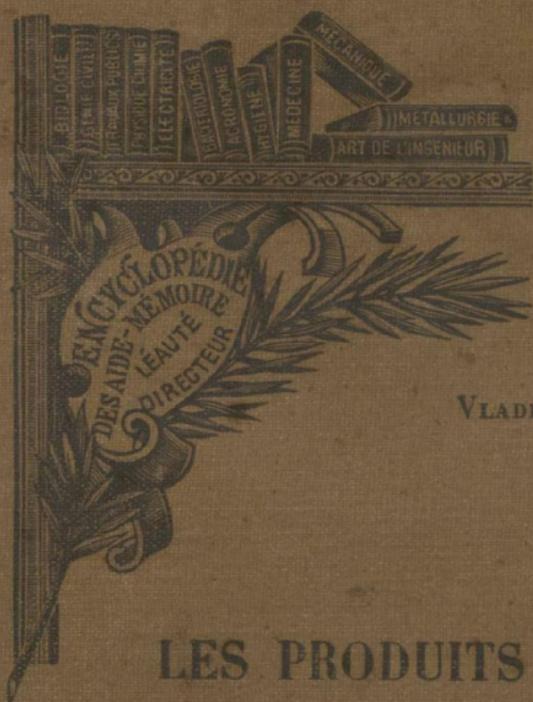


*Section de l'Ingénieur*



VLADIMIR DE VULITCH

LES PRODUITS INDUSTRIELS  
DES  
GOUDRONS DE HOUILLES  
ET LEURS APPLICATIONS

GAUTHIER-VILLARS

MASSON & C<sup>IE</sup>



ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE

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

V. DE VULITCH — Produits industriels des Goudrons 1

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

N° 387 B.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

---

LES

# PRODUITS INDUSTRIELS

DES GOUDRONS DE HOUILLES

*ET LEURS APPLICATIONS*

PAR

VLADIMIR DE VULITCH

Ancien Directeur de Distilleries de Goudrons

---

PARIS

GAUTHIER-VILLARS,  
IMPRIMEUR-ÉDITEUR

Quai des Grands-Augustins, 55

MASSON ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS,

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, 120

(Tous droits réservés)



## INTRODUCTION

---

Au double point de vue de la science pure et appliquée, il y a peu de produits qui offrent un intérêt comparable à celui des goudrons de houilles, par les propriétés et la diversité des corps qui les composent : alcaloïdes, alcools, phénols, aldéhydes, acides et toute la série des combinaisons à l'infini de carbone et d'hydrogène ; par les applications aussi nombreuses qu'importantes qu'ils ont trouvées, ainsi que leurs dérivés, dans l'industrie.

Les goudrons et les dérivés des goudrons forment la partie la plus considérable de la chimie organique. Leurs applications donnent naissance à une foule d'industries dont celle des matières colorantes est une des plus actives et une des mieux connues, mais loin d'être la seule. Les acides phéniques et dérivés, par exemple, donnent lieu à une industrie spéciale bien distincte,

qui est très importante et très prospère ; l'industrie des papiers et toiles goudronnées qui est pour le goudron un débouché très important, etc. Il ne faut pas oublier non plus que la plus grande partie des produits du goudron est absorbée à l'état brut. La préparation des produits finis bruts des goudrons, tels qu'on les retire par distillation directe, forme une industrie à elle seule, — celle des distilleries de goudrons, qui consomme par an, en Angleterre, 700 000 tonnes de goudrons ; en France, 80 000 tonnes ; en Allemagne, 180 000 tonnes et davantage.

L'étude des goudrons de houilles a été l'objet, dans ces dernières années, d'ouvrages de grande valeur. La chimie analytique des goudrons de houilles a été étudiée et décrite d'une manière aussi complète que le permet l'état de la science actuelle, par des savants d'une grande compétence. L'industrie des goudrons de houilles a été surtout étudiée au point de vue des matières colorantes et non pas de la distillation des goudrons et sous-produits. Les chapitres consacrés dans les meilleurs ouvrages à ce sujet apportent généralement des données de laboratoire, et point de données industrielles ; — même dans l'ouvrage si remarquable et justement réputé

de MM. Girard et G. de Laire, il n'y a pas une distinction suffisante entre les distillations des goudrons de houilles et des pétroles ou bitumes. — Les méthodes et l'outillage des distilleries tels qu'ils existent ont été étudiés et décrits d'une manière complète par Schultz, G. Lunge et H. Köhler, qui furent des distillateurs de goudron. Notre but est plus modeste ; nous nous sommes proposé, en écrivant ces lignes, de donner aux chimistes connaissant leur chimie et ayant étudié dans les auteurs que nous venons de citer l'outillage industriel, le moyen de trouver réuni en un nombre de pages relativement restreint tout ce qui concerne les produits industriels et marchands : leur spécification, leurs emplois industriels, les principales conditions exigées des consommateurs, la manière de reconnaître les marchandises, leurs défauts, leur état de pureté, etc.

A ce sujet, nous nous sommes abstenu de tout commentaire et nous nous sommes imposé de ne donner que les méthodes qui, en pratique, offrent pour l'industrie le plus de rapidité, tout en donnant les garanties nécessaires et suffisantes, ou qui sont généralement admises parmi les industriels. Les méthodes indiquées n'ont donc pas été prises au hasard parmi les cinq ou

six différentes que l'on connaît, mais sont le résultat d'un choix mûrement réfléchi et confirmé par l'expérience.

Plus d'un chimiste, lorsqu'il entre dans une usine, se trouve dépaycé et découragé en voyant la différence entre la théorie qu'il a apprise et la pratique qu'il doit exercer. On lui demande de faire en vingt minutes une analyse pour laquelle il sait qu'il lui faut plusieurs jours suivant la théorie. On lui présente des produits dont les points d'ébullition, de fusion, le poids spécifique même, sont souvent différents de ceux qu'il a appris. Il ignore l'application que les clients feront des produits, et les mécontente souvent en les leur donnant peut-être meilleurs, mais moins appropriés à l'usage demandé. Il ne se rend pas toujours compte que dans l'industrie on n'a pas le temps de faire des analyses scientifiques, et qu'on doit savoir se contenter d'indications indispensables qu'une longue pratique a démontrées suffisantes. Il est déconcerté de prime abord en s'apercevant que les produits commerciaux ne sont pas purs, et que, par suite, ils ne peuvent avoir l'aspect, la densité, le point d'ébullition d'un produit chimiquement pur. Les uns, découragés, envisagent l'industrie comme une cuisine où l'on ne fait rien d'inté-

ressant ; les autres sont prêts à considérer tout leur acquit scientifique comme un bagage inutile. A tous, il faut un certain temps pour se faire aux nécessités de l'industrie. C'est ce temps et cette épreuve que nous voulons leur éviter autant que possible. A première vue, les renseignements que nous leur donnons leur sembleront très clairs et simples, trop même peut-être. Il en est toujours ainsi lorsqu'on considère un objet non au point de vue absolu, mais au point de vue relatif. Qu'ils se donnent la peine de rechercher, ils y trouveront tous les renseignements désirables concernant un produit quelconque commercial du goudron. Nous avons consacré toute notre attention à l'établissement des points de fusion, d'ébullition et des poids spécifiques que nous indiquons ; nous les avons établis d'après des analyses souvent répétées, faites sur des produits de choix ayant cours sur le marché, et après avoir constaté par expérience que ce sont ceux qui conviennent le mieux. En dehors des distillateurs et des consommateurs de produits bruts tels que teinturiers, directeurs de créosotages, droguistes en gros, etc., les directeurs d'usines à gaz pourront lire ces lignes avec intérêt, ils sauront quelles sont les conditions que les goudrons doivent remplir pour être réelle-

ment marchands, et ils verront pourquoi souvent les goudrons de leurs concurrents atteignent des prix qu'ils n'ont jamais osé espérer.

VLADIMIR DE VULITCH,

Ex-Directeur de Distilleries de Goudron.

Paris, novembre 1907.

---

## CHAPITRE PREMIER

---

### DES MARCHES DE GOUDRONS ET DES COURS

L'industrie des goudrons de houilles nous présente un exemple unique dans l'histoire comme rapidité de développement et de prospérité. Hier encore inconnue, elle occupe aujourd'hui un des premiers rangs parmi les grandes industries. En 1860, on pouvait à peine parler de l'existence d'une industrie goudronnière. A l'Exposition de Paris de 1867, Knab, dans un rapport très remarquable, exposait brièvement les conquêtes de l'industrie naissante et les espérances qu'elle faisait entrevoir. Depuis, la réalité a dépassé les prévisions les plus optimistes, puisqu'en 1900 la consommation en goudrons de gaz et fours à coke atteignait le chiffre de 1 500 000 tonnes; chiffre qui, depuis, a dû être sensiblement dépassé si nous comptons le nom-

bre toujours croissant de fours à coke avec récupération de sous-produits créés dans ces derniers temps.

Dans ces conditions, il est évident que les goudrons, ainsi que les produits qui en découlent, ont dû subir des fluctuations non moins remarquables.

Il y a deux marchés pour les goudrons et les produits de goudron : ce sont Londres et Berlin (1). Londres, c'est l'ancien marché, de beaucoup le plus important encore pour les sous-produits bruts. L'Angleterre fabrique annuellement 700000 tonnes de produits de goudron, en majeure partie bruts, contre 180000 tonnes pour l'Allemagne et 80000 tonnes pour la France. Les cours de Londres influent fortement sur les marchés faits en France et en Belgique où des cours officiels n'existent pas.

Il n'y a pas longtemps encore, l'Allemagne était obligée d'acheter en Angleterre la totalité de ses sous-produits et la presque totalité de

---

(1) En Amérique, les industries du pétrole, des gaz de marais, des bitumes naturels et le bon marché du combustible ont empêché jusqu'ici les distilleries de goudron de pouvoir travailler d'une manière rémunératrice. Tout dernièrement, des maisons anglaises viennent d'y créer des usines importantes, sans doute pour s'assurer une forte avance sur la place.

ses goudrons. Il n'en est plus ainsi maintenant. Comme nous le verrons plus loin, le marché allemand des goudrons a échappé à l'Angleterre et, quant aux produits finis, c'est Berlin qui a complètement tué Londres.

Pour ces produits, les cours de Berlin servent de base à ceux de Londres.

D'ici longtemps encore, l'Allemagne ne pourra pas produire la quantité énorme de matières brutes que ses fabriques et celles de la Suisse consomment, mais elle commence à suffire, à elle seule, à la demande en goudrons de ses distilleries (grâce surtout à sa production en goudrons de fours à coke). Elle achète encore des goudrons de gaz anglais, qui sont les meilleurs goudrons à brais, pour faire des coupages ; mais là seulement où elle a en vue la récupération du brai pour agglomérés. Malgré les efforts faits par les Anglais pour conserver ce marché, il leur a échappé. Actuellement, la lutte des deux marchés se poursuit en Belgique et en France. En Belgique, les Anglais avaient une grande avance ; ils sont obligés, maintenant, de partager avec les Belges, peuple très actif au point de vue industriel, et les Allemands. Presque la totalité de la production belge en sous-produits bruts est vendue à l'Allemagne, mais

non sans passer, pour une forte partie, entre les mains anglaises. En France, les Anglais étaient, il y a une quinzaine d'années, maîtres sur la place. Ils y sont encore comme vendeurs de produits bruts ; comme acheteurs, c'est-à-dire comme intermédiaires pour le compte de l'Allemagne, ils ne le sont plus qu'en partie, ceux-ci faisant de plus en plus des marchés directs. L'Allemagne détient le marché des produits finis.

Un fait curieux à constater, c'est que les deux plus grands pays producteurs en goudrons ne sont pas ceux qui en retirent les produits finis.

Bien que nées en France, et en partie en Angleterre, les découvertes chimiques concernant les industries des goudrons ne sont arrivées à un réel épanouissement qu'en Allemagne et en Suisse, où elles forment la grande industrie. L'Allemagne, à elle seule, produit journellement 23 000 kilogrammes d'aniline, alors que la France et l'Angleterre réunies en produisent 10 000 kilogrammes journellement, dont encore une bonne partie est vendue à l'Allemagne.

C'est tout à fait contraire à ce qu'on aurait été en droit d'attendre logiquement. L'Angleterre et la France, où la main-d'œuvre est relativement chère, travaillent les matières brutes et les

expédient au loin. L'Allemagne et la Suisse, où la matière première manque, n'hésitent pas à créer une industrie florissante pour des produits qu'elles sont obligées d'aller chercher à l'étranger et de lui revendre. Ils font le travail de redistillation.

En résumé, la position actuelle des deux marchés du monde, pour les goudrons de houilles, est la suivante :

Le marché anglais, le plus ancien et le seul marché pendant longtemps, conserve avec ses 700 000 tonnes de produits bruts, une avance considérable. Le débouché que lui offrirent l'Allemagne pour ses sous-produits, la France et la Belgique pour les brais, lui assurèrent une prospérité inespérée pendant longtemps. Les gros industriels anglais, à la fois producteurs et consommateurs de goudron, maîtres de la place, n'eurent qu'à maintenir leur suprématie. Après l'extension considérable que l'industrie des matières colorantes a prise en Allemagne, ce pays ne veut plus rester tributaire de l'Angleterre pour ses matières premières. Il y arrive, grâce en grande partie à une entente des intérêts industriels du pays et à l'introduction nouvelle des fours à coke à récupération. C'est en vain que les Anglais cherchent par tous les moyens

à conserver le marché allemand en allant jusqu'à créer des usines sur le continent pour pouvoir *maintenir leurs prix*. Actuellement, le débouché de l'Allemagne peut être considéré comme perdu pour l'Angleterre, ce n'est plus qu'une question de délai, aussi l'Angleterre cherche-t-elle à se créer de nouveaux débouchés en Amérique et veille-t-elle jalousement à conserver sa position en France.

En face du marché anglais, le marché allemand, avec sa production de 180 000 tonnes de produits bruts, peut paraître négligeable, bien qu'il soit de beaucoup le plus considérable après le marché anglais.

Cette grande différence entre 700 000 et 180 000 tonnes ne doit pas tromper sur la réalité de l'importance des marchés. La consommation, en effet, est bien supérieure à la production en Allemagne. L'Angleterre doit exporter des produits bruts ; l'Allemagne en importe et, pour les produits finis, elle délie presque la totalité des marchés. Le marché anglais repose surtout sur les brais, le marché allemand, sur les sous-produits autres que le brai. Il en résulte que le marché allemand doit être moins impressionnable, et c'est ce qu'il est en réalité, comme nous le verrons plus loin.

Pour ce qui concerne la France, elle semble avoir complètement abandonné l'idée de lutter dans ces industries, si elle en a jamais eu l'idée. En dehors d'une ou deux maisons universellement connues et qui paraissent être plutôt des exploitations modèles et des laboratoires de recherches scientifiques, il n'y a rien. On ne peut tenir compte de vieilles usines qui ne se sont ni agrandies ni perfectionnées depuis vingt ans, et qui travaillent avec un matériel suranné, elles peuvent être encore une bonne affaire, au point de vue industriel elles n'existent pas. Il en est de même des essais tout à fait fantaisistes, faits par des consommateurs qui n'envisagent que la récupération d'un seul produit les intéressant, fût-il très important ; il ne s'agit là que d'une utilisation locale. La France s'est laissée devancer par la Belgique dans la production des matières brutes ; et par la Suisse, dans celle des produits finis.

Quant au goudron de houille, sous-produit sans valeur et encombrant pour les usines à gaz, il ne commença à être marchand que lorsque les usines d'aniline et l'industrie sucrière lui eurent assuré un débouché constant. L'emploi du brai dans l'agglomération des poussières de houilles y contribua pour

sa part, surtout en Angleterre. En 1880, d'après un rapport de la *South Metropolitan Gaz Company*, cité par Lunge, le bénéfice de vente tiré des goudrons couvrait 82 % des frais d'achat que les usines à gaz faisaient pour leurs charbons.

Le même auteur donne, comme prix des goudrons et sous-produits pour le marché de Londres :

1° La tonne anglaise de goudron de houilles, de 1 016 kilogrammes, prise à l'usine à gaz :

En 1883. . . . .	55 sh. =	63 <sup>fr</sup> ,25
1884. . . . .	35 =	40, 25
1885. . . . .	12 =	13, 80
1886. . . . .	7 =	8, 05

(équivalence : 1 sh. = 1<sup>fr</sup>,15)

Les prix remontent après : à 17<sup>fr</sup>,25 en 1887 ; à 22<sup>fr</sup>,94 en 1905.

2° Et, pour les sous-produits, en 1884 :

Brai, de 33 à 35 sh. par tonne. . .	37 <sup>fr</sup> ,95 à	40 <sup>fr</sup> ,25
Benzol, 50 % et 90 %, 3 sh. et 14 sh. par gallon (4 <sup>l</sup> ,54) . . .	3, 45 à	16, 10
Huile légère brute de 0,967 par gallon, 7 p. . . . .	0, 65	
Naphte brut, 50 %, par gallon, 1 sh. 4 p. . . . .	1, 55	

En 1887 :

Benzol, 90 0/0, 3 sh. 6 p. = 4 fr.,	
après avoir été à 1 sh. 8 p. . . . .	1 <sup>fr.</sup> ,90 en 1885
Brai, 18 sh. 6 p. . . . .	21, 30
Anthracène à 1 sh. . . . .	1, 15

On voit, par la seule comparaison des chiffres de ces deux années 1884 et 1887, quelles fluctuations peuvent subir les produits des goudrons de houilles.

Elles ne sont pas toujours justifiées par la réalité des marchés. Ainsi, il serait impossible d'expliquer les écarts dans les prix ci-dessus, même par une surproduction par rapport à la demande des usines d'aniline. Les fours à coke n'existant pas à cette époque sur les marchés anglais, c'est en partie à la spéculation et à la variation dans les prix des brais qu'on doit attribuer ces différences.

Au point de vue général, il est incontestable que le prix du goudron doit aller en s'abaissant de plus en plus. Non seulement les usines à gaz, toujours plus nombreuses, produisent une quantité énorme de goudron, production forcée qu'elles sont obligées d'écouler et qu'elles ne peuvent régler suivant la demande, mais encore les fours à coke versent sur le marché des quan-

tités de goudron qui, dans une dizaine d'années, auront atteint celles du gaz. Il est impossible que la demande réponde à de telles offres. Il ne faut pas oublier que ce n'est pas le prix du charbon qui influence les goudrons, mais la consommation des distillateurs de goudron.

Les cours de Londres, pour les quatre derniers mois de 1905, en francs par 1000 kilogrammes, sont relevés dans le tableau de la p. 21.

Conduit avec prudence, le marché des goudrons allemands ne nous présente pas les variations brusques du marché anglais, et cela malgré le rapide développement des fours à coke. Nous attribuons ce fait à ce que les goudrons allemands sont moins sensibles aux cours des brais ; le marché moins encombré et ne suffisant pas à la consommation du pays n'est pas influencé par l'exportation et les demandes de l'étranger au même point que celui de Londres. La formation en syndicat des producteurs et consommateurs permet enfin au marché de s'équilibrer plus facilement.

De 1881 à 1883, la tonne monte lentement de 30 à 37,5 marks. Une hausse factice, provoquée par les distillateurs anglais, fait monter, en 1884 et 1885, la tonne à 50 marks, le contre-coup se fait sentir en 1888, où elle tombe à

Designation	26 septembre 1905	17 octobre 1905	7 novembre 1905	12 décembre 1905
Goudron . . . . .	20,40 à 26,03	21,08- 27,28	22,32- 27,90	22,32- 28,10
{ Londres . . . . .	35,03 à 35,34	37,20- 37,82	43,40	42,16- 42,78
{ Côte est. . . . .	34,72	35,96- 36,58	42,78- 43,40	40,92- 42,16
{ " ouest. . . . .	31,62 à 32,24	34,10- 34,72	39,68- 42,16	39,68- 40,30
{ Benzol. } 90 0/0 . . . . .	270,18-277,11	261,14-274,20	274,20	361,14
{ Benzol. } 50-90 0/0 . . . . .	213,76-219 0/0 1.	249,30	249,50	269,20-275,75
Toluol. . . . .	265,03 à 271,66	278,28	291,54-304,78	281,21-304,80
Naphte brut. . . . .	0/00 litres 80,68	0/00 litres 86,65	0/00 litres 86-92	104
Benzine légère SN. . . . .	207,99-219,55	257,50-273,00	277,44-283,93	277,10-290,54
Benzine lourde HN . . . . .	236,88-242,66	295,75-288,80	275,75-287,75	288,88-302,01
Créosote Londres . . . . .	0/00 litres 40,44	0/00 litres 40,45	0/00 litres 43-46	41,84- 43,20
" Nord . . . . .	31,77 à 28,88	" 31,77	" 31,77	29,70- 32,40
Huiles lourdes . . . . .	48,10	0/00 1.49,11-50,55	" 52,00	49,06- 51,80
Acide carbonique 60° . . . . .	462,97 à 468,75	468,75-474,55	0/00 lit. 486-497	455,10-470,55
Naphtaline raffinée . . . . .	111,61 à 210,82	111,61 à 210,82	111,61-198,42	116,11-223,23
" en sels. . . . .	34,72 à 39,68	32,00 à 421,60	32,00-434,05	—
Anthracène A . . . . .	3,10-3,35	3,08 à 3,35	3,10	3,08- 3,33

Extraits du journal *Of gas Lighting*. Les prix à la tonne des produits cotés à Londres, en litres, sont calculés d'après les densités suivantes : benzol, 90 0/0 (0,886); benzol, 50-90 0/0 (0,88); toluol (0,872); solvant (0,875); HN (0,880).

20 marks, puis elle se relève lentement jusqu'au prix moyen de base qui est de plus ou moins de 30 marks.

Une deuxième hausse, en 1891, fait de nouveau monter la tonne de goudron à 45 marks, cette fois ce n'est plus l'étranger mais l'Allemagne qui fait la hausse ou plutôt les guerres et la demande générale faite à l'Allemagne en acides phéniques pour la préparation des poudres de guerre sans fumée. Ce n'est donc pas une hausse factice ; aussi les goudrons reviennent-ils aux prix normaux sans contre-coup.

En 1905, on peut prendre comme prix de base pour l'année, en tenant compte des indications de la *Chemische Zeitung*, par tonne en francs :

Goudron . . . . .	28
Benzine du commerce . . . . .	300
Benzol, 90 % . . . . .	300
Pyridine . . . . .	2730
Toluène . . . . .	300
Acide phénique, 60 % . . . . .	480
Naphtaline . . . . .	150
Huiles résiduelles . . . . .	47

Sur le continent, de gros industriels, que l'on peut considérer comme faisant les cours des produits à défaut de marché, établissaient, en 1904, les prix suivants en francs :

Benzol, 50 0/0 les 100 kilog.,			
fûts pétroliers . . . . .	28,50	27	33
Benzol, 90 0/0 . . . . .	31	31	35
Toluène . . . . .	31	27	33
Benzines . . . . .	26	27 et 31	33
Créosote . . . . .	6	5	8
Huile lourde . . . . .	6	6	10
Huile pour éclairage . . . . .	10	12	15
Vernis noirs . . . . .	10 à 20	12	18
Sulfate d'ammoniaque . . . . .	30	32	—
Naphtaline non raffinée . . . . .	5,50	4 en sacs	8
Pyridine rectifiée, les 100 kg.,			
fûts perdus . . . . .	200	165	—
Acide phénique, les 100 kg.,			
fûts perdus . . . . .	51	52,50	—
Anthracène, par kilog. . . . .	0,52	0,40	0,60 le kg.
Goudrons raffinés et préparés,			
les 100 kilog. . . . .	5,50-5-	10	8-10
Acides crésyliques . . . . .	—	30	—
Désinfectants en poudres et			
liquides . . . . .	—	22	22
Brai, la tonne . . . . .	—	50	—

Par la comparaison de ces différents prix, on verra, pour les produits de grande vente et relativement de peu de valeur comme les créosotes, la naphtaline brute cristallisée, des différences énormes. Cela tient à ce que les prix de vente, suivant quantité et affectation, sont très différents pour ces produits. On peut estimer que les gros marchés sont passés généralement au cours de Londres. Ce n'est pourtant pas toujours le

cas, et parfois les ventes sur le continent se font au-dessous des cours de Londres.

Pour les cours de Londres, la moyenne des mois de juin et juillet 1904 nous fournit les données suivantes, en prenant comme densité 1,07 :

Créosote Londres, $1 \frac{1}{2} d$ . . . . .	32 <sup>fr</sup> , 457
"    Nord, $1 \frac{3}{8} d$ . . . . .	29, 734
Huile lourde, $2 \frac{1}{16} d$ . . . . .	44, 620

La moyenne des mois d'octobre et novembre 1905 :

Créosote Londres $1 \frac{15}{16} d$ . . . . .	41, 846
"    Nord $1 \frac{1}{2} d$ . . . . .	32, 392
Huile lourde $2 \frac{1}{4} d$ . . . . .	48, 598

Les prix des gros marchés en créosote sur le continent ont varié, pour ces mêmes années, de 40 à 45 francs la tonne prise à la fabrique.

**Considérations générales.** — Comme on le voit par les données ci-dessus, les cours des produits de goudron sont très variables. Une foule de circonstances, ainsi que la spéculation, viennent impressionner les marchés. Le fait que

dans beaucoup de pays l'industrie du gaz est dirigée sans doute par des personnes de haute compétence, mais qui ignorent tout, ou presque tout, ce qui concerne la distillation des goudrons et l'industrie goudronnière, alors que dans d'autres les intérêts des gaziers et goudronniers ne font qu'un, complique singulièrement la question par les intérêts divers qui se heurtent sur les places. On pourrait en dire autant des goudronniers et des fabricants d'agglomérés. Dans ces conditions, il est impossible que les cours répondent à la réalité des choses.

Ce qu'on peut dire, en général, c'est que jusqu'à présent les cours des sous-produits de goudrons semblent se comporter à peu près de la même façon que les cours des charbons. On peut constater qu'il y a périodiquement une ou deux années très bonnes pour les distillateurs, une bonne, une médiocre, une très mauvaise, puis inversement en s'améliorant de nouveau. D'autre part, jusqu'à présent, il a été très facile aux distillateurs, étant donnée la marge qu'on possède dans la manière de récupérer les produits, de constituer plus ou moins une équivalence, c'est-à-dire de produire suivant la demande, moins d'un produit et plus d'un autre. Il est, en effet, inadmissible que tous les pro-

duits baissent à la fois d'une égale manière, et il est facile de tirer, par la comparaison des divers prix des produits à diverses époques assez rapprochées, une constante minima qui pourra être considérée comme le prix de base moyen du rendement de toute distillation.

---

## CHAPITRE II

---

### LES GOUDRONS DE HOUILLES

#### **Spécification.**

Poids spécifique à + 25° C., sous la pression atmosphérique : 1,1 à 1,25 ;

Poids spécifique moyen à + 25° C., sous la pression atmosphérique : 1,18.

