

Perte à la soude alcoolique. — Reprendre l'échantillon en le soumettant à l'action de la soude alcoolique (voir p. 78) pendant six heures consécutives. — Laver ensuite à l'eau bouillante jusqu'à neutralité, sécher à 110° jusqu'à poids constant et peser. — Cette nouvelle perte de

poids donnera la quantité de factices contenu dans 1 gramme de caoutchouc essayé.

Dosage des matières minérales et organiques.

— 1° Délayer ce même échantillon dans 100 centimètres cubes de benzine cristallisable et traiter pendant un quart d'heure par le gaz hypozotique provenant de la calcination du nitrate de plomb (voir p. 63). — Abandonner au repos une heure. — Décanter le liquide sur un filtre ; joindre les parcelles passées sur le filtre au contenu du verre. — Laver à la benzine et sécher au bain-marie vers 50°. — Après évaporation de la benzine, reprendre par 100 centimètres cubes d'acétone. — Faire bouillir jusqu'à complète dissolution. — Ajouter à la solution quelques gouttes d'une solution acétonique de sulfocyanure d'ammoniaque et filtrer sur filtre taré. — Laver ensuite à l'acétone chaude. — Sécher à 90-100° jusqu'à poids constant et peser. — Le poids du filtre donnera la proportion de substances minérales et organiques contenues dans 1 gramme de caoutchouc essayé.

2° Verser doucement le filtrat acétonique ainsi que les liquides de lavage provenant de l'opération ci-dessus dans huit fois son volume d'eau renfermant 10 $\frac{0}{0}$ de sel ammoniac. — Recueillir le précipité sur filtre taré. — Laver à l'eau tiède

et sécher jusqu'à poids constant entre 95-100°, puis peser. — Le résultat, multiplié par 0,60, donnera la quantité de gomme pure contenue dans 1 gramme de caoutchouc vulcanisé.

Dosage des matières minérales et organiques dans le caoutchouc brut ou vulcanisé par le procédé Marckwald et Franck. — Traiter 1 gramme de caoutchouc bien divisé par l'acétone afin de le débarrasser des résines et du soufre libre. — Additionner ensuite le résidu lavé et desséché, de 50 centimètres cubes de xylol et placer le tout dans une fiole bouchée à l'émeri. — Introduire le flacon et son contenu dans un autoclave à l'intérieur duquel on aura préalablement placé un bain de xylol en quantité telle que le liquide arrive à moitié de la hauteur du flacon. — Fermer l'autoclave, puis chauffer graduellement pendant une heure à 15 atmosphères. — Au bout de ce temps, élever la pression de façon à l'amener entre 15 et 18 atmosphères. — Entretenir cette pression pendant 4 heures. — Laisser refroidir, puis ouvrir l'autoclave. — Si l'opération a été bien conduite, les matières minérales se sont déposées au fond du flacon. Dans le cas contraire, ajouter quelques centimètres cubes d'alcool fort, et laisser déposer. — Étendre ensuite le liquide du flacon de

son volume d'éther sulfurique. — Laisser reposer 12 heures. Filtrer sur filtre taré Dreverhoff n° 400. — Laver à l'éther, sécher et peser. — Si le précipité renferme encore quelques parcelles de caoutchouc, on le reprend par un solvant quelconque, benzol ou chloroforme, et on filtre à nouveau, on lave et on pèse. Le résidu donne la quantité de matières minérales sur 1 gramme de caoutchouc à l'état où ces matières se trouvaient dans le mélange.

*ANALYSE DU CAOUTCHOUC VULCANISÉ
PAR LA MÉTHODE HENRIQUÈS ET WEBER

Corps à doser. — 1° Huiles grasses et minérales ;

2° Résines ;

3° Soufre libre ;

4° L'actives ;

5° Asphalte ;

6° Gomme pure ;

7° Matières minérales.

1° *Traitement à l'acétone.* — Prendre 1 gr. de caoutchouc réduit en petits morceaux. — L'introduire dans un appareil d'extraction et l'épui-

ser pendant six heures à l'acétone bouillante. — Laver ensuite à l'acétone chaude, sécher dans un courant d'acide carbonique et peser. — La différence de poids donnera la quantité de matières grasses, résines, etc., contenues dans 1 gramme de caoutchouc essayé.

2° *Traitement à la soude alcoolique.* — Employer l'échantillon provenant du dosage précédent et le soumettre à l'action de la soude alcoolique (voir p. 78).

3° *Traitement à la nitrobenzine froide.* — Mettre l'échantillon traité par la soude alcoolique dans un ballon à large ouverture contenant de la nitrobenzine froide. — Le laisser en contact 12 heures, en agitant de temps en temps. — Laver à la nitrobenzine froide, puis à l'alcool chaud. — Sécher et peser. — La différence de ce poids avec le précédent donnera la quantité d'asphalte mélangé à l'échantillon.

4° *Matières minérales et gomme pure.* — Mettre l'échantillon, débarrassé des résines, factices, asphalte en dissolution dans la nitrobenzine bouillante additionnée de 5 % de chloroforme. — Après dissolution complète, filtrer (1) sur filtre taré, laver au chloroforme, sécher et

(1) Filtration difficile.

peser (Ce procédé est de C. Weber. Henriquez remplace la nitrobenzine par le pétrole chauffé au-dessous de 150°). — Après dissolution, lavages au pétrole chaud, puis ensuite à l'éther de pétrole. — Dessiccation et pesée. — L'augmentation de poids donne la quantité de matières minérales et organiques contenues dans la prise d'essai.

Méthode Edgar Herbst. Corps à doser.

1^{er} groupe. — Soufre libre, résines du caoutchouc, huiles minérales, huile de résine, huiles grasses, suint, résines molles.

2^e groupe. — Goudron, brai, asphalte, poix.

3^e groupe. — Factices noirs ou blancs.

4^e groupe. — Gomme pure.

5^e groupe. — Amidon, dextrine.

6^e groupe. — Matières minérales, cellulose, noir de fumée.

7^e groupe. — Humidité, soufre total.

1^{er} Groupe. *Extraction à l'acétone.* — Prendre 1 gramme de l'échantillon finement divisé au moyen d'une lime. — Procéder à l'extraction, pendant 6 heures, des éléments du 1^{er} groupe au moyen d'un appareil de Soxhlet muni d'un réfrigérant à reflux. — Faire évaporer ou distiller l'acétone. — Identifier les éléments du résidu de la façon suivante :

Hydrocarbures solides, reconnaissables à la consistance ferme du résidu. — Le suint reconnaissable à son odeur. — Traiter l'extrait par un peu d'alcool chaud. — S'il y a un résidu insoluble, présence d'une huile minérale. — La solution alcoolique laisse déposer en refroidissant des flocons cristallins. — Présence de la paraffine ou d'une cire minérale.

Les résines molles passent avec les huiles grasses dans la solution alcoolique. — Saponifier cette solution avec un peu de lessive de soude. — Chasser l'alcool au bain-marie. — Étendre la solution de savon avec un peu d'eau et décomposer au moyen d'acide sulfurique étendu. — Séparer les acides gras mélangés aux résines et les laver à l'eau chaude. — Les faire dissoudre dans l'alcool à 90° et éthérifier le mélange acide-alcool au moyen de l'acide chlorhydrique gazeux. — Dans ces conditions les résines seules resteront insolubles.

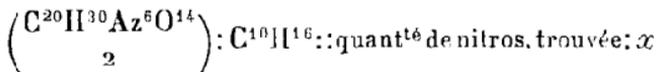
2° Groupe. *Extraction à la pyridine.* — Traiter le résidu provenant de l'opération précédente par la pyridine avec l'appareil Soxhlet et arrêter l'extraction lorsque le liquide ne paraît plus coloré en brun. — Évaporer la pyridine et examiner le résidu de cette solution. — Le goudron se reconnaîtra à son aspect sirupeux et à

sa couleur noire, la poix, à sa consistance cireuse et l'asphalte, à son état dur et cassant.

3^e Groupe. Extraction à la soude alcoolique.
— Le résidu, après traitement à la pyridine, est soumis à l'action de la soude alcoolique à 8 NaOH %, alcool à 95°, dans un ballon d'Erlenmeyer muni d'un réfrigérant à reflux et placé sur bain-marie. — Durée de la digestion de 5 à 6 heures. — Décanter le liquide alcalin. — Laver le résidu à l'alcool chaud et à l'eau bouillante. — Réunir les liquides de lavage à la solution alcaline. — Évaporer cette solution et examiner son résidu. S'il est savonneux, il y avait des factices ou des huiles oxydées dans l'échantillon. — Doser le chlore et le soufre comme cela est indiqué à la p. 112. — Si le résidu ne renferme ni soufre ni chlore, le savon est dû à des huiles oxydées. — Si on n'y trouve que du soufre, il ne peut y avoir que des factices noirs et peut être de l'huile oxydée. — Si le chlore et le soufre se rencontrent dans le résidu, en parties à peu près égales, on a affaire à des factices blanches, à condition toutefois que l'objet ait été vulcanisé à chaud. — Si le chlore et le soufre ne sont pas en quantité égale, on a affaire à un mélange de factices noirs et blancs.

4^e Groupe. Gomme pure. — Traiter le résidu

provenant de l'opération précédente par le gaz hypoazotique. A cet effet, dissoudre l'échantillon dans 75 centimètres cubes de benzol environ. Après dissolution, amener, dans le vase qui contient la dissolution, un courant de gaz obtenu en traitant 20 grammes d'amidon par 500 centimètres cubes d'acide azotique (D = 1,3) et desséché sur l'anhydride phosphorique. — Continuer l'arrivée du gaz pendant 2 heures et laisser reposer 1 heure. — Filtrer la solution et laver le nitrosite à l'éther de pétrole. — Sécher dans le vide sur l'exsiccateur jusqu'à constance de poids. — Dissoudre ensuite le nitrosite dans l'acétone, laver le résidu à l'acétone et peser à nouveau. Par différence, avec la première pesée on aura la quantité de nitrosite dissous et, d'après l'équation :



ou

$$289 : 136 :: \text{nitrosite} : x,$$

la quantité de gomme pure. Il est nécessaire de déduire, de la quantité de nitrosite trouvée, le soufre contenu dans ce nitrosite en opérant sur un échantillon à part, et de calculer la quantité de gomme pure.

5° *Groupe. Dextrine, amidon.* — Le résidu acétonique renfermant les matières minérales et organiques est repris par l'eau chaude. — La dissolution aqueuse refroidie est alors essayée avec une solution d'iode. — Une coloration rose indique la présence de la dextrine; une coloration bleue, celle de l'amidon. La dextrine se reconnaît également par son odeur caractéristique.

6° *Groupe. Matières minérales et organiques.* Le résidu provenant du traitement précédent est constitué par les matières minérales et les matières organiques insolubles dans l'eau et dans les réactifs précédemment employés telles que les fibres de chanvre, de coton, etc., noir de fumée.

7° *Groupe. Humidité, cendres, soufre total et éléments minéraux. Soufre des sulfures et des sulfates, cinabre, acide carbonique.* — 1° L'humidité s'obtient en séchant, dans un courant d'air porté à 90°, un échantillon dont on a pris préalablement le poids.

2° Les cendres sont obtenues sur le résidu du 6° groupe et cette opération donne, par différence avec le poids de ce résidu, la quantité de matières organiques et de noir de fumée qui auraient pu être mélangés avec lui.

3° Le soufre total s'obtient en oxydant 1 gramme de matière par l'acide azotique fumant; évaporation au bain-marie. — Fusion du résidu avec 5 grammes de nitrate de sodium. — Reprise du produit de la fusion par l'eau, et filtration. — Évaporation à sec du liquide après l'avoir acidifié. — Séparation de la silice par filtration et précipitation du soufre à l'état de sulfate de baryte. Les oxydes métalliques non dissous par l'eau sont repris par HCl et dosés par les méthodes courantes.

4° Le soufre des surfaces métalliques s'obtient en traitant la matière initiale desséchée et pesée par HCl. Le soufre est alors recueilli sous forme d'hydrogène sulfuré et transformé en sulfate.

5° Le soufre des sulfates s'obtient en précipitant la solution précédente par le chlorure de baryum et en dosant le soufre du sulfate de chaux à l'état de sulfate de baryte. — La teneur en baryum, constatée d'autre part, est transformée et calculée en sulfate de baryte.

6° Le cinabre est recherché et dosé dans les échantillons rouges seulement, en partant de la matière initiale qui est oxydée par AzO^3H concentré, et le mercure précipité à l'état de sulfure.

7° L'acide carbonique est dosé par perte de poids sur 1 gramme de matière initiale finement pulvérisée et placée dans un appareil de Geissler préalablement taré avec un peu de solution de sulfate de cuivre pour retenir l'hydrogène sulfuré. Les carbonates sont décomposés par HCl et l'appareil, après refroidissement, pesé à nouveau.

8° Détermination quantitative des adjuvants organiques solubles, des factices, des huiles grasses et du soufre combiné. — Saponifier 5 grammes de l'échantillon à analyser avec 30 centimètres cubes de lessive de soude alcoolique demi-normale. — Sécher le résidu à 100-105° jusqu'à poids constant. — Extraire de ce résidu, au moyen d'éther, les huiles non saponifiables ; sécher à nouveau et peser. La différence avec le premier poids donnera les huiles minérales. — Doser ensuite le soufre total par 1 gramme de ce résidu. — Doser également les cendres sur un autre gramme du même résidu.

Pour calculer le pourcentage de factices, d'une part, celui du caoutchouc et des matières organiques insolubles, de l'autre, connaissant la perte de poids subie par le traitement alcalin, on doit avoir les valeur suivantes :

- α , pourcentage du soufre total ;
- β , pourcentage en cendres totales ;

γ , pourcentage en substance insoluble dans la soude ;

δ , teneur en soufre calculée en p. $\%$ de la substance initiale ;

ε , cendres de l'échantillon en p. $\%$ de la matière initiale ;

εs , teneur en soufre de ε .

La teneur en caoutchouc, plus les substances organiques insolubles x et le pourcentage des acides gras dissous des factices, ainsi que les huiles grasses y , seront donnés par l'équation :

$$\frac{(1) 2,5 x}{100} + y = 100 - \gamma + (\varepsilon - \varepsilon s - \beta - [x - \delta])$$

et

$$[x + y = 100 - (x + \beta)] ;$$

d'où il résulte :

$$x = \frac{100}{97,5} (\gamma - \delta - \varepsilon - \varepsilon s)$$

$$y = 100 - (x + \beta + x).$$

Déduire de la teneur en caoutchouc, la quantité d'huile minérale trouvée et les matières organiques insolubles dans la soude (asphalte,

(1) Ce chiffre représente la perte du caoutchouc dans la soude alcoolique.

cellulose, amidon). Déterminer aussi la teneur en soufre des acides gras de la façon suivante :

Décomposer par HCl le savon formé par la soude alcoolique. — Laver les acides gras et les dissoudre dans l'éther. — Chasser l'éther et séparer le soufre libre en reprenant par l'alcool froid. — Filtrer, laver et chasser l'alcool. — Sécher et peser, puis déterminer la teneur en soufre sur les acides gras ainsi purifiés.

Procédé colorimétrique Torrey. *Dosage de la gomme.* — Placer 0,1 de caoutchouc pur précipité dans un tube à essais. — L'attaquer par 2 centimètres cubes d'acide nitrique fumant. — Porter ensuite au bain-marie pendant vingt minutes. — Ajouter alors 10 centimètres cubes d'eau distillée et 20 centimètres cubes de solution de soude caustique (1 partie de soude pour 4 parties d'eau). — Agiter, filtrer et laver avec de l'eau jusqu'à décoloration complète. — Diluer à 250 centimètres cubes et en verser 100 centimètres cubes dans un tube à glucose.

Peser, d'autre part, 0,1 de l'échantillon à analyser débarrassé préalablement de ses résines et de ses factices par la soude alcoolique et dont on devra connaître la teneur. — Le traiter par 2 centimètres cubes d'acide nitrique et continuer les opérations comme pour la solution titrée. —

Ajouter ensuite de l'eau distillée dans le tube à glucose jusqu'à obtention de la teinte de la solution type. — Mesurer le volume de liquide obtenu et le pourcentage de la gomme dans le mélange sera donné par l'équation :

$$P = \frac{\alpha V}{250}$$

P, pourcentage cherché ;

V, volume de la solution étudiée ;

α — 100 moins le pourcentage perdu dans la soude alcoolique.

Analyse de l'ébonite. Corps à doser. —

*MÉTHODE PONTIO.

1° Soufre libre. — Résines. — Goudron de bois.

2° Factices. — Soufre des factices.

3° Matières bitumineuses. — Goudron de houille.

4° Gomme pure et soufre de vulcanisation. — Matières minérales.

5° Soufre des matières minérales.

6° Soufre de vulcanisation.

7° Gomme pure.

8° Soufre total

1° *Groupe de l'alcool absolu. Soufre. Résines. Goudron de bois.* — Prendre 1 gramme

d'ébonite réduit en morceaux très menus. — Le placer dans un petit entonnoir à trous en verre ou en porcelaine et le soumettre à l'action de l'alcool absolu pendant huit heures consécutives au moyen du digesteur décrit à la p. 68. — Enlever ensuite l'échantillon et son entonnoir de l'appareil, et laver à l'alcool fort bouillant plusieurs fois de suite. — Faire sécher à l'étuve à 100-105° pendant deux heures et peser. — La perte de poids trouvée donnera la quantité de soufre libre, résines, etc., contenue dans l'échantillon.

2° *Groupe de la soude alcoolique. Factices.*
Soufre des factices. — Soumettre l'échantillon précédent débarrassé des éléments du groupe de l'alcool, à l'action de la soude alcoolique (voir à la p. 78 l'analyse du caoutchouc vulcanisé). Après digestion de six heures, enlever l'échantillon de l'appareil, le soumettre à une nouvelle digestion d'une heure dans l'alcool à 90°, laver ensuite à l'eau bouillante et à l'alcool fort. — Sécher dans un courant d'acide carbonique à 100-110° et peser. — La perte de poids donnera la quantité de factices et soufre combiné aux factices sur 1 gramme d'ébonite. — Retrancher de cette perte 2 % pour la solubilité de la gomme dans la soude.

3^e Groupe de la lavande-acétone. *Matières bitumineuses. Asphalte. Goudron de houille.* — Prendre l'échantillon précédent déjà traité par l'alcool et la soude alcoolique. — Le faire digérer dans le mélange lavande-acétone pendant six heures consécutives (voir à la p. 79 l'analyse du caoutchouc vulcanisé). — Laver ensuite l'échantillon à l'acétone chaude. — Sécher et peser. — Cette nouvelle perte donnera la quantité de matières bitumineuses contenues dans 1 gramme du produit essayé. — Retrancher de cette perte 3 % pour la solubilité de la gomme dans le mélange.