**Nature des goudrons.** — C'est à dessein que nous disons goudrons de houilles au pluriel. Les goudrons ne sont pas une matière homogène, mais un mélange noir, épais, composé de corps liquides et solides, aqueux et huileux, d'hydrocarbures et de corps basiques, neutres et acides. Tels goudrons sont riches en huiles légères et moyennes, tels autres en huiles lourdes, alors que d'autres le sont en carbone et en eau. Cela dépend des qualités des charbons employés par les usines à gaz, des mélanges de charbons qu'elles font, ainsi que de leurs appareils à dis-

tiller : les houilles de Saint-Etienne ne donnent que 5 % de goudron pauvre en paraffines, le Boghead, 20 % de goudron riche en paraffines. Les goudrons des charbons de Newcastle sont riches en huiles lourdes (naphthalines et anthracènes), ceux de la Wigan-Cannel Coal, en huiles légères (benzines et acides phéniques).

**Qualités et défauts de fabrication.** — A ces qualités ou défauts de nature viennent s'ajouter des défauts de fabrication. Indépendamment des appareils à distiller, plus ou moins avantageux pour le goudron, certaines usines à gaz, pour lesquelles le goudron n'est, après tout, qu'un résidu, n'apportent aucun soin à sa fabrication. Elles l'épuisent et le brûlent par une trop longue distillation et une température trop élevée. Lorsque la décomposition de la houille a lieu à très haute température, la série des gaz légers disparaît en entraînant avec elle les essences légères et en mettant en liberté du carbone.

Une partie du carbone se dépose à l'état libre sur les parois des cornues (charbon de cornue); une autre partie va augmenter les produits lourds du goudron. C'est à tort qu'on a cru que le carbone ainsi obtenu enrichit les produits lourds du goudron : naphthalines, anthracènes,

créosotes, etc. Le carbone en excès reste libre dans le goudron, et s'il augmente, sa densité en diminue la valeur (voir *Brais*). C'est pour cette raison que les anciennes usines à gaz avec cornues en fonte et les petites usines à gaz produisent les meilleurs goudrons.

Il est vrai que les usines à gaz obtiennent, par une très haute température longtemps maintenue, une décomposition plus parfaite des charbons et une plus-value en gaz d'éclairage, mais le pouvoir éclairant du gaz obtenu en excès est très faible, et l'on est obligé de l'enrichir par carburation. De sorte que, tout compte fait, ce que les usines à gaz gagnent en gaz d'éclairage médiocre, elles le perdent en qualité des goudrons et en dépense pour carburation. Il semble que le point de température le plus avantageux à la fois pour le gaz et pour le goudron soit celui immédiatement avant la mise en liberté du carbone fixe. Un goudron brûlé, comme celui de mauvaise qualité, se reconnaît à un coefficient élevé en carbone fixe.

**Goudrons de gaz et de fours à coke.** — C'est pourquoi les goudrons de gaz qui, théoriquement, devraient être toujours plus riches en sous-produits que les goudrons de fours à coke, à cause de la qualité des charbons employés, qui

sont plus faits, de formation plus ancienne et à cause de leur mode de production, ne le sont pas toujours en réalité.

Par nature, les goudrons de fours à coke sont plus légers que ceux du gaz, plus liquides, d'un noir plus brillant, et distillent bien plus facilement. Ils sont plus pauvres en benzines, une grande partie en étant récupérée par les usines à fours à coke elles-mêmes, riches en huiles moyennes, pauvres en anthracènes et ne contiennent que très peu de carbone fixe de 2 à 5 % au maximum. Leur pauvreté en anthracènes explique pourquoi on leur préfère généralement les goudrons de gaz pour la fabrication des brais pour briquettes. Par contre, ils sont bien plus avantageux pour toutes les applications industrielles directes des goudrons, pour la fabrication des vernis, encres, cirages, toiles goudronnées, partout où les goudrons et brais de houilles remplacent les goudrons et brais de bois. Il y a de bons et de mauvais goudrons de fours à coke comme de bons et de mauvais goudrons de gaz.

**Goudrons de houilles de provenances diverses.** — En dehors des usines à gaz et des fours à coke, on extrait aussi des goudrons des hauts fourneaux et des huiles lourdes. Ces goudrons de houilles n'ont pas la valeur des

premiers et ne sont pas employés à la distillation. Il suffit d'en indiquer l'existence.

**Appréciation de la valeur marchande des goudrons de houilles.** — L'aspect ne permet pas d'établir la valeur des goudrons ; pour en reconnaître les qualités, on doit les distiller et mesurer la proportionnalité des matières composantes.

**Eau de surface et eau de distillation, déshydratation.** — Les goudrons sont toujours accompagnés d'une certaine quantité d'eau. Généralement, les usines à gaz et fours à coke laissent reposer les goudrons et décantent l'eau. Néanmoins, il arrive souvent que, malgré cela, après transvasement dans des wagons ou bateaux-citernes, de l'eau en quantité considérable se sépare et vient surnager, par suite du séjour plus ou moins long et la trépidation que subissent les goudrons en cours de route. On appelle cette eau, eau de surface, elle n'entre généralement pas en ligne de compte. Un certain pour-cent d'eau est lié au goudron et n'en sort que par distillation ou chauffage préalable. Ce pour-cent d'eau lié au goudron varie de 3 à 10 % ; généralement, tout pour-cent supérieur à 5 % est déduit et n'entre pas en ligne de compte.

Il y a des usines à gaz qui essorent ou déshy-

dratent leurs goudrons avant de les vendre ; en ce cas, la proportion en eau ne dépasse jamais  $2 \frac{1}{2} \%$ . Ce traitement, loin de bonifier les goudrons, leur fait parfois perdre de leurs qualités ; des matières volatiles précieuses pour le distillateur peuvent être perdues. Il vaut mieux, suivant nous, que les goudrons soient déshydratés sur place et au moment de l'emploi.

**Contenance en carbone fixe.** — On peut considérer comme goudrons mauvais ou médiocres ceux dont le pour-cent en carbone fixe atteint ou dépasse  $23 \%$ . C'est là un moyen très commode pour se rendre compte de la valeur des goudrons de gaz. Dans la distillation en grand, le carbone fixe se dépose en forme de coke au fond des alambics à distiller, et peut même occasionner l'éclatement de l'alambic en isolant le fond ; car, en ce cas, les tôles exposées au feu brûlent.

Un deuxième inconvénient, non moindre, consiste dans ce fait que plus un goudron contient de carbone fixe, plus il est difficile de le débarrasser de son eau, ce qui rend la distillation très délicate et longue ; les alambics ont une tendance à déborder très facilement.

**Fraudes dans les goudrons et goudrons régénérés.** — Parfois on mêle intentionnelle-

ment des huiles résiduelles ou à bon marché pour diluer des goudrons trop épais, brûlés ; on a alors ce qu'on appelle des goudrons régénérés. Inutile de dire que leur qualité est fort médiocre. D'autres fois, des huiles résiduelles, ou à bon marché, des goudrons de hauts fourneaux, etc., sont mêlés aux goudrons pour en augmenter simplement la quantité. Il est évident que la qualité perd en valeur. Il y a des goudrons qui finissent par n'être plus qu'un mélange d'huiles et de carbone.

A froid, et en hiver, les mélanges se font assez mal, et il peut arriver que les secousses que subissent les goudrons en route pendant le transport suffisent pour séparer une quantité d'huiles résiduelles à côté d'eau. En ce cas, la constatation est toute faite. A chaud, et à une faible température, la liaison se fait très bien. Un goudron légèrement chauffé est même capable non seulement de lier l'huile, mais même une certaine quantité d'eau, au lieu d'en perdre, ce qui arriverait si l'on continuait à élever la température. Seule une distillation soigneuse et plusieurs fois répétée permet de constater ce fait, car la proportionnalité des matières ne peut être constante ni normale.

**Applications industrielles des goudrons à l'état brut.** — 1° Pour la peinture du fer, de la fonte et généralement de métaux à chaud (peinture dite au trempage).

Un goudron liquide et brillant, ayant peu de carbone fixe, est tout indiqué. Le goudron de fours à coke de bonne qualité est excellent à cet effet. On l'emploie tel quel. On se sert aussi des goudrons artificiels, préparés, régénérés, qui sont un mélange de brais et d'huiles, ou des goudrons déshydratés étendus d'huiles lourdes ; ces préparations ont l'avantage de ne pas former des bulles d'air, occasionnées par l'évaporation de l'eau au moment du trempage. Des vernis au goudron, pourvu qu'ils ne soient pas préparés avec des essences légères, remplissent le même but.

2° Pour les peintures murales, la peinture des bois, de boulons, d'éclisses à froid (même observation que pour 1°).

3° Comme désinfectant pour caves, monuments souterrains, partout où il y a humidité, poteaux télégraphiques, etc.

4° Pour la fabrication du noir de fumée. A ce sujet, les fabriques pour noirs de fumée préfèrent, en général, la naphthaline brute.

5° Pour la préparation de vernis noirs grossiers.

6° Pour le goudronnage des routes. Cet emploi tend, depuis quelques années, à prendre une extension de plus en plus grande. C'est généralement d'un goudron très étendu d'huiles que l'on fait usage. Le goudronnage des routes, tel qu'il est pratiqué, a les inconvénients multiples de couler et de rester longtemps avant de sécher, d'être de peu de durée, de se décoller facilement et de s'enlever. Une méthode rationnelle du goudronnage des routes est celle que l'on emploie en Angleterre, où le goudron est lié au macadam et en fait partie intégrante. Suivant Henry Riley, on se sert, à cet effet : a) de pierres finement concassées, de toutes provenances : pierres de chaux du Derbyshire, scories de toutes sortes, pierres à bâtir du Yorkshire, granits du Leicestershire ; b) d'un mélange de brais et de goudrons qui servent d'agglomérant.

7° Pour la fabrication de briquettes en mélange avec des brais secs (cette application, de même que celle qui consiste à employer le goudron au chauffage, tend à disparaître).

8° Comme moyen de chauffage presque exclusivement pour les usines à gaz.

9° Comme force motrice (James Hargreaves, *Chemical Trade Journal*, 11 juin 1887).

10° Pour la fabrication des papiers bitumés ou goudronnés, des matières calorifuges, etc.

**Transport des goudrons.** — Les goudrons se transportent en wagons et bateaux-citernes, en fûts pétroliers. Les deux premiers moyens sont de beaucoup les plus avantageux. En été, le goudron expédié en fûts travaille et coule facilement, les fuites sont fréquentes ; en hiver, au contraire, il s'y fige et il est très difficile de vider les fûts. On n'obtient une vidange convenable que si l'on peut chauffer les fûts au moyen de vapeur d'eau, ce qui exige une installation *ad hoc*.

#### NAPHTES DE GOUDRONS DE HOUILLES

**Spécification.** — Bien que produit commercial, ces qualités de benzines n'ont cours que sur les grands marchés. En réalité, ce ne sont pas des produits spéciaux, mais bien un fractionnement spécial des huiles légères. Les différentes méthodes de fractionnement n'étant pas les mêmes dans les diverses usines et la pureté des produits directement obtenus variant suivant le mode de distillation employé et les appareils, une définition du mot *naphte* s'impose. Ainsi c'est à tort qu'on donne le nom de naphte à des

huiles moyennes, très propres, brunes, tirant sur le rouge, si ces huiles moyennes ne contiennent pas un pour-cent élevé en benzines. Ce sont alors des huiles liquides.

On appelle naphtes, en général, les huiles légères des goudrons de houilles, qu'elles soient à l'état brut ou distillées et même redistillées une ou plusieurs fois. Certaines usines divisent les huiles légères en essences de naphtes et naphtes. A leur tour, on peut appeler les naphtes des benzines brutes dont ils sont presque exclusivement composés. Tous les benzols et benzines des goudrons de houilles sont tirés, par fractionnement, exclusivement des naphtes : benzol, benzine, toluène, cumène, etc.

Suivant leur degré de pureté, les naphtes peuvent avoir une valeur variant du simple au double et davantage. Les naphtes qui ont cours sur marché sont des produits relativement très purs déjà : ce sont les naphtes dits *naphtes solvant* ou OR, naphtes lourds, blancs, etc., et atteignent des cours élevés.

**Naphtes solvant et OR. Spécification.**

Densité à + 15° C. . . . .	0,875 à 0,885
98 %/0 distillent avant. . . . .	+ 160° C.

Ce sont de très belles huiles peu colorées neu-

tres et qui, en dehors de la fabrication des benzines, trouvent un emploi en grand.

**Applications industrielles de naphtes solvant et OR.** — 1° Pour la carburation du gaz d'éclairage. La plupart des petites usines à gaz préfèrent généralement acheter des benzines de deuxième qualité qui ne répondent parfois qu'imparfaitement au but demandé.

2° Comme dissolvant pour les résines, le caoutchouc (fabriques d'étoffes imperméables), les corps gras, etc.

3° Pour la préparation de vernis noirs de goudrons, vernis japonais, vernis siccatifs, etc.

4° En Suisse, comme dénaturant d'alcool (voir, à ce sujet, *Benzol* et *Pyridine* plus loin).

**Appréciation de la valeur marchande des produits.** — La qualité et, par suite, la valeur des naphtes solvant et OR se déterminent par distillation. Moins ils sont colorés, meilleurs ils sont. Ils doivent être à peu près neutres et contenir peu ou pas d'huiles moyennes. En d'autres termes, être des benzines brutes. OR est le fractionnement le plus léger, celui des benzols toluols; solvant naphte, le fractionnement le plus lourd, celui des benzines, naphtes lourds, etc.

**Conditions exigées d'un bon carburant.** — L'essentiel pour la carburation des gaz, ce

n'est pas la plus ou moins grande pureté des benzines employées, mais leur pouvoir dissolvant de la naphthaline à froid, leur puissance comme carburant. L'énoncé de ce seul fait suffit pour démontrer la supériorité des benzines de houilles sur les benzines de pétrole, pour cet emploi, leur puissance dissolvante étant de beaucoup plus considérable. L'essentiel, pour les naphtes ou benzines de houilles employés comme carburants, c'est d'être exempts de naphthalines.

Le défaut des dissolvants de la naphthaline employés couramment est de ne la dissoudre qu'avec difficulté et de ne pouvoir la tenir longtemps en état de vapeurs. La naphthaline n'est que déplacée et souvent déposée plus loin dans les tuyaux, en des endroits difficiles à atteindre. Un bon carburant devra pouvoir tenir la naphthaline en suspension sous forme de vapeurs jusqu'au bec d'éclairage. La naphthaline elle-même, à condition qu'elle puisse brûler à l'état de vapeurs, augmente le pouvoir éclairant du gaz. Un excès d'acide sulfurique dans les benzines est aussi nuisible à l'éclairage par l'encrassement des becs qu'il occasionne (dépôts verdâtres).

**Huile de naphte lourde, brune, distillée ou blanche.** — Comme son nom l'indique, c'est

une huile de même essence que les précédentes, une benzine, mais de densité supérieure.

Sa densité à l'état brut à  $+ 15^{\circ}\text{C.}$  est de 0,982.

Elle contient alors de 25 à 30 % de phénols environ et de 4 à 5 % de pyridines. Distillée, elle donne une très belle huile à teinte rougeâtre qui remplace avantageusement la térébenthine dans la préparation des couleurs et vernis sombres.

Sa densité est alors de 0,96 à  $+ 15^{\circ}\text{C.}$

Distillée blanche, incolore, elle est tout indiquée pour les couleurs claires. En somme, c'est une benzine lourde rectifiée qui répond au White Spirit anglais.

Sa densité est de 0,946 à  $+ 15^{\circ}\text{C.}$

Le naphte incolore ne contient plus que des traces d'acides phéniques.

**Applications industrielles des naphtes lourds.** — Les peintures à l'huile de naphte ne se recommandent pas seulement à cause de leur bon marché, mais aussi par raison hygiénique. Pour les hôpitaux, les hospices, etc., elles sont préférables à toutes autres.

**Desideratum.** — Il faut que les huiles soient neutres, incolores et possèdent le moins d'odeur possible.

**Transport des naphtes.** — Le transport des naphtes se fait en fûts pétroliers ou fûts à huiles en bois dur. Les fûts en bois doux ou des tles ne conviennent pas à cet effet. Les naphtes, étant relativement très légers, suintent à travers les bois tendres. Pour cette même raison, on doit éviter de réparer des fûts pour naphtes avec des bois tendres. Les fûts doivent être très bien lavés auparavant avec des naphtes et n'avoir contenu aucun produit gras. Le nettoyage des fûts ayant contenu des huiles fines est assez coûteux. Pour les fûts usagés qu'on veut employer pour naphtes, il est prudent de s'en tenir uniquement aux fûts à pétrole, aux fûts à vin et aux fûts à tanin. La moindre malpropreté du fût se trouverait immédiatement dissoute par le naphte et le produit serait gâté.

L'expédition en fûts en bois, si elle est faite en été, nécessite certaines précautions. Le remplissage devra avoir lieu au moment de l'expédition pour éviter un trop long séjour des huiles dans les fûts (fuites et évaporation possibles). Les fûts ne devront pas être entièrement remplis et l'on devra éviter de les laisser exposés au soleil. Une bonne précaution consiste à couvrir les fonds des fûts d'un enduit en plâtre. On expédie les naphtes en wagons-citernes spéciaux ou en fûts en fer.

*Remarque.* — Dans le cas où un tambour en fer ayant contenu des naphtes a besoin d'une réparation, de grandes précautions sont nécessaires. Il ne suffit pas que le fût soit vidé, on doit le laisser vide et ouvert pendant plusieurs jours dans un endroit aéré et, même alors, il est dangereux de le porter dans une forge. Une escarville enflammée tombant dans le fût, un fer à souder ou un cerceau chauffé et parfois les coups d'un marteau de forge suffisent pour occasionner des explosions très graves. Il est prudent de ne confier la réparation des tambours à naphtes ou à benzines qu'à des spécialistes au courant du danger auquel ils sont exposés.

#### PYRIDINE

C'est un liquide incolore, d'odeur très intense et caractéristique, soluble dans l'alcool. On l'obtient presque à l'état pur par un traitement à la chaux des bases pyridiques qu'on récupère comme produit secondaire du traitement des benzines.

#### Spécification.

Point d'ébullition . . . . .	+ 117° C.
Poids spécifique à 0° C. . . . .	0,983]

**Applications industrielles.** — La pyridine a trouvé, à cause de la puissance et de la caractéristique de son odeur, un emploi en grand comme dénaturant des alcools en Allemagne et en Angleterre (voir aussi *Benzols* et *Naphtes*).

En médecine, elle est employée comme remède contre l'asthme.

**Conditions exigées des produits marchands.** — Suivant arrêté du Bundesrath, du 21 juin 1888, les pyridines devant servir à la dénaturation des alcools en Allemagne doivent répondre aux conditions principales suivantes :

1° Le mélange des bases pyridiques doit être incolore ou à peine teinté en jaune clair.

2° Maximum en eau 10 %.

3° 90 % doivent distiller avant + 140° C. à la pression barométrique normale, soit 760 millimètres.

4° Le mélange ne doit pas contenir d'ammoniaque et 20 centimètres cubes de pyridine doivent pouvoir être mêlés à 40 centimètres cubes d'eau sans qu'il y ait formation de gouttelettes d'huile.

On tolère, pour les produits ayant séjourné longtemps, une coloration rouge (vin de Madère).

**Expédition et transport de la pyridine.**

— Se fait en touries et bonbonnes.

ACIDE PHÉNIQUE BRUT 60 % ; PHÉNOL 60 % ;  
ACIDE CARBOLIQUE 60 %

**Spécification.** — C'est un liquide brun, acide, à odeur caractéristique, retiré des huiles moyennes des goudrons de houilles et aussi comme produit secondaire du traitement des benzines, contenant :

Phénol pur cristallisable . . . . .	60 %
Acides crésyliques divers . . . . .	25
Eau, environ . . . . .	15
Densité à + 15° C. : 1,0565	

Le pour-cent en eau et acides crésyliques peut varier. Pour le produit commercial, la valeur est établie par le pour-cent en phénol cristallisable.

**Détermination de la valeur marchande des acides phéniques 60 %.** — On détermine le pour-cent en phénol cristallisable d'après la méthode Lowe. Son poids spécifique ne doit pas être inférieur à 1,048 à + 15° C., car cela indiquerait la présence d'huiles légères dans l'acide. Les acides phéniques du commerce non destinés à la cristallisation ne contiennent généralement

que des traces d'acides phéniques cristallisables. Lunge donne, en moyenne, 30 à 40 % d'huiles saponifiables. On vend couramment dans le commerce, sous la même dénomination de phénol, acide carbolique, etc., des acides crésyliques non cristallisables, résidus de la fabrication de l'acide phénique cristallisable (voir aussi *Crésols*).

**Applications industrielles de l'acide phénique brut.** — La plus grande partie de l'acide phénique brut sert naturellement à la production de l'acide phénique cristallisable et des acides crésyliques, respectivement des acides picriques, salicyliques, de la coraline et de couleurs ; mais il trouve aussi un emploi très étendu à l'état brut :

1° Comme désinfectant dans les hôpitaux, chambres de malades, etc. ;

2° Sous le nom de phénol, comme antiseptique ;

3° Ses emplois en médecine et médecine vétérinaire sont très variés ;

4° Pour la conservation des matières animales et végétales ;

5° Mélangé aux huiles lourdes (15 % d'acides) pour tuer les chenilles et autres insectes.

ACIDE PHÉNIQUE CRISTALLISABLE.  
PHÉNOL CRISTALLISÉ.

**Spécification.** — De longs cristaux, prismes incolores d'une odeur particulièrement caractéristique, goût brûlant et toxique. Les différents auteurs ne sont pas d'accord sur les caractéristiques de ce produit :

Poids spécifique théorique :

de 1,066 à + 15° C. et de 1,084 à 0° C.

Point de fusion :

+ 37° C. à + 37°,5, d'après d'autres : + 41 à 42° C.

Point d'ébullition suivant auteurs :

+ 178, + 180, + 183 et + 186° C.

Un peu d'eau, ou simplement de l'humidité, a pour effet d'abaisser le point de fusion et d'ébullition considérablement.

**Les phénols du commerce. Spécification.**  
— L'acide phénique cristallisé du commerce donne généralement :

Point de fusion . . . . . + 30° C.  
Point d'ébullition . . . . . + 183 à 186° C.

Ce même produit peut avoir :

Point de fusion . . . . . + 38 à 40° C.  
Point d'ébullition . . . . . + 180 à 186° C.

La qualité dite fondue glace a un point de fusion de 5° inférieur, soit + 35 ou + 34° C. On trouve aussi de l'acide phénique alcoolisé au 1/10.

**Détermination de la valeur marchande des acides phéniques liquides.** — La pureté de l'acide phénique liquide est généralement établie au moyen de la méthode Degener par un titrage à l'eau de brome. On ajoute du brome étendu d'eau jusqu'à ce que le liquide prenne une coloration jaune, ensuite on détermine le brome en excès au moyen de potassium iodé.

**Applications industrielles de l'acide phénique.** — En dehors de son emploi pour la production des acides picriques et de la poudre sans fumée, des acides salicyliques, matières colorantes, etc., l'acide phénique est employé, à cause de ses qualités antiseptiques :

1° Comme désinfectant, en général, en dissolution dans l'eau (latrines, étables, etc.) ;

2° Pour le traitement de la carie dentaire ;

3° Pour le traitement et antiseptisation de plaies, tumeurs sous forme de lavages et compresses (dissolutions de 2 à 3 % dans de l'eau, de l'huile ou de la glycérine) ;

4° Comme médication interne ; la dose maxima, en ce cas, est de 0<sup>gr</sup>,1 ;

5° Pour la conservation d'os, de peaux de bœufs, etc., surtout pour les transports sur mer ;

6° Pour la conservation des mélasses de betteraves ;

7° Pour empêcher la fermentation des graines ;

8° Très important pour les tanneries et les peaux artificielles à cause de ses propriétés tannantes ;

9° Engrais phénolés, phosphates phénolés, etc., pour l'agriculture ;

10° Comme dissolvant pour certaines couleurs d'étoffes insolubles dans l'eau.

*Remarque.* — Dans nombre de cas sus-mentionnés, on peut employer du phénol 60 % au lieu du produit pur. Pour la conservation des viandes fraîches, etc., l'odeur de l'acide phénique cristallisé se masque facilement au moyen d'essence de géranium ; malgré cela, l'acide salicylique est préférable pour cet usage.

De nombreux dérivés et composés du phénol sont d'un emploi courant en médecine et dans l'industrie sous des noms divers.

Omal ou phénol trichloré ; point de fusion, 68° C. ; point d'ébullition, 244° C.

Phénols chlorés, bromés, tribromés (bromol).

Phénolate de soude à l'état solide et liquide.

Le phénolate de soude à l'état liquide se vend

couramment sous le nom de phénol du commerce.

Phénolate de chaux ou carbonate de chaux très employé comme désinfectant.

Savons de phénol (savon noir et phénol), etc.

**Picrates d'acide phénique et picrates de naphthaline.** — Dans la fabrication des poudres sans fumée, les picrates tirés des acides phéniques, crésyliques et salicyliques présentent, comme avantage sur ceux tirés des trinitrotoluols et naphtylamines, celui de ne pas produire, à la combustion, des dépôts aussi gras et, par suite, de moins salir les canons des armes à feu.

**Expédition et transport des phénols.** — Pour les produits bruts, le transport des phénols se fait en wagons-citernes, en fûts en fer et en fûts en bois. On doit toutefois éviter de laisser longtemps séjourner l'acide dans les fûts. Les phénols rectifiés s'expédient en fûts et bouteilles.

#### NAPHTALINE BRUTE

**Spécification.** — La naphthaline brute est un corps solide, pâteux, brun, obtenu par décantation des huiles moyennes et créosotées des goudrons de houilles. Sa densité est de 0,975 à + 15° C.

**Appréciation de la valeur marchande des naphthalines brutes.** — Outre la densité, on exige généralement que la naphthaline soit libre d'anthracènes, c'est-à-dire qu'elle ne soit pas grassement huileuse et ne présente pas de dépôts verdâtres. Les mélanges d'anthracènes dans les naphthalines sont visibles à l'œil nu, la naphthaline ayant toutes les teintes brunes mais n'en ayant pas de vertes. Les mélanges d'anthracène dans les naphthalines se déposent en stratifications dont la coloration varie du jaune clair au vert foncé. Naturellement, par distillation, on peut encore mieux s'en rendre compte, étant donné que les points de distillation sont très différents. L'analyse de la naphthaline brute accuse toujours un pour-cent d'huiles et d'eau et de petites quantités d'anthracènes. On exige que la naphthaline soit aussi sèche que possible de façon à pouvoir être transportée en vrac sans perdre de poids. Tout pour-cent d'eau supérieur à un pour-cent donné (5 à 10 %) est déduit suivant conventions.

**Applications industrielles de la naphthaline brute.** — La naphthaline à l'état brut sert à la fabrication du noir de fumée, d'encres d'imprimerie et de produits raffinés.

**Fraudes dans les naphthalines brutes.** — Étant donnée la différence de prix considérable entre les anthracènes et les naphthalines, on a tout avantage à passer une certaine quantité d'anthracènes dans les naphthalines. Les créosotes formées directement ainsi que les créosotes composées laissent toujours un dépôt de naphthaline et d'anthracène. Il y a donc, en général, à moins de fractionnement spécial, un peu d'anthracène dans la naphthaline ; mais ce pour-cent ne doit pas aller jusqu'à la formation des stratifications sus-mentionnées ni jusqu'à rendre les naphthalines boueuses.

NAPHTALINE DISTILLÉE  
OU NAPHTALINE CRISTALLISÉE ROSE

**Spécification.** — Suivant qu'elle sera préparée dans des cuves à ciel ouvert ou abritées, le pour-cent en eau variera, pour les naphthalines distillées, de 5 % à 15 %. Pour les cuves à ciel ouvert, la moyenne d'un produit bien séché est de 11,5 % d'eau.

99 % distillent entre . . .	210 et 216° C.
Point de solidification . . .	76°,5
Résidu (maximum) . . .	1 %

**Appréciation de la valeur marchande des naphthalines distillées.** — Pour la naphthaline distillée, on demande généralement, en dehors du pour-cent d'eau, que les cristaux soient bien formés en longues et larges lamelles. Quant à la distillation, il suffit qu'elle ait lieu complètement entre 150 et 250° C. et plus particulièrement entre 200 et 235° C.

**Fraudes dans les naphthalines distillées.** — Outre la naphthaline brute distillée, on vend, sous ce titre, les naphthalines récupérées comme produits secondaires dans les traitements des sous-produits ; ce sont des naphthalines d'une cristallisation parfaite et qui peuvent donner un produit de premier choix si elles sont soigneusement récupérées. C'est donc à juste titre qu'elles sont vendues comme naphthalines distillées ; on ne peut en dire autant du procédé qui consiste à intercaler, entre deux couches de naphthalines distillées, une couche de naphthaline brute et de laver le tout par filtration en y versant des huiles à plusieurs reprises.

**Applications industrielles de la naphthaline distillée.** — La naphthaline distillée et bien séchée peut servir avec avantage pour la conservation des peaux, cuirs, pelisses, etc. En grand, elle est vendue par les distillateurs aux fabricants

de naphols et de naphthaline blanche du commerce.

### NAPHTALINE BLANCHE DU COMMERCE

La naphthaline blanche du commerce se trouve en boules, en hexagones, en poudres, cristallisée ou sublimée à l'état presque chimiquement pur.

#### Spécification :

Poids spécifique à + 15° C. . . . .	1° <sup>0</sup> ,1517
Point de liquéfaction . . . . .	+ 79 et 80° C.
Densité à l'état liquide à + 79° . . . . .	0,977
Point d'ébullition . . . . .	de 216 à 220° C.

**Appréciation de la valeur marchande de la naphthaline blanche.** — On exige du produit commercial, outre le point de fusion, qu'il soit parfaitement blanc ; qu'il supporte l'exposition à l'air et à la lumière sans prendre de coloration. Traité à l'acide sulfurique concentré à 66° B., il ne doit pas noircir. Un bon produit ne doit pas contenir d'acides phéniques, ni de bases pyridiques, etc. On détermine la présence d'acides phéniques dans la naphthaline au moyen de soude caustique étendue (1 à 2 grammes de naphthaline, 30 centimètres cubes de soude caustique étendue qu'on fait bouillir, puis

reposer (Schultz)). Par l'acide sulfurique concentré, on détermine les bases. Une fois commencée, la distillation doit s'effectuer sans interruption et ne laisser aucun dépôt.

**Applications industrielles de la naphthaline blanche.** — Par ses dérivés, la naphthaline joue un très grand rôle dans l'industrie des matières colorantes et des explosifs, ainsi qu'en médecine.

Directement, elle est couramment employée :

1° Pour la carburation du gaz d'éclairage (al-bocarburateurs) ;

2° Comme insecticide, pour la destruction des mites, du phylloxera, etc. et pour la conservation des effets, tapisseries, meubles, etc. ;

3° Pour la fabrication d'explosifs (dahmenite, pantopollite et autres dynamites) ;

4° Pour la conservation des peaux au même titre que l'acide phénique (peaux fraîches).

La naphthaline possède aussi, quoique à un degré moindre que l'acide phénique, des propriétés tannantes.

#### CRÉOSOTES

Les créosotes, huiles de créosote (improprement crésols) comprennent toutes les diverses

huiles moyennes et lourdes des goudrons de houilles et contiennent beaucoup de naphthalines et d'acides (1).

Les créosotes sont des huiles plus ou moins acides ou basiques, fractionnées suivant la demande et contenant un pour-cent en naphthalines pouvant varier de 5 à 35 % et davantage. Il est difficile d'en apprécier la valeur, étant donné qu'on les prépare suivant destination. Leur odeur est caractéristique, leur couleur varie du jaune au brun foncé. Avec le temps, l'effet oxydant de l'air suffit pour les brunir. Quand elles ne sont pas fractionnées, elles contiennent tous les produits tirés des goudrons à température moyenne, c'est-à-dire les naphthalines, phénols, créols, etc. Généralement, on retire ces produits et on n'en laisse qu'une certaine proportion dans les créosotes. Fractionnées, les créosotes donnent naissance : aux huiles d'égouttage, aux huiles vertes et aux huiles de créosote pour créosotages qui comprennent en partie les deux premières huiles.

**Huiles liquides ou d'égouttage.** — Ces huiles forment la partie la plus légère des créos-

---

(1) *Remarque.* — Ne pas confondre avec le crésyl qui est un produit saponifié d'huiles liquides.

sotes. Elles sont retirées par décantation des naphthalines. D'un bel aspect, très liquides, de couleur brun rouge, elles contiennent un pourcentage en acide élevé.

Densité à + 15° C. = 1,0326 et 1,065.

**Applications industrielles.** — Les huiles liquides servent à produire, tantôt telles que, tantôt saponifiées, une quantité de désinfectants et de parasitocides. De même que, du reste, les acides crétyliques restant comme résidus, impurs et à l'état brut, de la distillation des acides phéniques. Saponifiées avec des résines de bois, elles sont vendues sous les noms de crésiline, créoline, désinfectol, irol, sapocarbol, sanatol, lysol, crésol, saponate, phénoline, etc. On trouve, dans le commerce, une foule de produits analogues qui sont tous des solutions de crésols plus ou moins bruts avec des saponates de soude (le saprol est un sel d'acides sulfocrétyliques). On s'en sert comme désinfectants, comme dentifrices, pour les soins de toilette, etc.

2° Les huiles d'égouttage non saponifiées et de qualité médiocre servent à augmenter le pourcentage en acides des huiles de créosote pour traverses dont elles font aussi baisser le point de distillation.

**Appréciation de la valeur marchande des huiles liquides et des produits saponifiés.**

— Les huiles d'égouttage ne sont généralement pas vendues pour la consommation. Elles ne forment pas un produit déterminé et ne sont offertes que sur analyse et échantillon.

Pour les produits saponifiés, on peut prendre la créyline comme type. Une bonne créyline doit être d'un brun très foncé ou noir mat avec des reflets dorés.

Densité de la créyline à + 15°C. = 1,062.

Quelques gouttes dans une éprouvette pleine d'eau doivent donner une solution laiteuse franchement blanche. Au fond de l'éprouvette, il ne doit pas se former des dépôts et il ne doit pas y avoir de gouttelettes jaunes d'huile surnageant ou en suspension dans le liquide.

**Huiles de créosote pour traverses ou huile pour créosotages.** — Ce sont les huiles brutes des goudrons de houilles débarrassées des huiles légères, le plus souvent un mélange d'huiles lourdes et moyennes en proportion variable. Elles contiennent beaucoup de solides. Leurs composition, couleur et valeur varient à l'infini.

**Appréciation de la valeur marchande des huiles de créosote.** — Les conditions exigées par les créosotages pour les huiles sont très différentes. On pourrait dire qu'elles varient suivant chaque usine à créosotage.

De très bonnes créosotes nous ont donné les caractéristiques suivantes :

Densité à + 15° C. . . . .	1,082
(huile parfaitement liquide et sans dépôt)	
Point d'ébullition . . . . .	+ 210 C.
Contenance en acides . . . . .	5,8 0/0

Quantités ayant distillé :

De 0 à 150° C., huile et eau . . .	0,75 0/0
150 à 235° C., huile . . . . .	26
150 à 355° C., huile . . . . .	93,3

Deuxième exemple :

Densité à + 15° C. . . . .	1,0629
(huile parfaitement liquide et sans dépôt)	
Acides contenus dans l'huile. . .	5,564 0/0

Quantités ayant distillé :

De 0 à 150° C., huile et eau. . . .	0,75 0/0
150 à 235° C., " et solides . . .	35
150 à 355° C., " et solides . . .	92,5

*Conditions exigées par les créosotages français.* — Les huiles doivent provenir exclusive-

ment de la distillation des goudrons de houilles et être d'une couleur tirant sur le vert :

Densité à + 15° C., minimum . . . . .	1,050
Quantités devant distiller de 0 à 200° C. . . . .	rien
"          "          de 200 à 250° C. . . . .	un tiers
"          "          de 250 et plus . . . . .	le reste
Contenance en acides de goudrons (minimum). . . . .	5 0/0
Solides, naphthalines et autres corps gras (maximum) . . . . .	30

*Conditions exigées par les chemins de fer allemands :*

Densité à + 15° C., de . . . . .	1,03 à 1,10
Contenances en acides de goudrons. . . . .	10 0/0

(c'est-à-dire en corps solubles dans de la soude diluée). Poids spécifique : de 1,15 à + 15° C.

Conditions de distillation :

De 0 à 150° C. . . . .	3 0/0
150 à 235° C., au plus. . . . .	30
150 à 355° C., environ . . . . .	85

A + 20° C., l'huile doit être complètement claire. Filtrée à travers du papier-filtre plusieurs fois replié, elle ne doit pas y laisser de traces de matières solides.

Lunge donne les conditions suivantes pour les

huiles de la Société allemande de créosotage  
(Lunge, p. 498-499).

Densité à + 15° C. . . . .	de 1,055 à 1,100
Contenance en acides. . . . .	10 %
Conditions de distillation de 0 à 150° C. . . . .	rien
Conditions de distillation de 150 à 235° C. . . . .	25 % au plus.

Les huiles doivent bouillir entre 150 et 400° et, à + 15° C., n'avoir aucun dépôt. Elles doivent être exclusivement tirées des goudrons de houilles et de couleur noir verdâtre (voir *Tableau comparatif des conditions exigées pour les créosotes*).

**De la valeur de ces conditions.** — Pour l'imprégnation des bois et au point de vue du résultat à obtenir, une teneur élevée en acides et un pour-cent très faible en naphthaline ne sont pas avantageux. Les usines de créosotage sont en train de s'en apercevoir, car elles ont diminué graduellement, depuis dix ans, la proportion en acides et augmenté la tolérance en naphthaline et solides.

En effet, les acides se volatilisent très rapidement à l'air et l'eau les dilue très facilement, de sorte que leur action préservatrice n'est pas durable. Par contre, aux températures où doit s'ef-

fectuer le créosotage, la naphthaline est complètement liquide. Si le vide est bien fait, elle pénètre très bien le bois, son action antiseptique est plus efficace que celle de l'acide phénique et elle résiste plus longtemps à l'action des agents extérieurs. L'anthracène est lui-même très utile, car rien ne bouche aussi hermétiquement les pores du bois que l'anthracène et c'est tout à fait à tort qu'on le considère comme nuisible à l'imprégnation. Il est probable que c'est le peu de valeur de ces deux produits qui, au point de vue imprégnation, leur a fait tort et aussi le fait qu'étant très épais et presque solides, ils sont d'un maniement plus difficile et incommode pour les entreprises de créosotage ne pouvant disposer d'une chaleur assez élevée.

Au point de vue de leurs qualités pour créosotages, la naphthaline et l'anthracène devraient occuper la première place. Quant à la couleur, les uns exigent une couleur très claire, d'autres très brune. Rien de plus facile que d'obtenir la coloration voulue par le mélange d'un peu de goudron. Le mélange se fait mieux à chaud.

**Transport des créosotes.** — Le transport des créosotes s'effectue de préférence en été à cause de la température relativement élevée qui rend les créosotes complètement liquides. L'hi-

ver, à basse température, il y a toujours une partie des huiles qui se solidifie et l'on est obligé de chauffer pour pouvoir les retirer des récipients. Les expéditions se font en fûts pétroliers, wagons et bateaux-citernes.

**Appréciation de la valeur marchande des créosotes.** — La qualité de la créosote pour traverses s'établit par distillation. Toute distillation des produits de goudrons est une opération longue et délicate, exigeant de la patience et de la précaution. Seuls, les chimistes spécialistes en la matière peuvent le faire avec un résultat certain. En Allemagne, en cas de contrat à intervenir ou de contestations, les analyses de ce genre sont confiées à une administration spéciale ; mais étant donné ce qui a été dit plus haut à propos des qualités requises des huiles de créosotage, une analyse superficielle peut amplement suffire.

Pour reconnaître la proportion en acides de goudrons contenue dans les créosotes, on opère avec avantage en traitant les créosotes par une lessive de soude caustique à 35 ou 40° B. d'une densité de 1,3, ou 1,35, ou 1,13. 30 centimètres cubes de soude caustique pour 50 centimètres cubes d'huiles. Si l'on n'est pas pressé, il vaut mieux prendre 30 centimètres cubes de

soude caustique à 1,2 pour 100 centimètres cubes de créosote et faire l'opération en plusieurs fois. C'est-à-dire qu'on verse dans l'huile, par intervalles, deux ou trois fois 30 centimètres cubes de soude caustique en agitant chaque fois. On verse ensuite le mélange d'huiles et de lessive de soude dans un entonnoir à séparation et à robinet (*fig. 1*) et l'on agite ce mélange pendant une demi-heure au moins, puis on laisse reposer. La solution des corps acides dans l'alcali se sépare au fond et l'huile dépouillée d'acides flotte à la surface. La division doit être bien marquée entre les deux liquides séparés. Si l'on n'a pas de résultat ou si le résultat est peu satisfaisant, on augmente la dose de soude. Si le liquide alcalin est très épais, on l'étend d'un peu d'eau et l'on brasse de nouveau.

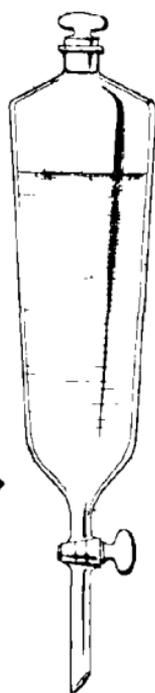


Fig. 1

Le liquide alcalin obtenu, on le transvase dans un autre entonnoir à séparation et l'on sature le liquide au moyen d'acide sulfurique. On agite jusqu'à ce que toutes les particules d'acides

se soient bien séparées et viennent surnager et on en mesure le pour-cent dans un verre gradué. Il est important pour obtenir un bon résultat que les deux opérations aient lieu d'une façon complète. Trop de précipitation et des saturations partielles peuvent les faire varier du simple au double.

**Autres applications industrielles des créosotes.** — 1° Pour la dissolution des brais secs ;

2° Pour le créosotage des routes (mélange d'huiles et goudrons) ;

3° Comme préservatif contre le phylloxera pour les vignes ;

4° Pour l'éclairage : « Lucigène ».

#### HUILES VERTES OU ANTHRACÉNIQUES

**Spécification.** — Ce sont les huiles les plus lourdes des créosotes, comme les huiles d'égouttage en sont les plus légères. Leur couleur varie entre le jaune vert et le brun vert.

Densité à + 15° C. . . . .	1,065 à 1,08
Point de distillation entre . . .	150 et 380°

Contrairement aux huiles d'égouttage qui sont

acides, les huiles vertes et lourdes sont neutres ou peu acides.

Les usines qui distillent jusqu'au brai sec récupèrent des huiles vertes qui atteignent 1,1 et même davantage de densité et qui distillent, en ce cas, jusqu'à 400° C. On peut alors diviser ces huiles en deux parties, les unes distillant de 200 à 300° et dont une petite fraction passe avant 200° C., les autres distillant entre 300 et 400°, uniquement employées pour la récupération de l'anthracène. Les huiles vertes forment la partie essentielle des créosotes pour créosotages ; mais, prises à part, elles sont des huiles de goudron fort belles et très riches, d'un emploi très courant en industrie.

**Applications industrielles des huiles vertes.** — 1° Comme force motrice (huiles pour moteurs) ;

2° Pour le chauffage (fours, chaudières, etc.) ;

3° Pour le graissage à froid des machines (*green-grease*) ;

4° Pour la fabrication des briques et des terres réfractaires (les huiles ne doivent pas être acides) ;

5° Pour le goudronnage des routes (huiles et goudrons), pour la fabrication des goudrons artificiels (brais et huiles), pour les vernis au trem-

page (goudrons et huiles), pour les couleurs noires d'imprimerie et pour le carbolineum.

**Conditions exigées des huiles vertes pour le carbolineum.** — Celles destinées à la préparation du carbolineum devront être coupées d'huiles créosotes ou liquides pour avoir un pour-cent en acides, dosé suivant la demande.

#### CARBOLINEUM

C'est un mélange d'huiles vertes et créosotées avec du brai ou du goudron.

Densité à + 15° C. . . . . 1,066  
 Contenance en acides. . . varie entre 5 et 20 %

Sa couleur change, suivant la demande, du brun clair couleur bois au brun très foncé presque noir ; généralement, on distingue : carbolineum chêne, noyer et marron.

**Appréciation de la valeur du produit.** — Il doit être de couleur homogène, parfaitement liquide, s'étaler comme il faut et ne pas faire de dépôts.

**Applications industrielles.** — Les qualités antiseptiques et préservatrices le recommandent comme peinture pour palissades, hangars, vérandas, etc. ; les charpentiers et les

marchands de bois en font un grand usage.

**Transport du carbolineum.** — En fûts en bois, et en bouteilles pour le détail.

## ANTHRACÈNE

L'anthracène brut n'est pas un produit marchand, à l'état où l'on obtient, par décantation, des huiles lourdes ou huiles vertes ; il ne le devient qu'après essorage et pressage (filtres-presses). L'anthracène brut égoutté contient de 15 à 20 % d'anthracène et des huiles, il peut cependant en contenir davantage. L'anthracène brut pressé contient généralement de 22 à 32 % d'anthracène pur ; l'anthracène sublimé, de 50 à 60 % et davantage. L'anthracène peut s'obtenir par carburation des brais, de préférence des brais très gras. Les coques récupérés comme résidus sont très beaux, exempts de cendres et d'un prix élevé. Le rendement en anthracène, en ce cas, est supérieur aux précédents, mais peut contenir, si le fractionnement n'est pas bien fait, des chrysènes et pyrènes qui sont difficiles à séparer.

**Anthracène brut du commerce.** — Se vend en poudres blanches verdâtres ou en pains, etc.

et contient de 20 à 90 % d'anthracène pur, en moyenne 50 %. Son point de fusion varie entre 210 et 213° C.

**Appréciation de la valeur marchande de l'anthracène.** — On établit généralement la valeur marchande du produit :

1° Par le point de fusion ;

2° En prenant l'anthracène et en le faisant bouillir avec de l'alcool ou de la ligroïne, puis en filtrant à froid. On lave encore à froid dans de l'alcool et l'on évalue le poids de l'anthracène pur. C'est la méthode anglaise ; elle n'est qu'approximative, car s'il y a des hydrocarbures d'un point de distillation plus élevé que l'anthracène, la quantité indiquée sera supérieure à la réalité ; au cas contraire, elle sera inférieure.

Il vaut mieux déterminer la proportion d'anthracène pur en oxydant l'anthracène brut au moyen d'acide chromique dans une solution acétique (méthode de Luck).

On forme ainsi de l'antraquinone qu'on chauffe à 100° C. avec de l'acide sulfurique de 1,88 de densité. La méthode de Luck est la plus courante et comporte diverses modifications.

**Applications industrielles de l'anthracène.** — L'anthracène sert uniquement pour les matières colorantes (fabriques d'alizarines).

**Propriétés de l'anthracène pur.** — Lames blanches brillantes ou tables rhomboïdales souvent tronquées sur les deux sommets, ce qui leur donne l'apparence d'hexagones.

Point de solidification . . .	210 ou 213° C.
"  selon Fritche . . .	207° C.
Point d'ébullition . . .	360° C. et au dessus
"  selon Berthelot . . .	de 340 à 360° C.

N'a ni odeur, ni saveur ; seules, les vapeurs d'anthracène ont de l'odeur.

Les cristaux possèdent une fluorescence violette.

## BRAIS

Le brai est une masse noire épaisse restant au fond des alambics à distiller et qu'on obtient comme résidu de la distillation des goudrons de houilles. A cet égard, le brai est au goudron ce que celui-ci et le coke sont par rapport à la houille dans la fabrication du gaz d'éclairage. La proportion en brai recueillie dans les goudrons peut varier suivant la qualité des goudrons, les appareils à distiller, la qualité des brais obtenus, etc. (brais gras, brais maigres, etc.) de 30 à 80 % et davantage. Ce rapport élevé du brai récupéré des goudrons mis en regard du faible

pour cent de goudron récupéré dans les houilles fausse notre comparaison à un point de vue autre que celui de la distillation.

**Nature des brais.** — Les brais ne sont, pas plus que les goudrons, un produit homogène. Les distinctions courantes : brais gras, demi-gras et secs, ne servent qu'à indiquer des qualités apparentes et extérieures des brais. Tels brais sont riches en matières collantes, c'est-à-dire en chrysène, pyrène et respectivement en résines rouges et jaunes, ces matières encore peu étudiées qui accompagnent toujours les chrysènes, pyrènes, etc., et qui ont les apparences du caoutchouc. Il n'y aurait rien de surprenant à ce que ce fût, en effet, du caoutchouc. Tels autres brais ont peu de matières collantes et du carbone libre en excès. Les hydrocarbures contenues dans les brais ne sont ni également lourds, ni également liés.

Il est évident qu'il y a une corrélation entre les qualités des goudrons distillés, surtout la composition des parties les plus lourdes des goudrons et le brai. Les goudrons ayant peu d'anthracènes donnent un brai léger et relativement peu collant. Il n'est pas vrai, par contre, que les goudrons riches en anthracène donnent toujours des brais lourds et très collants. Cela

dépendra du milieu dans lequel se trouvera l'anthracène et respectivement les chrysènes, pyrènes, etc., et des transformations chimiques qui vont s'opérer d'après ce milieu. L'expérience montre qu'un goudron riche en anthracène et en carbone fixe ne donne pas de bon brai. Une partie du carbone reste libre dans le brai comme elle l'était dans le goudron, une autre partie se forme en coke et reste en cet état en suspension dans le brai. L'anthracène, de son côté, ne subit pas toutes les transformations voulues pour dégager des matières collantes.

Dans les charbons, les qualités avantageuses pour la récupération des gaz ne le sont pas toujours ni nécessairement pour les goudrons ; de même il y a des goudrons très avantageux pour les sous-produits et peu pour les brais ou inversement. D'habitude, les usines à distiller n'emploient pas une qualité de goudrons, mais font des coupages de façon à obtenir, autant que possible, une qualité constante homogène d'un rendement avantageux pour la fabrication qu'elles ont en vue.

**Qualités et défauts de fabrication.** — A ces qualités ou défauts de nature viennent s'ajouter, comme pour les goudrons, des défauts de fabrication. Indépendamment des appareils à

distiller qui peuvent faire varier, d'une manière étonnante, le rendement en brai et sa qualité, indépendamment aussi des façons de distiller adoptées, il peut y avoir des défauts voulus ou involontaires de fabrication. Les usines à distiller n'apportent pas toujours les soins nécessaires à la préparation des brais. En effet, pourvu que les brais répondent aux conditions exigées par les marchands de brais ou les consommateurs, peu leur importe comment ils vont se comporter comme agglomérants. Nous verrons par la suite que ces conditions ne correspondent pas à des qualités précises. En somme, le brai, pour le distillateur, n'a pas d'autre intérêt que celui de la vente.

De même que lorsqu'on pousse trop loin la distillation du charbon, on épuise le goudron et qu'on le brûle, de même par une température trop élevée et trop longtemps maintenue, on épuise le brai. La plus-value en sous-produits récupérés ne justifie pas l'épuisement du brai ; le dernier fractionnement n'est que de peu de valeur. L'épuisement du brai s'explique par la difficulté, et même par l'impossibilité, avec certains appareils, d'arrêter une distillation à temps, et la commodité que présente la distillation jusqu'à sec.

**Brais divers de goudrons de houilles.** — Suivant leur aspect et leur état plus ou moins solide, on distingue les brais en brais liquides, gras, demi-gras, secs, très secs. Sauf pour quelques usines spécialement outillées et quelques usages particuliers, les brais demi-gras et secs forment les produits commerciaux les plus courants pour l'agglomération des houilles.

**Brais gras.** — On appelle brais gras des brais dont le point de fusion varie entre  $+ 40$  et  $+ 50^{\circ}$  C., parfois  $+ 50$  à  $+ 65^{\circ}$  C., bien que ces derniers soient plutôt des brais demi-gras. La densité varie entre 1,2 et 1,8. Comme les méthodes employées en général pour reconnaître le point de fusion et la densité des brais sont peu précises et que les diverses densités données pour les brais ne correspondent pas toujours, il vaut mieux avouer que, dans la pratique, on classe les brais d'une manière empirique. Un brai gras est un brai qui commence à s'amollir à  $+ 15^{\circ}$  C.; tenu en mains pendant quelques minutes, il devient mou et collant, exposé au soleil, un brai gras s'agglomère tout de suite et coule en une masse compacte. En mâchant un petit échantillon, celui-ci s'écrase facilement et colle aux dents.

**Brais secs.** — On appelle brai sec un brai d'un point de fusion variant entre + 70, + 75 et + 100° C. et fondant entre + 95 et + 120° C. et même seulement à + 200. La densité des brais secs à + 15° C. varie entre 1,1823 et 1,315, en moyenne 1,261.

En mâchant un petit échantillon de brai sec, celui-ci s'effrite et ne colle pas aux dents.

Les *brais demi-gras* ont un caractère intermédiaire entre les deux précédents.

**Corrélations entre goudrons et brais.** — On voit que rien n'est aussi variable et peu précis que les spécifications données comme types pour des brais de même composition par divers auteurs, les uns et les autres ne divisant pas les brais de la même façon, tel brai regardé comme demi-gras par l'un, sera dénommé gras ou sec par l'autre. Le brai n'étant pas une matière homogène, mais un composé, il est difficile à définir, d'autant plus que deux brais du même point de fusion et contenant la même quantité de matières volatiles peuvent se comporter tout différemment dans l'application.

Aussi ne donnerons-nous les conditions exigées dans le commerce des brais habituels que comme une indication générale et non scientifiquement basée.

Il y a une corrélation directe entre houille, goudron, brai, aggloméré. Or, ces diverses matières sont travaillées par des industries dans des buts tout différents. Il est donc tout naturel que le distillateur qui, lui-même, n'a pas de garanties pour ainsi dire, au point de vue des goudrons, n'en donne pas et ne peut pas en donner à l'agglomérateur pour les brais. Il n'aurait, du reste, aucun avantage à résoudre des difficultés qui, jusqu'à présent, intéressent d'autres producteurs. Remarquons qu'ici la question se complique encore et que, pour l'agglomération, les qualités qu'on doit exiger du brai dépendent beaucoup de la nature des charbons à agglomérer, des appareils de compression et de chauffage, en un mot, de la matière à agglomérer et des conditions de fabrication. L'agglomération des menus comprend des questions de technique et de chimie : La manière dont les brais sont attaqués, soit par une chaleur vive, soit réchauffés graduellement par une chaleur sèche ou humide ; la température à laquelle ils sont fondus, la durée de la température maxima ; si l'action de la chaleur a lieu à l'air libre, en vase clos ou sous pression ; la manière et la durée du refroidissement.