4^e Gomme pure et soufre de vulcanisation. *Matières minérales ou cendres.* — α) Le résidu provenant du traitement précédent renferme la gomme et le soufre combiné à cette gomme, ainsi que les matières minérales.

β) Placer ce résidu dont on aura pris le poids dans un creuset de platine pour y doser le soufre total ainsi qu'il est indiqué à la p. 107.

γ) Faire, d'autre part, une nouvelle prise d'essai de 5 grammes et doser les cendres comme p. 60. — Retrancher ce dernier poids du poids du résidu obtenu en α . — Par différence, on aura la quantité de gomme et de soufre de vulcanisation sur 1 gramme de matière.

5° *Soufre des matières minérales.* — Doser le soufre sur les cendres obtenues en γ comme p. 106.

6° *Soufre de vulcanisation.* — Connaissant le poids du soufre total obtenu en β , on aura par différence avec le poids du soufre des matières minérales, celui du soufre de vulcanisation.

7° *Gomme pure.* — La somme des poids du soufre de vulcanisation et des cendres obtenues en γ soustraites du poids du résidu α donnera la quantité de gomme pure sur 1 gramme du produit essayé.

8° *Soufre total.* — Faire une nouvelle pesée de 0^{gr},5 et doser le soufre total comme p. 107.

Méthode R. Thal. *Corps à doser :*

1° Résines et adjuvants.

2° Soufre total.

3° Cendres.

Essai qualitatif de l'ébonite. — Prendre 0^{gr},5 de l'échantillon, préalablement râpé grossièrement. — Le faire dissoudre dans 20 centimètres cubes AzO³H fumant. Laisser refroidir et placer la solution dans un tube à glucose ou dans un petit verre cylindrique.

La solution doit être claire et limpide si elle renferme moins de 0,60 $\frac{0}{10}$ de cendres.

Dosage des résines, factices, soufre libre, etc.

— Placer 1 gramme d'ébonite dans une fiole d'Erlenmeyer avec 100 centimètres cubes d'une solution de soude dans l'alcool à 95⁰8 ⁰/₁₀ NaOH. — Fermer la fiole au moyen d'un bouchon de liège traversé par un long tube en verre de 5 à 6 millimètres de diamètre. — Chauffer à l'ébullition pendant quatre heures au bain-marie. — Filtrer la solution chaude sur filtre taré Schleicher et Schull et laver l'ébonite à l'eau chaude jusqu'à neutralisation. — Établir, d'autre part, sur une série de plusieurs filtres, la correction à faire pour la perte du filtre due à la soude alcoolique.

Dosage du soufre total. — Prendre 0⁵,5 d'ébonite et l'introduire peu à peu en petits fragments dans un ballon d'Erlenmeyer contenant 20 centimètres cubes d'AzO³H fumant en agitant de temps en temps. — Chauffer au bain-marie jusqu'à dissolution complète. — Transvaser le liquide dans une capsule de porcelaine et continuer comme il est dit à la p. 108 suivant la méthode Henriquès.

Dosage des cendres. — Calciner prudemment au four à moufle 1 gramme d'ébonite placé sous une capsule de porcelaine et peser après refroidissement dans l'exsiccateur.

Analyse de l'ébonite par Weber, Marckwald et Franck. *Tableau des opérations à effectuer.* — 1° La matière est mise à digérer dans l'acétone pour en extraire le soufre libre, les résines, les parties des éléments bitumineux solubles dans l'acétone.

2° Le résidu provenant du traitement précédent est soumis à l'action de l'épichlorhydrine pour en extraire les résines non dissoutes par l'acétone, le soufre combiné à ces résines, le bitume.

3° Le résidu provenant du traitement à l'épichlorhydrine est repris par la pyridine chaude pour en extraire le reste des éléments bitumineux, l'asphalte et le soufre contenu dans l'asphalte non dissous par l'acétone.

4° Le résidu provenant du traitement à la pyridine est repris par la soude alcoolique qui en extrait les factices et le soufre des factices.

5° Le résidu, après cette opération, renferme la gomme, les matières minérales, le soufre de vulcanisation et le soufre des matières minérales.

Sur la moitié de ce résidu, on dose les cendres et le soufre contenues dans ces cendres, dans l'autre moitié, le soufre total.

6° Dans la substance initiale, on dose directe-

ment l'eau, le soufre total, les cendres, l'acide carbonique, le cinabre et le sulfure d'antimoine.

DÉTERMINATION DE LA DENSITÉ
DU CAOUTCHOUC VULCANISÉ (Voir p. 67)

Pour les échantillons de caoutchouc vulcanisé de densité plus élevée que l'eau, remplacer l'alcool à 65° par l'eau distillée.

Tableau J DONNANT LES MATIÈRES MINÉRALES ET ORGANIQUES EMPLOYÉES COMME CHARGE DANS LE CAOUTCHOUC (1).

Acétate de plomb.
 Agalmatolite (silicate d'alumine et de potasse).
 Antimoine (à l'état de sulfures).
 Argile schisteuse.
 Alumine.
 Anhydrite (sulfate de chaux anhydre).
 Asbeste ou amiante (silicate de magnésie).
 Atmoïde (silice hydratée).
 Ardoise pilée.
 Asphalte.
 Baryte.
 Bucaramanquina (ambre coloré incombustible).
 Cendre d'os (phosphate et carbonate de chaux).
 Calamine (silicate de zinc).
 Calomel (proto-chlorure de mercure).
 Carbonate de baryte.
 Carbonate de plomb.
 Carbonate de chaux.
 Carbure de fer.
 Charbon végétal ou animal.
 Chaux.
 Émeri (alumine et oxyde de fer).
 Feldspath (silicate d'alumine et de chaux).
 Graphite.
 Gypse (sulfate de chaux).
 Kaolin (silicate d'alumine hydraté).
 Kermès (sulfure d'antimoine).
 Litharge (protoxyde de plomb).

(1) LAMY-TORRILHON. — *Le caoutchouc brut.*

Lithargite (mélange de magnésie et d'oxyde de plomb).
Magnésie.

Massicot (protoxyde de plomb).

Mica (silicate d'alumine, de fer et de potasse).

Minium (plombate de plomb).

Peroxyde de plomb.

Phosphate de chaux.

Plombagine (graphite).

Plomb bleu (produit obtenu de la fusion de la galène
et du sulfure de zinc avec le charbon et la chaux
éteinte).

Silice.

Sulfate de plomb.

Sulfate de zinc.

Talc (silicate de magnésie).

Talite (silice-peroxyde de fer et d'alumine).

*Matières colorantes employées dans la fabrication
des caoutchoucs divers.*

Noirs.

Noir de fumée.

Noir animal.

Sulfure de plomb.

Sulfure d'uranium.

Noir de chêne.

Bleus.

Bleu d'outremer.

Bleu de cobalt.

Smalt (oxyde de cobalt siliceux). .

Bleu de Prusse.

Bleu de chrome (silice, spath fluor, chromate de po-
tasse).

Bleu de molybdène (Bisulfure de molybdène.

Bleu indigo.

Rouges et bruns.

Sulfure d'antimoine.
 Terre d'ombre (oxydes de fer et de manganèse).
 Vermillon (sulfure de mercure).
 Oxyde de fer rouge.
 Rouge indien (oxyde de fer).
 Peinture métallique de Prusse (oxyde de fer).
 Rouge d'hématite (oxyde de fer).
 Rouge de Venise (oxyde de fer).
 Ocre rouge (oxyde de fer).

Jaunes.

Jaune de cadmium.
 Jaune d'auréoline (acétate de cobalt et nitrate de potasse).
 Jaune du Cambodge (à base de gomme-résine).
 Jaune de barberis (écorce de barberis).
 Ocre jaune (oxyde de fer).
 Jaune royale (sulfure d'arsenic).
 Jaune de chrome (chromate de plomb) ou (chromate de zinc et de strontium).

Verts.

Vert de chrome (oxyde de chrome).
 Terre verte (mélange de silice, de protoxyde de fer et d'aluminium).
 Vert d'outremer.

CHAPITRE XII

—

DOSAGE DU SOUFRE SOUS SES DIFFÉRENTS ÉTATS : SOUFRE LIBRE, SOUFRE COMBINÉ AUX FACTICES, SOUFRE COMBINÉ A LA GOMME, SOUFRE DES MATIÈRES MINÉRALES, SOUFRE TOTAL.

(*MÉTHODE PONTIO)

Dosage du soufre libre. — Mettre 2 gr. de caoutchouc bien divisé dans un ballon contenant 250 centimètres cubes d'alcool absolu ou d'acétone et muni d'un bouchon traversé par un long tube de verre. — Faire bouillir 8 heures consécutives. — Filtrer et laver à l'alcool chaud ou à l'acétone. — Réunir les liquides et chauffer à l'ébullition, après avoir ajouté 10 centimètres cubes de lessive de soude à 36°, puis 20 centimètres cubes d'eau oxygénée à 12 volumes, exempte d'acide sulfurique. — Évaporer au bain-marie à consistance sirupeuse. — Transvaser dans

une capsule d'argent. — Calciner modérément et reprendre par l'eau bouillante acidifiée par HCl. — Porter le liquide à l'ébullition. — Filtrer s'il y a lieu et additionner le liquide filtré après l'avoir chauffé à l'ébullition d'un léger excès de chlorure de baryum. — Laisser déposer 12 heures. — Filtrer le sulfate de baryte. — Laver à l'eau chaude, sécher et calciner. — Le produit, multiplié par 0,137, donnera la quantité de soufre libre sur 2 grammes de matière.

Dosage du soufre combiné aux factices. — Épuiser l'échantillon précédent débarrassé de son soufre libre, par la soude alcoolique (6 parties en poids NaOH pour 100 parties en volume alcool à 95°). — Après lavage à l'eau bouillante et à l'alcool chaud, réunir les liquides, faire bouillir après addition de 10 centimètres cubes d'eau oxygénée. — Évaporer à sec et continuer comme précédemment.

Dosage du soufre des matières minérales. — Employer l'échantillon qui a servi au dosage du soufre libre et du soufre combiné aux factices, ou prélever un échantillon nouveau de 1 gramme. — Mettre la matière à digérer dans 150 centimètres cubes de pétrole rectifié jusqu'à complète dissolution, ce qui demande 3 heures environ. — Filtrer sur filtre-compresseur Pontio ;

laver d'abord avec du pétrole chaud et ensuite avec un mélange à parties égales d'éther de pétrole et de chloroforme chaud. Enlever le filtre de l'appareil. — Détacher le résidu minéral du filtre et calciner celui-ci à part. — Réunir les cendres du filtre au résidu. — Décomposer le tout au moufle jusqu'à fusion dans un creuset de platine avec un mélange composé de 15 parties de carbonate de potasse, 10 parties de carbonate de soude et 5 parties de bioxyde de manganèse (chimiquement pur du nitrate). — Durée de la fusion : 1 heure et demie à 2 heures. — Dissoudre ensuite le magma alcalin par l'eau bouillante. — Filtrer l'oxyde de manganèse et laver à l'eau bouillante. — Ajouter ensuite au liquide de l'acide chlorhydrique jusqu'à réaction acide, faire évaporer à sec et reprendre par l'eau bouillante aiguisée d'HCl. — Filtrer s'il y a lieu et, dans la liqueur chaude, verser un léger excès de chlorure de baryum en dissolution. — Laisser déposer et filtrer le sulfate de baryte. — Laver à l'eau chaude et calciner ⁽¹⁾.

Dosage du soufre total. — Peser 0^{gr},5 de caoutchouc finement divisé. — L'introduire dans

(1) Ce dosage peut également se faire sur l'échantillon calciné avec précaution, à condition qu'il ne renferme aucun sulfure volatil.

un creuset de platine de forme haute, muni de son couvercle au milieu du mélange précédent : 15 parties K^2CO^1 , 10 parties Na^1CO^3 et 5 gr. MnO^2 . — Porter au moufle 1 heure et demie au rouge vif. — Laisser refroidir. — Porter le creuset dans une capsule de porcelaine et faire dissoudre le magma alcalin dans l'eau bouillante. — Continuer ensuite comme précédemment.

Dosage du soufre de vulcanisation. — En retranchant du soufre total la quantité de soufre libre, de soufre combiné aux factices, de soufre combiné aux matières minérales, on a le soufre de vulcanisation, c'est-à-dire combiné à la gomme.

On peut encore doser directement le soufre de vulcanisation en faisant évaporer une dissolution filtrée de caoutchouc vulcanisé dans le cumène et en reprenant le résidu desséché par l'acide azotique fumant, puis en continuant comme pour le dosage du soufre total par la méthode Henriques.

*DOSAGE DU SOUFRE SOUS SES DIFFÉRENTS
ÉTATS PAR LA MÉTHODE HENRIQUES

Dosage du soufre total. — Prendre 3 gr. de caoutchouc découpé. — Les placer morceau par

morceau dans une capsule de porcelaine contenant 20 centimètres cubes AzO^3H fumant, couverte d'un entonnoir renversé dont la douille a été coupée au niveau du cône. — Après cessation de l'effervescence produite, chauffer doucement au bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse. — Ajouter alors 4 grammes d'un mélange composé de 4 parties Na^2CO^3 et 3 parties de KAzO^3 . — Évaporer à sec et porter au moufle dans un creuset de nickel jusqu'à fusion complète. Laisser refroidir. — Dissoudre par HCl étendu et chaud et évaporer à siccité pour insolubiliser la silice. — Reprendre par l'eau bouillante acidifiée par HCl ; filtrer s'il y a lieu et précipiter par BaCl^2 . Laisser reposer 24 heures. — Filtrer et laver le sulfate de baryte à l'eau chaude. — Sécher et calciner. — Le poids de sulfate de baryte, multiplié par 0,137, donnera la quantité de soufre sur 3 grammes de caoutchouc essayé.

Dosage du soufre des matières minérales.

— Dissoudre 2 grammes de caoutchouc dans 150 centimètres cubes de pétrole rectifié exempt de soufre. — Filtrer la solution sur filtre taré. — Laver le résidu avec du pétrole chaud et rincer à l'éther de pétrole. — Faire sécher jusqu'à poids constant à 110° et peser. — Détacher le précipité du filtre. — Calciner celui-ci à part. — Faire

fondre ensuite le précipité et le résidu de la calcination du filtre avec le mélange de carbonate de soude et de nitrate de potasse indiqué ci-dessus. Laisser refroidir. — Reprendre par HCl étendu. — Évaporer à siccité. — Reprendre par l'eau bouillante acidifiée par HCl et continuer comme précédemment.

Dosage du soufre libre et soufre des factices. — Faire digérer 3 à 5 grammes de caoutchouc divisé dans 200 centimètres cubes de soude alcoolique à 8 % en poids. — Faire évaporer l'alcool au bain-marie. — Transvaser le liquide sirupeux dans une capsule de porcelaine. — Faire évaporer à sec. — Mélanger le résidu obtenu avec la quantité de carbonate de soude et de nitrate de potasse indiquée plus haut et continuer comme pour les dosages précédents.

Dosage du soufre de vulcanisation. — Le soufre de vulcanisation s'obtient par différence entre le soufre total et la somme des précédents dosages.

Dosage du soufre de vulcanisation dans le caoutchouc nitrosé de C.-O. Weber. — Prendre l'échantillon provenant du dosage de la gomme par la méthode au nitrosite (p. 81). — Passer substance et filtre compris dans une petite capsule de porcelaine et oxyder au bain-

marie avec 20 à 30 centimètres cubes d'acide azotique concentré. — Évaporer jusqu'à consistance sirupeuse. — Ajouter de nouveau 10 centimètres cubes d'acide nitrique fumant et évaporer à sec. — Reprendre par 5 centimètres cubes de solution saturée à froid d'acétate de sodium. — Évaporer à nouveau à siccité au bain-marie et calciner légèrement après avoir ajouté quelques cristaux de nitrate de potasse. — Reprendre par l'eau chaude acidifiée par HCl. — Filtrer s'il y a lieu. Précipiter à chaud par BaCl². — Laisser reposer 24 heures. — Filtrer, laver et calciner, puis peser. — Le résultat, multiplié par 0,137, donnera la quantité de soufre de vulcanisation sur 1 gramme de matière.

CHAPITRE XIII

--

*ANALYSE DES FACTICES

Corps à doser. — Humidité, — soufre total, chlore total, — cendres, — acides gras, — soufre des acides gras, — chlore des acides gras, — indice d'iode des factices, — indice d'iode des acides gras, — indice d'acétylation.

Dosage de l'humidité. — Prendre 2 grammes de factice. — Les placer dans une capsule de porcelaine, forme évasée et basse, et porter à l'étuve à la température de 100-110° jusqu'à poids constant.

Dosage du soufre et du chlore. — Peser 3 grammes de factice découpé. — Les placer morceau par morceau dans une capsule de porcelaine contenant 20 centimètres cubes AzO^3H fumant et quelques cristaux de nitrure d'argent. — Couvrir la capsule de porcelaine d'un entonnoir renversé dont la douille a été coupée à l'extré-

mité du cône. — Après cessation de l'effervescence produite, chauffer doucement au bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse. — Ajouter ensuite la quantité de carbonate de soude et de nitrate de potasse indiquée à la p. 109. — Faire fondre au moufle dans un creuset de porcelaine. — Laisser refroidir en introduisant dans la matière en fusion un fil de platine tourné en spirale à son extrémité. — Laisser la matière se solidifier en maintenant le fil à la main. — Suspender ensuite le fil de platine, à un support quelconque et placer immédiatement au-dessous du creuset un triangle en platine maintenu lui aussi par un support. — Chauffer légèrement le creuset qui se détachera facilement de la masse alcaline et se posera sur le triangle placé en dessous de lui. — Porter le fil de platine et la matière qui l'entoure dans une capsule de porcelaine. — Reprendre par l'eau chaude. — Laver le creuset à l'eau chaude également. — Filtrer, laver et réunir tous les liquides. — Les amener au volume de 300 centimètres cubes à $+ 15^{\circ}$. — Prélever 100 centimètres cubes, d'une part, correspondant à 1 gramme de factice pour le dosage du chlore et autant pour le dosage du soufre.

Acidifier par AzO^3H une des deux fractions. — Porter à l'ébullition pour chasser l'acide car-

bonique. — Laisser refroidir et précipiter le chlore par un léger excès de solution de nitrate d'argent. — Laisser déposer à l'ombre. — Filtrer, laver, sécher et calciner au rouge sombre. — Peser ensuite. — Le résultat, multiplié par 0,247, donnera la quantité de chlore sur 1 gramme de factice.