Voilà des questions aussi importantes que

l'homogénéité des mélanges et la qualité des charbons employés, etc.

D'une manière générale, les brais gras ont plus de matières volatiles et sont employés de préférence pour les charbons en ayant peu ; les brais secs ont moins de matières volatiles et sont employés de préférence pour les charbons qui en ont beaucoup.

*Conditions généralement exigées des brais du commerce :*

1° Qu'ils soient solides à la température ordinaire ;

2° D'une cassure conchoïdale ;

3° D'un noir brillant mais en même temps mat et gras ;

4° Ils doivent s'étirer à la chaleur en fils longs, minces et flexibles. On doit pouvoir en faire des cheveux artificiels (+ 75 à + 80° C.) ;

5° Maximum de cendres, 1/2 % ;

6° De 45 à 55 % de coke ;

7° Pour le point de fusion et la densité, voir plus haut ;

8° Matières volatiles par différence avec la contenance en coke.

**De la valeur de ces conditions et des qualités des brais par rapport à l'agglomération des menus.** — En réalité, toutes ces

conditions généralement exigées pour les brais ne signifient rien quant à leurs qualités. Les vagues indications qu'on en retire, on peut les avoir par un moyen bien plus simple, et qui est pratiqué par tous ceux qui s'occupent de brais. Il consiste à prendre un petit échantillon dans la bouche et à le mâcher. Si le brai se pulvérise, il est trop sec pour l'agglomération habituelle, s'il s'écrase et s'étire, il est jugé bon, s'il colle, il est trop gras. Les gens de métier arrivent très vite à acquérir la faculté d'apprécier ainsi, par le goût et la plasticité, la qualité des brais.

La quantité en matières volatiles exigée et, par suite, celle du coke, n'est pas une preuve de la force agglomérante du brai. Elle peut, de même que la plasticité, être artificiellement obtenue par l'adjonction d'huiles résiduelles lourdes à un brai même brûlé. Le brai, dans ces conditions, n'aura pas la force agglomérante, la seule intéressante pour le briquetier, ce sera un mélange d'huiles et de charbons et même de coke sans corps résineux. Il y a des brais naturellement obtenus qui donnent un résultat analogue, c'est ce qui nous a amené par ailleurs à dire qu'il ne suffit pas qu'un goudron ait des anthracènes pour qu'il produise de bons brais, mais qu'il

faut encore que cet anthracène soit placé de telle sorte qu'il puisse se transformer.

La proportion des cendres ne donne aucune indication utile au point de vue des brais. On ne s'explique cette curieuse idée d'exiger le taux des cendres des brais que par une confusion qui a dû s'établir au début de l'industrie des agglomérés entre brais et charbons. On a dû procéder par analogie, à moins que, dans des moments où le brai atteignait des prix très élevés, le pour-cent des cendres ne dût servir à démasquer des matières étrangères peu scrupuleusement introduites dans les brais pour en augmenter le poids et le volume. Le résidu en cendres de brais est si insignifiant par rapport au charbon, et tellement uniforme, que les différences ne peuvent avoir d'intérêt que pour la science. Un goudron riche en carbone fixe fournira un brai dont la proportion en cendres ne sera pas supérieure à 0,3 ou 0,4 % et pourtant ce brai n'aura pas de force agglomérante parce qu'il aura une quantité de parcelles de charbon libre qui agiront d'une manière inactive et nuisible ; mais ces parcelles de charbon brûlées donneront du coke et non des cendres. Des goudrons riches en anthracènes, mais ayant peu de carbone fixe, donneront, en revanche, des brais très collants et pourront avoir

un taux en cendres supérieur aux premiers. Ce cendres ne dépendront plus du goudron ni du brai, mais de la constitution du charbon initial.

Le rapport en coke n'a pas non plus la valeur qu'on y attache ; comme l'a prouvé Muck, les brais donnant du coke poreux ont pour propriété, en gonflant au feu, d'écarter les particules de charbon et de faire tomber les briquettes en poussières. Les brais, au contraire, ne formant que des cokes en cendres maintiennent les briquettes entières au feu. Ce serait donc la qualité et non la quantité des cokes qui aurait une importance pour l'agglomération. Les brais à coke poreux conviendraient mieux à des menus demi-gras, les brais à coke en cendres à des menus gras.

De ce qui précède, on peut conclure qu'on ne reconnait, d'une manière réelle, la qualité d'un brai que par distillation. De même que pour les goudrons, du reste, et pour les mêmes raisons, la distillation seule permet de déterminer la composition du brai par la connaissance de sa nature et les proportions de ses composants :

Anthracène	Résines rouges et jaunes
Chrysène, pyrène, etc.	Coke
Gommes	Gaz

Il n'y a pas de doute que la lutte industrielle finisse par poser la question de la fabrication des agglomérants d'une manière scientifique ; ce qui adviendrait fatalement si, au lieu d'être une question secondaire, le brai devenait le but de la distillation des goudrons. Pour le moment, on se contente de brais obtenus comme résidus des goudrons et de quelques indications qui, dans la pratique, peuvent servir de renseignements généraux, tels que la corrélation qui existe plus ou moins entre les points de fusion et les matières volatiles, les cokes et les matières volatiles.

**Diverses méthodes employées pour l'établissement du point de fusion.** — La Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée établit le point de fusion au moyen d'un appareil spécial composé d'un récipient cylindrique en tôle très mince ou en fer-blanc, avec un compartiment horizontal sur lequel se trouvent soudés cinq tubes fermés aux extrémités (*fig. 2*). Un thermomètre plonge dans le tube du milieu ; les quatre autres tubes sont remplis de brai en poudre finement tamisé dont on a soigneusement éliminé toute poussière ou grameau. Le brai est lesté de baguettes en fer, généralement de 35 grammes, maintenues dans la position verticale par le couvercle de l'appareil qui est percé à cet

effet. L'appareil ainsi préparé est rempli aux trois quarts d'eau et chauffé sur une lampe. La température prise au moment où les baguettes s'enfoncent est considérée comme le point de fusion.

Cette manière d'opérer est tout à fait rationnelle et ne ressemble en rien à celle qui consiste à établir le point de fusion en mettant dans un creuset chauffé au bain-marie du brai sec ou en poudre et en l'examinant au moyen de

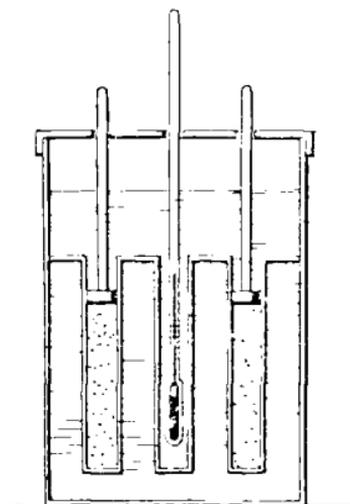


Fig. 2.

sondages avec des aiguilles en fer. Elle offre cependant, dans la pratique, bien des inconvénients. Elle exige une très grande propreté, le récipient employé doit toujours être conservé à l'état de neuf intérieurement, ce qui est très difficile, étant donné que le brai est une matière salissante et qu'il est peu aisé de le sortir du fond des tubes. Elle exige aussi beaucoup de soin dans la préparation de la poudre de brai. Une

méthode pratique, bien plus expéditive et donnant des résultats suffisamment exacts, consiste à faire plusieurs cubes de brais de 13 millimètres qu'on pique sur un fil de fer recourbé au bout.

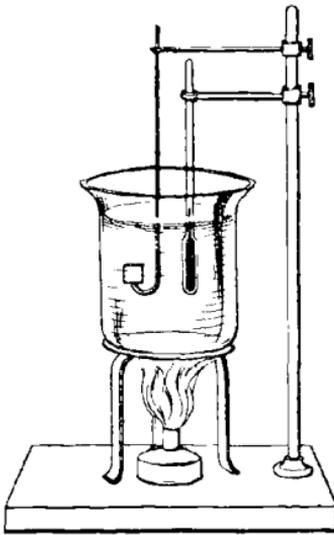


Fig. 3.

On plonge les cubes ainsi suspendus dans un récipient d'eau en mettant un thermomètre à côté plongeant dans le liquide à égale hauteur des cubes (*fig. 3*); ceci est capital, bien que très simple. Quand le cube commence à se déformer, on note les centigrades indiqués comme point de ramollissement et l'on considère la fusion

complète quand le cube vient couler au-dessous du fil de fer. Cette méthode est généralement employée en Angleterre et se recommande par sa simplicité.

La méthode de beaucoup la plus juste et la plus scientifiquement exacte est celle employée par E. Schenk de Schweinsberg. Il se sert, pour

établir le point de fusion du brai, d'un tube en verre de 7 millimètres de largeur et de 25 centimètres de longueur auquel il donne, en le chauffant sur une lampe, la forme ci-contre (*fig. 4 et 5*).

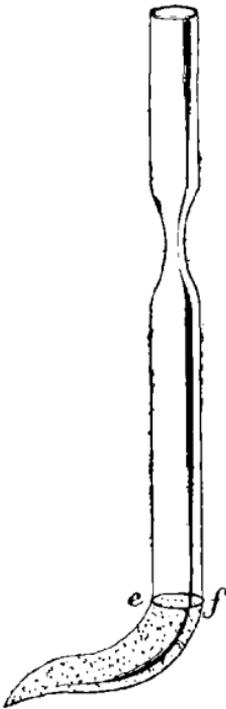


Fig. 4.

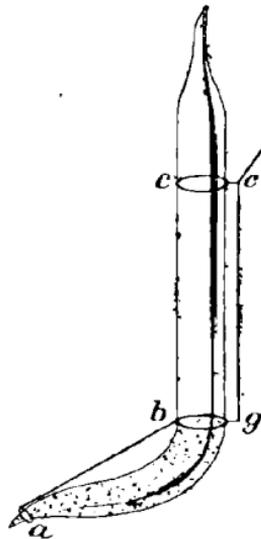


Fig. 5.

On remplit ensuite jusqu'à *ef* le verre de brai en poudre ou, s'il est trop mou, de brai en

toutes petites boules, on y verse une goutte de mercure et l'on ferme le verre à la lampe. L'appareil ainsi formé, on le suspend au moyen d'un fil de platine ou d'une ficelle très mince, attachée en *a*, *b*, *c*, *c*, *g*, et on le plonge dans un récipient d'eau à côté d'un thermomètre. Le mercure du thermomètre et le brai doivent se trouver sur le même niveau.

On chauffe très lentement, on a soin de débarrasser avec une plume d'oie ou un bâtonnet, les bulles qui se forment sur le verre de façon à voir toujours nettement le brai.

Celui-ci commence d'abord par diminuer de volume. puis on le voit gonfler. Dès que le phénomène de gonflement se manifeste, on lit la température, c'est le point de fusion exact.

**Applications industrielles des brais de goudrons de houilles.** — Outre la fabrication des agglomérés de houilles, les brais de goudron sont employés :

1° Pour la fabrication des cartons bitumés de toutes couleurs (brais gras de préférence) ;

2° Pour la fabrication de tuyaux d'asphaltes, pour conduites d'eau et de gaz, etc. (brais gras, demi-gras et secs) ;

3° Pour la fabrication de l'asphalte artificiel (rues et trottoirs) ;

4° Pour les couleurs de goudrons, vernis, etc. et goudrons préparés, carbolineum, etc.

5° Pour les parquetages (pour locaux humides, etc.) et plaques, mosaïques pour tables, etc. (mélange de brai et résines) ;

6° Pour les charbons de Paris (agglomérés de tourbe et matières végétales diverses) ;

7° Pour la fabrication du noir de fumée ;

8° Comme calorifuge ;

9° Comme isolant pour conduites électriques (brai spécial) ;

10° Distillé, il donne, en dehors de l'antraène, un coke très recherché.

**Transport et emballage des brais.** — Les brais gras sont toujours expédiés en fûts, les brais secs généralement en vrac par wagons ou bateaux. On se contente, pour éviter des collages, d'asperger d'eau de chaux le wagon ou bateau avant d'en effectuer le chargement.

*Remarque.* — De la distillation des naphthalines et autres sous-produits des goudrons on peut aussi obtenir un brai très brillant, très sec et qui est très précieux pour vernis, encres, cirages. Les pétroles donnent aussi des brais qui sont préparés et vendus comme asphalte ; ce sont, en général, de très beaux produits, très purs et qui peuvent être employés partout à la

place de l'asphalte naturel. Les brais de pétrole sont indiqués pour les couleurs noires et les vernis ; préparés, ils donnent des charbons et isolants pour électricité de toute beauté.

### BENZINES

**Spécification.** — Le terme de benzines ou benzols comprend toute une série de corps tirés des naphtes de goudrons de houilles, qu'on distingue entre eux suivant leurs poids spécifiques et degrés d'ébullition, et dont la benzine  $C^6H^6$  n'est qu'un représentant.

On donne généralement, pour la benzine :

Poids spécifique :

de 0,885 à 0,9 à + 15° C.

Point de fusion de la benzine solide :

entre + 4 et + 6

Point d'ébullition :

entre 80 et 81° C. à la pression atmosphérique  
ordinaire 760<sup>mm</sup>

C'est un liquide très mobile, incolore, réfractant la lumière. Les auteurs ne sont pas tout à fait d'accord sur le point de fusion et le poids spécifique. Cela tient probablement à ce qu'ils

ont fait les essais sur des benzines différentes, c'est-à-dire pas entièrement pures. La benzine, absolument pure, n'ayant pu être obtenue que par synthèse.

**Différentes espèces de benzines.** — Règle générale, les benzines tirées du pétrole sont plus légères que celles tirées des goudrons de houilles et sont moins estimées. Qu'on tire les benzols directement des huiles légères de houilles et qu'on les fractionne après, ou qu'on fractionne les huiles légères et qu'on achève ce fractionnement après, le résultat mène toujours à quatre ou cinq sortes de benzols industriels dont les principaux sont :

- 1° Benzols ou benzines légères ;
- 2° Toluols ou toluènes, benzols plus lourds ;
- 3° Benzines du commerce légères ;
- 4° Benzines du commerce lourdes ;
- 5° Benzines lourdes ou cumène commercial.

Les usines des matières colorantes achètent les benzines ou benzols avec un titre établi à l'avance, généralement : benzols 30 %<sub>0</sub>, 50 %<sub>0</sub> ou 90 %<sub>0</sub>, c'est-à-dire qu'elles exigent que 30, 50 ou 90 %<sub>0</sub> des produits distillent jusqu'à 100°.

Schultz donne le tableau suivant comme exemple de distillation des benzines ;

*Tableau de Schullz*

Degrés centigrades	Benzol 30 0/0	Benzol 50 0/0	Benzol 90 0/0
85	0	0	25
90	2	4	70
95	12	26	83
100	30	50	90
105	42	62	94
110	70	71	97
115	82	82	98
120	90	90	99

**Benzols 90<sup>0/0</sup> et 50<sup>0/0</sup>. Spécification.** — De toutes les benzines légères (ou benzols), les plus usitées sont celles de 90<sup>0/0</sup>, qui servent à la fabrication des anilines pour bleu et noir et celles de 50<sup>0/0</sup>, à la fabrication des anilines pour rouge fuchsine, etc. On les trouve couramment dans le commerce.

Poids spécifique des benzols à 90<sup>0/0</sup> :

à + 15° C. = 0,885

Poids spécifique des benzols à 50<sup>0/0</sup> :

à + 15° C. = 0,880

Point d'ébullition :

+ 80,5 C. pour les deux.

Tous les benzols du commerce contiennent des hydrocarbures de la série grasse, des carbures sulfonés, thiophènes, etc., ce ne sont pas des produits chimiquement purs.

**Appréciation de la valeur marchande des benzols.** — Les conditions nécessaires et suffisantes, outre le pour-cent de distillation, exigées pour les benzols du commerce désignés ci-dessus, sont les suivantes :

1° D'être incolores et bien lavés. On doit pouvoir y ajouter de l'acide sulfurique 66° B., et agiter le mélange sans qu'il en résulte une coloration appréciable de l'acide sulfurique ;

2° Quand on y verse de l'acide nitrique 40° B., il ne doit pas y avoir production de vapeurs blanches ; si l'on agite, le mélange de benzol ne doit pas se colorer ;

3° Il ne doit pas y avoir excès d'acide sulfurique, celui-ci masquant la véritable teneur en benzol. Pour s'en rendre compte, les usines d'aniline ont intérêt à faire des essais précis ; en général, on se contente d'une épreuve au tournesol.

**Applications industrielles des benzols.** — En dehors des matières colorantes, les benzols 50 et 90 % sont employés partout où l'on a besoin de benzines se volatilissant très vite, par exemple :

1° Pour les vernis très siccatifs, pour des nettoyages d'étoffes spéciales, etc. ;

2° Pour la dénaturation des alcools. Les alcools dénaturés au benzol sont plus avantageux pour les fabriques de couleurs, vernis, etc., que ceux à la pyridine, parce qu'elles peuvent les employer tels que, et ne sont pas obligées de séparer le benzol. En Suisse, on se sert, pour dénaturer les alcools, des naphtes solvant, etc. ;

3° Pour la fabrication du noir de fumée d'une qualité très supérieure ;

4° Dans la fabrication du sucre.

D'autre part, comme il n'y a pas de démarcation franche entre ces benzols et la série suivante, ils servent à la confection d'une série de benzines, à l'infini, par mélange ou suivant qu'on arrête la distillation. Ainsi, du benzol 70 % et un toluol 30 % se comporteront comme un benzol 90 % ; si l'on coupe du benzol 90 % avec des huiles légères 40 %, on obtient du benzol 50 %, etc. (voir *Tableau des mélanges de benzines*).

**Benzines légères du commerce. Spécification.** — Ce sont des benzines de houilles, de densité 0,87 à + 15° C., mais séchant vite et, par suite, remplaçant les benzines légères du

pétrole avec avantage. Elles ont, à densité égale, deux fois autant de force dissolvante ; ce qui les fait très rechercher des teinturiers (pour détachage de gants, etc.). Leur préparation exige beaucoup de soin et coûte assez cher ; aussi ne les voit-on que rarement dans le commerce. Les benzines légères du commerce sont, en général, des essences de pétrole coupées avec de petites quantités de benzines.

**Benzines du commerce.** — De beaucoup les plus répandues, leur densité est de 0,868 ou 0,87, et même de 0,88 à + 15° C. Dans le commerce, on les désigne toujours comme benzines 0,80 à 0,85, car on établit la densité à + 25° C., ce qui donne, suivant les benzines, 0,8766 pour les qualités lourdes, 0,859 et 0,855 pour la qualité courante. Les benzines Collas, en France, l'eau à détacher de Brönnér, en Allemagne, entrent dans cette catégorie.

**Appréciation de la valeur marchande des benzines.** — Outre la densité exigée, ces benzines devraient répondre aux mêmes conditions que les benzols ci-dessus ; théoriquement, elles y répondent. En pratique, les benzines du commerce sont trop impures pour cela. Elles auraient vite fait de séparer un dépôt noirâtre que les teinturiers appellent du « goudron ». Dans

le commerce, on se contente d'essais empiriques qui suffisent pour l'emploi habituel qu'on fait des benzines à détacher, pour dissolvants, etc. Les personnes qui ont l'habitude des benzines reconnaissent leurs qualités à la transparence du liquide, à la réfraction de la lumière, à la manière dont le liquide s'évapore sur un morceau de papier ou de buvard, à la façon dont il graisse les mains et à la sensation qu'il produit sur la peau. On fait généralement un essai au papier tournesol pour s'assurer que l'huile est neutre.

**Fraudes dans les benzines, coupages avec des essences de pétrole, manières de les reconnaître.** — Les essences de pétrole du commerce sont bien plus légères que les benzines de goudron.

Leur densité à + 15° C. est de 0,65 à 0,75.

Elles n'ont pas la force dissolvante des benzines de houilles parce qu'elles contiennent une proportion bien plus considérable d'hydrocarbures de la série grasse. Aussi sont-elles bien moins appréciées. On s'en sert beaucoup pour faire des coupages ; naturellement, par suite de ces coupages, la qualité des benzines perd de sa valeur. On peut démasquer les essences de pétrole contenues dans les benzines, en les sépa-

rant, par la densité et le point de distillation. En ce cas, on ne doit pas oublier que la véritable densité des benzines de goudron est de 0,88 et 0,9 à + 15° C., et non 0,859 qui est une densité à + 25° C. Par l'odeur, quand on a une grande habitude, on arrive assez facilement à décèler les mélanges d'essences de pétrole, à condition que leur proportion soit très forte et qu'elle ne soit pas masquée par des parfums. En effet, les benzines de pétrole, les benzines mal rectifiées, les coupages de benzine ont chacun leur odeur qu'un nez très fin et exercé peut distinguer ; mais si l'odeur se trouve combinée avec un parfum, impossible d'en savoir la qualité. En dehors de la densité, on établit la présence d'essences de pétrole dans les benzines, au moyen :

1° D'acide sulfurique nitré, qui se combine avec les hydrocarbures de la benzine et non avec les hydrocarbures de la série grasse dont les essences sont en grande partie composées. La combinaison faite, il est facile d'en opérer le fractionnement par distillation ;

2° D'un fait d'observation. Les brais de houilles sont solubles dans les essences de benzols ou benzines de houilles, et insolubles dans les essences de pétrole. On n'a qu'à faire des es-

sais de solubilité comparatifs de petits morceaux de brais dans diverses benzines.

**Applications industrielles des benzines.**

— Les benzines du commerce sont employées :

1° Pour la carburation du gaz d'éclairage (voir *Naphtes*) ;

2° Comme benzines à détacher, par les teinturiers, comme dissolvants de résines, graisses, caoutchouc, gutta-percha, etc. ;

3° Pour la fabrication de vernis séchant vite ;

4° En médecine vétérinaire, contre croûtes, parasites, maladies de peau, rhumatisme chez les chevaux ;

5° En médecine, comme antirhumatismal (embrocation).

**Transport et emballage.** — Les mêmes que pour les naphtes, encore plus soignés si possible. Les benzines ne se conservent pas très bien dans des fûts en bois. Si elles restent longtemps, elles prennent de la couleur et accusent une perte par évaporation. Un bon moyen pour éviter l'évaporation est de tenir les fûts en bois dans un endroit frais, couverts avec des linges mouillés.

## TOLUÈNE OU TOLUOL

**Spécification.** — On appelle toluène ou toluol des benzines ou benzols dont le point d'ébullition est de  $+ 100$  à  $+ 120^{\circ}$  C., plus spécialement vers  $+ 110^{\circ}$  C.

Poids spécifique : . . . . à  $+ 15^{\circ}$  C. = 0,872.

Le toluol ne se solidifie pas, même à  $- 20^{\circ}$  C., ce qui permet de le distinguer facilement des benzols précédents.

Le toluène du commerce est un toluol 90  $\%$ , c'est-à-dire que 90  $\%$  distillent entre  $+ 100$  et  $+ 120^{\circ}$  C.

**Appréciation de la valeur marchande du toluène.** — Le toluène du commerce doit être bien lavé, neutre, mélangé à de l'acide sulfurique, il ne doit pas se colorer ; une teinte jaune paille, brun très très clair, est tolérée.

**Applications industrielles.** — 1 $^{\circ}$  Le toluène sert de matière première à une foule de matières colorantes, à des explosifs, à la fabrication d'essences d'amandes amères, etc. ;

2 $^{\circ}$  On l'emploie comme dissolvant, au même titre que les benzines, pour les résines et les graisses ;

3° Souvent aussi on n'en fait pas un fractionnement à part, on le laisse dans les benzols, ou on le mélange avec les benzols 50 et 90 % dont il forme une partie importante (voir plus haut et *Tableaux des Mélanges de Benzines*, p. 162 à 164).

#### CUMÈNE COMMERCIAL

La partie la plus lourde des benzines, dont 95 % distillent entre 150 et 160° C., forme le cumène du commerce. Un autre fractionnement comprend même les huiles qui distillent jusqu'à + 169° C.

**Appréciation de la valeur marchande du cumène.** — L'huile doit être parfaitement incolore, plus légère que l'eau, d'une odeur agréable.

#### XYLÈNE OU XYLOL

Le cumène commercial n'est fabriqué par les usines et distilleries de goudron que sur commande, de même que le xylène ou xylool, c'est-à-dire les huiles qui distillent entre 137 et 141°.

Densité, 0,865 à + 20° C.

**Applications industrielles des xylènes.** — Ce sont généralement les usines de matières

colorantes qui font le fractionnement des xylènes ; aussi ces produits sont peu courants, n'ayant guère d'application en dehors de la fabrication des couleurs.

**Appréciation de la valeur marchande.** — Dans tous les cas, les conditions exigées dans le commerce pour les xylènes, sont les suivantes :

- 1° Être incolore et bien lavé ;
- 2° Sous l'action de l'acide sulfurique, ne se teindre qu'en brun très clair, jaune paille ;
- 3° 90 % doivent distiller entre + 138 et 140°,5 C. ;
- 4° 10 % peuvent distiller avant 138°.

**Emballage et expédition.** — Pour l'emballage des cumènes, xylènes, toluènes, voir *Benzines et Naphtes*.

BENZINES NITRÉES OU NITROBENZOLS,  
ESSENCES DE MIRBANE,  
D'AMANDES AMÈRES, ARTIFICIELLE, ETC.

De prime abord, il est évident qu'étant donné qu'il y a plusieurs qualités de benzines et qu'industriellement, on part de ces différentes qualités pour les transformer en produits nitrés et anilines, il y aura plusieurs qualités de nitrobenzines. D'autre part, les benzols du commerce

n'étant pas des produits chimiquement purs, leurs dérivés nitrés ne le sont pas davantage et contiennent du nitro-toluène, cumène, etc.

Deux qualités de nitrobenzines ont surtout cours :

**Spécification et conditions exigées des produits marchands.** — 1° La nitrobenzine légère, ou nitrobenzol pour noir et bleu d'aniline, c'est le produit le plus pur, celui qui correspond à la benzine ou benzol 90 %.

*Conditions demandées.*

Point d'ébullition : de + 205 à + 210° C.

Poids spécifique : à + 15° C. 1,2 ou titrant 25° Baumé.

2° Nitrobenzine lourde ou nitrobenzol pour rouge d'aniline ou fuchsine, tirée du benzol 30 % et 40 % ; c'est le produit qui a le point d'ébullition le plus élevé des deux et qui contient le plus de toluène.

*Conditions demandées.*

Point d'ébullition : de + 210 à + 220° C.

Poids spécifique : à + 15° C. de 1,19 à 1,18 ou 23° B.

90 % doivent distiller avant . . . . + 225° C.

Point de solidification. . . . . + 3° C.

3° On demande rarement des nitrobenzines d'un point d'ébullition supérieur à + 220 et + 230° C.

*Remarque.* — Comme pour les benzines, les auteurs ne sont pas complètement d'accord sur le point d'ébullition ni le poids spécifique des benzines mononitrées. Les appréciations varient entre 1,19 et 1,209 pour le poids spécifique sous la pression atmosphérique à  $+ 15^{\circ}$  C., et de  $+ 205$  à  $+ 220^{\circ}$  C., pour le point d'ébullition.

**Spécification théorique de la nitrobenzine.** — La nitrobenzine est un liquide jaunâtre, d'une saveur douce et d'une odeur d'essence d'amandes amères, réfractant fortement la lumière.

*Spécification théorique.*

Point d'ébullition de . . . . .	$+ 206$ à $207^{\circ}$ C.
Poids spécifique . . . . .	1,208 à $+ 15^{\circ}$ C.
Point de cristallisation . . . . .	$+ 3^{\circ}$ C.

**Applications industrielles de la nitrobenzine.** — En dehors de la fabrication pour les matières colorantes, la nitrobenzine se vend dans le commerce sous le nom d'essence d'amandes amères artificielle, huile de mirbane, essence de mirbane, etc., pour la parfumerie, en général, et plus particulièrement comme parfums pour savons. Seules, les nitrobenzines légères, provenant des benzols 90 et 95  $\%$ , conviennent à cet effet. Les nitrobenzines, qui ne sont pas de toute pre-

mière qualité, subissent un traitement avant d'être vendues comme huile de mirbane.

On les épure par un lavage complémentaire à la soude caustique, ou on les traite au moyen d'oxydants. C'est un produit moins fin que l'essence d'amandes amères de l'aldéhyde benzoïque, mais dont le prix de revient est aussi bien inférieur.

**Musc artificiel ou trinitrobutyltoluol.** — Ce produit est composé de 20 % d'alcool butylique trinitré et 80 % d'acétoanilide. Il est très employé en parfumerie, et on le trouve dans le commerce sous le nom de « musc artificiel, musc Baur », ainsi que son chlorhydrate : « muscarine artificielle ». On le tire directement du toluol en transformant celui-ci en butyltoluol, etc.

## ANILINES

**Spécification.** — Bien que l'aniline ne trouve pas d'application commerciale directe en dehors des matières colorantes et la médecine, ce produit est tellement important et possède des dérivés et composés si nombreux que nous ne croyons pas inutile d'en donner ici les caractéristiques.

Dérivé direct des benzols ou de leurs produits nitrés, l'aniline est un liquide incolore, réfractant fortement la lumière, d'une odeur faiblement aromatique, mais affectant désagréablement les sens, d'une saveur âcre et brûlante.

Poids spécifique . . . . . 1,026 à 1,028 à  $+ 15^{\circ}$   
Point d'ébullition:  $182^{\circ}$  sous la pression atmosphérique  
Ne se solidifie pas à  $- 20^{\circ}$  C.; d'après d'autres, à  $- 8^{\circ}$ .

**Anilines du commerce.** — De même que pour les nitrobenzines, il y a, dans le commerce surtout, deux qualités d'aniline, la qualité de premier choix, l'aniline pour bleu et noir, correspondant à la benzine 90 ‰, et la qualité de deuxième choix, pour rouge, correspondant à une benzine riche en toluène.

L'aniline du commerce, pas plus que les benzines ou les nitrobenzols, n'est un produit pur; elle contient encore de l'eau, de l'ammoniaque, des substances sulfureuses, etc. Toutefois le total des corps étrangers et des impuretés ne doit pas dépasser 5 ‰ de l'aniline.

**Appréciation de la valeur marchande des anilines.** — Outre le point d'ébullition et le poids spécifique, on exige de l'aniline pour bleu et noir, que 90 ‰ distillent entre  $+ 180$  et

+ 182° C. L'aniline du commerce est parfois mélangée à des nitrobenzines et autres hydrocarbures. Il est facile de constater la présence de ces corps en ajoutant à une quantité d'aniline préalablement mesurée, de l'acide muriatique étendu et en agitant le mélange. Les nitrobenzines et autres corps hydrocarburés restent insolubles. On n'a plus qu'à les séparer au moyen d'éther et à les mesurer. Dans l'analyse de l'aniline, on doit tenir compte de la proportion d'eau entraînée forcément au début de la distillation et qui peut aller jusqu'à 3,5 % en déshydratant les huiles d'aniline au moyen d'hydrate de potasse solide.

**Aniline et toluidine.** — La toluidine, homologue de l'aniline, se sépare difficilement de cette dernière. Il est évident qu'étant donné que la toluidine est au toluol ce que l'aniline est au benzol, l'aniline contiendra d'autant plus de toluidine que la benzine qui a servi à la préparer sera plus riche en toluol ou toluène. On se contente, pour les besoins du commerce, des indications données par la distillation. Toute aniline dont moins de 90 % auront distillé entre + 180 et + 182° C. sera considérée comme riche en toluène et comme aniline de la deuxième catégorie.

## ACIDE BENZOÏQUE ARTIFICIEL DU TOLUÈNE

**Spécification.**

Point de fusion. . . . .	+ 121,4° C.
Point d'ébullition. . . . .	249,2 à 250° C.

Tiré du chlorure benzylique et du chlorure benzoïque, l'acide benzoïque se fabrique en grand pour matières colorantes.

**Appréciation de la valeur marchande du produit.** — L'acide benzoïque chimiquement pur ne fond pas avant + 120° C. ; mais l'acide benzoïque du commerce contient presque toujours plus ou moins de chlore. Il fond plus tôt, sa cristallisation est plus légère et moins caractéristique. Un bon produit est celui qui contient peu ou point de chlore, c'est-à-dire d'acide benzoïque chloré. Le chlore se détermine en brûlant l'acide benzoïque au moyen d'un peu de sodium. L'acide benzoïque doit pouvoir se dissoudre dans l'eau bouillante complètement et sans dépôt.

**Applications industrielles.** — En dehors des matières colorantes, l'acide benzoïque trouve des applications dans :

1° Les fabriques de toiles imprimées qui l'emploient comme mordant ;

2° Les fabriques de tabac, pour la macération des feuilles de tabac ;

3° En médecine, diversement et pour la conservation des matières organiques.

#### ALDÉHYDE BENZOÏQUE.

#### ESSENCES D'AMANDES AMÈRES ARTIFICIELLES.

**Spécification.** — Liquide incolore réfractant fortement la lumière, qu'on prépare en grand du chlorure de benzyle.

Poids spécifique. . . . . 1,053 à + 15° C.  
Points d'ébullition. . . . . + 179 et + 180° C.

L'essence d'amandes amères du commerce n'est pas chimiquement pure ; elle contient de l'acide benzoïque, du chlore, des nitrobenzines, etc. Néanmoins elle atteint une pureté suffisante pour répondre aux conditions suivantes qui sont suffisamment rigoureuses.

**Appréciation de la valeur commerciale.**  
— 90 % du produit doivent distiller entre 176 et 180° C., la densité à + 15° doit être au moins de 1,0515 et de 1,0576 au plus. Sa dissolution dans un volume égal d'une solution de NaHSO<sup>3</sup> de 15° B. doit être complète. On ajoute de l'éther à la solution et l'on agite. L'éther se combine

avec l'acide benzoïque. Après évaporation, il ne doit pas y avoir de gouttelettes huileuses de benzyle chloré (reconnaissables à l'odeur piquante). Schultz établit la teneur en chlore en faisant réagir du sodium sur une petite quantité d'aldéhyde benzoïque. On dissout ensuite la solution dans l'eau et l'on filtre. On traite finalement par l'acide nitrique étendu et l'on constate le chlore en y ajoutant du nitrate d'argent.

**Fraudes dans l'aldéhyde benzoïque ; manière de les reconnaître.**— Souvent on mêle, à l'aldéhyde benzoïque, de la nitrobenzine qui est un produit bien meilleur marché. Il est évident que la valeur de la marchandise, en ce cas, n'est plus la même. On a divers moyens pour constater ces mélanges : Bourgoïn établit la présence de nitrobenzines dans le benzaldéhyde en ajoutant, à deux parties d'huiles, une partie de lessive de potassium. Le mélange se colore en vert s'il contient des nitrobenzines. En y ajoutant de l'eau, le liquide se sépare en deux et se colore jaune en bas, vert en haut. Après plusieurs heures, la couleur verte se transforme en jaune. Schultz se base pour l'examen de l'aldéhyde sur les caractéristiques suivantes :

*La nitrobenzine se distingue de l'aldéhyde benzoïque : 1° en ce qu'elle contient de l'azote ;*

2° en ce qu'elle n'est pas attaquée par le sodium, alors que l'aldéhyde benzoïque forme une masse blanche et gélatineuse ; 3° en ce que, chauffée avec une lessive de potassium alcoolisée, elle se transforme en azoxybenzol alors que l'aldéhyde se transforme en acide benzoïque et alcool benzylique.

**Applications industrielles.** — 1° Pour la parfumerie ;

2° Pour la fabrication de l'acide benzoïque et l'acide de cannelle ;

3° Pour l'industrie des matières colorantes, en particulier, pour les couleurs vertes.

#### DIMÉTHYLANILINE OU MÉTHYLANILINE

**Spécification.** — Liquide huileux dont l'odeur rappelle celle de l'aniline.

Point d'ébullition. . . . .	192° C.
Point de fusion . . . . .	+ 0,5° C.
Poids spécifique . . . . .	0,95 à + 15° C.

La méthylaniline du commerce est un produit très important pour les matières colorantes : bleu de méthyle, orange de méthyle, vert d'essences d'amandes amères, etc. De même que l'aniline, elle n'est pas absolument pure et con-

tient de l'aniline, de la toluidine, de la méthyltoluidine, etc., de la monométhylaniline.

**Appréciation de la valeur marchande.**  
— On reconnaît la qualité de la méthylaniline par distillation et par le point d'ébullition qui doit être de  $+ 192^{\circ}$  C. et en recherchant à séparer des produits qu'elle peut contenir : l'acide sulfurique étendu forme en présence d'aniline un précipité de sulfate d'aniline. Schultz indique une méthode par l'acide acétique anhydre pour déterminer la quantité d'aniline et de monométhylaniline contenue dans la méthylaniline. On prend 4 centimètres cubes de méthylaniline du commerce et 4 centimètres cubes d'acide acétique anhydre ; on mélange : si la température s'élève, chaque degré centigrade correspondra à  $1/2$  % de monométhylaniline. Le même auteur indique aussi une manière commode pour effectuer tous les essais sur un échantillon permettant d'obtenir séparément les quantités d'aniline et de monométhylaniline. On dissout l'huile à examiner dans de l'éther et l'on traite avec précaution par l'acide sulfurique étendu jusqu'à ce qu'on obtienne un précipité de sulfate d'aniline. On filtre et l'on laisse évaporer la solution étherée. On fait bouillir le résidu avec de l'acide acétique anhydre et l'on obtient de l'acétométhylaniline.

On distille le tout. La diméthylaniline distille à 192° C. et l'acétométhylaniline à 245° C.

Une autre méthode consiste à traiter par l'acide nitrique qui transforme :

la monométhylaniline	en méthylphénylnitroamine
l'aniline	en diazobenzol
la diméthylaniline	en nitrosodiméthylaniline.

### RÉSORCINE

**Spécification.** — Cristaux incolores, assez solubles dans l'eau, d'un goût fade et doux, qu'on prépare en grand du disulfoacide de benzol.

Point de fusion . . . . .	+ 118° C.
Point d'ébullition. . . . .	+ 276,5.

**Appréciation de la valeur marchande.** — La résorcine doit être aussi incolore que possible et avoir un point de fusion tout à fait exact de 276°,5 C., être complètement soluble dans l'éther ; tout au plus tolère-t-on des traces de phénol et autres matières. La proportion d'eau doit être déterminée.

**Méthode Degener pour l'examen de la résorcine.** — On verse de la chaux chlorée en suffisance pour qu'elle soit un peu en excès

dans une solution très étendue de résorcine, mélangée de potassium iodé et d'alcali. On ajoute avec précaution de l'acide muriatique étendu et on verse vivement ensuite de l'hyposulfite de soude jusqu'à décoloration. On retire l'excès en hyposulfite de soude après adjonction de colle d'amidon au moyen de potassium iodé. Au fond du liquide clair se forme un dépôt floconneux rouge, rosé blanc, de résorcine triiodée. Toutes les solutions doivent être très étendues.

**Applications industrielles de la résorcine.** — La résorcine sert en grand pour la préparation de la fluorescéine dans l'industrie des matières colorantes. En pyrotechnie, pour la préparation des poudres sans fumée (trinitrorésorcine). En médecine, elle remplace le phénol, l'acide salicylique, pyrocatechique, hydroquinonique, etc. Elle est un toxique moins violent que le phénol (maladies de peau, estomac, voies urinaires, etc.). Comme ces divers acides, elle a la propriété d'arrêter la décomposition des matières albuminoïdes et la fermentation de l'alcool.

---

## CHAPITRE III

—

### RÉSULTATS D'EXPLOITATIONS INDUSTRIELLES DE LA DISTILLATION DES GOUDRONS.

Le rendement en sous-produits et la qualité des sous-produits varient nécessairement suivant les qualités des goudrons employés. Pour la quantité, il est évident qu'un goudron, qui est riche en huiles légères, en livre plus qu'un autre moins riche. Pour la qualité, les différences proviennent de la plus ou moins grande facilité avec laquelle les produits se laissent fractionner. Les goudrons riches en carbone fixe, qui séparent difficilement leur eau, donneront toujours des huiles légères mélangées. Il n'y a pas de limite bien marquée entre les divers fractionnements qu'on fait des goudrons. Il y a toujours une partie qui chevauche sur l'autre par entraînement : les huiles légères avec les huiles

moyennes, les huiles moyennes avec les huiles lourdes, etc.

Dans l'industrie, on tâche naturellement d'obtenir toujours des rendements, autant que possible, égaux. A cet effet, on ne traite généralement pas des goudrons isolés, sauf pour des expériences. On s'arrange de façon à pouvoir faire des coupages dans de grands réservoirs et d'obtenir ainsi une qualité moyenne toujours la même et distillant à peu près dans les mêmes conditions.

Le rendement varie aussi suivant la manière de conduire la distillation. Un feu modéré est toujours celui qui convient le mieux, parce qu'il permet aux différentes parties du goudron de se classer plus facilement par degrés d'ébullition. Au début de la distillation, il évite les débordements et, dans la suite, les entraînements qui sont très fréquents lorsqu'on distille à feu vif. Le feu vif doit être employé pour activer une distillation qui coule bien au milieu d'un fractionnement, car il fait alors gagner en temps et en combustibles ; il est nécessaire parfois pour éviter des arrêts et forcer la distillation à continuer, en particulier pendant le fractionnement des huiles anthracéniques. Des arrêts de distillation dans les derniers fractionnements peuvent

être très préjudiciables et même faire perdre la marchandise. Ils sont surtout à craindre en hiver.

En général, le feu vif doit être employé d'une manière entendue et avec prudence ; en ce cas seulement, il peut diminuer le coût de la distillation sans en diminuer le rendement. Dans certaines usines, les ouvriers distillateurs ont une prime pour la rapidité de distillation : ce qui prouve l'habileté de l'ouvrier, à condition toutefois que le rendement réponde à un contrôle sévère.

La manière de faire les fractionnements influe aussi sur le rendement, sinon de l'ensemble, du moins de chaque produit pris isolément. Les températures auxquelles les fractionnements sont faits, ainsi que leur nombre, varient selon les usines et le but qu'elles se sont proposé. Suivant qu'elles distillent seulement jusqu'au brai mou, ou qu'elles poussent jusqu'au brai sec, ou qu'elles épuisent le brai, elles récupèrent plus ou moins de sous-produits. Certaines usines ne fractionnent que la première partie, c'est-à-dire les huiles légères, et vendent le restant comme créosotes ; d'autres fractionnent toutes les huiles, etc. Le fractionnement qui donne en grand le meilleur résultat, est, suivant nous, celui en

six parties, qu'on subdivise ensuite par redistillation, savoir : trois pour les huiles légères et l'eau ammoniacale, deux pour les huiles créosotes, une pour les huiles lourdes qu'on subdivise par décantation en huiles vertes et créosotiques ; reste le brai.

La dimension et la construction des appareils est une autre cause de variations dans les rendements. Le cadre de notre sujet ne nous permet pas de nous étendre ici aussi longuement qu'il serait désirable et de passer en revue tous les appareils à distiller qui ont été employés avec ou sans mélangeurs.

Nous nous contenterons de comparer, au point de vue du rendement, les deux types de chaudières qui ont prévalu et sont employés concurremment : l'alambic cylindrique horizontal et l'alambic cylindrique vertical. Avec l'alambic horizontal ou couché, il est plus difficile d'obtenir des fractionnements nets de sous-produits, les entraînements sont très sensibles et il est impossible d'obtenir une température uniforme sur toute la surface inférieure de l'appareil. Par contre, il est plus facile d'arrêter la distillation qu'on ne peut jamais pousser aussi loin qu'avec les alambics verticaux. On arrive, avec moins de soins, à des brais meilleurs. Les usines

qui n'ont pas d'étouffoirs pour leurs brais ont tout avantage à utiliser des chaudières horizontales. Avec l'alambic vertical, le fractionnement est meilleur, le résultat supérieur, mais la conduite est plus difficile et exige plus de soins. On dépasse bien plus facilement le point de distillation fixé.

Les chaudières qui ont donné jusqu'à ce jour les meilleurs résultats au point de vue du rendement de distillation, temps et coût, sont, d'après nous, les chaudières verticales d'une contenance de vingt tonnes.

Étant données toutes ces raisons : qualité des goudrons, manière de conduire la distillation, manière de faire les fractionnements et enfin la dimension et la construction des appareils à distiller, il est évident que les chiffres donnés plus loin ne pourront concorder. Ils sont néanmoins suffisants pour donner une idée précise de ce qu'on doit pouvoir retirer en produits, d'une tonne de goudron, lorsqu'on travaille comme il le faut.

**De la capacité des appareils à distiller et du temps de distillation.** — D'après G. Lunge et H. Köhler (1), on emploie, dans diverses usines, pour la distillation :

---

(1) *Die Industrie des Steinkohlentheers*. Braunschweig, 1900, t. I, p. 385.

*A Paris* : Des alambics d'une contenance de 6 500 kilogrammes. La durée du premier fractionnement est de 14 heures (eau et huiles légères) ; la durée de la distillation totale, refroidissement des appareils compris, de 31 à 32 heures ; la consommation en combustible, 14 hectolitres de coke aggloméré.

*A Londres* : Des alambics de 2 000 gallons, soit d'une contenance de 10 tonnes. La durée de la distillation proprement dite est de 14 heures ; la durée de la distillation totale, refroidissement des appareils et recharge compris, est de 24 heures.

Et des alambics d'une contenance de 1 200 gallons, soit 6 tonnes. La durée de la distillation proprement dite est de 11 heures.

*En Allemagne* : Des alambics couchés de 18 tonnes de contenance. La durée de la distillation proprement dite est de 52 heures. La durée pour repos et refroidissement des appareils est de 12 heures.

*Autre exemple* : Des alambics d'une contenance de 40 et 50 tonnes. La durée de la distillation proprement dite est de 36 à 42 heures ; la durée du repos pour refroidissement des appareils, 6 heures.

*Autre exemple* : Des alambics d'une conte-

nance de 20 à 25 tonnes. La durée de la distillation est de 36 heures.

*Autre exemple :* Des alambics d'une contenance de 15 tonnes travaillant avec vacuum. La durée de la distillation est de 28 heures et demie. On laisse le brai dans les appareils pendant 12 heures, puis on recharge tout de suite.

Dans cette dernière usine, le temps de marche des appareils est divisé comme suit :

4	heures	jusqu'au	début	de la	distillation	régulière
19 $\frac{1}{2}$	"	"	"	"	distillation	des huiles légères
2	"	"	"	"	carboliques	
2	"	"	"	"	créosotes	
1	"	"	"	"	anthracéniques	
<hr/>						
28 $\frac{1}{2}$	heures au total.					

*Dans une usine anglaise* que G. Lunge dirigeait, on employait des alambics de 22 tonnes de contenance. La durée de la distillation était de 28 à 30 heures. Le brai était conservé dans les appareils pendant 12 heures, après quoi on vidait et on pouvait recharger aussitôt. Le temps de marche se divisait comme suit :

10	heures.	Avant	coulant
6	"	Huiles	légères. Poids spécifique 1,0
de 12 à 14	heures.	Huiles	lourdes et anthracène
<hr/>			
28 à 30	heures au total.		

D'après Watson Smith, *dans le Lancashire*, on emploie des alambics de 20 tonnes qui font quatre marches par semaine de six jours, ou trois marches si l'on distille dans l'intention de récupérer l'anhracène, et des alambics de 10 tonnes qui font six marches par semaine. On y emploie la vapeur pour la période finale.

*Dans des usines que nous avons dirigées dans les Ardennes*, on emploie des alambics de 20 tonnes de contenance environ. La durée de la distillation était de 18 à 23 heures suivant goudrons, en moyenne 19 et 20 heures. 6 heures après, ils étaient rechargés et mis en marche.

Le temps de marche se divisait comme suit :

8 heures.	Avant coulant
4 "	Huiles légères
6 "	Huiles lourdes et anthracéniques
<u>18</u>	heures au total.

ou

10 heures.	Avant coulant
4 "	Huiles légères
6 "	Huiles lourdes et anthracéniques
<u>20</u>	heures au total.

La consommation en houilles était de 1 000 à 1 200 kilogrammes suivant qualité.

## DONNÉES ANGLAISES

*Résultats moyens que donnent les goudrons de Londres.* — Ces résultats, communiqués par S.-Burt Bulton à Lunge, ont été l'objet d'une déposition sous serment de témoins techniques devant la justice. Ils peuvent donc être considérés comme très sûrs. Ils ont été établis suivant les livres de fabrication des deux plus grandes distilleries de Londres. Les huiles de la première usine sont considérées libres d'eau, toute l'eau ayant été comptée dans : eau de gaz.

Désignation	Résultats obtenus par l'usine de Burt Bulton à Silvertown	Résultats obtenus par l'usine de gaz Light and Coke Company Beckton
Eau de gaz . . . . .	4,16 0/0	2,00 0/0
Naphte brut . . . . .	1,50	1,66
	de 45 0/0 à 120°	de 30 0/0 à 120°
Huile légère . . . . .	1,16	1,62
Huile créosote et naphthaline . . . . .	14,16	15,70
Huile anthracénique (verte filtrée). . . . .	14,00	18,83
Anthracène 30 0/0 . . . . .	1,80	1,90
Brai . . . . .	60,00	56,29
Perte . . . . .	3,22	2,00
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

A.-J. Dickinson donne comme moyenne pour 1 000 gallons de goudron de Loudres :

Désignation	Gallons	En volumes
Naphte contenant 6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> Benzol	30	3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Eau ammoniacale. . . . .	30	3
Anthracène 25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> . . . . .	10	1
Brai . . . . .	650	65
Huile créosote, pour graissage, etc . . . . .	280	28

D'après Watson Smith, le goudron de Lancashire aurait donné pour 1 000 gallons d'un poids spécifique de 1,16 :

Désignation	Gallons	P. <sup>0</sup> / <sub>0</sub> du poids	Produit
Eau ammoniacale.	25	2,2	
Avant coulant. . . . .	28	2,2	
Huile légère. . . . .	131	10,6	
Huile lourde. . . . .	87	7,6	
Huile anthracénique . . . . .	191	16,9	
			et après rectification

D'après le même, 19,125 tonnes de goudron de Manchester donnent :

Brai . . . . .	11,475 tonnes
Anthracène brut . . . .	0,137 "
Huile lourde . . . . .	1360 gallons
Acide phénique brut . . .	30 "
Benzine rectifiée. . . .	149 "
Benzol 50 0/0. . . . .	55,5 "
Eau ammoniacale 3 0/0	90 "

Les matières employées à cet effet ont été :

10 tonnes de charbons pour alambic, vapeur, etc.  
 14,5 gallons d'acide sulfurique concentré  
 10 1/4 " " " 60° Baumé  
 0,112 tonne de soude caustique 60 0/0  
 0,1 à 0,15 tonne de chaux vive.

D'après le même, le goudron de la houille Cannel donne, pour 6,2 tonnes :

Benzol brut (Avant coulant) . . . .	29 gallons
d'un poids spécifique de 0,919	
Huile légère . . . . .	100 "
d'un poids spécifique de 1,000	
Huile légère . . . . .	100 "
d'un poids spécifique de 1,019	
Huile lourde . . . . .	220 "
Huile rouge . . . . .	295 "
Brai. . . . .	4 tonnes

D'après W. Smith et J. Levinstein :

Une tonne (1016 kilogrammes) de houille de Lancashire donne :

RÉSULTATS D'EXPLOITATIONS INDUSTRIELLES 121

10 000 pieds cubes de gaz . . .	278,5 cm <sup>3</sup>
20 à 25 gallons eau am. de 3 1/2° Baumé ou 30 pf. de sulfate d'ammoniaque . . .	9 — 11 1/4 l. ou 13 kg.
12 gallons goudrons de 1,16 poids spécifique . . . . .	62 kg.
13 ctr. coke. . . . .	660

12 gallons ou 62 kilogrammes d'un mélange de goudron de Manchester et Salford donnent :

1,10 pf. benzol = 1,10 aniline . . .	0,499 kg.
0,90 tolnol . . . . .	0,408
= 0,57 pf. toluidine. . . . .	0,349
Ensemble = 0,623 pf. fuchsine.	0,282
ou de 1,10 aniline : 1,23 vio-	
let d'aniline . . . . .	0,548
1,5 acide phénique pur . . . . .	0,680
= 1,2 pf. aurine . . . . .	0,543
2,44 Benzine pour dissoudre le caoutchouc . . . . .	1,106
= 0,12 xylène . . . . .	0,054
= 0,07 xylidine . . . . .	0,031
2,40 naphte lourd (naphte à brûler).	1,088
6,30 naphthaline . . . . .	2,857
= 5,25 α-naphtylamine. . . . .	2,381
= 4,75 α et β-naphtol . . . . .	2,154
= 7,11 rouge de naphtol RRR pour les deux . . . . .	3,225
ou 9,5 jaune de naphtol . . . . .	4,309
17,0 huile créosote . . . . .	7,7
14,0 huile lourde. . . . .	6,34
0,46 anthracène . . . . .	0,208
= 2,25 pf. alizarine 20 0/0. . . . .	1,02
69,6 brai. . . . .	31,5

*Tableau de distillation de 20 tonnes de goudron de Lancashire, d'après Watson Smith.*

Poids spécifique 1,167 à 15° C. Exactement 3672 gallons = 19,125 st.