Ajouter à l'autre fraction de l'acide chlorhydrique jusqu'à réaction acide. — Chauffer à l'ébullition pour chasser l'acide carbonique. — Évaporer à sec. — Reprendre par HCl étendu et précipiter à chaud par BaCl². — Filtrer, laver, sécher et calciner. — Le résultat, multiplié par 0,137, donnera la quantité de soufre sur 1 gramme de factice.

Dosage des cendres. — Incinérer au rouge sombre l'échantillon provenant du dosage de l'eau. — Peser après refroidissement. — Le résultat, multiplié par 50, donnera la quantité de cendres pour cent de factice.

Dosage des acides gras (1). — Faire dissoudre au bain-marie 2 grammes de factice avec 100 centimètres cubes d'une solution limpide de soude alcoolique à 8 % (90 parties d'alcool à 95° et 8 grammes de soude caustique dissous

(1) HALPHEN. — *Analyse des matières grasses*. Gauthier-Villars et Masson, éditeurs.

dans 10 centimètres cubes d'eau). — Après 2 heures d'ébullition, chasser l'alcool du liquide ayant servi à la saponification et ajouter au résidu 200 centimètres cubes d'eau bouillante. — Maintenir au bain-marie jusqu'à dissolution complète. — Verser alors goutte à goutte de l'acide chlorhydrique légèrement étendu jusqu'à réaction acide. — Laisser au bain-marie jusqu'à ce que les acides gras se soient rassemblés en une couche huileuse surnageant la couche aqueuse ; celle-ci étant parfaitement limpide. — Tarer ensuite un filtre, préalablement lavé avec de l'eau chaude, séché et pesé. — Filtrer les acides gras sur ce filtre continuellement imbibé d'eau chaude. — Rincer le récipient ayant contenu les acides gras avec de l'eau chaude et jeter cette eau sur le filtre. — Laver jusqu'à ce que le liquide filtré ne rougisse plus le papier de tournesol sensible. — Refroidir ensuite les acides gras en les mouillant plusieurs fois à la pissette d'eau froide. — Porter alors le filtre et son contenu dans un verre de Bohême taré, puis sécher à l'étuve à 100-110° jusqu'à poids constant. — Peser. — En déduisant, du poids trouvé, les poids du filtre et du verre taré, on aura la quantité d'acides gras insolubles sur 2 grammes de factice.

INDICE D'IODE DES FACTICES

Réactifs nécessaires. — Solution filtrée d'iode bi-sublimé à 50 grammes par litre d'alcool à 95°. — Solution de bichlorure de mercure à 60 grammes d'alcool à 95°. — Une solution d'hyposulfite de soude neutre à 24^{sr},8 par litre. — Une solution aqueuse contenant 9 grammes d'iodate de potasse. — Une solution à 200 grammes par litre, d'iodure de potassium. — Une solution fraîche et filtrée d'empois d'amidon à 2 0/0.

Mode opératoire. — Peser 0^{sr},5 de factice dans un verre de montre taré, au moyen d'un tube de verre effilé. — Faire passer la matière dans un flacon de 500 centimètres cubes avec 15 à 20 centimètres cubes de chloroforme. — Mettre la même quantité de chloroforme dans un autre flacon qui servira de témoin. — Verser exactement dans chacun d'eux 20 centimètres cubes de la solution d'iode et 20 centimètres cubes de solution de bichlorure de mercure. — Boucher les flacons, agiter, noter l'heure et abandonner au repos pendant 2 heures. — Verser, après ce temps, dans chacun de ces flacons, 25 centimètres cubes de la liqueur d'iodure de potassium et agiter.

— Ajouter 100 centimètres cubes d'eau distillée et agiter à nouveau.

Placer, d'autre part, la liqueur d'hyposulfite de soude dans une burette graduée. — La faire couler goutte à goutte dans chacun des flacons en agitant continuellement et jusqu'à ce que le liquide ne soit plus que très peu coloré.

Ajouter ensuite 5 centimètres cubes de la solution d'empois d'amidon. — Remuer et continuer l'addition d'hyposulfite jusqu'à ce qu'une goutte suffise pour produire la décoloration du liquide essayé. — Insister en agitant le flacon et ajouter, si cela est nécessaire, de l'hyposulfite jusqu'à parfaite décoloration.

Noter ensuite le nombre de centimètres cubes employés pour chaque essai.

La différence des deux volumes d'hyposulfite obtenus dans ces deux opérations, indiquera la quantité d'iode fixé par les acides gras, après avoir titré l'hyposulfite par rapport à l'iode.

Dans ce but, placer 5 centimètres cubes de la solution d'iodure de potassium dans un verre de Bohême, ainsi que 5 centimètres cubes de la solution d'iodate de potassium et 10 centimètres cubes d'eau distillée. — Ajouter avec une pipette à deux traits, 10 centimètres cubes de la solution décimale d'acide sulfurique et 1 centi-

mètre cube d'empois d'amidon. — Verser goutte à goutte, dans ce mélange, la liqueur d'hyposulfite en agitant constamment et noter le volume nécessaire pour obtenir la décoloration. Ce volume égale 10 centimètres cubes de la solution décimale d'acide sulfurique ou 0^{sr},127 d'iode, d'où 1 centimètre cube d'hyposulfite = $\frac{0,127}{\text{volume d'hypo.}}$

Le factice en essai a donc absorbé :

$$(V - V') \times \frac{0,127}{\text{volume d'hypo.}}$$

et 100 grammes de cette matière auraient absorbé :

$$(V - V') \times \frac{0,127}{\text{volume d'hypo.}} \times \frac{100}{0,5} = x$$

Indice d'iode des acides gras. — Opérer comme pour les factices, en prélevant 0^{sr},3 d'acides seulement, au lieu de 0^{sr},5.

Indice d'acétylation. — Saponifier 10 gr. de factice avec 300 centimètres cubes de la solution de soude alcoolique indiquée à la p. 78. — Chasser ensuite l'alcool au bain-marie. — Ajouter au résidu un demi-litre d'eau bouillante. — Ajouter goutte à goutte de l'acide chlorhydrique jusqu'à

réaction acide. — Chauffer au bain de sable jusqu'à ce que les acides gras se soient rassemblés sur la surface du liquide. — Laisser refroidir dans un entonnoir à décantation. — Décanter et laver plusieurs fois à l'eau chaude jusqu'à ce que les liquides de lavages ne rougissent plus le papier de tournesol. — Récolter les acides gras dans une petite capsule de porcelaine et les faire sécher dans une étuve à acide carbonique portée à 105°, jusqu'à poids constant.

Prendre 5 grammes de ces acides privés d'eau. — Les placer dans un ballon sec avec 5 centimètres cubes d'anhydride acétique. — Chauffer pendant 2 heures au réfrigérant à reflux. — Ajouter ensuite 500 centimètres cubes d'eau bouillante et porter à l'ébullition 10 minutes. — Placer le liquide dans un entonnoir à décantation. — Soutirer la couche aqueuse et la remplacer par une nouvelle quantité d'eau bouillante. — Continuer les lavages jusqu'à ce que tout l'acide libre soit éliminé. — Recueillir les acides acétylés sur papier sec. — Les dissoudre ensuite dans l'alcool et ajouter au liquide alcoolique 30 centimètres cubes d'une solution de potasse alcoolique à 70 grammes par litre environ. — Faire bouillir une demi-heure au réfrigérant à reflux ; après refroidissement, ajouter au liquide quelques gouttes de phta-

leine du phénol et titrer avec une solution d'IICI jusqu'à disparition de la coloration rouge.

L'indice d'acétylation sera représenté par la différence entre la quantité de potasse KOH contenue dans les 30 centimètres cubes employés pour décomposer les acides gras acétylés et la quantité de KOH nécessaire à l'acide employé pour neutraliser la solution. Soient P , le poids en grammes de KOH contenu dans 30 centimètres cubes de potasse alcoolique, p , la quantité de KOH correspondant à la quantité d'acide titré employé pour neutraliser la solution, $\frac{P - p}{5}$ sera le nombre de KOH qui, exprimé en milligrammes, représentera l'indice d'acétyle sur 1 gramme d'acides gras essayés.

**Tableau K. — INDICES D'ACÉTYLE DE QUELQUES
HUILES VÉGÉTALES (d'après Bénédicht)**

Huiles végétales	Indices d'acétyle
Ricin	153,4
Croton	38,64
Coton	16,6
Éillette	13,1
Sésame	11,5
Lin	8,5
Chênevis	7,6
Cameline	7,5
Noix	7,5
Moutarde	6,9
Colza	6,3
Faine	6,1
Amande douce	5,8
Noisette	4,9
Olive	4,7
Arachide	3,4

Nombre de milligrammes de potasse KOH nécessaire
pour saturer l'acide acétique contenu dans 1 gramme
de corps gras acétylé.

DEUXIEME PARTIE

LA GUTTA-PERCHA

CHAPITRE PREMIER

DÉFINITION ET ORIGINES

La gutta-percha est une gomme-résine qui provient du suc laiteux de certains arbres appartenant à la famille des Sapotacées principalement.

C'est une matière plastique et malléable qui a la propriété de garder, d'une façon permanente, les empreintes ou les formes qui lui ont été données, après avoir toutefois subi, sous l'action d'une chaleur modérée, un ramollissement suffisant.

La gutta-percha est un carbure d'hydrogène qui a la même composition que le caoutchouc et paraît être un polymère de celui-ci.

Son mode de formation dans la nature est analogue à celui du caoutchouc, mais ses propriétés en sont bien différentes. Le caoutchouc a comme caractère principal l'élasticité que ne possède pas la gutta-percha.

Origines botaniques. — Les variétés d'arbres guttifères qui fournissent les meilleures qualités de gutta appartiennent au genre *Dichopsis*, de la famille des Sapotacées. On connaît principalement le *Dichopsis gutta*, le *Dichopsis oblongifolium*, le *Palaquium Borneense*, le *Dichopsis* ou *Palaquium Treubii*. Après le genre *Dichopsis*, vient celui des *Payena*, des *Mimusops* et des *Bassia*.

La zone de production des arbres guttifères est extrêmement limitée. Elle se trouve placée entre le 3° degré de latitude nord et le 5° degré de latitude sud, les 95° et 115° degrés de longitude est.

Le *Dichopsis* ou *Isonandra* est un arbre qui atteint à l'âge adulte 15 mètres de hauteur. Le tronc a une circonférence qui peut varier de 1 mètre à 2 mètres au-dessus du sol.

C'est en 1846, à Singapour, que T. Lobb a découvert l'*Isonandra*. Cette variété est celle qui a donné la meilleure gutta et qui, au début, a servi de type dans les transactions industrielles.

Le *Palaquium oblongifolium* est la meilleure variété qui ait remplacé par la suite l'*Isonandra gutta*. Il a été découvert en plusieurs endroits : 1° Sur la côte orientale de Sumatra, par Seligman-Lui ; 2° A Bornéo, par Teysman et Tromp ; 3° A Malacca, par Brau de Saint-Paul-Lias (1).

C'est un produit très homogène et très tenace, qui prend facilement les empreintes tout en conservant sa solidité en refroidissant. Sa couleur tire sur le brun foncé.

Les *Dichopsis Borneense*, *Treubii*, *Parsifolium*, ne sont que des variétés du genre précédent, mais de moindre valeur.

Viennent ensuite : les *Payena Lerii* qui croissent à Sumatra et dans la presqu'île de Malacca ; les *Mimusops*, qui fournissent, entre autres, la *Balata* dont l'emploi dans l'industrie s'est généralisé.

La *Balata* est un produit qui tient le milieu entre le caoutchouc et la gutta-percha ; un peu élastique, très nerveuse, mais se ramollissant et se refroidissant lentement.

(1) SERLIGMANN. — *Le caoutchouc et la gutta-percha.*

Tableau L DES PRINCIPALES VARIÉTÉS D'ARBRES
GUTTIFÈRES, D'APRÈS SEEGLIGMANN

Famille des Sapotacées

- Palaquium gutta (Syn. : Isonandra gutta, Dichopsis gutta).
 Palaquium oblongifolium.
 Palaquium Borneense.
 Palaquium Treubii.
 Palaquium vrieseanum.
 Dichopsis collophylla.
 Palaquium Selendit.
 Palaquium Njatoh.
 Palaquium Pistulatum.
 Dichopsis elliptica.
 Palaquium Kransiana.
 Payena Lerii.
 Payena macrophylla.
 Bassia Parkii.
 Mimusops Balata.
 Mimusops globosa.
 Mimusops elacta.
 Species mimusops.
 Mimusops speciosa.
 Mimusops Schimperii.
 Mimusops Kummel.
 Chrysophyllum ramiflorum.
 Chrysophyllum species.
 Achras Australis.
 Sano Manilla.
 Imbricaria coriacea.

Famille des Asclépiadées

Cynanchum vincinale.
Cynanchum gigantea.
Asclepias acida.

Famille des Apocynées

Alstonia scholaris.

Famille des Euphorbiacées

Euphorbia cattimando.
Euphorbia nereifolia.
Euphorbia tortillis.
Euphorbia tirucalli.
Macaranga tormentosa.
Pedilanthus tisthymaloides.

Procédés de récolte. — A Sumatra, on exploite la gutta-percha en abattant l'arbre à coups de hache et, celui-ci une fois couché, on trace avec une hachette, des demi-cercles distancés de 30 à 40 centimètres, puis, au moyen d'un racloir, on enlève le suc qui s'est figé dans les rainures et le tout est mis dans un sac. L'arbre est alors abandonné pour recommencer le même travail sur un autre.

Cette façon de procéder qui anéantit en un instant l'arbre producteur, donne un rendement en gomme-résine insignifiant, d'autant plus que la moitié seulement, la partie supérieure de

l'arbre reçoit les entailles, la partie inférieure touchant le sol reste intacte, l'indigène ne prenant pas la peine de retourner cette partie pour y faire des incisions.

Tableau M. — CLASSIFICATION DES ESPÈCES COMMERCIALES DE LA GUTTA-PERCHA

Espèces	Qualité	Perte à la fabrication
		0/0
Pahang	Très bonne	25 à 40
Sandakan	"	22
Maragulai	"	16
Bagan	"	29
Banjermassin	"	40 à 45
Kotaringin	Bonne	25 à 30
Pekan	Médiocre	20 à 30
Sarawack	Très bonne	45 à 50
Padang	"	40
Pontianack	"	30 à 45
Sarapong	Bonne	25 à 30
Siak	"	50
Bolungan	Très bonne	25 à 45
Coti	"	28 à 45
Cotoman	Bonne	30
Kelatan	Médiocre	30 à 40
Pahang White	Bonne	20 à 40
Assahan	Ordinaire	20
Tringanou	"	30
Boula-Balam	Mauvaise	"
Gutta-Pouteh	"	"
Balata	—	10

A Bornéo, l'extraction se fait différemment. Les indigènes coupent d'abord la cime de l'arbre et pratiquent ensuite des incisions circulaires dans l'écorce à des intervalles de 30 à 40 centimètres. Ils laissent le latex s'écouler pendant deux à trois jours et le recueillent ensuite dans desalebasses pour le soumettre à une ébullition d'une demi-heure, après l'avoir additionné d'une certaine quantité d'eau. Le produit d'un arbre travaillé dans ces conditions-là atteint de 15 à 45 kilogrammes de gomme brute (1).

(1) SEELIGMANN. — *Le caoutchouc et la gutta-percha.*

CHAPITRE II

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE LA GUTTA-PERCHA

La gutta-percha à l'état pur est une substance blanche, inodore et insipide, solide et souple, mais peu élastique, ce qui la différencie du caoutchouc. Elle possède une texture celluleuse, susceptible de passer à l'état fibreux sous l'action d'une forte traction. Sa densité est en apparence plus faible que l'eau, à cause de sa porosité. Elle varie entre 980 et 999. Mais, en réalité, lorsqu'elle a été soumise à une compression suffisante, son poids spécifique dépasse celui de l'eau.

A la température ordinaire, la gutta est rigide. A 50°, elle commence à se ramollir et, si la température s'élève, elle finit par se souder à elle-même. Deux parties mises en contact et subissant une légère pression ne font plus qu'un seul

tout et ne peuvent plus se séparer après refroidissement.

La gutta-percha a été importée en Europe en 1832, par W. Montgomery. Elle a été étudiée d'abord par Payen, puis ensuite par Q. William, Hoffmann, Oudemans, Miller, Berthelot.

La gutta-percha est composée de trois principes immédiats d'après Payen :

1° Une substance blanche quand elle est fraîchement précipitée, exempte d'oxygène, solide, souple, extensible mais non élastique. Elle a été appelée gutta. Elle se liquéfie à + 130°, bout à 170° et donne comme produits de distillation des carbures d'hydrogène analogues à ceux du caoutchouc. D'après Oudemans, sa composition élémentaire donne à l'analyse les résultats suivants :

	1	2	3
C	87,64	— 88,10	88,20
H	11,79	— 11,77	12,00
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
	99,43	99,87	100,20

et répond à la formule $C^{20}H^{32}$. Elle est insoluble dans l'alcool, l'acétone ; soluble dans le chloroforme, l'éther, la benzine, le toluène, le sulfure de carbone, la nitrobenzine, etc. ;

2° Une résine blanche, cristalline, plus dense

que l'eau, fusible à 160°, inattaquable par l'acide chlorhydrique. Elle a reçu le nom d'albane. Elle est soluble dans la benzine, l'essence de térébenthine, l'éther, le sulfure de carbone, le chloroforme, l'acétone, et l'alcool bouillant. Elle cristallise par refroidissement de ses dissolutions. Sa composition répond à la formule $C^{20}H^{32}O^2$, d'après Oudemans, et donne à l'analyse :

	1		2
C	78,87	—	78,95
H	10,58	—	10,31
O	10,55	—	10,74
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>		<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
	100,00		100,00

D'après W. Ramsay, sa composition centésimale serait :

	1		2
C	81,97	—	81,68
H	11,40	—	11,40
O	6,63	—	6,72
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>		<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
	100,00		100,00

et correspondrait à la formule $C^{16}H^{26}O$.