Numéros	Désignation	Poids spécifique	Degrés C.
1	100 gall. benzol brut . . . . .	0,897	10°
2	90 // eau am. avec 4 % NH <sub>3</sub> . . . . .		
3	100 // huile légère et huile carbolique.	0,932	16
4	100 // //	0,960	22
5	100 // //	0,980	22
6	100 // //	0,991	29
7	100 // //	1,010	24
8	100 // //	1,014	28
9	100 // huile lourde . . . . .	1,021	28
10	100 // //	1,025	23
11	100 // //	1,031	24
12	100 // //	1,034	25
13	100 // //	1,043	25
14	100 // //	1,048	22
15	100 // huile rouge . . . . .	1,059	24
16	100 // //	1,066	30
17	100 // //	1,085	33

Les fractionnements, séparés ci-dessus, ont donné, pour les n<sup>os</sup> 9 à 11 : beaucoup de naphthaline, pour les n<sup>os</sup> 12 à 14 : peu d'antracène, pour les n<sup>os</sup> 15 à 17 : 2,617 % par rapport à

l'huile ou 0,35 % par rapport au goudron d'anthracène brut. Il est resté 11,48 tonnes de brai contenant 0,556 % du brai ou 0,33 % du goudron d'anthracène brut.

D'après Letheby (*Chemistry by Writers of Eminence* Londres Mackenzie, I, p. 506), mille gallons de goudrons de Londres donnent à l'état brut et en produits finis :

Eau ammoniac.	20 à 28 gal.,	moyenne 24
Avant coulant	12 à 20 "	" 16
Huile légère	4,8 à 14 "	" 12
Huile créosote	275 à 296 "	" 288
Brai	3,2 à 4 tonnes	" 3,6
Benzol 40 %/0.	. . . . .	3,44 gallons
" 90 %/0.	. . . . .	5,31 "
Benzine pour dissolvant.	. . . . .	4,18 "
Naphte pour éclairage.	. . . . .	1,2 "
Huile lourde totale.	. . . . .	301,87 "

D'après Toldt, on obtient, avec du goudron de Détroit (voir Lunge, p. 388) :

Eau ammoniacale.	. . . . .	1,8 %/0 du poids
Huile légère.	. . . . .	3,2 "
Huile lourde.	. . . . .	8,2 "
Brai.	. . . . .	82,0 "
		<hr/>
		95,2 %/0 du poids

D'après *Chemistry by Writers of Eminence*

*Londre Mackenzie*, I, p. 500, le goudron donnerait :

Eau ammoniacale . . . . .	4	<sup>0</sup> / <sub>10</sub> du poids
Avant coulant . . . . .	1,5	"
Huile légère . . . . .	1,5	"
" créosote . . . . .	22	"
" anthracénique . . . . .	4	"
Brai . . . . .	67	"

#### DONNÉES ALLEMANDES

D'après Häussermann (*Ind. der Theerfarbstoffe*, p. 13), cent parties de goudron allemand donnent :

Huile légère . . . . .	5 à 8	<sup>0</sup> / <sub>10</sub>
" lourde . . . . .	25 à 30	
" anthracénique . . . . .	8 à 10	
Brai . . . . .	50 à 55	

d'où, par rectification :

Benzine 0,6 <sup>0</sup> / <sub>10</sub> , toluène 0,4 <sup>0</sup> / <sub>10</sub> , autres benzènes 0,5	
Naphtaline pure . . . . .	8 à 12 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>
Acide phénique . . . . .	5 à 6
Anthracène . . . . .	0,25 à 0,3

D'après *Chemische Industrie*, 1879, p. 282, 100 kilogrammes de goudron de gaz, de Berlin, donnent, en moyenne, en produits finis :

RÉSULTATS D'EXPLOITATIONS INDUSTRIELLES 125

Benzine et toluène. . . . .	0,80 kg.
Autres benzines. . . . .	0,60
Acides phéniques cristallisés . . . . .	0,20
Crésol, etc., pour désinfection . . . . .	0,30
Naphtaline . . . . .	3,70
Huiles lourdes pour créosotage . . . . .	24,00
Anthracène pur. . . . .	0,20
Brai. . . . .	55,00
Eau et perte. . . . .	15,20

D'après Schultz (*Chemie d. Steinkohlentheers*, p. 67), les distilleries rhénanes tireraient de 100 parties de goudron :

Benzol pour aniline et benzine à détacher. . . . .	1
Anthracène pur . . . . .	0,33
Naphtaline pure . . . . .	2,00
Huile créosote. . . . .	30,00
Brai . . . . .	60,00
Eau ammoniacale . . . . .	2 à 10

D'après Stohmann-Kerl (*Chemie*, 3<sup>e</sup> éd., vol. VI, p. 1169), les goudrons allemands donnent :

Designation	Goudrons de gaz allemands du Sud	Goudrons de gaz allemands du Nord	
		a	b
	0/0	0/0	0/0
Huiles légères. . . . .	10,5	8,4	8,9
Huiles moyennes. . . . .	—	9,4	10,6
Huiles lourdes . . . . .	27	23,9	24,6
Brai . . . . .	57	50,9	50,9
Eau ammoniacale et perte.	5,5	7,4	5,9

## DONNÉES DE MOYENNES DE MÉLANGE

*Moyenne des résultats obtenus par Lunge avec des goudrons anglais :*

Désignation	Par tonne = 1016 kg.	Par 1000 kg.
Eau ammoniacale	3 gallons	13,4 litres
Avant coulant	5,5-8	24,5-35,6
Huiles légères	moyenne 6,3 gall.	moyenne 28,3 lit
Huiles lourdes	13,5-15 gallons	60,3-67,0 litres
Brai dur . . .	68	303,8 litres
	11 ctr.	550 kg.

*Remarque : Un gallon = 4 litres 54.*

A la p. 342 de son ouvrage : *l'Industrie des Goudrons de houille* (édition 1900), le D<sup>r</sup> Lunge, cette autorité universellement reconnue, donne le tableau reproduit aux p. 128 et 129 d'une distillation faite incontestablement suivant tous les desiderata et exigences de la science et de la technique. La distillation fut conduite à l'aide du thermomètre. Les échantillons furent prélevés toutes les dix minutes, la quantité et le poids spécifique des produits furent relevés. L'alambic distillé contenait 300 ctr = 15 240 kilogrammes.

*Produits finis d'une tonne = 1 016 547 grammes (Résultats obtenus par Lunge).*

Origine des goudrons	Densité	Avant coulant	Huiles légères	Benzol 50 c/o	Naphte pour carburation	Naphte à brûler	Huiles lourdes directement obtenues	Huiles lourdes au total	Fau ammoniacale	Bral dur
		gallons	gallons	gallons	gallons	gallons	gallons	gallons	gallons	ctr.
Coventry (1) . . . . .	1,145	6	21,25	2,88	2,69	3,51	66,66	83,25	3	11,75
Wolverhampton (2) . . . . .	1,130	8,75	17,25	2,89	3,47	1,91	65,0	80,8	2,75	10,75
Mélange de divers goudrons du centre (3) de l'Angleterre. . . . .	—	6	15	3,30	2,40	1,50	68	80	—	11
Résultats minimum (4) qu'on doit toujours obtenir . . . . .	—	—	—	3,06	2,48	1,62	—	80	—	11

*Remarque ; (1) et (2) données établies au moyen d'échantillons de laboratoire de  $\frac{1}{2}$  ctr.*

*(3) et (4) données obtenues par des fabrications industrielles.*

Heures des prélèvements d'échantillons	Température dans le dôme de l'alambic	Eau ammoniacale		Huile		Période de distillation	Totaux des produits distillés
		Pour-cent en volume du prélèvement	Poids spécifique	Pour-cent en volume du prélèvement	Densité		
8 heures	80°	40	1,0800	60	0,8780	Avant coulant	880 kg. d'eau 400 " d'huile (p. sp. 0,9250)
10 "	92	37	1,0200	43	0,8910	"	
12 "	95	60	0,9900	40	0,8920	"	
2 "	96	63	0,9950	37	0,8930	"	
4 "	97	65	0,9960	35	0,8970	"	
6 "	97	70	0,9990	30	0,9010	"	
8 "	98	80	1,000	20	0,9020	"	
10 "	98	75	1,000	25	0,9050	"	
12 "	98,5	70	1,000	30	0,9050	"	
2 "	98	70	1,000	30	0,9100	"	
4 "	98	65	1,000	35	0,9170	"	
6 "	98	60	1,0020	40	0,9220	"	
8 "	98	50	1,0050	50	0,9230	"	
10 "	98	30	1,0500	70	0,9500	"	

	167	6	1,0950 (à +15°)	94	0,9600	Huile légère	250 kg. d'huile (p. sp. 0,9950)
10 $\frac{1}{2}$	"	—	—	100	0,9800	"	"
11	"	—	—	100	1,0000	"	"
11 $\frac{1}{2}$	"	—	—	100	1,0100	Huile carbolique	
12	(midi)	—	—	100	1,0150	"	"
12 $\frac{1}{2}$	après midi	—	—	100	1,0230	"	500 kg. d'huile
1	"	—	—	100	1,0250	"	(p. sp. 1,0150)
1 $\frac{1}{2}$	"	—	—	100	1,0290	Huile créosote	
2	"	—	—	100	1,0350	"	"
2 $\frac{1}{2}$	"	—	—	100	1,0400	"	1300 kg. d'huile
3	"	—	—	100	1,0490	"	(p. sp. 1,045)
3 $\frac{1}{2}$	"	—	—	100	1,0570	"	"
4	"	—	—	100	1,0650	Huile anthracène	
4 $\frac{1}{2}$	"	—	—	100	1,0860	"	"
5	"	—	—	100	1,0950	"	1450 kg. d'huile
5 $\frac{1}{2}$	"	—	—	100	1,0990	"	(p. sp. 1,095)
6	"	—	—	100	1,0995	"	"
6 $\frac{1}{2}$	soir	—	—	100			

Le résultat de cette distillation en produits bruts est le suivant :

Eau ammoniacale . . .	880 kg.	
Avant coulant . . . .	400	densité 0,9250
Huile légère . . . . .	250	// 0,9950
Huile carbolique . . . .	520	// 1,0150
Huile créosote . . . . .	1800	// 1,0450
Huile d'anthracène . . .	1450	// 1,0950
Brai par différence . .	9940	brai demi-gras
	<u>15240</u>	kg. quantité du goudron employé

La quantité de brai n'est pas indiquée, mais elle découle de soi, d'autant plus que Lunge en désigne la qualité.

D'après ces données, nous aurons en pour-cent et en kilogrammes par tonne distillée :

Eau ammoniacale . . .	5,7	$\frac{0}{10}$ = 57 kg. par tonne
Avant coulant . . . .	2,6	= 26
Huile légère . . . . .	1,6	= 16
Huile carbolique . . .	3,4	= 34
Huile créosote . . . .	11,8	= 118
Huile d'anthracène . .	9,5	= 95
Brai mi-gras . . . . .	65,2	= 652

Ces données, ainsi que celles déjà citées d'après *Chemistry by writers of Eminence* :

Eau ammoniacale . . . . .	4	$\frac{0}{10}$
Avant coulant . . . . .	1,5	
Huile légère . . . . .	1,5	
Huile créosote . . . . .	22	
Huile anthracène . . . . .	4	
Brai . . . . .	67	

sont celles qui correspondent le mieux aux résultats que nous avons obtenus avec des mélanges de goudrons français et belges.

Nous devons citer encore ici l'exemple de distillation donné par le D<sup>r</sup> O. Dammer dans son remarquable ouvrage : *Chemische Technologie*, IV<sup>e</sup> vol., édition de 1898.

D'après le D<sup>r</sup> O. Dammer, une tonne de goudron donne :

Eau ammoniacale . . . . .	6 0/0 . . . . .	=	60	} kg. par tonne	
Benzine brute . . . . .	2 . . . . .	Densité	0,900		= 20
Huile légère . . . . .	4 . . . . .		0,900-0,950		= 40
Huile moyenne . . . . .	5 . . . . .		0,950-1,000		= 50
Huile lourde . . . . .	23 . . . . .		1,000-1,060		= 230
Huile anthracénique . . . . .	5 . . . . .		1,060-1,090		= 50
Brai . . . . .	50 . . . . .		= 500		
Gaz ou pertes ou coke . . . . .	5 . . . . .		= 50		

Dans la distillerie que nous avons dirigée, des mélanges de goudrons (français et belges) nous ont donné :

Eau ammoniacale . . . . .	2,2 0/0	=	22 kg. par tonne
Benzines brutes . . . . .	1,5	=	15
Huiles légères . . . . .	3,6	=	36
Huiles carboliques et créosotes . . . . .	18,5	=	185
Huiles anthracéniques . . . . .	5,2	=	52
Brai (spécial) . . . . .	69	=	690

(Le brai qui, en apparence, correspondait à un brai sec, doit, au point de vue de la distillation, être considéré comme un brai gras). Les goudrons étaient auparavant partiellement déshydratés.

D'autres mélanges nous ont donné, par tonne :

Eau ammoniacale . . . . .	6,80 0/0
Huiles légères . . . . .	0,80
Huiles moyennes . . . . .	10,90
Naphtaline et huiles. . . . .	4,50
Huiles lourdes . . . . .	7,60
Brai. . . . .	69,40

En traitant à nouveau ces matières, les produits récupérés ont été :

Pour les huiles légères 0,80 0/0	{	Benzols . . . . .	30 0/0	
		Tolnol. . . . .	8	
		Benzines . . . . .	10	
		Pyridine . . . . .	1	
		Huiles à retraiter. . . . .	43	
			<hr/>	92 0/0
Pour les huiles moyennes 10,40 0/0	{	Benzines . . . . .	2 0/0	
		Acide phénique . . . . .	7	
		Naphtaline distillée . . . . .	71	
		Huile liquide . . . . .	18	
			<hr/>	98 0/0
Naphtaline distillée et cristallisée. . . . .				3 0/0
Huiles lourdes et créosotes . . . . .				7,60
Brai . . . . .				69,40

Un alambic, chargé de 16 050 litres de goudron du Hâvre sans mélange, d'une densité de 1,217, nous a donné les résultats suivants (résultats d'exploitation) :

Données de marche :

Heure d'allumage . . . . .	2 heures après midi
Heure de distillation fixe . . .	11 " soir
Heure où les huiles ont commencé à couler . . . . .	4 " matin
Heures d'apparition des huiles anthracéniques . . . . .	7 " soir
Tout était fini à . . . . .	8 " soir
<hr/>	
Total de la durée de la distillation . . . . .	18 heures

Les résultats ont été :

Avant coulant . . . . .	176 litres; densité : 0,94
Eau ammoniacale . . . . .	418 " " 1,00
Huiles légères . . . . .	770 " " 1,02
Huiles créosotes, carboliques . . . . .	880 " " 1,02-1,04
Huiles créosotes. . . . .	2 200 " " 1,07
Huiles anthracéniques. . . . .	770 " " 1,07-1,08

(Les densités des produits n'ont pas été prélevées sur échantillon. Comme indication, leur poids spécifique était d'environ celui indiqué).

Une distillation de quatre alambics chargés de goudron du Hâvre sans mélange nous a donné les résultats suivants en marche normale :

Données de marche pour les quatre appareils :

Heure d'allumage . . . . .	4 heures après midi
Heure de distillation fixe . .	2 " matin
Heure où les huiles ont com- mencé à couler . . . . .	5 " "
Heure d'apparition des huiles anthracéniques . . . . .	9 " "
Tout a été fini à . . . . .	11 " "

Total de la durée de la distilla-  
tion . . . . . 19 heures

Résultats de la distillation	A	B	C	D	Densité approximative
	litres	litres	litres	litres	
Avant coulant . .	176	176	176	176	0,94
Eau ammoniacale.	374	374	374	374	1,00
Huiles légères . .	770	770	770	770	1,02
Huiles créosotes, carboliques . .	880	880	880	880	1,02-1,04
Huiles créosotes .	1760	1760	2090	1980	1,07
Huiles anthracé- niques . . . . .	1540	1573	1221	1430	1,07-1,08

Consommation en combustible : 1050 kilo-  
grammes de briquettes et déchets par alambic.

Quant aux produits de distillation brute :

14000 litres de créosotes carboliques de pro-  
venances diverses nous ont donné :

RÉSULTATS D'EXPLOITATIONS INDUSTRIELLES 135

Naphtaline . . . . .	1760 litres
Huiles carboliques . . . . .	5280
Huiles carboliques . . . . .	880
Huiles à traiter à nouveau . . . . .	6080
Total . . . . .	<u>14040 litres</u>

14000 litres de créosotes nous ont donné :

Naphtaline . . . . .	7040 litres
Huiles carboliques . . . . .	880
Huiles à traiter à nouveau . . . . .	6080

14000 litres d'huiles légères de provenances diverses nous ont donné :

Huiles carboliques . . . . .	6160 litres
Naphtes lourdes . . . . .	880
Benzines à rectifier . . . . .	616
Eau ammoniacale. . . . .	264
Huiles à traiter à nouveau . . . . .	6080
Total . . . . .	<u>14000 litres</u>

Le traitement par 14000 litres a nécessité, en moyenne, de 10 à 12 heures.

Des goudrons, mélange de fours à coke et gaz, nous ont donné par tonne un résultat approchant des données déjà citées :

Eau ammoniacale. . . . .	2,2 % = 22 kg.
Huiles légères avant coulant. . . . .	1,5 = 15
Huiles légères. . . . .	3,6 = 36
Huiles créosotes et carboliques. . . . .	18,0 = 180
Huiles anthracéniques . . . . .	5,7 = 57

Comme résultat d'exploitation, sur mille tonnes de goudron, nous avons trouvé, par tonne, les proportions suivantes en produits distillés :

Benzine commerciale . . . . .	4 kg.
Benzol . . . . .	3,5
Pyridine . . . . .	0,4
Toluène. . . . .	2,5
Acide phénique 60° Baumé. . . . .	14,6
Naphtaline. . . . .	100,0
Huiles diverses créosotées et anthracé- niques . . . . .	155,0

*Remarque.* — La distillation n'était poussée que jusqu'au brai gras ou mou.

Des coupages contenant 35 % de goudron avec 36 % de carbone fixe, c'est-à-dire de goudrons très mauvais, nous ont donné, en moyenne, sur 1 000 tonnes par 100 kilogrammes de goudron :

Brai ordinaire . . . . .	62,05 kg.
Huiles anthracéniques et créosotées . . . . .	18,50
Eau ammoniacale . . . . .	7,50
Naphtaline égouttée . . . . .	5,25
Huile liquide ou d'égouttage . . . . .	2,05
Acide phénique. . . . .	0,58
Benzol 90 % . . . . .	0,30
Benzine. . . . .	0,10
Naphte . . . . .	0,08
Toluène. . . . .	0,07
Pyridine . . . . .	0,03
Total . . . . .	<u>96,51 kg.</u>

La différence entre 96,51 et 100 ne représente pas une perte, mais des résidus en partie utilisables.

Tableau donnant les calculs de production par 100 litres de goudrons.

<b>BENZINE I</b> (1,15716)	<b>O. R.</b> . . . . . (0,566.429.820)	Acide phénique.	0,056.642.982
		Pyridine . . . . .	0,028.321.491
		Benzol . . . . .	0,274.718.463
		Toluol . . . . .	0,056.642.982
		Benzine . . . . .	0,067.971.578
		Résidus. . . . .	0,031.153.670
	<b>Solvent</b> . . . . . (0,111.376.650)	Perte . . . . .	0,050.978.684
		Acide phénique.	0,011.137.665
		Pyridine . . . . .	0,005.568.832
		Benzol . . . . .	0,027.844.162
		Toluol . . . . .	0,012.808.315
		Benzine . . . . .	0,037.868.061
	<b>O. R.</b> . . . . . (0,010.193,703)	Résidus . . . . .	0,006.125.716
		Perte . . . . .	0,010.023.899
		Acide phénique.	0,001.019.370
		Pyridine . . . . .	0,000.509.685
		Benzol . . . . .	0,005.096.852
		Toluol . . . . .	0,001.019.370
	<b>Solvent</b> . . . . . (0,006.413.261)	Benzine . . . . .	0,001.019.370
		Résidus . . . . .	0,000.509.686
Perte . . . . .		0,001.019.370	
Acide phénique.		0,000.641.326	
Pyridine . . . . .		0,000.320.663	
Benzol . . . . .		0,001.603.315	
<b>Naphte</b> (0,085.919.130)	Toluol . . . . .	0,000.641.326	
	Benzine . . . . .	0,002.244.642	
	Résidus . . . . .	0,000.320.663	
	Perte . . . . .	0,000.641.326	
	Naphte distillée . . . . .	0,021.602.475	
	Résidus . . . . .	0,037.313.475	
<b>Faux ammoniacales</b> . . . . .	Faux ammoniacales . . . . .	0,010.126.171	
	Perte . . . . .	0,000.270.045	
	Résidus . . . . .	0,390.541.500	
Perte . . . . .		0,002.892.900	
Eaux ammoniacales . . . . .		8,301.740.000	

**Tableau donnant les calculs de production  
par 100 litres de goudron (suite).**

BENZINE II (5,026.340)	Naphte (0,315.654.152)	O. R. . . . (0,037 405.017)	Acide phénique.	0,003.740.502
			Pyridine . . .	0,001.870.251
			Benzol . . .	0,018.702.508
			Toluol . . .	0,003.740.502
			Benzine . . .	0,003.740.502
		Résidus. . .	0,001.870.250	
		Perte . . .	0,003.740.502	
		Solvent . . . (0,023.516.234)	Acide phénique.	0,002 351.623
			Pyridine . . .	0,001.175.811
			Benzol . . .	0,005.879.060
			Toluol . . .	0,002 351.623
			Benzine . . .	0,008.230.683
		Résidus . . .	0,001.175.811	
		Perte . . .	0,002.351.623	
			Résidus . . . . .	0,137.088.598
			Eaux ammoniacales . . . . .	0,037.247.190
			Perte . . . . .	0,001.010.094
Carbolie I (1,895.432.814)	Acide phénique . . . . .			0,228.528.544
	Naphtaline . . . . .			1,666.904.270

Tableau donnant les calculs de production par 100 litres de goudron (suite).

<p>BENZINE II (5,026.340)</p> <p>Benzine I (0,237.243.248)</p> <p>Naphte (0,017.793.244)</p> <p>Solvant (0,001.245.527)</p> <p>O. R. (0,002.135.189)</p> <p>Solvant . . . (0,022.538.109)</p> <p>O. R. . . . . (0,116.249.191)</p>		Acide phénique.	0,011.624.919
		Pyridine . . . .	0,005.812.459
		Benzol . . . . .	0,058.124.597
		Toluol . . . . .	0,011.624.919
		Benzine . . . . .	0,011.624.919
		Résidus . . . . .	0,005.812.459
		Perte . . . . .	0,011.624.919
		Acide phénique.	0,002.253.811
		Pyridine . . . . .	0,001.126.905
		Benzol . . . . .	0,005.634.528
		Toluol . . . . .	0,002.253.811
		Benzine . . . . .	0,007.888.338
		Résidus . . . . .	0,001.126.905
		Perte . . . . .	0,002.253.811
		Acide phénique.	0,000.213.518
		Pyridine . . . . .	0,000.106.758
		Benzol . . . . .	0,001.067.599
		Toluol . . . . .	0,000.213.518
		Benzine . . . . .	0,000.213.518
		Résidus . . . . .	0,000.106.759
	Perte . . . . .	0,000.213.519	
	Acide phénique.	0,000.124.553	
	Pyridine . . . . .	0,000.062.276	
	Benzol . . . . .	0,000.311.382	
	Toluol . . . . .	0,000.124.553	
	Benzine . . . . .	0,000.435.934	
	Résidus . . . . .	0,000.062.276	
	Perte . . . . .	0,000.124.553	
	Naphte distillée . . . . .	0,004.448.311	
	Résidus . . . . .	0,007.829.027	
	Eaux ammoniacales . . . . .	0,002.046.223	
	Perte . . . . .	0,000.088.967	
	Résidus . . . . .	0,080.069.596	
	Perte . . . . .	0,000.593.108	
	Eaux ammoniacales . . . . .	0,395.070.324	
	Résidus . . . . .	2,182.939.462	

Tableau donnant les calculs de production  
par 100 litres de goudron (fin).

	Naphtaline . . . . .	0,722 068.566
CRÉOSOTE I (5,744.380)	Carbolic I. . . . .	{ Acide phénique. 0,217.680.536
	(1,805.458.634)	{ Naphtaline . . . 1,587.778.098
CRÉOSOTE II (0,722.068.566)	Carbolic I. . . . .	{ Acide phénique. 0,048.956.249
	(0,407.968.740)	{ Naphtaline . . . 0,359.012.491
	Résidus . . . . .	0,314.099.826
	Résidus . . . . .	2,494.784.234
CRÉOSOTE II 6 310.540	Naphtaline . . . . .	2.777.268.654
	Carbolic I. . . . .	{ Acide phénique. 0,047.781.329
	(0,376.301.912)	{ Naphtaline . . . 0,348.520.583
CRÉOSOTE II (0,396.301.912)	Carbolic I. . . . .	{ Acide phénique. 0.026.869.270
	(0,223.910.580)	{ Naphtaline . . . 0,197.041.310
	Résidus . . . . .	0,172.391.332
	Résidus . . . . .	2,740.667.522
	(0,396.301.912)	
	ANTHRACÈNE . . . . .	17,064.690.000
	BRAI . . . . .	56,395.150.000

Ces données ont été établies sur une exploitation industrielle de deux mois pris globalement. Les goudrons représentent des mélanges contenant jusqu'à 50 % de goudron avec plus de 25 % de carbone fixe.

*Production en litres de sous-produits  
par 100 litres de goudron*

Acide phénique. . . . .	0,659.566.197
Pyridine . . . . .	0,044 875 131
Benzol . . . . .	0,398.982.466
Toluol . . . . .	0,091.420 919
Benzine . . . . .	0,141.237.545
Brai. . . . .	56,395.150.000
Naphte lourde distillée. . . . .	0,105.437.805
Eaux ammoniacales . . . . .	8,746.229.908
Naphtaline . . . . .	7,658.593.972
Anthracène . . . . .	17,064 690.000
<i>Résidus de</i>	
Naphte. . . . .	0,182.231.100
O. R. . . . .	0,039.452.794
Solvent . . . . .	0,008.811.371
Benzine I. . . . .	0,470.611.096
Benzine II. . . . .	2,182 939.462
Carbolic II . . . . .	0,486.491.158
Créosote I. . . . .	2,494.784.234
Créosote II . . . . .	2,740.667.522
<i>Pertes sur distillations de</i>	
Naphte. . . . .	0,003.486.008
O. R. . . . .	0,015.395.212
Solvent . . . . .	0,067.576.994
Benzine I. . . . .	0,001.369.106

*Production en litres de sous-produits  
d'une tonne de goudron*

Acide phénique. . . . .	5,496.384.975
Pyridine . . . . .	0,373.959.425
Benzol . . . . .	3,324.853.883
Toluol . . . . .	0,761.841.599
Benzine . . . . .	1,176.979.954
Brai. . . . .	469,959.583.333
Naphte distillée . . . . .	0,878.648.375
Eaux ammoniacales . . . . .	72,885.249.333
Naphtaline . . . . .	63,821.616.443
Anthracène . . . . .	142,205.750.000
<i>Résidus de</i>	
Naphte. . . . .	1,518.591.666
O. R. . . . .	0,328.773.283
Solvent . . . . .	0,073.428.092
Benzine I. . . . .	3,921.759.133
Benzine II. . . . .	18,191.162.183
Carbolie II . . . . .	4,054.092.632
Créosote I . . . . .	20,789.868.617
Créosote II . . . . .	22,838.896.017
<i>Pertes sur distillation de</i>	
Naphte, O. R. Solvent, Ben- zine I . . . . .	0,731.894.333

## CHAPITRE IV

—

### CLASSIFICATION DES INDUSTRIES DES GOUDRONS DE HOUILLES.

On peut ranger les industries sorties des goudrons de houilles en trois grands groupes.

Le premier groupe comprend :

1° Les usines à gaz et fours à coke où l'on produit le goudron ;

2° Les distilleries de goudrons où l'on travaille le goudron et où l'on prépare les matières brutes commerciales du goudron ;

3° Les usines où ces produits sont employés, savoir : agglomérés de charbons (pour le brai) ; usines pour noir de fumée (pour la naphthaline) ; fabriques de toiles et papiers goudronnés ; teintureries et fabriques de caoutchouc (pour les benzines).

*Remarque.* — Une distillerie de goudrons moderne et bien installée ne présente ni plus de

dangers, ni plus d'inconvénients qu'une usine à gaz. Au contraire, au point de vue inconvénients et dangers, les usines à gaz en présentent actuellement de plus considérables en général (par la déféctuosité des anciennes installations et la toxicité des vapeurs qu'elles peuvent dégager en brûlant à l'air libre les fonds de cornues). Il n'en était pas ainsi, il y a une vingtaine d'années, alors que les appareils de distillation et de sécurité ainsi que le mode même de distillation et d'éclairage étaient loin d'avoir atteint le degré de perfectionnement où nous les voyons aujourd'hui.

L'abandon de la distillation à air libre, tout à fait primitive et mauvaise à tous les points de vue, puis de celle à feu nu pour les naphtes; l'introduction, dans la distillerie des goudrons, des colonnes à distiller usitées dans la rectification des alcools; l'emploi de l'éclairage électrique; les perfectionnements apportés à la construction des appareils spéciaux ont complètement transformé les usines à goudrons et les ont rendues moins dangereuses à tous les points de vue que les usines à gaz.

Il est à regretter, pour le développement de la jeune et si importante industrie des goudrons, qu'elle soit régie en France par des lois datant

de 1810 et 1815 (établissements incommodes et insalubres), c'est-à-dire d'une époque à laquelle il n'y avait pas de distilleries de goudrons, puisque celles-ci ne virent le jour qu'une soixantaine d'années plus tard. Les lois visaient le pétrole, les seuls hydrocarbures qu'on exploitât alors ; par une anomalie bizarre, elles furent appliquées et adaptées aux distilleries de goudrons, probablement à cause du mot *hydrocarbures* ; comme si la chimie organique presque tout entière ne se composait pas d'hydrocarbures.

Il y a là, dans la loi, une lacune énorme qu'il y a urgence de combler. La coutume, à la place du législateur, s'est chargée de déclasser les usines à gaz. Le développement considérable qu'a pris l'industrie du gaz a forcé la loi. Il serait dangereux d'attendre la même chose de l'industrie des goudrons.

L'industrie des goudrons de houilles, née pourtant en France, a atteint en Belgique un développement plus considérable, et en Allemagne et en Angleterre un développement de plus du quadruple.

Le *deuxième groupe* comprend :

1° Les usines d'acides phéniques et picriques, de parfums, etc. ;

2° Les usines d'anilines ;

## 3° Les usines d'alizarines.

Et, en général, toutes les usines de matières colorantes ou non qui font la nitratisation. Les opérations de nitrage sont toujours dangereuses et, en particulier, les combinaisons di-azo-amidées qui forment des corps très explosifs à l'état solide.

Il est évident que ce groupe d'usines doit être régi par une législation particulière.

Le *troisième groupe* comprend :

La catégorie toute spéciale des usines ou laboratoires où l'on prépare les produits pharmaceutiques. Cette catégorie est la plus difficile à définir; car on ne peut mettre sur un même pied un laboratoire où l'on triture quelques kilogrammes de produits avec des usines employant trois cents et même six cents chimistes; et pourtant c'est bien à la même catégorie qu'ils appartiennent.

*Remarque.* — Il n'existe pas en France une législation spéciale exigeant des garanties de fabrication de la part des fabricants de produits pharmaceutiques analogues à celles qu'on exige en Allemagne.

ACCIDENTS POUVANT ÊTRE OCCASIONNÉS  
PAR DES PRODUITS  
DE GOUDRON, QUELQUES ACIDES ET MÉTAUX  
SYMPTÔMES ET PREMIERS SOINS.

*Observation.* — Dans le cas d'intoxication sérieuse, la présence du médecin est toujours nécessaire. Ici on ne trouvera que quelques indications à la portée de tous. Elles n'ont d'autre prétention que de faire connaître les principaux cas qui peuvent arriver et les secours immédiats à donner en l'absence de médecin.

**Intoxication occasionnée par le gaz d'éclairage.** — Les soins à donner sont les mêmes que ceux à une personne asphyxiée par la respiration d'un gaz délétère quelconque. Il est indispensable de lui procurer avant tout de l'air pur ; on lui fera respirer du chlorure de chaux et l'on emploiera tous les moyens stimulants possibles, frictions, fustigations sur la peau de la poitrine et des membres, avec beaucoup de persévérance. Dans la suite, on ne lui donnera que du lait à boire.

**Goudrons.** — Le goudron n'est guère dangereux ; à chaud, il peut occasionner des brûlures que l'on traitera comme celles du brai. Aux

personnes qui ont souvent affaire au goudron et qui, par suite, auraient occasion de se tacher les mains, taches qui ne sont pas toujours commodes à enlever, nous conseillons de se laver avec de l'huile de lin et de l'eau très chaude. La benzine ne doit être employée qu'exceptionnellement, car elle abîme la peau des mains. Un lavage à l'huile de lin et un lessivage au savon noir dans de l'eau très chaude ou au savon dans de l'eau contenant de la soude, donnent des mains très blanches.

**Brûlures occasionnées par le brai chaud.**

— Enlever soigneusement tout le brai autant que possible avec un tampon de ouate trempé dans de l'huile de lin et appliquer immédiatement sur la partie brûlée des bandes de ouate imbibées d'huile de lin, de façon à avoir une compresse d'huile. Il faut que la plaie soit aussi propre que possible et hermétiquement close, afin que l'air ne puisse pénétrer à travers le pansement, et qu'elle baigne dans l'huile.

**Brûlures occasionnées par des poussières de brai ou de charbons enflammées.**

— Ce sont des accidents très rares dus presque toujours à la négligence : une cigarette jetée dans une fosse à charbon, par exemple. Même traitement que ci-dessus.

**Éclat de brai dans les yeux.** — Les doseurs et piocheurs de brai des usines à agglomérer et des distilleries ont la mauvaise habitude d'ôter les lunettes réglementairement prescrites ; il peut arriver aussi que le vent fasse voler une poussière de brai dans l'œil : Éviter de frotter avec les mains ce qui ne ferait qu'implanter plus profondément le grain de brai dans l'œil, sans compter qu'on pourrait aussi rayer le globe de l'œil, les poussières de brai ayant des arêtes très vives. Le plus souvent le larmolement de l'œil qui se produit naturellement suffit pour expulser la poussière de brai ; dans le cas contraire, tâcher de l'enlever au moyen d'un mouchoir très propre tout comme s'il s'agissait d'une poussière quelconque.

Il arrive des cas où la poussière de brai reste plantée obstinément dans le globe de l'œil ; en ce cas, avoir recours immédiatement à un oculiste, car le brai fondant dans le globe de l'œil peut y occasionner des lésions graves et même la perte de l'œil. On a vu des ouvriers affolés par la douleur s'arracher l'œil.

Dans le cas où l'œil resterait irrité après l'extraction de la poussière, le laver avec de l'eau boriquée tiède, au besoin éviter de l'exposer à la lumière vive en le bandant.

**Yeux enflammés, piqûres brûlantes dans les yeux, larmolements, inflammations des paupières.** — Peuvent être occasionnés par des poussières de brai et de charbons et aussi simplement par la réverbération du soleil sur le brai. Très fréquents chez les ouvriers débutants, surtout chez les ouvriers des usines à agglomérer et ceux d'entre eux qui sont sales y sont naturellement le plus sujets.

Laver soigneusement les paupières avec de l'huile de lin au moyen d'un petit tampon de ouate pour enlever toutes les poussières qui irritent les yeux et les laver ensuite avec de l'eau boriquée chaude ; porter des lunettes et éviter le grand jour ainsi que le soleil ; le soir, se laver les yeux avec de l'eau tiède rendue acide par un peu de jus de citron.

**Brûlures au visage occasionnées par les vapeurs des créosotes chaudes ou autres liquides ainsi que par les poussières de brai.** — Les personnes habituées à la distillation n'y sont pas sujettes, elles ont ce qu'on appelle la peau faite ; pour l'éviter, les ouvriers des usines à agglomérer le charbon ont coutume, en Belgique, de s'enduire la figure, et parfois les mains et les bras, d'un badigeonnage consistant dans

un mélange de terre glaise et d'huile ou de substances analogues.

Le visage brûle, la peau se fend et se peluche, comme après un coup de soleil : se laver avec de l'eau très légèrement alcoolisée une ou deux fois et s'enduire le visage d'huile de lin, de glycérine ou d'un corps gras. Après s'être enduit, éviter de s'exposer au soleil, ce qui doublerait la brûlure.

**Intoxications par la benzine.** — La benzine exerce sur la peau une action vésicante; elle la sèche, la plisse, occasionne des démangeaisons et des fourmillements. Les vapeurs de benzine agissent comme narcotique : accélérations des pulsations, vertiges, maux de tête, sommeil et toux, respirée à fortes doses, elle agit comme le chloroforme et occasionne alors toutes les apparences de l'ivresse.

Néanmoins les vapeurs de benzine ne sont pas nuisibles. Chez les ouvriers des fabriques de caoutchouc qui y sont constamment exposés, on a constaté une santé normale; les teinturiers n'en souffrent pas. Dans l'organisme, la benzine se transforme en acide phénique, aussi l'homme peut-il en absorber des quantités relativement considérables.

Les cas d'indisposition sérieuse par la benzine

sont très rares. Ce sont des accidents de laboratoire ou de négligence : par exemple, un homme entrant dans une cuve mal vidée et insuffisamment aérée, etc.

En cas d'indisposition, faire respirer de l'air pur, frictionner la poitrine et les membres énergiquement de façon à obtenir une réaction. Traiter par du lait pendant plusieurs jours, comme pour la plupart des empoisonnements d'ailleurs. Purgation avec de la magnésie calcinée, deux ou trois cuillerées à bouche ; de l'huile d'olives ou huile d'amandes douces.

**Brûlures par l'acide phénique.** — L'acide phénique brute ou pure attaque et rong la peau, la décolore et la plisse. Les brûlures par l'acide phénique peuvent être très graves, si elles atteignent certaines proportions. D'après Allen, cité par Lunge, il suffirait qu'une surface assez grande du bas corps soit en contact avec l'acide phénique, ne fût-il qu'instantané, pour que le cas soit mortel. Généralement, on n'a affaire qu'à des brûlures insignifiantes aux bras et aux mains ; en ce cas, neutraliser immédiatement l'acide phénique en trempant les mains ou le bras dans une solution de soude. On emploie aussi de l'alcool et de l'eau de savon.

**Intoxications par l'acide phénique.** — L'intoxication par les vapeurs d'acide phénique ne peut avoir lieu que si l'on distille l'acide phénique, ce qui n'arrive que pour la préparation de l'acide phénique cristallisable seulement et non pour l'acide phénique brut.

L'acide phénique, de même que la résorcine, l'acide salicylique, le borate de soude, etc., a comme propriété d'arrêter toute décomposition des matières albuminoïdes. Il arrête tout développement des petits organismes. Il agirait donc en occasionnant la paralysie des centres nerveux.

Comme contre-poison : huile grasse, huile d'amandes douces, huiles d'olives, chaux à sucre (zuckeralk), etc. Purgation à la magnésie calcinée, lait.

**Intoxications par la nitrobenzine.** — La nitrobenzine est un poison narcotique très violent. D'après Grandhomme, l'action de l'empoisonnement par la nitrobenzine liquide ne se ferait sentir qu'après 6 heures au moins, 24 heures au plus. Dans l'organisme, la nitrobenzine se transforme en aniline. L'action des vapeurs de nitrobenzine est très rapide.

*Symptômes de l'empoisonnement* : coloration bleu violet des lèvres et de la face, brûlures à

la bouche, picotements sur la langue, vertiges, envie de vomir, etc.

Dans les cas graves : coma, sommeil, peur, fourmillements dans la tête, maux de tête, bourdonnements d'oreilles, démarche titubante, langue pâteuse, bégaiements, crampes et convulsions, pâleur livide, haleine très forte. Odeur caractéristique des aliments vomis qui sentent les amandes amères. Antidote : purgation saline, sels de Carlsbad, etc.

**Intoxications par l'aniline.** — Elles sont surtout fréquentes en été ; les symptômes ressemblent à ceux qui sont occasionnés par la nitrobenzine : état d'ivresse, démarche titubante, langue pâteuse, maux de tête, lèvres bleues, pâleur livide, manque d'appétit, etc.

La personne intoxiquée ne se rend pas toujours compte du commencement d'empoisonnement qu'elle subit. A employer dans les cas légers : sels de Carlsbad, laxatifs salins et sel amer.

Dans les intoxications graves, les lèvres deviennent violettes et même noires et le malade tombe. On doit, en ce cas, produire une réaction immédiate. Des excitants sous forme d'affusions et intérieurement de l'éther sont indiqués.

## TABLEAUX



TABLEAU I donnant les principales conditions exigées pour les créosotes de traverses

Poids spécifiques	Dépôts solides	Contenances en acides	Conditions de distillation	Sont exigées par
De 1,050 à + 15°.	30 0/0 maximum sans indication de température.	5 0/0 d'acides.	1 doit distiller de 200 à 250°. 3 de 250° et au-dessus.	Chemin de fer de l'État Belge.
De 1,050 à + 15°.	30 0/0 sans indication de température.	5 0/0 d'acides de goudron.	Mêmes conditions que ci-dessus.	Chemin de fer de l'Est.
Minimum de 1,015 à + 50°.	Doit être complètement liquide à + 40°; à + 15° minimum 10 0/0, maximum 25 0/0 de solides. Être soluble dans la benzine jusqu'à 5 0/0 au maximum.	6 0/0 d'acides de houilles divers.	1 0/0 d'eau maximum.	Chemin de fer de l'Ouest.
N'est pas indiquée.	Doit être complètement liquide à + 40°; à + 15° minimum + 10 0/0 à + 25 0/0 maximum de naphthaline et corps solides.	6 0/0 d'acides phéniques et autres principes analogues solubles dans la soude.	1 0/0 d'eau maximum.	Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.



TABLEAU II

*Poids spécifiques à + 15° sous la pression atmosphérique des principaux produits bruts des goudrons.*

(Données expérimentales exclusivement obtenues sur des produits industriels).

<i>Densités prises à + 15° :</i>	
Goudron 1,2 (moyenne de 20 observations).	1,1851
Brai (moyenne de 9 densités) . . . . .	1,2517
Huile légère à benzine . . . . .	0,940
Huile légère à benzine, 2 <sup>e</sup> fractionnement.	1,02
Huile créosote légère . . . . .	1,02
Huile créosote légère, 2 <sup>e</sup> fractionnement.	1,04
Créosote pour créosotages . . . . .	1,082
Huile anthracénique . . . . .	1,079
Huile anthracénique verte . . . . .	1,085
Huile anthracène . . . . .	1,09
Naphte lourde . . . . .	1,05
Naphte lourde distillée . . . . .	0,952
Huile carbolie . . . . .	1,0538
Lessive de carbolate . . . . .	1,0643
Naphte OR . . . . .	0,885
Naphte solvant . . . . .	0,875
Naphtaline brute . . . . .	0,9757
"    distillée . . . . .	1,151
"    blanche . . . . .	1,1516
Carbolineum . . . . .	1,0667
Carbolineum II . . . . .	1,075
Crésyline . . . . .	1,062

TABLEAU II (suite)

Poids spécifiques à + 15° sous la pression atmosphérique des principaux produits bruts des goudrons.

(Données expérimentales exclusivement obtenues sur des produits industriels).

<i>Densités prises à + 15° :</i>	
Crésyline II . . . . .	1,0713
Vernis noir . . . . .	1,1763
Vernis noir II . . . . .	1,1164
Benzine. . . . .	0,8685
Benzol 90 0/0. . . . .	0,885
Benzol 50 0/0. . . . .	0,879
Toluène. . . . .	0,872
Cumène du commerce . . . . .	0,90
Acide phénique brute 60 0/0 . . . . .	1,0565
Acide pyridine . . . . .	0,940
Huile d'égoutage ou huile liquide . . . . .	1,0326
Huile d'égoutage II. . . . .	1,065
<i>Densités prises à + 25° :</i>	
Huile moyenne distillée. . . . .	0,9673
Benzine de pétrole (coupage). . . . .	0,8585
Benzines de goudrons de houilles diverses. . . . .	0,8592
Benzines de goudrons de houilles diverses. . . . .	0,8686
Benzines de goudrons de houilles diverses. . . . .	0,8766
Benzol 90 0/0. . . . .	0,8686
" 90 0/0. . . . .	0,8697
" 50 0/0. . . . .	0,8654

## TABLEAU III

*Poids spécifiques et carbone fixe de goudrons  
de houilles de diverses provenances*

Désignation des goudrons	Poids spécifiques	Carbone fixe
<i>Goudrons allemands</i>		
Heidelberg . . . . .	1,220	23,75
Darmstadt . . . . .	1,205	20,93
Baden-Baden . . . . .	1,195	19,92
Bakenheim . . . . .	1,190	18,24
Francfort . . . . .	1,180	15,70
Bamberg . . . . .	1,175	15,15
Neustadt . . . . .	1,172	15,07
Cannstadt . . . . .	1,164	14,05
Rottweil . . . . .	1,161	14,00
Karlsruhe . . . . .	1,155	13,50
Ulm . . . . .	1,150	12,44
Heilbronn . . . . .	1,150	12,42
Oos . . . . .	1,115	5,00
Goudron anglais de Lancashire.	1,167	—
<i>Goudrons français et belges à + 25° C.</i>		
Seraing (f. à coke) . . . . .	1,120	3,08
Monthermé . . . . .	1,180	12,45
Coudekerque . . . . .	1,203	20,848
Namur . . . . .	1,170	18,902
Charleroi . . . . .	1,218	21,422
Baccara . . . . .	1,180	15,833
Flémalle (f. à coke) . . . . .	1,170	4,15
Arras . . . . .	1,207	16,282
Chatelet . . . . .	1,215	17,508
Langres . . . . .	1,200	12,730
Chatelet . . . . .	1,215	17,508
Bruxelles . . . . .	1,208	16,14

TABLEAU III (suite)

Désignation des goudrons	Poids spécifiques	Carbone fixe
<i>Goudrons français et belges à + 25° C. (suite)</i>		
Fourmies . . . . .	1,223	19,10
Auby . . . . .	1,166	5,27
Charleroi . . . . .	1,191	15,41
Guise . . . . .	1,175	13,71
Doullens . . . . .	1,192	14,78
Flémalle . . . . .	1,142	3,66
Hirson . . . . .	1,195	14,39
Mortagne . . . . .	1,135	7,36
Charleroi . . . . .	1,190	16,60
Flémalle . . . . .	1,154	2,32
Verdun . . . . .	1,191	15,81
Verdun . . . . .	1,181	13,62
Verdun . . . . .	1,179	14
Châlons . . . . .	1,237	19,46
Anderlecht . . . . .	1,254	20,55
Revin . . . . .	1,193	13,24
Tournai . . . . .	1,180	18,56
Guise . . . . .	1,184	11,64
Cambrai . . . . .	1,196	16,61
Valenciennes . . . . .	1,206	18,92
Châlons . . . . .	1,216	17,41
Arlon . . . . .	1,194	18,50
Berck-sur-Mer . . . . .	1,221	17,12
Montcornet . . . . .	1,139	5,68
Forges-lès-Eaux . . . . .	1,148	9,17
Orbec . . . . .	1,159	7,81
Guise . . . . .	1,187	13,25
Fourmies . . . . .	1,218	21,53
Namur . . . . .	1,182	11,08
Anor . . . . .	1,151	6,50
Guise . . . . .	1,201	15,4
Vrigne-aux-Bois . . . . .	1,170	11,8
Arlon . . . . .	1,192	12,9
Epernay . . . . .	1,201	20,1

TABLEAU IV. — Mélanges de Benzines d'après Davis

Mélanges de Toluène et de Benzol 90 0/0				Mélanges de Toluène et de Benzol 50 0/0							
Benzol 90 0/0	Toluène	Point de distillation	Proportion p. 0/0 ayant distillé à		Benzol 50 0/0	Toluène	Point de distillation	Proportion p. 0/0 ayant distillé à			
			100° C.	105° C.				100° C.	105° C.	110° C.	120° C.
0	100	103	0	7	100	0	92	50	68	80	91
5	95	102	0	21	95	5	93	45	64	76	91
10	90	101	0	30	90	10	94	33	60	73	90
15	85	100	0	38	85	15	94	30	58	73	90
20	80	97	9	43	80	20	95	28	57	72	90
25	75	95	16	53	75	25	95	26	55	71	90
30	70	95	23	59	70	30	96	22	48	67	90
35	65	94	33	60	65	35	96	19	47	65	90
40	60	93	43	66	60	40	96	15	46	65	90
45	55	92	46	71	55	45	97	12	44	65	90
50	50	91	52	72	50	50	98	8	42	64	90
55	45	91	58	76	45	55	98	4	34	57	90
60	40	91	60	78	40	60	99	7	26	36	90
65	35	90	65	81	35	65	100	7	25	35	90
70	30	89	71	83	30	70	100	23	23	53	90
75	25	88	75	85	25	75	100	21	21	53	90
80	20	87	77	87	20	80	100	16	16	48	90
85	15	86	83	89	15	85	101	14	14	46	90
90	10	85	85	91	10	90	102	13	13	45	90
95	5	84	88	93	5	95	103	10	10	41	90
100	0	84	90	94	0	100	103	0	0	39	90

TABLEAU V. — *Mélanges de benzines*  
*d'après Davis.*

Benzol 90 0/0	Benzol 50 0/0	Début de distillations Températures centigrades	Proportion p. 0/0 de distillation	
			à 100° C.	à 120° C.
0	100	92	50	90
5	95	92	51	92
10	90	91	51,5	92
15	85	91	53	92
20	80	90	55	92
25	75	90	60	93
30	70	90	65	93
35	65	90	67	94
40	60	88	69	94
45	55	88	70	94
50	50	87	71	94
55	45	87	73	94
60	40	86	76	95
65	35	86	78	95
70	30	86	79	96
75	25	85	84	96
80	20	85	84	97
85	15	84	86	97
90	10	84	88	"
95	5	84	89	"
100	0	84	90	"

*Remarque.* — Les tableaux de mélanges de benzines font voir qu'il n'y a pas un fractionnement fixe, mais que celui-ci peut varier comme nous l'expliquons ailleurs. — Le fabricant doit préparer sa marchandise suivant la demande et les cours. — Si les cours pour toluène et benzol sont plus élevés que ceux de la benzine, il les garde séparés; dans le cas contraire, il fait des coupages.

TABLEAU VI. — *Températures de distillation de diverses benzines et mélanges* (Lunge, p. 674).

Température en centigrades	Benzol (Belge) 90 0/0	Mélange de : 10/0 huile légère 81 benzol 15 toluène 3 xylène	Benzol (Anglais) 90 0/0	Mélange de : 10/0 huile légère 78 benzol 90 toluène 1 xylène	Benzol de Silésie 90 0/0	Mélange de : 0,20 huile légère 80 benzol 17 toluène 2,75 xylène
78	∞	∞	∞	∞	"	"
79	"	"	1	1	"	"
80	2	3	3	3	"	"
81	9	11	10	9	∞	∞
82	30	33	25	23	15	14
83	45	48	35	36	38	34
84	58	59	47	48	51	48
85	65	67	55	56	61	58
87	74	75	67	68	69	68
90	82	82	76	77	78	78
95	88	88	85	85	84	84
100	92	91	89	89	89	89
105	94	93	92	92	92	91
110	96	95	96	96	94	94
113	"	"	"	100	"	"
114	"	"	100	"	"	"
115	"	"	"	"	96	96
119	100	"	"	"	100	"
120	"	100	"	"	"	100

*Remarque.* — Huile légère signifie « qui commence à distiller avant la benzine » et non pas de l'huile légère brute, mais bien de l'huile de benzine n'ayant pas le degré voulu.

∞ indique la première goutte et la température où elle se forme.

PETITE BIBLIOTHÈQUE DE FONDS  
DU DISTILLATEUR DE GOUDRONS

---

OUVRAGES D'INTÉRÊT GÉNÉRAL

- JUNGFLEISCH. — *Traité élémentaire de Chimie Organique*, 4<sup>e</sup> édition.
- D<sup>r</sup> A. BERNSTEIN et E. BÜCHNER. — *Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie*, 6<sup>e</sup> édition. Braunschweig, 1896. Il existe une traduction française de cet ouvrage par Choffel et E. Suais.

OUVRAGES CONCERNANT L'INDUSTRIE  
(CHIMIE ET FABRICATION) DES GOUDRONS DE HOUILLES

- G. F. JAUBERT. — *L'Industrie du Goudron de Houille*, Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoires.
- D<sup>r</sup> G. LUNGE et H. KÖHLER. — *Die Industrie des Steinkohlentheers und Ammoniaks*, 4<sup>e</sup> Aufl. umgearbeitet und stark vermehrt, Braunschweig, 1900. Il existe une traduction française des éditions précédentes par Gautier.
- D<sup>r</sup> G. SCHULTZ. — *Die Chemie des Steinkohlentheers*, 3<sup>e</sup> Aufl. : 2 Bände. Braunschweig, 1900.
- D<sup>r</sup> DAMMER. — *Handbuch der chemischen Technologie*, 4 B., Stuttgart, 1898.
- DIERBACH. — *Der Betriebs-Chemiker*. Berlin, 1904.

- P. BOLLEY und E. KOPP fortgesetzt von R. GNEHM und Dr R. MEYER. — *Die Theerfarbstoffe*. En 3 parties. Braunschweig, 1897. Nous ne connaissons de traduction que pour le premier volume par Gautier, 1874.
- GIRARD et DE LAIRK. — *Traité des dérivés de la houille applicables à la production des matières colorantes*. Masson, 1873.
- HEERMANN. — *Die Anilinfarben*.
- TREUBER und NORMANN. — *Derivate des Naphtalins*.
- V. DE VULITCH. — *Tableau de dérivation technique des produits industriels des Goudrons de houilles*.