3° Une résine jaunâtre diaphane, d'une densité un peu plus élevée que celle de l'eau, cassante et friable, se ramollissant vers 50° et complètement fluide vers 100-110°. Payen l'a

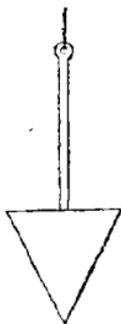
dénommée fluavile. Cette substance paraît être le résultat de l'oxydation de la gutta. Elle se dissout dans l'alcool froid, la benzine, l'essence de térébenthine, le sulfure de carbone, le chloroforme. Sa composition élémentaire correspond à la formule $C^{20}H^{32}O$ et donne à l'analyse les chiffres suivants :

	1	2
C	83,36	83,52
H	11,17	11,42
O	5,47	5,06
	—————	—————
	100,00	100,00

Les alcalis, les acides dilués, les solutions salines sont sans action sur la gutta-percha. L'acide sulfurique concentré et l'acide azotique fumant l'attaquent facilement à froid. L'acide chlorhydrique n'a pas d'action apparente pas plus que l'acide azotique ordinaire à froid. Mais celui-ci l'attaque facilement à chaud. Le chlore, le brome, l'iode se combinent avec les solutions de gutta pour former des bromures, chlorures correspondants, insolubles dans les solvants ordinaires de la gutta.

DÉTERMINATION DE LA DENSITÉ

Faire dessécher à 105-110°, pendant quatre heures, dans une étuve à acide carbonique, un morceau de gutta. En former ensuite une boulette d'un gramme ou deux en pétrissant la matière entre les doigts pendant qu'elle est encore molle, de façon à éviter d'emprisonner des bulles d'air.



Tarer un flotteur (*fig. 11*) portant sur son plateau un poids de 5 grammes, on aura :

Fig. 11. Tare = flotteur + 5 grammes.

Pour connaître la perte de poids de l'appareil dans l'eau, équilibrer à nouveau le flotteur après l'avoir plongé entièrement dans l'eau distillée. Cette perte p sera :

$$\begin{aligned} \text{Flotteur} + 5 + p &= p' \\ p &= p' - (5 + \text{flotteur}) \end{aligned}$$

Essayer le flotteur avec soin ; le piquer dans la boulette de gutta et équilibrer de nouveau dans l'air. On aura :

$$\text{Flotteur} + \text{gutta} + p''$$

Par différence avec le poids initial qui est de 5 grammes et ce nouveau poids, on a le poids de la gutta :

$$5 - p'' = P, \text{ poids de la gutta.}$$

Plonger ensuite le flotteur et la boulette de gutta entièrement dans l'eau distillée en évitant les bulles d'air. Rétablir l'équilibre. Le poids p''' nécessaire à cet effet représentera la perte de poids dans l'eau de l'appareil, plus la perte de poids de la gutta V , correspondant à son volume.

La perte de poids de l'appareil dans l'eau étant p , on aura, par différence avec la perte totale due à la gutta :

$$p''' - p = V \text{ ou volume de la gutta.}$$

La densité de la gutta sera donc :

$$D = \frac{P}{V}$$

ESSAIS D'ÉLASTICITÉ ET DE DURETÉ
EFFECTUÉS AVEC L'ÉLASTO-DUROMÈTRE
P. BREUIL

Régler l'aplomb de l'appareil et opérer comme il a été dit pour le caoutchouc (voir p. 45 et 47).

Tableau N INDICANT LE RENDEMENT MÉCANIQUE
DES DIVERSES QUALITÉS DE GUTTA-PERCHA, OBTENU
AVEC L'ÉLASTO-DUROMÈTRE P. BREUIL.

Désignation des échantillons	Épaisseur	Essais d'élasticité		Essais de dureté		
		Hauteur de rebondissement de la bille	Rapport de la hauteur de rebon- dissement à la hauteur de chute	Enfoncement E de la pointe en mm.	Effort P pour cet enfoncement	Rap- port P E
Gutta pure . .	10	mm. 98	0/ 39,3	1	13,800	13,80
Gutta de pre- mière qualité	15	170	68,0	0,5	11,200	22,40
Gutta bonne	15	150	60,0			
Gutta passable.	30	110	44,0			
Gutta très mé- diocre . . .	30	75	30,0			
Balata brute .	5	98	39,3			

CHAPITRE III



ANALYSE CHIMIQUE DE LA GUTTA-PERCHA

* MÉTHODE PONTIO

Échantillonnage. — Procéder de la même façon que pour le caoutchouc, en prélevant des bandes dans les deux sens, si on a affaire à des plaques, ou en coupant les petits morceaux dans toute leur longueur si ce sont des fils. Prélever ensuite un échantillon moyen.

Corps à doser. — 1^o Résines ;

2^o Matière bitumineuses ;

3^o Impuretés ;

4^o Gutta pure.

Dosage des résines. — Peser un gramme de gutta à essayer. Le placer dans un filtre taré Schleicher et Schull de 7 centimètres de diamètre. Mettre le tout sur un support en fil de platine ou d'argent et faire digérer à l'ébullition pendant douze heures consécutives dans l'appareil décrit

à la p. 68 (1) contenant une quantité suffisante d'alcool à 95° (2), pour que le filtre puisse s'y baigner à moitié. Laver ensuite l'échantillon à l'alcool chaud au moyen de la pissette. Faire sécher à 100-110° à l'étuve à acide carbonique et peser. La perte de poids donnera la quantité de résines sur 1 gramme de matière.

Dosage des matières bitumineuses. — Soumettre à l'action de l'éther sulfurique bouillant l'échantillon provenant du dosage précédent pendant douze heures consécutives, en employant, soit l'appareil décrit à la p. 68, soit tout autre appareil. Laver ensuite le filtre à l'éther chaud, sécher et peser. Le résidu contiendra les impuretés naturelles de la gutta, plus les $\frac{62}{100}$ du bitume, s'il y en a.

Soumettre ensuite le filtre et son contenu à l'action du sulfure de carbone ou du toluène bouillant. Laver à la pissette avec un peu d'éther de pétrole, ou de benzine, sécher, puis peser. Ce nouveau poids donnera la quantité de matières inertes ou impuretés de la gutta et, par diffé-

(1) Cet appareil convient surtout lorsqu'on a plusieurs échantillons à analyser ensemble.

(2) Il est nécessaire d'employer l'alcool, de préférence à l'acétone, au cas où le produit renfermerait des matières bitumineuses.

rence, la quantité de bitume dissous par le toluène ou le sulfure de carbone.

$$R = \frac{62b}{100} + m.$$

R représente le résidu total obtenu ;

b, le bitume ;

m, les matières inertes.

Après digestion dans le sulfure de carbone, on aura :

$$\frac{62b}{100} - R - m.$$

La valeur de *b* sera établie par la proportion suivante :

$$62 : 100 :: p : x.$$

p étant le poids de bitume dissous par le sulfure de carbone ou le toluène.

Par digestion à froid dans la nitrobenzine. (Procédé Henriques). — Faire digérer à froid dans la nitrobenzine pendant vingt-quatre heures, un échantillon de gutta préalablement débarrassé de ses résines. Laver à l'alcool bouillant, sécher et peser. — La perte de poids donnera la quantité de matières bitumineuses qui sera calculée en $p. \frac{\circ}{\circ}$ de la matière initiale.

Dosage des impuretés. Par digestion dans la vapeur de cumène. — Peser 1 gramme de

gutta. — Le placer dans un filtre taré plié en quatre de Schleicher et Schull, 7 centimètres de diamètre. — Le mouiller avec un peu de cumène. — Adapter le tout sur un support en fil de platine ou d'argent et accrocher celui-ci à la potence de l'appareil décrit à la p. 68.

Mettre ensuite dans le ballon-digester une quantité suffisante de cumène, en s'arrangeant de façon à ce que le liquide soit à un demi-centimètre de distance de la pointe du filtre. — Porter à l'ébullition pendant six heures consécutives. — Retirer le filtre et le laver à la pissette à alcool absolu bouillant. — Sécher à l'étuve à 100-110° et peser. — Le poids trouvé donnera la quantité d'impuretés contenues dans la prise d'essai.

Par dissolution et filtration, au moyen du filtre-compresseur (p. 70).

Peser 2 grammes de gutta. — Les faire digérer dans 100 centimètres cubes de toluène bouillant. — Filtrer sur disque taré en papier spécial ⁽¹⁾ (voir p. 71) au moyen du filtre-compresseur. — Laver au toluène chaud, récipient, entonnoir et cylindre. — Enlever le filtre, le sécher et peser. — L'augmentation de poids donnera la quantité d'impuretés sur 2 grammes de gutta.

(1) On peut aussi se servir de filtres Schleicher choisis avec soin.

Dosage de la gutta par différence. — Connaissant la quantité pour cent des éléments solubles dans l'alcool et l'éther, ainsi que le poids du résidu dans la vapeur de cumène, on aura, par différence, la quantité de gutta pure.

Par précipitation et pesée. — Débarrasser la gutta de ses résines en la faisant digérer dans l'alcool à 95°. — La faire dissoudre ensuite dans l'éther et filtrer. — Concentrer la solution en faisant évaporer en partie. — Verser celle-ci en filet dans huit fois son volume d'alcool à 95° bouillant. — Décantier, laver à l'alcool chaud, sécher à l'étuve à acide carbonique à 100° et peser.

Analyses des résines de la gutta-percha.

Opérations à exécuter :

Indice d'iode ;

Indice d'acétyle ;

Indice de saponification ;

Indice d'acidité ;

Point de fusion.

Indice d'iode :

(Opérer comme pour les factices, p. 116, en partant de 1 gramme de résine sèche).

Indice d'acétyle :

(Opérer comme p. 118).

Indice de saponification :

Dissoudre 50 centimètres cubes d'acide chlor-

hydrique pur à 20° B⁶ dans un litre d'eau. Titrer cet acide avec une solution de potasse normale (titrée par rapport à l'acide oxalique). Pour cela, prélever 20 centimètres cubes de la solution acide et la placer dans un verre à pied avec quelques gouttes de phtaléine du phénol. — Placer la liqueur alcaline titrée dans une burette graduée, et la laisser tomber goutte à goutte, en agitant continuellement et jusqu'à obtention d'une coloration rouge. — Noter le nombre N de centimètres cubes de potasse employés. — Multiplier ce nombre par 0,056 représentant un centimètre cube de potasse KOH.

Donc, 20 centimètres cubes de la solution HCl équivalent à $N \times 0,056$:

$$1 \text{ cent. cube} = \frac{N \times 0,056}{20} = 0,0028 N.$$

Faire fondre la résine et en prélever 5 gr. au moyen d'un tube. — Les placer dans une fiole d'Erlenmeyer de 250 centimètres cubes tarée à l'avance. — Verser sur cette résine exactement 25 centimètres cubes de la solution normale de potasse. — Mettre un verre de montre sur la fiole et porter au bain-marie bouillant pendant vingt minutes en agitant de temps à autre. — Retirer du bain-marie. — Ajouter

9 gouttes de phtaléine du phénol et faire tomber goutte à goutte l'acide chlorhydrique titré contenu dans une burette graduée en agitant continuellement et jusqu'à disposition de la coloration rouge. — Noter le nombre M de centimètres cubes d'acide employé. — La différence de volume entre 25 et le nombre M indiquera la quantité de potasse qui a été saponifiée. — L'indice de saponification ou la quantité de potasse combinée aux acides gras contenus dans 1 000 grammes de la substance essayée sera donné par la valeur en grammes :

$$(25 - M) \times \frac{0,0028 N}{5}$$

Point de fusion. — Faire fondre la résine au bain de sable et en garnir l'extrémité d'un thermomètre à mercure. — Laisser refroidir. — Continuer ensuite comme il est indiqué à la p. 70.

Indice d'acidité. — Peser 1 gramme de résine. Le placer avec 50 centimètres cubes d'alcool à 95° dans un ballon d'Erlenmeyer muni d'un bouchon traversé par un long tube de verre. — Filtrer le liquide sur filtre taré; laver le filtre à l'alcool à 95°. — Sécher et peser. — Noter l'augmentation de poids, soit p . — Ajouter au liquide filtré, 3 centimètres cubes de solution de

Tableau C DONNANT LES CONSTANTES PHYSIQUES DES RÉSINES DE QUELQUES GUTTAS (1)

Désignation	Aspect	Consistance	Indice de saponification	Indice d'acidité
Gutta-percha	jaune	pâteuse, molle	78,5	5,0
Albane	blanc	"	83,5	5,0
Fluarile	jaune	cassante, friable	71,45	5,0
Résines du Chiclé	gris jaune	dure, cassante	103,1	traces
Chiclé (résine A)	"	"	139,0	"
Chiclé (résine B)	"	"	100,8	"
Résines du Tuno	jaune	dure, cassante	77,3	5,6
Jelutong	jaune	molle	77,5	traces
Almeidina	jaune	dure, cassante	50,4	11,0
Balata	jaune	liquide, épaisse	69,2	traces
Payena sp.	gris jaune	dure	103,7	traces

1 The India Rubber World, Juin 1904.

phthaléine du phénol à 1 ‰. — Titrer avec une solution de soude demi-normale de potasse contenue dans une burette graduée. — Verser jusqu'à virage au rouge. — Noter le nombre n de centimètres cubes de potasse employés.

La quantité de résine étant égale à $(1 - p)$ grammes, les n centimètres cubes de potasse correspondent à $n \times 28,05$ milligrammes pour $(1 - p)$ grammes et pour 1 gramme de résine, on aura :

$$\text{Indice d'acidité} = \frac{n \times 28,05}{1 - p}.$$

CONDITIONS D'ESSAIS DE RÉCEPTION DES
OBJETS EN CAOUTCHOUC IMPOSÉES PAR
QUELQUES ADMINISTRATIONS.

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES
DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

Essais mécaniques

ART. 6.

Épreuve par traction alternative. — Cette épreuve s'applique à tous les objets des 1^{er} et 2^e groupes indiqués à la soumission, dans lesquels on peut découper des lanières extensibles et notamment ceux désignés dans le tableau suivant. Parmi les pièces présentées à la réception, on découpera des lanières ayant pour dimensions la section dans la partie considérée, l'une, l'épaisseur de la lanière, l'autre, deux fois cette épaisseur.

Pour les rotules et tuyaux simples non entoilés, l'essai portera également sur des anneaux découpés dans ces rotules ou ces tuyaux.

Les lanières soumises à un premier allongement permanent devront pouvoir supporter une série d'allongements alternatifs supplémentaires à raison de 20 à 25 par minute jusqu'à la rupture.

Il ne devra se produire aucune altération après l'allongement permanent et le premier allongement supplémentaire constaté.

Le tableau ci-après indique, suivant la nature des objets à essayer, les allongements permanents et supplémentaires en fonction de la longueur utile de l'éprouvette sur laquelle se fera l'essai, de telle sorte qu'en appelant la longueur considérée L et l'allongement C , on obtiendra, après l'épreuve, une longueur représentée par $L + CL$.

Ce tableau indique également le nombre d'allongements supplémentaires successifs à faire subir aux éprouvettes avant la rupture.

Nature des objets — Premier groupe	Allongements C en fonction de la longueur considérée L .		Nombre d'allongements supplémentaires avant la rupture
	allongt perma- nent	allongt supplé- mentaire	
Rotules et } les pièces elles- tuyaux souples } mêmes	3	6	100
non entoilés. } les anneaux	1	4	50
Lanières découpées dans les } anneaux et autres articles du } même groupe.	3	6	150

ART. 6

Épreuves de compression. — Les éprouvettes supportent, pendant 1 heure, une pression telle que leur épaisseur soit réduite à un tiers de l'épaisseur normale, c'est-à-dire qu'une éprouvette d'épaisseur e devra être ramenée sous pression à $\frac{e}{3}$ d'épaisseur.

Elles devront ensuite subir une série de six cents compressions consécutives, réduisant chacune de leur épaisseur au tiers de l'épaisseur normale à raison de dix compressions par minute.

Il ne devra se manifester, après ces essais, aucune altération ni déformation appréciable de leur forme primitive.

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES
DES CHEMINS DE FER DU MIDI**Essais chimiques**

Caoutchouc de 3^e catégorie.

(Qualité supérieure).

Le caoutchouc devra être souple, ferme et bien vulcanisé dans toutes ses parties.

La proportion de cendres et matières minérales ne devra pas dépasser 5 %.

Les matières grasses ou résineuses extraites par la soude alcoolique bouillante ne devront pas être supérieures à 5 % du poids de la matière non minérale.

Caoutchouc de 2^e catégorie.

(Résistant à l'eau chaude et à la vapeur).

Le caoutchouc devra être souple, ferme et bien vulcanisé dans toutes ses parties. Il résistera bien à l'action de la chaleur sèche ou humide.

Un échantillon chauffé pendant 4 heures dans l'eau sous pression, à la température de 170°, ne devra ni avoir subi de changements, ni être sensiblement déformé.

La proportion des cendres et matières minérales ne devra pas dépasser 50 %.

Les matières grasses ou résineuses extraites par la soude alcoolique bouillante ne devront pas être supérieures à 10 % du poids de la matière non minérale.

Caoutchouc de 1^{re} catégorie.

(Résistant au choc).

Il résistera bien à l'action de la chaleur sèche à 135°.

La proportion de cendres et matières minérales ne devra pas dépasser 50 %.

Les matières grasses ou résineuses extraites par la soude alcoolique bouillante ne devront pas être supérieures à 20 % du poids de la matière non minérale.

(*Pas d'essais mécaniques*).

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES
DE LA MARINE

Essais mécaniques

ART. 7, § A.

Essai de ténacité. — Les épreuves de ténacité se font à l'aide d'une machine à mouvement alternatif de 200 millimètres de course, munie de mâchoires mobiles. Les trois lanières sont saisies à la fois et reçoivent ainsi des allongements périodiques de 200 millimètres à raison de 30 par minute.

Les mâchoires sont réglées au début, de façon que leur écartement soit égal à 400 millimètres. Les lanières reçoivent ainsi un allongement fixe préalable $l = 1$ et prennent périodiquement un allongement $l = 2$. On maintient ce régime pendant 10 minutes, après quoi, sans arrêter la ma-

chine, on écarte l'une des mâchoires de 100 millimètres en plus, de façon à porter l'allongement fixe à 1,5, et l'on fait de même toutes les 10 minutes, accroissant ainsi l'allongement fixe de 100 millimètres chaque fois jusqu'à rupture des trois lanières. On note la valeur de l'allongement fixe de chaque lanière au moment où elle casse; on prend la moyenne des trois allongements.

Ces épreuves peuvent être appliquées à des tubes; dans ce cas, les tubes, remplis préalablement d'huile, sont saisis à l'aide d'agrafes à tétou ovoïde, dont le but est d'élargir le tube dans la région voisine de la ligature pour réduire la fatigue du tuyau dans cette région et assurer la rupture entre les deux agrafes.

ART. 8

(Température sèche).

Essai à 130-135°. — On suspend les échantillons dans une étuve, maintenue à 130-135° pendant 4 heures. On pèse avant et après chauffage.

Les échantillons ne doivent subir, dans cet essai, aucune altération ni perdre plus de 1,5 % du poids de la gomme vulcanisée (c'est-à-dire déduction faite de la charge).

ART. 8

(Température humide).

Essai à 170-175°. — On place les échantillons dans un tube à essai en verre, enfermé lui-même dans un tube en fer à moitié rempli d'eau et fermé par un bouchon à vis ; on maintient pendant 2 heures au bain d'huile à une température de 170-175°. Le caoutchouc devra, après cette épreuve, avoir conservé les propriétés d'un bon caoutchouc vulcanisé.

Essais chimiques

ART. 9

Soufre total. — On traite par l'acide nitrique fumant, fusion avec carbonate de soude et nitrate de potasse.

Résines, factices, etc. — 5 grammes de caoutchouc râpé ou coupé en petits morceaux sont traités au réfrigérant ascendant par 100 centimètres cubes de soude alcoolique à 5 % pendant 3 heures ; on décante et on ajoute une même quantité de soude en faisant bouillir à nouveau pendant 1 heure. On décante, on filtre et on lave jusqu'à réaction neutre. On sèche à 100° et pèse.

Charge fixe totale. — Le résidu du traitement par la soude alcoolique est traité par 100 centimètres cubes d'acide acétique dilué au quart et sucré. On fait bouillir pendant une demi-heure, puis on laisse en contact au bain-marie. On filtre, on lave jusqu'à réaction neutre, on dessèche à 100° et on pèse. On reprend le résidu du traitement acétique, on le calcine à basse température et on pèse. Le poids des cendres augmenté de la perte en poids par le traitement acétique, représente la charge totale minérale.

Cendres. — On peut aussi faire la calcination directe : 5 grammes de caoutchouc sont jetés peu à peu dans un creuset en porcelaine chauffé par un bec de Bunsen ; on termine la calcination, soit à l'air libre, soit à l'entrée d'un moufle en opérant à basse température.

Essais mécaniques

Réception pour la qualité A (première qualité).
— 1° En plus de l'essai normal, il est fait, pour les feuilles de 0^{mm},5 destinées aux torpilles, afin de vérifier l'uniformité de leur élasticité, un essai de traction sur une bande de 50 millimètres de largeur et de 100 millimètres de longueur entre mâchoires, par lequel, à 20° de température,

l'allongement, sans rupture, devra atteindre 3 (soit longueur totale : 40 centimètres). Les tubes seront soumis à un essai à l'eau sous pression à 2 kilogrammes ; ils devront se dilater régulièrement sans former aucune bosse.

2° Il est fait un *essai de ténacité* à l'état naturel et sur lanières pour les plaques, après un séjour de 6 heures dans une chaudière à 3 kilogrammes, d'après les conditions du paragraphe A de l'art. 7 pour le classement des échantillons. Pour les tubes, il est fait un *essai de ténacité*, soit sur portions de tubes remplis d'huile, soit sur bagues découpées.

La somme des allongements fixes à la traction obtenus à l'état naturel et après séjour en chaudière ne devra pas être inférieure à 5.

3° *Essais chimiques.* — L'analyse doit révéler un caoutchouc vulcanisé contenant au plus 15 % de charge. On vérifie que le caoutchouc destiné aux acides ne subit pas de perte de poids sensible après une immersion de 24 heures dans l'acide sulfurique à 22° Baumé.

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES
DES CHEMINS DE FER D'ORLÉANS

Essais chimiques

ART. 7

Le caoutchouc vulcanisé des divers objets compris dans le cahier des charges devra, en outre des conditions spéciales imposées pour chaque objet, satisfaire aux essais suivants :

1° Chauffé à l'étuve à air chaud, à la température de 135° centigrades pendant 2 heures consécutives, il ne devra subir aucune altération, ni perdre plus de 1,5 % du poids de la gomme vulcanisée, c'est-à-dire déduction faite des cendres ;

2° Soumis à l'action de l'eau sous pression à 170° pendant 2 heures, il devra conserver toutes les propriétés d'un bon caoutchouc vulcanisé ;

3° Traité par la soude alcoolique, il n'abandonnera, comme parties solubles (résines du caoutchouc, soufre, etc.), que 10 % au maximum du poids de la gomme vulcanisée (c'est-à-dire déduction faite des cendres).

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES DE LA
MANUFACTURE NATIONALE D'ARMES DE
CHATELLERAULT

Essais mécaniques.

Prélèvement des éprouvettes. Bandes en caoutchouc de 1^{re} qualité.

ART. 2

On prélèvera trois bandes pour les essais mécaniques et chimiques. Sur chacune, on prélèvera deux blocs parallélépipédiques de $70 \times 70 \times 31$ millimètres, l'un destiné à l'essai de tarage, l'autre, à l'essai d'énervement, et trois lanières de 31×10 millimètres de section destinées à l'essai de traction.

Essai de tarage.

ART. 3

Sous une charge totale de 2 000 kilogrammes, le bloc-épreuve soumis à l'essai ne devra pas s'affaisser de plus de la moitié de son épaisseur primitive.

Essai d'énervement.

ART. 4

Sur le plateau d'une machine à mouvement alternatif, on disposera l'éprouvette à essayer et,

après l'avoir convenablement centrée, on la comprimera à l'aide d'un plateau en acier de 100 millimètres sur 100 millimètres. La course de la machine sera réglée de manière que l'épaisseur du bloc soit réduite de moitié à chaque compression.

L'essai comportera 6 000 compressions, à raison de 60 par minute, soit 1^h,40 de travail.

Le caoutchouc ne devra présenter, après l'éti-rage, ni fente, ni gerçure sur tout son pour-tour.

Après un repos de 12 heures, le caoutchouc doit reprendre son épaisseur primitive à 0^{mm},3 près.

Essai d'extension.

ART. 5

L'éprouvette sera une lanière de 31 × 10 mil-limètres de section. La distance entre les points d'attache 50 millimètres.

Cette lanière, essayée au dynamomètre, devra pouvoir supporter, sans se rompre, 20 kilo-grammes par centimètre carré de section et subir un allongement égal à deux fois sa lon-gueur primitive.

Essais chimiques.

ART. 6.

La densité ne sera pas supérieure à 1,150. La teneur en cendres ne devra pas dépasser 15 $\%$. — La teneur en soufre total ne devra pas dépasser 5 $\%$. — La quantité de matières grasses ou résineuses ne devra pas dépasser 5 $\%$ de la matière non minérale du caoutchouc.

L'essai sera conduit comme suit :

1 gramme de caoutchouc en limaille sera mis à bouillir dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant avec :

Lessive de soude pure à 36°	4 cm ³
Alcool à 95°	20 "

Après 2 heures d'ébullition, le liquide décanté sur un filtre sera mis de côté. Un nouveau traitement de 2 heures sera recommencé sur le résidu déjà épuisé, ce dernier traitement étant suivi d'un lavage à l'eau bouillante. Tous les liquides de l'épuisement par la soude alcoolique réunis dans une capsule seront, après addition d'acide chlorhydrique jusqu'à faible acidité, chauffés au bain-marie pour bien rassembler les matières précipitées.

Ce résultat obtenu, ces matières précipitées seront lavées à l'eau froide après complet refroidissement.

dissement de la capsule, en prenant la précaution de décanter sur un filtre, en y laissant tomber le moins possible de matière.

Le lavage terminé, le filtre, ainsi que l'agitateur ayant servi à la filtration, seront placés dans la capsule. Le tout, convenablement desséché à 100°, sera épuisé par plusieurs lavages à la benzine pure, légèrement chauffée au bain-marie. Cette solution benzinique, évaporée au bain-marie, dans une capsule tarée, jusqu'à poids invariable, donnera un résidu représentant les matières grasses ou résineuses contenues dans 1 gramme de caoutchouc.

Présence des matières goudroneuses. — 1 gramme de caoutchouc en limaille mis 12 heures en digestion avec 20 centimètres cubes de nitrobenzine ne devra pas colorer sensiblement ce liquide.

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES
DE L'ADMINISTRATION
DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES
CONCERNANT LES CABLES TÉLÉPHONIQUES
ISOLÉS AU CAOUTCHOUC

ART. 3. — Les conducteurs sont isolés, au moyen de trois couches de caoutchouc disposé

longitudinalement, ou avec une couche disposée en hélice et les deux autres longitudinalement.

La première de ces couches appliquée directement sur le cuivre sera constituée par du caoutchouc naturel de premier choix donnant à l'analyse 92 % au moins de gomme pure.

Les deux couches suivantes seront constituées par du caoutchouc de qualité supérieure préparé pour la vulcanisation et donnant à l'analyse 45 % de gomme pure.

L'emploi des factices dans la fabrication est interdit.

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES
DE L'ADMINISTRATION
DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES CONCERNANT
LA FOURNITURE DES CÂBLES SOUS-MARINS

Épreuves chimiques. — La gutta-percha employée sera de premier choix, bien homogène et identique pour les différentes couches.

Traitée par la vapeur de toluène, elle ne devra pas donner sur le filtre un résidu supérieur à 5 % de son poids.

Traitée par l'alcool absolu bouillant, elle devra laisser, sur le filtre, un résidu dont le poids, di-

minué du résidu au toluène, devra atteindre au moins 52 % de son poids,

Desséchée à 110° centigrades dans un courant d'acide carbonique, elle ne devra pas prendre plus de 5 % de son poids.

Les essais destinés à s'assurer qu'elle remplit ces conditions, seront faits sur des échantillons pris sur les âmes lors de la vérification de leur isolement.

Concernant les postes téléphoniques. — Le résidu au toluène ne devra pas être supérieur à 10 % du poids de la gutta.

Le résidu à l'alcool bouillant ne devra pas être inférieur à 47 %, après diminution du résidu au toluène.

La perte à l'étuve comme ci-dessus.

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE	Pages 5
-------------------	------------

PREMIÈRE PARTIE

LE CAOUTCHOUC

CHAPITRE PREMIER

Définition et origine du caoutchouc

Définition	7
Origines botaniques.	8

CHAPITRE II

Le latex

Récolte du latex	10
Coagulation du latex	10
1 ^{er} procédé	10
2 ^{me} procédé	11
3 ^{me} procédé	12
4 ^{me} procédé	12
5 ^{me} procédé	12

CHAPITRE III

Propriétés physiques et chimiques du latex

Propriétés physiques et chimiques du caoutchouc normal.	15
--	----

164 ANALYSE DU CAOUTCHOUC ET DE LA GUTTA-PERCHA

	Pages
Propriétés physiques et chimiques du caoutchouc vulcanisé	17
Table de solubilité de quelques sortes de caoutchouc	18

CHAPITRE IV

Classification des sortes de caoutchouc

1 ^o Caoutchoucs américains	21
2 ^o Caoutchoucs africains	23
3 ^o Caoutchoucs asiatiques.	23
4 ^o Caoutchoucs océaniques.	24

CHAPITRE V

Essais mécaniques du caoutchouc manufacturé

Essais à la traction	25
Procédé d'Heinzerling et Pall	26
Procédé Stevart	27
Procédé Breuil. Traction lente. Traction vive, Traction répétée	30
Tuyaux entoilés	35
Mesure de l'étanchéité des tuyaux.	35
Mesure de la résistance et du gonflement	35
Mesure de la souplesse et de la flexibilité.	35
Mesure de l'adhérence des toiles	36

CHAPITRE VI

Essais à la compression

Méthode Boileau	38
Méthode Debonnefoy	39
Méthode Breuil	40

	Pages
Appareils pour les essais de traction et de compression	40
Dynamomètre Delaloe	40
Dynamomètre P. Breuil	41

CHAPITRE VII

Essais rapides de dureté et d'élasticité

Élasto-duromètre P. Breuil	44
Description de l'appareil. Dispositif pour les essais d'élasticité	44
Essais d'élasticité	45
Dispositif pour les essais de dureté	46
Essais de dureté	47
Essais physiques des objets à parois minces	51

CHAPITRE VIII

Analyse des latex

Dosage de l'eau	53
Dosage de la gomme	53
Dosage des sels minéraux	54
Dosage des matières azotées	54
Évaluation de la richesse d'un latex	56
Numération des globules	56

CHAPITRE IX

Analyse chimique du caoutchouc brut

Méthodes Pontio	58
Échantillonnage	58
Corps à doser	58
1. Humidité	58
2. Résidu organique et minéral } Par filtration	59
} Par la vapeur de cumène	60

166 ANALYSE DU CAOUTCHOUC ET DE LA GUTTA-PERCHA

	Pages
3. Résines	60
4. Gomme pure	61
Méthode Fendler	61
1 ^o Impuretés insolubles.	61
2 ^o Gomme pure.	62
3 ^o Résines	62
Méthode au nitrosite de C. Weber	62
1 ^o Résines	62
2 ^o Impuretés minérales et organiques	63
3 ^o Gomme pure	64
Méthode Budde	65
Méthode Budde modifiée par Pontio	65
Détermination de la densité d'un caoutchouc brut ou non vulcanisé. Méthode du flacon	67

CHAPITRE X

<i>Digesteur-lxiviateur Pontio.</i> Description de l'appareil.	68
Emploi de l'appareil	69
<i>Filtre-compresseur Pontio.</i> Description de l'ap- pareil	70
Emploi de l'appareil.	71
Détermination du point de fusion des caout- choucs.	72
Tableau donnant le point de fusion des caout- choucs bruts.	73

CHAPITRE XI

Analyse chimique du caoutchouc vulcanisé

Échantillonnage	76
<i>Méthode Pontio.</i>	76
Corps à doser	76
1 ^o Eau d'interposition	77

TABLE DES MATIÈRES

167

	Pages
2 ^o Groupe de l'alcool absolu : Soufre libre. Résines. Paraffine. Goudron de bois. Matières grasses	77
3 ^o Groupe de la soude alcoolique : Factices et soufre des factices.	78
3 ^o Groupe de la lavande-acétone : Produits bitumineux. Asphalte. Goudron de houille. Huiles minérales	79
5 ^o Matières minérales	79
1 ^{er} Procédé : Par incinération directe. . .	79
2 ^e Procédé : Par digestion dans la vapeur de cumène.	80
3 ^e Procédé : Par dissolution et filtration .	81
6 ^o Gomme pure et soufre de vulcanisation . .	81
2 ^e Méthode	81
Méthode au nitrosite de C.-O. Weber	81
1. Perte à l'acétone. Dosage des résines. Soufre libre.	81
2. Perte à la soude alcoolique. Factices et soufre des factices	81
3. Dosage des matières minérales et organiques.	82
4. Dosage de la gomme	83
Dosage des matières minérales et organiques par le procédé Marckwald et Franck	83
Analyse du caoutchouc vulcanisé par la méthode Henriqués et Weber	84
1 ^o Traitement à l'acétone. Matières grasses. Résines. Soufre libre.	84
2 ^o Traitement à la soude alcoolique. Factices et soufre des factices	85
3 ^o Traitement à la nitrobenzine froide. Asphalte. Bitume	85
4. Traitement à la nitrobenzine chaude. Matières minérales et organiques. Gomme pure.	85
Méthode E. Herbst	86
Analyse de l'ébonite	95

168 ANALYSE DU CAOUTCHOUC ET DE LA GUTTA-PERCHA

	Pages
Méthode Pontio	95
Méthode R. Thal	98
Méthode Weber, Marckwald et Franck	100
Tableau des matières minérales et organiques employées comme charge dans le caoutchouc.	102
Matières colorantes employées dans la fabrication du caoutchouc	103

CHAPITRE XII

Dosage du soufre sous ses différents états

1° Procédé Pontio.	105
Soufre libre	105
Soufre combiné aux factices.	106
Soufre des matières minérales	106
Soufre total.	107
Soufre de vulcanisation	108
2° Procédé Henriques	108
Soufre total.	108
Soufre des matières minérales	109
Soufre libre et soufre des factices.	110
Soufre de vulcanisation	110
Dosage du soufre de vulcanisation dans le caoutchouc nitrosé de Weber	110

CHAPITRE XIII

Analyse des factices

Corps à doser	112
Humidité	112
Dosage du soufre et du chlore	112
Dosage des cendres	114
Dosage des acides gras.	114

TABLE DES MATIÈRES

169

	Pages
Indice d'iode des factices	116
Indice d'acétylation	118

DEUXIÈME PARTIE

LA GUTTA-PERCHA

CHAPITRE PREMIER

Définition et origines

Définition	123
Origines botaniques	124
Tableau des principales variétés d'arbres gutti- fères	126
Procédés de récolte	127
Classifications des espèces commerciales	128

CHAPITRE II

Propriétés physiques et chimiques de la gutta-percha

Détermination de la densité	134
Essais d'élasticité et de dureté	135
Tableau donnant le rendement mécanique des diverses qualités de gutta-percha	136

CHAPITRE III

Analyse chimique de la gutta-percha

Méthode Pontio	137
Échantillonnage	137
Dosage des résines	137
Dosage des matières bitumineuses	138

170 ANALYSE DU CAOUTCHOUC ET DE LA GUTTA-PERCHA

	Pages
Dosage des impuretés par digestion dans la vapeur de cumène	140
Dosage des impuretés par dissolution et filtration	140
Dosage de la gutta par différence	141
Dosage de la gutta par pesée	141
Analyse des résines de la gutta	141
Détermination du point de fusion de la gutta	143
Constantes physiques des résines	144
<i>Conditions d'essais de réception des objets en caoutchouc</i>	<i>146</i>
Extrait du cahier des charges des chemins de fer de l'État	146
Extrait du cahier des charges des chemins de fer du Midi	148
Extrait du cahier des charges de la Marine	150
Extrait du cahier des charges des chemins de fer d'Orléans	155
Extrait du cahier des charges de la manufacture d'armes de Châtellerault	156
Extrait du cahier des charges de l'administration des postes et télégraphes concernant les câbles téléphoniques isolés au caoutchouc	159
Extrait du cahier des charges de l'administration des postes et télégraphes concernant le fonctionnement des câbles sous-marins	160
Des postes téléphoniques	161

SAINT-AMAND (CHER). — IMPRIMERIE BUSSIÈRE

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

55, Quai des Grands-Augustins, Paris (6^e).

Envoi franco contre mandat-poste ou valeur sur Paris.

ŒUVRES DE CHARLES HERMITE

PUBLIÉES SOUS LES AUSPICES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Par **Émile PICARD**,
Membre de l'Institut.

TROIS VOLUMES IN-8 (25-16) SE VENDANT SÉPARÉMENT.

TOME I : Vol. de XL-500 p., avec un portrait d'Hermite; 1905. 18 fr.
TOME II : Volume de VI-520 pages avec un portrait; 1908.. 18 fr.
TOME III..... (Sous presse.)

LEÇONS ÉLÉMENTAIRES

SUR LE

CALCUL DES PROBABILITÉS

Par **R. de MONTESSUS**,
Docteur ès sciences mathématiques, Lauréat de l'Institut.

PHILOSOPHIE DU HASARD. PRINCIPE DU CALCUL DES PROBABILITÉS.

JEUX DE HASARD. JEUX SAVANTS. LA SPÉCULATION.

PROBABILITÉ GÉOMÉTRIQUE. PROBABILITÉ DES CAUSES. TIR DES ARMES À FEU.
LES ASSURANCES. LES SCIENCES MORALES ET ÉCONOMIQUES.

IN-8 (25-16) DE VI-191 PAGES AVEC 17 FIGURES; 1908..... 7 FR.

ŒUVRES DE PIERRE CURIE

PUBLIÉES PAR LES SOINS DE LA

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Avec préface de M^{me} CURIE

IN-8 (25-16) DE XXII-621 PAGES AVEC 118 FIG. ET 3 PLANCHES; 1908. 22 FR.

ENCYCLOPÉDIE
DES
SCIENCES MATHÉMATIQUES
PURES ET APPLIQUÉES,

Publiée sous les auspices des Académies des Sciences de Munich,
de Vienne, de Leipzig et de Göttingue.

Édition française publiée d'après l'édition allemande

SOUS LA DIRECTION DE

Jules MOLK,

Professeur à l'Université de Nancy.

Avec le concours de nombreux savants et professeurs français.

L'édition française de l'*Encyclopédie* est publiée en sept tomes
formant chacun trois ou quatre volumes de 300 à 500 pages grand
in-8, paraissant en fascicules de 10 feuilles environ in-8 (25-16).

Fascicules parus du Tome I :

Volume I. Fascicule 1	5 fr.
Volume I. Fascicule 2	5 fr. 25 c.
Volume I. Fascicule 3	6 fr.
Volume II. Fascicule 1	8 fr.
Volume III. Fascicule 1	8 fr.
Volume III. Fascicule 2	3 fr.
Volume IV. Fascicule 1	5 fr.
Volume IV. Fascicule 2	6 fr. 25 c.

LEÇONS
D'ÉLECTROTECHNIQUE GÉNÉRALE
PROFESSÉES A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

Par **P. JANET,**

Directeur du Laboratoire central et de l'École supérieure d'Électricité,
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

TROIS VOLUMES IN-8 (25-16) SE VENDANT SÉPARÉMENT.

- TOME I : *Généralités. Courants continus.* 3^e édit. (Sous presse.)
TOME II : *Courants alternatifs, sinusoidaux et non sinusoidaux. Alternateurs. Transformateurs.* 2^e édition. Volume de iv-309 pages avec 156 figures; 1905. 11 fr.
TOME III : *Moteurs à courants alternatifs. Couplage et compoundage des alternateurs. Transformateurs polymorphiques.* 2^e édition. Volume de iv-356 pages avec 129 figures; 1908. 11 fr.

LEÇONS SUR LES FONCTIONS

DÉFINIES PAR

LES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES

DU PREMIER ORDRE

Professées au Collège de France,

Par Pierre BOUTROUX,

Maitre de Conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier.

Avec une *Note* de M. **PAINLEVÉ**, Membre de l'Institut.

VOLUME IN-8 (25-16) DE VI-190 PAGES; 1908..... 6 fr. 50 c.

LA CONSTRUCTION

EN

BÉTON ARMÉ

GUIDE THÉORIQUE ET PRATIQUE

Par C. KERSTEN,

Ingénieur-Architecte.

Professeur à l'École royale des Travaux publics de Berlin.

Traduit d'après la 3^e édition allemande par P. POINSIGNON,
Ingénieur E. C. L.

2 VOLUMES IN-8 (23-14) SE VENDANT SÉPARÉMENT.

I^{re} PARTIE : *Calcul et exécution des formes élémentaires.* Volume de IV-194 pages avec 119 figures; 1907..... 6 fr.

II^e PARTIE : *Applications à la construction en élévation et en sous-sol.* Volume de VII-280 pages avec 497 figures; 1908.. 9 fr.

LA PHOTOGRAMMÉTRIE

COMME

APPLICATION DE LA GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE

PAR

Le Dr FRIEDRICH SCHILLING,

Professeur à la technische Hochschule de Danzig.

Édition française rédigée avec la collaboration de l'auteur

Par L. GÉRARD,

Docteur ès sciences, Professeur au Collège Chaptal.

N-8 (25-6) DE IV-104 PAGES, AVEC 80 FIG. ET 5 PL.; 1908..... 6 fr.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE M. J. BLONDIN,

Avec la collaboration de MM. ARMAGNAT, BECKER, BOURGUIGNON,
COURTOIS, DA COSTA, JACQUIN, JUMAU, GOISOT,
J. GUILLAUME, LABROUSTE, LAMOTTE, MAUDUIT, MAURAIN,
PELLISSIER, RAVEAU, G. RICHARD, TURPAIN, etc.

La *Revue électrique* paraît deux fois par mois, par fascicules de 40 pages in-4 (28-22). Elle forme par an 2 volumes de 400 pages environ.

Prix de l'abonnement pour un an :

(A partir du 1^{er} janvier ou du 1^{er} juillet.)

Paris.....	25 fr.
Départements.....	27 fr. 50 c.
Union postale.....	30 fr.

Chaque volume formant un Semestre..... 11 fr.

La Collection des cinq premières années (10 volumes).... 90 fr.

LA TERRE ET LA LUNE

FORME EXTÉRIEURE ET STRUCTURE INTERNE

Par P. PUISEUX,

Astronome à l'Observatoire de Paris.

IN-8 (25-16) DE IV-176 PAGES AVEC 28 FIG. ET 26 PL.; 1908..... 9 FR.

LES PLANÈTES

ET LEUR ORIGINE

PAR

Ch. ANDRÉ

Directeur de l'Observatoire de Lyon.

Volume in-8 (25-16) de vi-285 p. avec 94 fig. et 3 pl.; 1909. 10 fr.

LEÇONS SUR LES THÉORIES GÉNÉRALES

DE

L'ANALYSE

Par René BAIRE,

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

DEUX VOLUMES IN-8 (25-16), SE VENDANT SÉPARÉMENT :

TOME I : *Principes fondamentaux, variables réelles*. Volume de x-232 p., avec 17 figures; 1907..... 8 fr.

TOME II : *Variables complexes. Applications géométriques*. Volume de x-347 pages avec 52 figures; 1908..... 12 fr.

LA PLANÈTE MARS

ET SES CONDITIONS D'HABITABILITÉ

ENCYCLOPÉDIE GÉNÉRALE DES OBSERVATIONS MARTIENNES

FAITES DEPUIS L'ORIGINE (1636) JUSQU'À NOS JOURS

Par Camille FLAMMARION

DEUX VOLUMES IN-8 (29-19) SE VENDANT SÉPARÉMENT.

TOME I : Volume de x-608 pages avec 580 dessins télescopiques et 23 cartes; 1892.

Broché..... 12 fr. | Cartonné..... 15 fr.

TOME II : Volume de iv-604 pages avec 426 dessins télescopiques et 16 cartes; 1909.

Broché..... 12 fr. | Cartonné..... 15 fr.

MACHINES-OUTILS

OUTILLAGE — VÉRIFICATEURS

NOTIONS PRATIQUES

PAR

P. GORGEU,

Capitaine d'artillerie.

Volume in-8 (25-16) de iv-232 p., avec 200 schémas; 1909. 7 fr. 50 c.

LECONS DE MÉCANIQUE CÉLESTE

PROFESSÉES A LA SORBONNE

Par H. POINCARÉ,

Membre de l'Institut.

TROIS VOLUMES IN-8 (25-16), SE VENDANT SÉPARÉMENT.

TOME I. — *Théorie générale des perturbations planétaires.*

Volume de vi-367 pages; 1905..... 12 fr.

TOME II. — (I^{re} PARTIE). — *Développement de la fonction perturbatrice.* Volume de iv-167 pages; 1907..... 6 fr.

— II^e PARTIE. — *Théorie de la Lune.* Volume de iv 137 pages; 1909..... 5 fr.

EXERCICES ET LEÇONS

D'ANALYSE

Par R. D'ADHÉMAR

QUADRATURES.

ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES, ÉQUATIONS INTÉGRALES
DE M. FREDHOLM ET DE M. VOLTERRA.

ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES DU SECOND ORDRE.

VOLUME IN-8 (23-14), DE VIII-208 PAGES; 1908..... 6 fr.

LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

ET LES

APPLICATIONS PRATIQUES DES ONDES ÉLECTRIQUES

Par Albert TURPAIN.

2^e édition. In-8 (23-14) de xi-396 p., avec 220 fig., cart.: 1908.. 12 fr.

LECTURES DE MÉCANIQUE

LA MÉCANIQUE ENSEIGNÉE PAR LES AUTEURS ORIGINAUX

Par **E. JOUGUET**,

Ingénieur des Mines.

DEUX VOLUMES IN-8 (25-16) SE VENDANT SÉPARÉMENT.

I^{re} PARTIE : *La naissance de la Mécanique*. Volume de x-210 p. avec 88 figures; 1908..... 7 fr. 50 c.

II^e PARTIE : *L'organisation de la Mécanique*. (Sous presse.)

TRACTION ÉLECTRIQUE CONSTRUCTION ET PROJETS

Par **G. SATTLER**,

Ingénieur.

OUVRAGE TRADUIT DE L'ALLEMAND

Par **Pierre GIROT**,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

Vol. in-8 (23-14) de vi-195 pages, avec 123 fig. et 2 pl.; 1908. 5 fr.

LES OSCILLATIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

ET LA

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Par le Professeur **D^r J. ZENNECK**.

OUVRAGE TRADUIT DE L'ALLEMAND

Par **P. BLANCHIN**, **G. GUÉRARD**, **E. PICOT**,

Officiers de Marine.

DEUX VOLUMES IN-8 (25-16) SE VENDANT SÉPARÉMENT.

TOME I : *Les oscillations industrielles. Les oscillateurs fermés à haute fréquence*. Volume de xii-505 pages, avec 422 figures; 1909..... 17 fr.

TOME II : *Les oscillateurs ouverts et les systèmes couplés, les ondes électromagnétiques. La Télégraphie sans fil*. Volume de vi-489 pages, avec 380 figures; 1909..... 17 fr.

COURS DE PHYSIQUE

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Par J. JAMIN et E. BOUTY.

Quatre tomes in-8 (23-14), de plus de 4000 pages, avec 1587 figures et 14 planches; 1885-1891. 72 fr.

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 figures. 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*; 139 fig. et 3 planches. 4 fr.

3^e fascicule. — *Étude des radiations lumineuses, chimiques et calorifiques; Optique physique*; avec 249 fig. et 5 pl. 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.

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 des quatre volumes. 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. Acoustique. 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. In-8, avec 48 figures et 2 planches; 1899. 3 fr. 50 c.

3^e SUPPLÉMENT. — *Radiations. Électricité. Ionisation. Applications de l'Électricité. Instruments divers*; par E. BOUTY. In-8, avec 104 figures; 1906. 8 fr.

ENCYCLOPÉDIE DES TRAVAUX PUBLICS

ET ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE.

TRAITÉ DES MACHINES A VAPEUR

CONFORME AU PROGRAMME DU COURS DE L'ÉCOLE CENTRALE (E. I.)

Par **ALHEILIG** et **C. ROCHE**, Ingénieurs de la Marine.

TOME I (412 fig.); 1895..... **20 fr.** | **TOME II** (281 fig.); 1895..... **18 fr.**

CHEMINS DE FER

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.

MATÉRIEL ROULANT. RÉSISTANCE DES TRAINS. TRACTION

Un volume in-8 (25-16), xxii-441 pages, 95 figures, 1 planche; 1895 (E. I.). **15 fr.**

ÉTUDE DE LA LOCOMOTIVE. LA CHAUDIÈRE

Un volume in-8 (25-16) de vi-608 p. avec 131 fig. et 2 pl.; 1900 (E. I.). **15 fr.**

ÉTUDE DE LA LOCOMOTIVE. MÉCANISME, CHASSIS TYPES DE MACHINES

Un volume in-8 (25-16) de iv-712 pages, avec 288 figures et un atlas in-4° (32-25) de 18 planches; 1903 (E. I.). Prix..... **25 fr.**

TRAITÉ GÉNÉRAL

DES AUTOMOBILES A PÉTROLE

Par **Lucien PÉRISSÉ,**

Ingénieur des Arts et Manufactures.

In-8 (25-16) de iv-503 p. avec 286 fig.; 1907..... **47 fr 50 c.**

INDUSTRIES DU SULFATE D'ALUMINIUM, DES ALUNS ET DES SULFATES DE FER,

Par **Lucien GESCHWIND**, Ingénieur-Chimiste.

Un volume in-8^o(25-16), de VIII-364 pages, avec 495 figures; 1899 (E. I.). 10 fr.

COURS DE CHEMINS DE FER

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES,

Par **C. BRICKA**,

Ingénieur en chef de la voie et des bâtiments aux Chemins de fer de l'État.

DEUX VOLUMES IN-8 (25-16); 1894 (E. T. P.).

TOME I : avec 326 fig.; 1894.. 20 fr. | TOME II : avec 177 fig.; 1894.. 20 fr.

COUVERTURE DES ÉDIFICES

Par **J. DENFER**,

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

UN VOLUME IN-8 (25-16), AVEC 429 FIG.; 1893 (E. T. P.). 20 FR.

CHARPENTERIE MÉTALLIQUE

Par **J. DENFER**,

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

DEUX VOLUMES IN-8 (25-16); 1894 (E. T. P.).

TOME I : avec 479 fig.; 1894.. 20 fr. | TOME II : avec 571 fig.; 1894.. 20 fr.

ÉLÉMENTS ET ORGANES DES MACHINES

Par **Al. GOUILLY**,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

IN-8 (25-16) DE 406 PAGES, AVEC 710 FIG.; 1894 (E. I.).. 12 FR.

MÉTALLURGIE GÉNÉRALE

Par **U. LE VERRIER**,

Ingénieur en chef des Mines, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

VOLUMES IN-8 (25-16) SE VENDANT SÉPARÉMENT (E. I.) :

- I. — *Procédés de chauffage*. Volume de 367 pages, avec 171 fig.; 1902..... 12 fr.
- II. — *Procédés métallurgiques et études des métaux*. Volume de 403 pages, avec 194 figures; 1905..... 12 fr.
-

VERRE ET VERRERIE

Par **Léon APPERT** et **Jules HENRIVAUX**, Ingénieurs.

In-8 (25-16) avec 130 figures et 1 atlas de 14 planches; 1894 (E. I.).... 20 fr.

COURS

D'ÉCONOMIE POLITIQUE

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES (E. I. P.)

Par **C. COLSON**,

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

SIX LIVRES IN-8 (25-16) SE VENDANT SÉPARÉMENT, CHACUN 6 FRANCS.

LIVRE I : *Théorie générale des phénomènes économiques*. Un volume de 450 pages. 2^e édition; 1907.

LIVRE II : *Le travail et les questions ouvrières*. Un volume de 344 pages; 1901. (Nouveau tirage.)

LIVRE III : *La propriété des biens corporels et incorporels*. Un volume de 342 pages; 1902.

LIVRE IV : *Les entreprises, le commerce et la circulation*. Un volume de 432 pages; 1903.

LIVRE V : *Les finances publiques et le budget de la France*. 2^e édition revue et mise à jour. Un volume de 466 pages; 1909.

LIVRE VI : *Les Travaux publics et les transports*. Un volume de 528 pages; 1907.

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 IN-8 (25-16), AVEC 267 FIG. ; 1894 (E. T. P.). 20 FR.

CHEMINS DE FER. EXPLOITATION TECHNIQUE

PAR MM.

SCHÖLLER,

Chef adjoint des Services commerciaux
à la Compagnie du Nord.

FLEURQUIN,

Inspecteur des Services commerciaux
à la même Compagnie.

UN VOLUME IN-8 (25-16), AVEC FIGURES; 1901 (E. I.)... 12 FR.

TRAITÉ DES INDUSTRIES CÉRAMIQUES

Par E. BOURRY,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

IN-8 (25-16), DE 755 PAGES, AVEC 349 FIG. ; 1897 (E. I.). 20 FR.

RÉSUMÉ DU COURS

DE

MACHINES A VAPEUR ET LOCOMOTIVES

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES,

Par J. HIRSCH,

Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées,
Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

2^e édit. In-8 (25-16) de 510 p. avec 314 fig. ; 1898 (E. T. P.). 18 fr.

LE VIN ET L'EAU-DE-VIE DE VIN

Par **Henri DE LAPPARENT**,

Inspecteur général de l'Agriculture.

INFLUENCE DES CÉPAGES, CLIMATS, SOLS, ETC., SUR LE VIN, VINIFICATION, CUVERIE, CHAIS, VIN APRES LE DECUVAGE. ÉCONOMIE, LÉGISLATION.

IN-8 (25-16) DE XII-533 P., 111 FIG., 28 CARTES; 1895 (E. I.). 12 FR.

CHEMINS DE FER A CRÉMAILLÈRE

Par **M. LÉVY-LAMBERT**.

IN-8 (25-16) DE IV-479 PAGES, AVEC 137 FIG.; 1908. (E. T. P.). 45 fr.

MACHINES FRIGORIFIQUES

PRODUCTION ET APPLICATIONS DU FROID ARTIFICIEL,

Par **H. LORENZ**, Professeur à l'Université de Halle.

TRADUIT DE L'ALLEMAND PAR **P. PETIT** et **J. JAQUET**.

IN-8 (25-16) DE IX-186 PAGES, AVEC 131 FIGURES; 1898 (E. I.)... 7 fr.

COURS DE CHEMINS DE FER

(ÉCOLE SUPÉRIEURE DES MINES),

Par **E. VICAIRE**, Inspecteur général des Mines,

révisé et terminé par **F. MAISON**, Ingénieur des Mines.

IN-8 (25-16) DE 581 PAGES AVEC NOMBREUSES FIG.; 1903 (E. I.). 20 fr.

COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE

ET DE GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE,

Par **Maurice D'OCAGNE**,

Ing^r et Prof^r à l'École des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'École Polytechnique.

IN-8 (25-16) DE XI-428 P., AVEC 340 FIG.; 1896 (E. T. P.). 12 FR.

TRAITÉ DES ESSAIS DE MATÉRIAUX

Méthodes, Machines, Instruments de mesure

Par A. MARTENS. Traduit de l'allemand par P. BREUIL.

AVEC NOTES ET ANNEXES.

In-8 (25-16) de 671 pages, avec 558 figures, et Atlas (25-16)
de 31 planches; 1904..... 50 fr.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

DU CIMENT ARMÉ

Par R. FÉRET,

Chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées à Boulogne-sur-Mer.

In-8 (25-16) de vi-778 pages, avec 197 figures; 1906 (E. I.). 20 fr.

LA FORME

DU

LIT DES RIVIÈRES

A FOND MOBILE

Par L. FARGUE,

Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite.

In-8 (25-16) de iv-187 pages, avec 55 fig. et 15 pl.; 1908..... 9 fr.

LA TANNERIE

Par L. MEUNIER et C. VANEY,

Professeurs à l'École française de Tannerie.

Publié sous la direction de LÉO VIGNON,

Directeur de l'École française de Tannerie.

IN-8 (25-16) DE 650 PAGES AVEC 98 FIGURES; 1903 (E. I.). 20 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.

DERNIERS OUVRAGES PARUS :

MONOGRAPHIE DU DIAMIDOPHÉNOL EN LIQUEUR ACIDE,
Nouvelle méthode de développement

Par G. BALAGNY.

In-16 (19-12) de VIII-84 pages; 1907..... 2 fr. 75 c.

DICTIONNAIRE DE CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE,

A l'usage des Professionnels et des Amateurs,

Par G. et A. BRAUN fils.

Un volume grand in-8 (25-16) de 500 pages..... 12 fr.

LES CORRECTIFS DU DÉVELOPPEMENT.

*Étude pratique du renforcement et de l'affaiblissement
des images photographiques,*

Par ERNEST COUSTET.

In-16 (19-12) de VI-58 pages; 1908..... 1 fr. 75 c.

LA PHOTOGRAPHIE. TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE,

Par A. DAVANNE.

2 beaux vol. in-8 (25-16), avec 234 fig. et 4 planches spécimens 32 fr.

Chaque volume se vend séparément..... 16 fr.

PRÉCIS DE PHOTOGRAPHIE GÉNÉRALE,

Par Édouard BELIN.

Deux volumes in-8 (25-16), se vendant séparément.

TOME I : *Généralités. Opérations photographiques.* Vol. de VIII-246 pages, avec 96 figures; 1905..... 7 fr.

TOME II : *Applications scientifiques et industrielles.* Vol. de 233 pages, avec 99 figures et 10 planches; 1905..... 7 fr.

TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE DE PHOTOGRAPHIE,

Par C. FABRE, Docteur es Sciences.

4 beaux vol. in-8 (25-16), 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. de 400 p. avec 176 fig.; 1892..... 14 fr.

2^e Supplément (B). Un beau vol. de 424 p. avec 221 fig.; 1897..... 14 fr.

3^e Supplément (C). Un beau vol. de 400 p. avec 215 fig.; 1903..... 14 fr.

4^e Supplément (D). Un beau vol. de 414 p. avec 161 fig.; 1906..... 14 fr.

Les 8 volumes se vendent ensemble..... 96 fr.

TRAITÉ PRATIQUE DE PHOTOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE,

Par C. FABRE.

In-8 (25-16) de 207 pages, avec 132 figures; 1906..... 6 fr.

LES POSITIFS SUR VERRE,

THÉORIE ET PRATIQUE,

Par H. FOURTIER.

2^e édition. In-16 (19-12) de 188 pages, avec 12 figures; 1907... 2 fr. 75 c.

LA PHOTOGRAPHIE AU CHARBON PAR TRANSFERTS ET SES APPLICATIONS

Par G.-A. LIÉBERT.

In-8 (25-16) de vi-283 pages, avec 20 figures et une épreuve au charbon;
1908 9 fr.

CONSEILS AUX AMATEURS PHOTOGRAPHES,

Par MAURICE MERCIER.

In-16 (19-12) de vi-144 pages; 1907..... 2 fr. 75 c.

APPLICATIONS DE LA PHOTOGRAPHIE AUX LEVÉS TOPOGRAPHIQUES EN HAUTE MONTAGNE,

Par HENRI VALLOT et JOSEPH VALLOT.

In-16 (19-12) de xiv-237 pages avec 36 figures et 4 planches; 1907... 4 fr.

(Février 1909.)

42933. — Paris, Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS — VI^e ARR.

P. n° 591.

(Février 1909)

(C^o L. H. D

EXTRAIT DU CATALOGUE (1)

Vient de paraître :

Diagnostic et Traitement
des
Maladies de l'Estomac

Par le D^r Gaston LYON

Ancien chef de Clinique médicale à la Faculté de Médecine de Paris.

Un volume in-8° de 724 pages, avec figures. Cartonné toile. 12 fr.

Traité élémentaire
de Clinique Thérapeutique

Par le D^r Gaston LYON

SEPTIÈME ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

Un volume grand in-8° de xvi-1726 pages. Relié toile. 25 fr.

Formulaire Thérapeutique

PAR MM.

G. LYON

P. LOISEAU

Ancien chef de clinique à la Faculté.

Ancien prép^s à l'École de Pharmacie.

Avec la collaboration de MM. L. DELHERM et Paul-Émile LÉVY

SIXIÈME ÉDITION, REVUE

Un volume in-18 tiré sur papier très mince, relié maroquin souple. 7 fr.

(1) La librairie envoie gratuitement et franco de port les catalogues suivants à toutes les personnes qui en font la demande : — Catalogue général avec table générale analytique. — Catalogue des ouvrages d'enseignement.

Les livres de plus de 5 francs sont expédiés franco au prix du Catalogue.

Les volumes de 5 francs et au-dessous sont augmentés de 10 0/0 pour le port.

Toute commande doit être accompagnée de son montant.

MASSON ET C^{ie}, EDITEURS

Vient de paraître :

Précis de Technique Opératoire

PAR LES PROSECTEURS DE LA FACULTÉ DE PARIS

AVEC INTRODUCTION PAR LE P^{re} PAUL BERGER

DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REVUE ET AUGMENTÉE

Tête et Cou, par CH. LENOIR MANT. — Thorax et membre supérieur, par A. SCHWARTZ. — Abdomen, par M. GUIBL. — Appareil urinaire et appareil génital de l'Homme, par PIERRE DUVAL. — Appareil génital de la Femme, par R. PROUST. — Membre inférieur, par G. LABEY. — Pratique courante et Chirurgie d'urgence, par VICTOR VEAL.

7 vol., cart. toile. Chaque vol. illustré de plus de 200 fig. . 4 fr. 50

TRAITÉ DE GYNÉCOLOGIE Clinique et Opératoire

Par Samuel POZZI

Professeur de Clinique Gynécologique à la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine, Chirurgien de l'hôpital Broca.

QUATRIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE

AVEC LA COLLABORATION DE F. JAYLE

3 vol. gr. in-8° de XVI-1500 pages avec 804 fig., reliés toile. . 40 fr.

PRÉCIS D'OBSTÉTRIQUE

PAR MM.

A. RIBEMONT-DESSAIGNES

Professeur à la Faculté de Médecine
Accoucheur de l'hôpital Beaujon
Membre de l'Académie de Médecine.

G. LEPAGE

Professeur agrégé à la Faculté
de Médecine de Paris
Accoucheur de l'hôpital de la Pitié.

SIXIÈME ÉDITION. Avec 568 fig., dont 400 dessinées par M. RIBEMONT-DESSAIGNES

1 vol. grand in-8° de 1420 pages, relié toile 30 fr.

Petite Chirurgie Pratique

PAR

Th. TUFFIER

Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris,
Chirurgien de l'hôpital Beaujon.

P. DESFOSSÉS

Ancien interne des hôpitaux de Paris,
Chirurgien du Dispensaire
de la Cité du Midi.

DEUXIÈME ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

1 vol. petit in-8° de VIII-568 pages, avec 350 fig., cart. à l'ingl. 10 fr.

Vient de paraître :

MÉDECINE OPÉRATOIRE
DES
VOIES URINAIRES

Anatomie Normale et
Anatomie Pathologique Chirurgicale

Par **J. ALBARRAN**

Professeur de clinique des Maladies des Voies urinaires
à la Faculté de Médecine de Paris, Chirurgien de l'Hôpital Necker.

Un volume grand in-8° de XII-991 pages, avec 561 figures dans le texte
en noir et en couleurs. Relié toile. 35 fr.

Exploration de Vient de paraître :
l'Appareil Urinaire

Ouvrage couronné par l'Académie de médecine de Paris, prix Laborie 1907

PAR LE

Dr Georges LUYS

Lauréat de la Faculté et de l'Académie de Médecine.

DEUXIÈME ÉDITION REVUE ET AUGMENTÉE

Avec 226 figures dans le texte et 6 planches hors texte en couleurs

volume in-8° de XII-612 pages, relié toile anglaise. 20 fr.

Vient de paraître :

DEUXIÈME ÉDITION

entièrement refondue

Traité de
DL
Technique Opératoire

PAR

ET

CH. MONOD

Agrégé à la Faculté de Paris
Chirurgien honoraire des hôpitaux
Membre de l'Académie de Médecine

J. VANVERTS

Chirurgien des hôpitaux de Lille
Membre correspondant de la
Société de Chirurgie.

2 vol. grand in-8° formant ensemble XII-2016 pag. avec 2337 fig.
dans le texte 40 fr.

MASSON ET C^o, ÉDITEURS

Ouvrage completVient de paraître :

Abrégé d'Anatomie

PAR

P. POIRIERProfesseur d'Anatomie
à la Faculté de Médecine de Paris.**A. CHARPY**Professeur d'Anatomie
à la Faculté de Médecine de Toulouse.**B. CUNÉO**

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

TOME I. — EMBRYOLOGIE. — OSTÉOLOGIE. — ARTHROLOGIE. — MYOLOGIE.

TOME II. — CŒUR. — ARTÈRES. VEINES. — LYMPHATIQUES. CENTRES NERVEUX. — NERFS CRANIENS. — NERFS RACHIDIENS.

TOME III. — ORGANES DES SENS. — APPAREIL DIGESTIF. — APPAREIL RESPIRATOIRE. — CAPSULES SURRÉNALES. — APPAREIL URINAIRE. — APPAREIL GÉNITAL DE L'HOMME ET DE LA FEMME. — PÉRINÉE. — MAMELLES. — PÉRITOINE.

*3 volumes in-8° formant ensemble 1020 pages avec 976 figures en noir et en couleurs, richement reliés toile. 50 fr.*Vient de paraître :

Précis de Manuel Opératoire

Par **L.-H. FARABEUF**

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

NOUVELLE ÉDITION**complètement revue et augmentée de figures nouvelles***LIGATURES DES ARTÈRES - AMPUTATIONS - RÉSECTIONS - APPENDICE
1 vol. in-8° de XVIII-1092 pages, avec 862 figures dans le texte. 16 fr.*Vient de paraître :

Cliniques de "la Charité"

sur la

Chirurgie journalière

Par **Paul RECLUS**Professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté de Paris,
Chirurgien de la Charité, Membre de l'Académie de Médecine*1 volume in-8° de VIII-614 pages, avec figures. 10 fr.*

Aide-Mémoire Vient de paraître:
de Thérapeutique

G.-M. DEBOVE

Doyen honoraire de la Faculté
de Médecine de Paris
Professeur de Clinique médicale.

PAR

G. POUCHET

Professeur de Pharmacologie
et de Matière médicale
à la Faculté de Médecine de Paris.

A. SALLARD

Ancien interne des Hôpitaux

1 vol. in-8° de VIII-700 pages, relié toile. 16 fr.

Traité élémentaire
de Clinique Médicale

Par G. M. DEBOVE

Doyen de la Faculté de Médecine de Paris. Professeur de Clinique médicale
Médecin des Hôpitaux, Membre de l'Académie de Médecine.

et A. SALLARD

Ancien interne des Hôpitaux

1 vol. grand in 8° de 1206 pages avec 275 figures, relié toile. 25 fr.

Le Traitement pratique
de la Tuberculose pulmonaire

Par Louis RÉNON

Professeur agrégé à la Faculté de Paris, Médecin de la Pitié.

1 vol. petit in-8° de VIII-260 pages. 3 fr. 50

Vient de paraître :

TRAITEMENT RATIONNEL
DE LA PHTISIE

Par le D^r Ch. SABOURIN

Directeur du Sanatorium de Douai

TROISIÈME ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

1 vol. in-16 de VIII-328 pages, relié toile anglaise souple. 4 fr

CHARCOT — BOUCHARD — BRISSAUD

BABINSKI, BALLEZ, P. BLOCH, BOIX, BRAULT, CHANTEMESSE, CHARRIN, CHAUFARD, COUET, DEFFLES, DETIL, GILBERT, GUIGNARD, L. GUINON, G. GUINON, HALLION, LAMY, LE GENDRE, MAFFAN, MARIE, MATHIEU, NETTER, OETTINGER, ANDRÉ PETIT, RICHARDIÈRE, ROGER, REAULT, SOLQUES, THIBIERGE, THOINOT, TOLFFNER, FERNAND VIDAL.

Traité de Médecine

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

BOUCHARD

Professeur à la Faculté de Paris
Membre de l'Institut.

BRISSAUD

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

DEUXIÈME ÉDITION

10 volumes grand in-8°. 160 fr.

Chaque volume est vendu séparément :

*Tome I, 16 fr. ; Tome II, 16 fr. ; Tome III, 16 fr. ; Tome IV, 16 fr.
Tome V, 18 fr. ; Tome VI, 14 fr. ; Tome VII, 14 fr. ; Tome VIII, 14 fr.
Tome IX, 18 fr. ; Tome X, avec table analytique des 10 volumes, 18 fr.*

Manuel de Pathologie interne

Par Georges DIEULAFOY

Professeur de Clinique médicale à la Faculté de médecine de Paris
Médecin de l'Hôtel-Dieu, membre de l'Académie de médecine

QUINZIÈME ÉDITION

entièrement refondue et considérablement augmentée

1 vol. in-16 diamant, avec figures en noir et en couleur, cartonnés à l'anglaise, tranches rouges. 32 fr.

Clinique Médicale de l'Hôtel-Dieu de Paris,

par le Professeur **G. DIEULAFOY**. 5 vol. gr. in-8°. avec figures dans le texte.

- | | |
|---|--------|
| I. 1896-1897. 1 vol. in-8°, avec figures | 10 fr. |
| II. 1897-1898. 1 vol. in-8°, avec figures. | 10 fr. |
| III. 1898-1899. 1 vol. in-8°, avec figures. | 10 fr. |
| IV. 1900-1901. 1 vol. in-8°, avec figures. | 10 fr. |
| V. 1905-1906. 1 vol. in-8°, avec figures et planches hors
texte. | 10 fr. |

Manuel des Maladies du Tube Digestif

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

G.-M. DEBOVE

Doyen de la Faculté de Médecine, Membre de l'Académie de Médecine.

Ch. ACHARD

Professeur agrégé à la Faculté
Médecin des hôpitaux.

J. CASTAIGNE

Professeur agrégé à la Faculté
Médecin des hôpitaux.

TOME I : Bouche, Pharynx, Œsophage, Estomac, par

MM. G. PAISSEAU, F. RATHERY, J.-Ch. ROUX.

1 vol. grand in-8° de 725 pages, avec figures dans le texte. 14 fr.

TOME II : Intestin, Péritoine, Glandes salivaires, Pan-

créas, par MM. M. LEPER, Ch. ESMONET, X. GOURAUD, L.-G. SIMON,
L. BOIDIN et F. RATHERY.

1 vol. gr. in-8° de viii-803 pages, avec 116 figures dans le texte. 14 fr.

TOME III : Foie et annexes, Rate (sous presse).

Manuel des Maladies des Reins et des Capsules surrénales

SOUS LA DIRECTION DE MM. Debove, Achard et Castaigne

Par J. CASTAIGNE, E. FFULLÉE, A. LAVENANT,
M. LEPER, R. OPPENHEIM, F. RATHERY.

1 vol. grand in-8°, de viii-792 pages, avec fig. dans le texte. 14 fr.

Guide du Médecin

Vient de paraître :

dans les

Accidents du travail

et leurs suites médicales et judiciaires

PAR

E. FORGUE

Professeur à la Faculté de Montpellier

E. JEANBRAU

Agrégé à la Faculté de Montpellier

PRÉFACE DE M. JEAN CRUPPI, Ministre du Commerce et de l'Industrie.

Deuxième édition augmentée et mise au courant de la jurisprudence

Par M. MOURRAL, Conseiller à la Cour de Rouen.

1 vol. in-8° de xx-576 pages avec figures, cartonné toile souple. 8 fr.

MASSON ET C, ÉDITEURS

COLLECTION DE PRÉCIS MÉDICAUX

(VOLUMES IN-8°, CARTONNÉS TOILE ANGLAISE SOUPLE)

Viennent de paraître :

- Dermatologie**, par J. DARIER, médecin de l'hôpital Broca, avec 122 figures. 12 fr.
- Pathologie exotique**, par E. JEANSELME, agrégé à la Faculté de Paris, Médecin des hôpitaux, et E. RIST, médecin des hôpitaux de Paris, avec 160 figures et 2 planches en couleurs.

Volumes antérieurement publiés :

- Introduction à l'étude de la Médecine**, par G.-H. ROGER, professeur à la Faculté de Paris. 4^e édition, entièrement revue. 10 fr.
- Physique biologique**, par G. WEISS, professeur agrégé à la Faculté de Paris, avec 543 fig. 7 fr.
- Physiologie**, par Maurice ARTHUS, professeur à l'Université de Lausanne. 3^e édition, avec 286 figures en noir et en couleurs. 10 fr.
- Chimie physiologique**, par M. ARTHUS. 5^e édit., avec fig. et 2 planches en coul. 6 fr.
- Dissection**, par P. POIRIER, professeur, et A. BAUMGARTNER, professeur à la Faculté de Paris, avec 169 fig. 6 fr.
- Microbiologie clinique**, par F. BEZANÇON, agrégé à la Faculté de Paris, avec 82 fig. 6 fr.
- Examens de Laboratoire employés en clinique**, par L. BARD, professeur à l'Université de Genève, avec la collaboration de MM. G. MALLET et H. HUMBERT, avec 138 fig. 9 fr.
- Diagnostic médical et Exploration clinique**, par P. SPILLMANN et P. HAUSHALTER, professeurs, et L. SPILLMANN, professeur agrégé à la Faculté de Nancy, avec 153 fig. en noir et en couleurs. 7 fr.
- Médecine infantile**, par P. NOBÉCOURT, professeur agrégé à la Faculté de Paris, avec 77 fig. et une planche en couleurs. 9 fr.
- Chirurgie infantile**, par E. KIRMISSON, professeur à la Faculté de Paris, avec 462 fig. 12 fr.
- Médecine légale**, par A. LACASSAGNE, professeur à l'Université de Lyon, avec 112 fig. et 2 planches en couleurs. 10 fr.
- Ophthalmologie**, par V. MORAX, ophtalmologiste de l'hôpital Lariboisière, avec 339 figures et 3 planches en couleurs. 12 fr.

==== RÉCENTES PUBLICATIONS (Février 1909) ====

COLLECTION DE PRÉCIS MÉDICAUX (Suite)

Thérapeutique et Pharmacologie, par A. RIGHAUD, professeur agrégé à la Faculté de Paris, avec figures 12 fr.

Vient de paraître :

Précis de Pathologie Chirurgicale

PAR MM.

BÉGOUIN, BOURGEOIS, PIERRE DUVAL, JEANBRAU
LECÈNE, LENORMANT, R. PROUST, TIXIER

4 volumes in-8°, cartonnés toile anglaise.

TOME I. — Pathologie chirurgicale générale Maladies générales des Tissus, Crâne et Rachis

Par MM. P. LECÈNE, R. PROUST. Professeurs agrégés à la Faculté de Paris, chirurgiens des Hôpitaux, et L. TIXIER, Professeur agrégé à la Faculté de Lyon, chirurgien des hôpitaux.

1 volume in-8° de XVI-1028 pages, avec 349 figures. 10 fr.

TOME II. — Tête, Cou, Thorax

Par MM. H. BOURGEOIS, Oto-rhino-laryngologiste des Hôpitaux de Paris, et Ch. LENORMANT, Professeur agrégé à la Faculté de Paris, Chirurgien des Hôpitaux.

1 volume in-8° de XII-984 pages, avec 312 figures. 10 fr.

Pour paraître en 1909 :

TOME III. — **GLANDES MAMMAIRES, ABDOMEN**, par MM. Pierre Duval, A. Gosset, P. Lecène, Ch. Lenormant.

TOME IV. — **ORGANES GÉNITO-URINAIRES, MEMBRES**, par MM. P. Béguin, E. Jeanbrau, R. Proust, L. Tixier.

Viennent de paraître :

La Syphilis. *Expérimentation, Microbiologie, Diagnostic*, par C. LEVADITI, assistant à l'Institut Pasteur, et J. ROCHÉ, ancien interne des hôpitaux.
1 vol. in-8° de IV-396 pages, avec 59 figures et 2 planches hors texte en couleurs. 12 fr.

Thérapeutique clinique de la Syphilis,

par E. ÉMERY, médecin de Saint-Lazare, et A. CHATIN, médecin des Eaux d'Uriage.

1 vol. in-8° de VIII-640 pages, avec figures. 10 fr.

L'ŒUVRE MÉDICO-CHIRURGICAL (D^r CRITZMAN, directeur)**Suite de Monographies cliniques****DERNIÈRES MONOGRAPHIES PUBLIÉES**

41. **Les Arriérés scolaires**, par R. CRICHER, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Bordeaux.
47. **Artério-Sclérose et Athéromasie**, par J. TEISSIER, professeur à l'Université de Lyon.
53. **Les Sulfo-éthers urinaires**, par les D^{rs} HENRI LABBÉ et G. VITRY.
54. **Les Injections mercurielles intramusculaires dans le traitement de la syphilis**, par le D^r A. LEVY BING.
55. **Anticorps antigènes et Méthode de déviation du Complément (Le Mécanisme de l'Immunité)** par le D^r P.-F. ARMAND-DELILLE.

SUR LES QUESTIONS NOUVELLES EN MÉDECINE**EN CHIRURGIE ET EN BIOLOGIE**

Chaque monographie est vendue séparément. **1 fr. 25**

Il est accepté des abonnements pour une série de 10 monographies au prix payable d'avance de **10 fr.** pour la France et **12 fr.** pour l'étranger (port compris).

L'Alimentation et les Régimes chez l'homme sain ou malade

Par **Armand GAUTIER**

Professeur à la Faculté de Médecine, Membre de l'Institut.

TROISIÈME ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

1 volume in-8° de VIII-756 pages, avec figures **12 fr.**

Manuel élémentaire de Dermatologie topographique régionale,

par R. SABOURAUD, chef du laboratoire de la Ville de Paris à l'hôpital Saint-Louis. 1 vol. grand in-8° de XII-736 pages, avec 231 figures, broché, **15 fr.**, relié toile. **16 fr.**

Traité des Maladies de l'Enfance. Deuxième édition, revue et

augmentée, publiée sous la direction de MM. J. GRANCHER, professeur à la Faculté de Paris, et J. COMBY, médecin de l'hôpital des Enfants-Malades, 5 volumes grand in-8°, avec figures. **112 fr.**

- TOME I. — Physiologie et Hygiène de l'Enfance. Maladies infectieuses. Maladies générales de nutrition. Intoxications. **22 fr.**
- TOME II. — Maladies du tube digestif. Maladies du pancréas. Maladies du péritoine. Maladies du foie. Rate et ses maladies. Maladies des capsules surrénales. Maladies genito-urinaires **22 fr.**
- TOME III. — Maladies de l'appareil respiratoire. Maladies de l'appareil circulatoire. **22 fr.**
- TOME IV. — Système nerveux. Maladies de la peau. **22 fr.**
- TOME V. — Maladies du fœtus et du nouveau-né. Organes des sens. Maladies chirurgicales. Thérapeutique. Formulaire. **24 fr.**

Pour paraître en Mars 1909 :

Les Agents Physiques usuels

*Climatothérapie — Hydrothérapie — Crénothérapie
Kinésithérapie — Thermothérapie — Electrothérapie
Radiumthérapie*

Par les Drs A. MARTINET
MOUGEOT, DESFOSSES, DUREY, DUCROCQUET
DELHERM, DOMINICI

1 vol. in-8° avec très nombreuses figures et planches.

Vient de paraître :

Les Médicaments usuels, par le Dr A. MARTINET, ancien interne des hôpitaux de Paris. *Troisième édition entièrement refondue et conforme à la nouvelle édition du Codex (1908). 1 volume in-8° de xvi-516 pages, broché 5 fr.*

Les Aliments usuels. Composition, Préparation. Indications dans les régimes, par le Dr A. MARTINET. *1 vol. in-8° de viii-328 pages, avec figures, broché 4 fr.*

Bibliothèque d'Hygiène thérapeutique

FONDÉE PAR le Professeur PROUST

Chaque ouvrage, in-16, cartonné toile, tranches rouges : 4 fr.

Hygiène du Dyspeptique. *Deuxième édition.* — **Hygiène du Goutteux.** *Deuxième édition.* — **Hygiène de l'Obèse.** *Deuxième édition.* — **Hygiène des Asthmatiques.** — **Hygiène des Diabétiques.** — **Hygiène et thérapeutique thermales.** — **Les Cures thermales.** — **Hygiène du Neurasthénique.** *Troisième édition.* — **Hygiène des Albuminuriques.** — **Hygiène du Tuberculeux.** *Deuxième édition.* — **Hygiène et thérapeutique des Maladies de la Bouche.** *Deuxième édition.* — **Hygiène des Maladies du Cœur.** — **Hygiène thérapeutique des Maladies des Fosses nasales.** — **Hygiène des Maladies de la Femme.**

Manuel Technique de Massage, par J. BROUSSES, membre correspondant de la Société de Chirurgie. *Troisième édition, revue et augmentée. 1 vol. in-16 de 407 pages, avec 66 figures, cart. toile souple. 4 fr. 50*

Vient de paraître**Ce qu'il faut savoir d'Hygiène**PAR
R. WURTZAgrégé à la Faculté de Paris
Médecin des Hôpitaux.**H. BOURGES**Ancien chef du Laboratoire d'hygiène
de la Faculté de Paris.*1 vol. petit in-8°, de vi-333 pages, avec figures dans le texte . . . 4 fr.*Viennent de paraître**Les Psychonévroses** **ET LEUR TRAITEMENT**
MORAL, leçons faites à
l'Université de Berne, par le Pr **DUBOIS**, avec préface du
Pr **DEJERINE**. *Troisième édition. 1 vol. in-8° de xxviii-560 p. 8 fr.***L'Éducation de Soi-Même**, par le profes-
seur **DUBOIS**.
*Deuxième édition. 1 vol. in-8°, de viii-265 pages. 4 fr.***Les Affections** Vient de paraître :**du Système digestif****EN NEUROPATHOLOGIE**

Leçons faites à la Faculté de Médecine de Genève

Par le Dr **H. ZBINDEN**

Privat docent de Neuropathologie à l'Université.

PRÉFACE DU Dr **J. AUCLAIR**, Médecin des Hôpitaux de Paris*1 volume in-8° de xvi-230 pages, broché. 3 fr.*Vient de paraître :**PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE****du Travail Musculaire
et de la Chaleur animale**Par **G. WEISS**

Agrégé à la Faculté de Paris, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

*1 volume in-8° de xii-268 pages 6 fr.***Comment étudier les Astres**Par **L. RUDAUX***1 vol. in-8°, de xxxii-216 pages, avec 79 figures 4 fr.*

Traité de Chimie Minérale

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE **HENRI MOISSAN**, Membre de l'Institut.

5 forts volumes grand in-8°, avec figures. **150 fr.**

Chaque volume est vendu séparément

TOME I (complet). **Métalloïdes. 28 fr.** — TOME II (complet). **Métalloïdes. 22 fr.** — TOME III (complet). **Métaux. 34 fr.** — TOME IV (complet). **Métaux. 36 fr.** — TOME V (complet). **Métaux. 34 fr.**

Vient de paraître :

Traité d'Analyse chimique quantitative,

par **R. FRESENIUS**, *Huitième édition française*, d'après la *sixième édition allemande*, revue et mise au courant des travaux les plus récents par le **D^r L. Gautier**. 2 vol. in-8°. formant ensemble xu-1652 pages, avec 430 fig. dans le texte. **18 fr.**

Traité d'Analyse chimique qualitative,

par **R. FRESENIUS**. *Onzième édition française* d'après la *16^e édition allemande*, par **L. Gautier**. 1 volume in-8° **7 fr.**

Traité de Chimie appliquée

par **C. CHABRIÉ**, professeur de Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. 2 vol. grand in-8°, formant ensemble xl-1591 pages avec 484 figures dans le texte, reliés toile anglaise. **44 fr.**

Traité de Chimie industrielle,

par **WAGNER** et **FISCHER**. *Quatrième édition française* entièrement refondue, rédigée d'après la *quinzième édition allemande*, par le **D^r L. Gautier**. 2 vol. grand in-8° d'ensemble 1830 pages avec 1033 figures dans le texte. **35 fr.**

Formulaire de l'Électricien et du Mécanicien

de **É. HOSPITALIER**

VINGT-TROISIÈME ÉDITION (1909)

Par **G. ROUX**

Expert près le Tribunal civil de la Seine
Directeur du Bureau de contrôle des Installations électriques

1 vol. in-16 de xx-1158 pages, cartonné toile **10 fr.**

Cours élémentaire de Zoologie

Par Rémy PERRIER

Charge du cours de Zoologie pour le certificat d'études physiques, chimiques et naturelles (P.C.N.) à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

QUATRIÈME ÉDITION. ENTIÈREMENT REFOUNDUE

1 vol. in-8°, de 364 pag., avec 721 fig. dans le texte. Relié toile. 10 fr.

TRAITÉ DE ZOOLOGIE

Par Edmond PERRIER

Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine
Directeur du Muséum d'Histoire naturelle.

FASC. I : Zoologie générale. 1 volume grand in-8° de 412 pages, avec 458 figures	12 fr.
FASC. II : Protozoaires et Phytozoaires. 1 volume grand in-8° de 452 pages, avec 243 figures.	10 fr.
FASC. III : Arthropodes. 1 volume grand in-8° de 480 pages avec 278 figures.	8 fr.
FASC. IV : Vers et Mollusques. 1 volume grand in-8° de 792 pages, avec 566 figures.	6 fr.
FASC. V : Amphioxus, Tuniciers. 1 volume grand in-8° de 221 pages avec 97 figures	6 fr.
FASC. VI : Poissons. 1 volume grand in-8° de 366 pages, avec 190 figures	10 fr.
FASC. VII et dernier : Vertébrés marcheurs. (En préparation.)	

Les Insectes. Morphologie, Reproduction, Embryogénie, par L.-F. HENNEGUY, professeur d'Embryogénie comparée au Collège de France. Leçons recueillies par A. LÉCAILLON et J. POIRAULT. 1 volume gr. in-8°, avec 622 figures et 1 pl. en couleurs . . 30 fr.

Zoologie pratique basée sur la dissection des Animaux les plus répandus. par L. JAMMES, professeur adjoint à l'Université de Toulouse. 1 volume gr. in-8°, avec 317 figures. Relié toile. 18 fr.

Éléments de botanique, par Ph. VAN TIEGHEM, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, professeur au Muséum national d'histoire naturelle. Quatrième édition, revue et corrigée. 2 volumes in-16, avec 587 figures. Reliés toile anglaise . . 12 fr.

La Montagne Pelée et ses éruptions, par A. LACROIX, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle. Ouvrage publié par l'Académie des Sciences sous les auspices des Ministères de l'Instruction publique et des Colonies. 1 fort vol. in-4° de xxii-662 pages, avec 238 figures et 31 planches hors texte. 60 fr.

La Montagne Pelée après ses éruptions, avec observations sur les éruptions du Vésuve en 79 et en 1906, par A. LACROIX. Ouvrage publié par l'Académie des Sciences. 1 vol. in-4°, avec 83 fig. 10 fr.

Guides du Touriste, du Naturaliste et de l'Archéologue

publiés sous la direction de M. Marcellin BOULE

Le Cantal, par M. BOULE, docteur es sciences, et L. FARGES, archiviste-paléographie *épuisé*.

La Lozère, par E. CORD, ingénieur-agronome, G. CORD, docteur en droit, avec la collaboration de M. A. VIRÉ, docteur es sciences.

Le Puy-de-Dôme et Vichy, par M. BOULE, docteur es sciences, Ph. GLANGEAUD, maître de conférences à l'Université de Clermont, G. ROUCHON, archiviste du Puy-de-Dôme, A. VERNIERE, ancien président de l'Académie de Clermont.

La Haute-Savoie, par M. LE ROUX, conservateur du musée d'Annecy.

La Savoie, par J. RÉVIL, président de la Société d'histoire naturelle de la Savoie, et J. CORCELLE, agrégé de l'Université.

Le Lot, par A. VIRÉ, docteur es sciences.

Chaque volume in-16, relié toile, avec figures et cartes en coul. : 4 fr. 50

En préparation : Le Velay — Les Alpes du Dauphiné

Physique du Globe et Météorologie, par Alphonse BERGET, docteur es sciences. 1 vol. in-8°, avec 128 figures et 14 cartes. 15 fr.

OUVRAGES DE M. A. DE LAPPARENT

Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, professeur à l'École libre de Hautes-Études.

Traité de Géologie. Cinquième édition, entièrement refondue et considérablement augmentée. 3 vol. gr. in-8° contenant xvi-2016 pages, avec 883 figures. 38 fr.

Abrégé de Géologie. Sixième édition, augmentée. 1 vol., avec 163 figures et une carte géologique de la France, cartonné toile. 4 fr.

Cours de Minéralogie. Quatrième édition, revue et augmentée. 1 vol. grand in-8° de xx-740 pages, avec 630 figures dans le texte et une planche. 15 fr.

Précis de Minéralogie. Cinquième édition, augmentée. 1 vol. in-16 de xii-368 pages, avec 235 figures dans le texte et une planche, cartonné toile. 5 fr.

Leçons de Géographie physique. Troisième édition, augmentée. 1 vol. grand in-8° de xvi-726 pages avec 263 figures et une planche en couleurs. 12 fr.

La Géologie en chemin de fer. Description géologique du Bassin parisien et des régions adjacentes. 1 vol. in-18 de 608 pages, avec 3 cartes chromolithographiées, cartonné toile. 7 fr. 50

Le Siècle du Fer. 1 vol. in-18 de 360 pages, broché. 2 fr. 50

MASSON ET C^e. ÉDITEURS

La Presse Médicale

Journal bi hebdomadaire, paraissant le Mercredi et le Samedi

RÉDACTION : P. DESFOSSÉS, SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION.
J. DUMONT, R. ROMME, SECRÉTAIRES.

DIRECTION SCIENTIFIQUE

F. DE LAPERSONNE, E. BONNAIRE, L. LANDOUZY, M. LETULLE
J.-L. FAURE, H. ROGER, M. LERMOYEZ, F. JAYLE

Paris et Départements, 10 fr.; Union postale, 15 fr.

✧ ✧ ✧ La Nature ✧ ✧ ✧

REVUE HEBDOMADAIRE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS
AUX ARTS ET A L'INDUSTRIE

Abonnement annuel : Paris : 20 fr. — Départements : 25 fr.
Union postale : 26 fr.

Abonnement de six mois : Paris : 10 fr.
Départements : 12 fr. 50. — Union postale : 13 fr.

Petite Bibliothèque de "La Nature"

Recettes et Procédés utiles, recueillis par Gaston TISSANDIER, rédacteur en chef de *La Nature*. *Onzième édition*.

Recettes et Procédés utiles. Deuxième série : La Science pratique, par Gaston TISSANDIER. *Septième édition*.

Nouvelles Recettes utiles et Appareils pratiques. Troisième série, par Gaston TISSANDIER. *Cinquième édition*.

Recettes et Procédés utiles. Quatrième série, par Gaston TISSANDIER. *Quatrième édition*.

Recettes et Procédés utiles. Cinquième série, par J. LAMARCAULT, secrétaire de la rédaction de *La Nature*. *Troisième édition*.

Chaque volume in 18 avec figures est vendu.

broché 2 fr. 25 | Cartonné toile 3 fr

La Physique sans appareils et la Chimie sans laboratoire, par Gaston TISSANDIER. *Ouvrage couronné par l'Académie (Prix Montyon)*. *Neuvième édition*. Un volume in-8° avec nombreuses figures dans le texte. Broché, 3 fr. Cartonné toile. 4 fr.

G. 17. — Imprimerie LARUMI, rue de Fleurus, 14, Paris.