REMARQUE. — Nous ne donnons bien entendu ici que les livres indispensables et faisant autorité en la matière d'une manière générale. Cette courte bibliographie n'a d'autre but que de mettre d'emblée entre les mains de l'intéressé les livres de fonds indispensables et de lui permettre de se reconnaître, sans perte de temps, au milieu de la multitude d'ouvrages concernant les produits des goudrons. Une fois familiarisé avec ces autorités, il pourra facilement en compléter la liste en ajoutant des ouvrages spéciaux tels que ceux de : Schilling sur les Gaz, Ténins sur les emplois techniques des Goudrons, Auerbach et Gnehm sur les Anthracènes, H. Köhler pour les noirs de fumée, etc. La littérature des Goudrons, de Houilles et de leurs dérivés s'est énormément développée dans ces dernières années. Elle s'est spécialisée, divisée et subdivisée. Ceux que des sujets spéciaux intéressent trouveront dans les ouvrages précités une bibliographie suffisante pour les guider dans la recherche et le choix des innombrables livres, brochures, articles divers et même brevets concernant les spécialités.

# TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION . . . . .	5
<b>CHAPITRE PREMIER</b>	
<i>Des marchés de goudrons et des cours . . . . .</i>	11
<b>CHAPITRE II</b>	
<i>Les goudrons de houilles . . . . .</i>	27
Naphtes de goudrons de houilles . . . . .	36
Pyridine . . . . .	42
Phénol 60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , acide carbolique 60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> ou acide phénique brut 60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> . . . . .	44
Acide phénique cristallisable . . . . .	46
Naphtaline brute . . . . .	49
Naphtaline distillée ou naphtaline cristallisée rose. . . . .	51
Naphtaline blanche du commerce . . . . .	53
Créosotes. Des créosotes en général . . . . .	54
1 <sup>o</sup> Huiles d'égouttage. . . . .	55
2 <sup>o</sup> Huiles de créosotes ou huiles pour créoso- tages. . . . .	57
3 <sup>o</sup> Huiles vertes ou anthracéniques. . . . .	64
Carbolineum . . . . .	66
Anthracène . . . . .	67
Brais . . . . .	69
Benzines ou Benzols. . . . .	86
Toluène ou toluol . . . . .	95
Cumène commercial. . . . .	96
Xylène commercial . . . . .	96

	Pages
Benzines nitrées ou nitrobenzols . . . . .	97
Anilines nitrées . . . . .	100
Acide benzoïque artificiel du toluène . . . . .	103
Aldéhyde benzoïque. Essences d'amandes amères artificielles . . . . .	104
Méthylaniline . . . . .	106
Résorcine . . . . .	108

## CHAPITRE III

<i>Résultats d'exploitations industrielles . . . . .</i>	110
--	-----

## CHAPITRE IV

<i>Classification des industries des goudrons de houilles . . . . .</i>	143
---	-----

## TABLEAUX

I. <i>Tableau donnant les principales conditions exigées pour les créosotes de traverses . . . . .</i>	156
II. <i>Poids spécifiques à + 15° C. sous la pression atmosphérique des principaux produits bruts des goudrons. Données expérimentales exclu- sivement obtenues sur des produits indus- triels . . . . .</i>	158
III. <i>Poids spécifiques et carbone fixe de goudrons de houilles de diverses provenances . . . . .</i>	160
IV. <i>Tableau de mélanges de benzines, d'après Davis . . . . .</i>	162
V. <i>Tableau de mélanges de benzines, d'après Davis. . . . .</i>	163
VI. <i>Tableau donnant la température de diverses benzines et mélanges (Lunge, p. 674) . . . . .</i>	164

<i>PELITE BIBLIOTHÈQUE DE FONDS DU DISTILLATEUR DES GOUUDRONS . . . . .</i>	165
---	-----

# LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS

55, Quai des Grands-Augustins, Paris (6<sup>e</sup>).

---

Envoi franco contre mandat-poste ou valeur sur Paris.

---

## ÉLÉMENTS

# D'ANALYSE MATHÉMATIQUE

à l'usage des Ingénieurs et des Physiciens.

---

COURS PROFESSÉ A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES

Par Paul APPELL,

Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences.

Deuxième édition. Grand in-8 (25×16) de vii-714 pages, avec 229 figures, cartonné; 1905..... 24 fr.

---

LA

# STATIQUE GRAPHIQUE

ET SES APPLICATIONS AUX CONSTRUCTIONS

Par M. Maurice LÉVY,

Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

4 VOLUMES GRAND IN-8 (25 × 16) AVEC 4 ATLAS DE MÊME FORMAT.

I<sup>re</sup> PARTIE. — *Principes et applications de la Statique graphique pure.* 3<sup>e</sup> édition. Volume de xxx-598 pages, avec 81 figures et un Atlas de 25 pl.; 1907..... 22 fr.

II<sup>e</sup> PARTIE. — *Flexion plane. Lignes d'influence. Poutres droites.* 2<sup>e</sup> édition. Volume de xiv-345 pages, avec figures et un Atlas de 6 planches; 1886..... 15 fr.

III<sup>e</sup> PARTIE. — *Arcs métalliques. Ponts suspendus rigides. Coupoles et corps de révolution.* 2<sup>e</sup> édition. Volume de ix-418 p., avec figures et un Atlas de 8 pl.; 1887..... 17 fr.

IV<sup>e</sup> PARTIE. — *Ouvrages de maçonnerie. — Systèmes réticulaires à lignes surabondantes. Index alphabétique des quatre Parties.* 2<sup>e</sup> édition. Volume de ix-350 pages, avec figures et un Atlas de 4 planches; 1887..... 15 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 grand in-8.

Le prix de chaque fascicule sera d'environ 5 francs.

*Fascicules parus du Tome I :*

Volume I. Fascicule I.....	5 fr.
Volume I. Fascicule II.....	5 fr. 25 c.
Volume III. Fascicule I.....	3 fr.
Volume IV. Fascicule I.....	5 fr.

LEÇONS

DE

**PHYSIQUE GÉNÉRALE**

PAR

**James CHAPPUIS,**

Professeur de Physique générale

à l'École centrale des Arts et Manufactures.

**Alphonse BERGET,**

Attaché au Laboratoire

des Recherches physiques à la Sorbonne.

**COURS PROFESSÉ A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES**

et complété suivant le programme du certificat de Physique générale.

2<sup>e</sup> édition entièrement refondue. 3 volumes grand in-8 (25 × 16),  
avec figures.

**TOME I :** *Instruments de mesure. Pesanteur. Élasticité. Statique  
des liquides et des gaz*; avec 306 figures; 1907..... **18 fr.**

**TOME II :** *Electricité et Magnétisme*, avec 400 fig.; 1900.. **15 fr.**

**TOME III :** *Acoustique. Optique. Electro-optique.* (Sous presse.)

# LEÇONS SUR LA VISCOSITÉ DES LIQUIDES ET DES GAZ,

Par **Marcel BRILLOUIN**,  
Professeur au Collège de France.

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

- I<sup>re</sup> PARTIE : *Généralités. Viscosité des liquides.* Volume de VII-228 pages, avec 65 figures; 1907..... 9 fr.  
II<sup>e</sup> PARTIE : *Étude des gaz. Caractères généraux des théories moléculaires.* Volume de IV-142 pages avec 25 fig.; 1907. . 5 fr.

## 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<sup>e</sup> édition allemande par **P. POINSIGNON**,  
Ingénieur E. C. L.

- I<sup>re</sup> PARTIE : *Calcul et exécution des formes élémentaires.* In-8 (23 × 14) de IV-194 pages avec 119 figures; 1907..... 6 fr.  
II<sup>e</sup> PARTIE : *Applications aux constructions et fondations.*  
(Sous presse.)

## EXERCICES ET PROJETS

# D'ÉLECTROTECHNIQUE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

**Eric GERARD**,  
Directeur de l'Institut électrotechnique  
Montefiore.

**Omer De BAST**,  
Sous-Directeur  
de l'Institut électrotechnique Montefiore.

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

- TOME I : *Applications de la Théorie de l'électricité et du magnétisme.* Volume de VII-240 pages, avec 96 figures; 1907.... 6 fr.  
TOME II : *Applications relatives aux machines et installations électriques.*  
(Sous presse.)

# LA REVUE ÉLECTRIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE M. J. BLONDIN,

Avec la collaboration de MM. ARMAGNAT, BECKER, 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 32 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<sup>er</sup> janvier ou du 1<sup>er</sup> juillet.)

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

Les années antérieures se vendent..... 22 fr.

---

## PRINCIPES DE L'INDUSTRIE LAITIÈRE

---

# LE LAIT

## LA CRÈME, LE BEURRE, LES FROMAGES

Par L. LINDET,

Docteur ès sciences, Professeur à l'Institut national agronomique.

Volume grand in-8 (25 × 16) de x-347 p., avec 10 fig.; 1907. 17 fr.

---

# LA MATHÉMATIQUE

## PHILOSOPHIE, ENSEIGNEMENT

Par C.-A. LAISANT,

Répétiteur à l'École Polytechnique, Docteur ès sciences.

2<sup>e</sup> édition revue et corrigée. Volume in-8 (23 × 14) de vi-243 pages, avec 5 figures, cartonné à l'anglaise; 1907..... 5 fr.

PRÉCIS

D'ANALYSE CHIMIQUE

Par E. FINK,

Deuxième édition revue et corrigée.

DEUX VOLUMES IN-16 (18 × 12) SE VENDANT SÉPARÉMENT :

- I<sup>re</sup> PARTIE : *Analyse qualitative*. Volume de iv-174 pages avec 12 figures; cartonné; 1906..... 3 fr. 50 c.  
II<sup>e</sup> PARTIE : *Analyse quantitative*. Volume de iv-280 pages, avec 62 figures, cartonné; 1907..... 5 fr.
- 

LEÇONS D'ALGÈBRE ET D'ANALYSE

A L'USAGE

DES ÉLÈVES DES CLASSES DE MATHÉMATIQUES SPÉCIALES

PAR

Jules TANNERY,

Sous-Directeur de l'École Normale supérieure.

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

- TOME I : Volume de vii-423 pages, avec 35 figures et 166 exercices; 1906..... 12 fr.  
TOME II : Volume de 636 pages, avec 104 figures et 238 exercices; 1906..... 12 fr.

(Ouvrage conforme au programme du 27 juillet 1904.)

---

LES INDUSTRIES DE LA

CONSERVATION DES ALIMENTS

Par X. ROCQUES,

Directeur du Laboratoire des Magasins généraux de Paris,  
Chimiste expert des Tribunaux de la Seine,  
Ancien Chimiste principal du Laboratoire municipal de Paris.

Préfaces par P. BROUARDEL et A. MUNTZ, Membres de l'Institut.

In-8 (23 × 14) de xi-506 pages, avec 114 figures; 1906..... 15 fr.

# LECONS DE MÉCANIQUE CÉLESTE

PROFESSÉES A LA SORBONNE

Par **H. POINCARÉ**,

Membre de l'Institut.

TROIS VOLUMES GRAND 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<sup>re</sup> PARTIE). — *Développement de la fonction perturbatrice.* Volume de iv-167 pages; 1907..... 8 fr.
- II<sup>e</sup> PARTIE. — *Théorie des petites planètes. Théorie de la Lune.*  
(En préparation).

---

## ARITHMÉTIQUE GRAPHIQUE

INTRODUCTION A L'ÉTUDE DES FONCTIONS ALGÈBRIQUES

Par **Gabriel ARNOUX**,

Grand in-8 (25 × 16) de xx-225 p., avec 64 fig.; 1906... 7 fr. 50 c.

---

PRINCIPES ET FORMULES DE

## TRIGONOMÉTRIE RECTILIGNE & SPHÉRIQUE

Par **J. PIONCHON**,

Professeur de Physique industrielle à l'Université de Dijon.

Vol. grand in-8 (25 × 16) de 146 p., avec 63 fig.; 1906..... 5 fr.

---

LES

## ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES A CARACTÉRISTIQUES RÉELLES

Par **R. D'ADHÉMAR**,

In-8 écu (20 × 13) de 86 pages; 1907. Cartonné..... 2 fr.

NOTIONS FONDAMENTALES DE  
**CHIMIE ORGANIQUE**

Par **CH. MOUREU**,

Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie  
de l'Université de Paris.

2<sup>e</sup> édition in-8 (23×14) de vi-320 pages; 1906..... 7 fr. 50

---

**RADIATIONS**

ÉLECTRICITÉ. IONISATION

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ. INSTRUMENTS DIVERS

Par **E. BOUTY**,

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Volume in-8 (23×14) de vi-420 pages, avec 104 figures; 1906. 8 fr.

---

**LES PROCÉDÉS**

DE

**COMMANDE A DISTANCE**

AU MOYEN DE L'ÉLECTRICITÉ

Par **R. FRILLEY**.

Volume in-16 (19×12) de vi-190 pages, avec 94 fig.; 1906. 3 fr. 50

---

**LA CÉRAMIQUE INDUSTRIELLE**

CHIMIE — TECHNOLOGIE

Par **Albert GRANGER**,

Professeur de Chimie et de Technologie céramique à l'École d'Application  
de la Manufacture de Sèvres.

Volume in-8 (23×14) de x-644 pages, avec 179 figures, 1905;  
cartonné..... 17 fr

# COURS DE PHYSIQUE

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Par J. JAMIN et E. BOUTY.

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

TOME I. — 9 fr.

1<sup>re</sup> fascicule. — *Instruments de mesure. Hydrostatique*; avec 150 figures et 1 planche..... 5 fr.

2<sup>e</sup> fascicule. — *Physique moléculaire*; avec 93 figures..... 4 fr.

TOME II. — CHALEUR. — 15 fr.

1<sup>re</sup> fascicule. — *Thermométrie, Dilatations*; avec 98 figures. 5 fr.

2<sup>e</sup> fascicule. — *Calorimétrie*; avec 48 fig. et 2 planches..... 5 fr.

3<sup>e</sup> fascicule. — *Thermodynamique. Propagation de la chaleur*; avec 47 figures..... 5 fr.

TOME III. — ACOUSTIQUE; OPTIQUE. — 22 fr.

1<sup>re</sup> fascicule. — *Acoustique*; avec 123 figures..... 4 fr.

2<sup>e</sup> fascicule. — *Optique géométrique*; 139 fig. et 3 planches. 4 fr.

3<sup>e</sup> fascicule. — *Etude des radiations lumineuses, chimiques et calorifiques; Optique physique*; avec 249 fig. et 5 planches, dont 2 planches de spectres en couleur..... 14 fr.

TOME IV (1<sup>re</sup> Partie). — ÉLECTRICITÉ STATIQUE ET DYNAMIQUE. — 13 fr.

1<sup>re</sup> fascicule. — *Gravitation universelle. Électricité statique*; avec 155 figures et 1 planche..... 7 fr.

2<sup>e</sup> fascicule. — *La pile. Phénomènes électrothermiques et électrochimiques*; avec 161 figures et 1 planche..... 6 fr.

TOME IV (2<sup>e</sup> Partie). — MAGNÉTISME; APPLICATIONS. — 13 fr.

3<sup>e</sup> fascicule. — *Les aimants. Magnétisme. Électromagnétisme. Induction*; avec 240 figures..... 8 fr.

4<sup>e</sup> 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<sup>er</sup> SUPPLÉMENT. — *Chaleur. Acoustique. Optique*, par E. BOUTY, Professeur à la Faculté des Sciences. In-8, avec 41 fig.; 1896. 3 fr. 50 c.

2<sup>e</sup> SUPPLÉMENT. — *Électricité. Ondes hertziennes. Rayons X*; par E. BOUTY. In-8, avec 48 figures et 2 planches; 1899. 3 fr. 50 c.

3<sup>e</sup> 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<sup>r</sup> principal à la Compagnie du Midi.

**A. PULIN**,

Ing<sup>r</sup> Insp<sup>r</sup> pal aux chemins de fer du Nord.

**MATÉRIEL ROULANT. RÉSISTANCE DES TRAINS. TRACTION**

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

**ÉTUDE DE LA LOCOMOTIVE. LA CHAUDIÈRE**

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

---

## CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

## TRAMWAYS

Par **Pierre GUÉDON**, Ingénieur.

Un beau volume grand in-8, de 393 pages et 141 figures (E. I.); 1901..... 11 fr.

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

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

Un volume grand in-8, de VIII-364 pages, avec 195 figures; 1899 (E. I.). 10 fr.

---

# COURS DE CHEMINS DE FER

PROFESSÉ A L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES,

Par **G. BRICKA**,

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

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

TOME I : 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 GRAND IN-8, AVEC 429 FIG.; 1893 (E. T. P.).. 20 FR.

---

# CHARPENTERIE MÉTALLIQUE

Par **J. DENFER**,

Architecte, Professeur à l'École Centrale.

DEUX VOLUMES GRAND IN-8; 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.

GRAND IN-8 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 GRAND 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.

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

---

# LE BOIS

Par **J. BEAUVERIE**,

Docteur ès sciences, Préparateur de Botanique générale.

Avec une **Préface** de **M. DAUBRÉE**,

Conseiller d'État,

Directeur général des Eaux et Forêts au Ministère de l'Agriculture.

Grand in-8 (25×16) de XI-1402 pages, avec 485 figures; 1905. 20 fr.

*Le bois. Structure. Rapports entre la structure et les qualités du bois d'œuvre. Composition et propriétés chimiques. Caractères et propriétés physiques. Production des bois. La forêt. Abatage des bois. Façonnage des produits. Transport et débit des bois. Commerce des bois. Altérations et défauts des bois d'œuvre. Conservation des bois. Etude spéciale des bois utiles et des essences qui les produisent. Bois indigènes et bois exotiques. Le liège. La production du bois dans le monde. Bois des colonies françaises. Utilisation des bois.*

---

LES

# INDUSTRIES PHOTOGRAPHIQUES

Par **C. FABRE**,

Docteur ès Sciences, Auteur du *Traité encyclopédique de Photographie*.

Volume grand in-8 (25×16) de 602 pages, avec 183 figures; 1904. (E. I.)..... 18 fr.

PONTS SOUS RAILS ET PONTS-ROUTES A TRAVÉES  
MÉTALLIQUES INDÉPENDANTES.

## FORMULES, BARÈMES ET TABLEAUX

Par **Ernest HENRY**,  
Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

UN VOLUME GRAND IN-8, AVEC 267 FIG.; 1894 (E. T. P.). 20 FR.

---

## 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 GRAND IN-8, AVEC FIGURES: 1901 (E. I.). . . . . 12 FR.

---

## TRAITÉ DES INDUSTRIES CÉRAMIQUES

Par **E. BOURRY**,  
Ingénieur des Arts et Manufactures.

GRAND IN-8, 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<sup>e</sup> édition. Gr. in-8 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 DEUVAGE. ÉCONOMIE, LÉGISLATION.

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

---

## TRAITÉ DE CHIMIE ORGANIQUE APPLIQUÉE

Par **A. JOANNIS**, Prof<sup>r</sup> à la Faculté de Bordeaux,

TOME I: 688 p., avec fig.; 1896. 20 fr. | TOME II: 718 p., avec fig. 1896. 15 fr.

---

## MANUEL DE DROIT ADMINISTRATIF

Par **G. LECHALAS**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

TOME I; 1889; 20 fr. — TOME II: 1<sup>re</sup> partie; 1893; 10 fr. 2<sup>e</sup> partie; 1898; 10 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**.

Grand in-8 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,  
rédigé et terminé par **F. MAISON**, Ingénieur des Mines.

Gr. in-8 de 581 pages avec nombreuses fig.; 1903 (E. I.)... 20 fr.

---

## COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE

ET DE GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE,

Par **Maurice D'OCAGNE**,

Ingr et Prof<sup>r</sup> à l'École des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'École Polytechnique.

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

---

# TRAITÉ DES ESSAIS DE MATÉRIAUX

Méthodes, Machines, Instruments de mesure

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

AVEC NOTES ET ANNEXES.

Grand 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.

Grand in-8 de vi-778 pages, avec 197 figures; 1906 (E. I.). 20 fr.

---

# PRÉCIS D'ÉLECTRICITÉ

Par **Paul NIEWENGLOWSKI**.

Grand in-8 de vi-200 pages, avec 64 figures: 1906 (E. T. P.). 6 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.

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

---

# ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

Par **D. MONNIER**,

Professeur, Membre du Conseil de l'École Centrale,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

Deuxième édition revue et augmentée. Grand in-8 (25×16) de  
viii-826 pages, avec 404 figures; 1903..... 25 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.

## CE QU'IL FAUT SAVOIR POUR RÉUSSIR EN PHOTOGRAPHIE,

Par A. COURRÈGES.

3<sup>e</sup> édition revue et augmentée. In-16 (19 × 12); 1907..... 2 fr. 50 c.

## LA PHOTOGRAPHIE. TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE,

Par A. DAVANNE.

2 beaux volumes grand in-8, avec 234 fig. et 4 planches spécimens... 32 fr.

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

## LE MUSÉE RÉTROSPECTIF DE LA PHOTOGRAPHIE

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900,

Par A. DAVANNE, M. BUCQUET et L. VIDAL.

Grand in-8 avec nombreuses figures et 11 planches; 1903..... 5 fr.

## PRÉCIS DE PHOTOGRAPHIE GÉNÉRALE,

Par Édouard BELIN.

Deux volumes grand in-8 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 59 figures et 10 planches; 1905..... 7 fr.

## TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE DE PHOTOGRAPHIE,

Par C. FABRE, Docteur ès Sciences.

4 beaux vol. grand in-8, avec 724 figures et 2 planches; 1889-1891... 48 fr.

Chaque volume se vend séparément 14 fr.

Des suppléments destinés à exposer les progrès accomplis viennent compléter ce Traité et le maintenir au courant des dernières découvertes.

1<sup>er</sup> Supplément (A). Un beau vol. gr. in-8 de 400 p. avec 176 fig.; 1892. 14 fr.

2<sup>e</sup> Supplément (B). Un beau vol. gr. in-8 de 424 p. avec 221 fig.; 1897. 14 fr.

3<sup>e</sup> Supplément (C). Un beau vol. gr. in-8 de 400 p. avec 215 fig.; 1903. 14 fr.

4<sup>e</sup> Supplément (D). Un beau vol. gr. in-8 de 414 p. avec 151 fig.; 1906. 14 fr.

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

## TRAITÉ PRATIQUE DE PHOTOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE,

Par C. FABRE.

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

### LES POSITIFS SUR VERRE,

THÉORIE ET PRATIQUE,

Par H. FOURTIER.

2<sup>e</sup> édition. In-16 (19 × 12) de 188 pages, avec 12 figures; 1907. 2 fr. 75 c.

### CONSEILS AUX AMATEURS PHOTOGRAPHES,

Par MAURICE MERCIER.

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

### LES PROJECTIONS SCIENTIFIQUES ET AMUSANTES,

Par G. MASSIOT.

Brochure in-8 (23 × 14) de vi-48 pages; 1907..... 1 fr. 75 c.

### TRAITÉ PRATIQUE DE LA RETOUCHE DES CLICHÉS

PHOTOGRAPHIQUES,

Par P. PIQUEPÉ.

In-16 (19 × 12) de 124 pages (nouveau tirage); 1906..... 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.

(Juin 1907.)

---

40121. — Paris, Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

**MASSON ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS**  
**LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE**  
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS — VI<sup>e</sup> ARR.

---

P. n<sup>o</sup> 542.

(Décembre 1907)

(CONS L. H. D.)

**EXTRAIT DU CATALOGUE (1)**

---

**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<sup>o</sup> de 1296 pages avec 275 figures, relié toile. 25 fr.

---

SEPTIÈME ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE DU

**Traité élémentaire** ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣ ♣  
♣ ♣ de **Clinique Thérapeutique**

Par le Dr **Gaston LYON**

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

1 vol. grand in-8<sup>o</sup> de xvi-1726 pages. Relié toile . . . . . 25 fr.

---

**Formulaire Thérapeutique**

**G. LYON**

PAR MM.

**P. LOISEAU**

Ancien chef de clinique à la Faculté. Ancien prép<sup>r</sup> à l'École de Pharmacie.

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

**CINQUIÈME ÉDITION, REVUE**

1 vol. 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 lui en font la demande : — Catalogue général. — Catalogues de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire : I. Section de l'ingénieur. II. Section du biologiste. — 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<sup>ie</sup>, ÉDITEURS

# 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

2 vol. gr. in-8° de XVI-1500 pages avec 894 figures, reliés toile. 40 fr.

# PRÉCIS D'OBSTÉTRIQUE

PAR MM.

A. RIBEMONT-DESSAIGNES

Agrégé de 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.

CINQUIÈME ÉDITION, ENTIÈREMENT REVUE DU

# Traité de Chirurgie d'urgence

Par Félix LEJARS

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris  
Chirurgien de l'hôpital Saint-Antoine, Membre de la Société de Chirurgie.

1 vol. grand in-8° de 1133 pages, avec 904 figures et 20 planches hors  
texte. Relié toile. . . . . 30 fr.

# Précis de Technique Opératoire

PAR LES PROSECTEURS DE LA FACULTÉ DE PARIS

AVEC INTRODUCTION PAR LE P<sup>c</sup> PAUL BERGER

Tête et Cou, par CH. LENORMANT. 2<sup>e</sup> édition. — Thorax et membre supérieur, par A. SCHWARTZ. — Abdomen, par M. GUIBÉ. 2<sup>e</sup> édition. — Appareil urinaire et appareil génital de l'Homme, par PIERRE DUVAL. 2<sup>e</sup> édition. — Pratique courante et Chirurgie d'urgence, par VICTOR VEAU. 2<sup>e</sup> édition. — Membre inférieur, par G. LABEY. — Appareil génital de la Femme, par ROBERT PROUST.

1 vol., cart. toile, avec environ 200 figures. Chaque volume : 4 fr. 50

Vient de paraître :

**DEUXIÈME ÉDITION**  
**entièrement refondue**

DU

# Traité de Technique Opératoire

PAR

**CH. MONOD**

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris  
Chirurgien honoraire des hôpitaux, Membre de l'Académie de Médecine,

ET

**J. VANVERTS**

Ancien chef de clinique à la Faculté de Lille,  
Ancien interne lauréat des Hôpitaux de Paris, Membre correspondant  
de la Société de Chirurgie.

**Tome Premier** 1 vol. grand in-8° de xii-1016 pages, avec  
1189 figures dans le texte . . . 20 fr.

La deuxième édition du *Traité de Technique opératoire* paraîtra en deux volumes.

*Le tome I est vendu 20 francs. — Le tome II, actuellement sous presse, sera vendu 18 francs.*

A dater de l'apparition du tome II, le tome I ne sera plus vendu séparément et le prix de l'ouvrage complet sera porté à 40 francs.

Vient de paraître :

## Petite Chirurgie Pratique

**Th. TUFFIER**

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

PAR

**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-868 pages, avec 353 fig., cart. à l'angl. 10 fr.

Les additions à cette édition comprennent le *pansement des brûlures*, les *greffes dermo-épidermiques*, l'*anesthésie par la stovaine*, la *méthode de Bier*, la *gymnastique de la respiration et du maintien*, etc.

Les médecins de campagne sont dans la nécessité de s'occuper de la bouche de leurs malades; le Dr Neveu a écrit pour eux un chapitre très substantiel sur les *extractions dentaires* et l'*hygiène de la bouche et des dents*.

(P. M. C.)

# Pratique Médico-Chirurgicale

MÉDECINE ET CHIRURGIE GÉNÉRALES ET SPÉCIALES  
OBSTÉTRIQUE, PUÉRICULTURE  
HYGIÈNE, MÉDECINE LÉGALE, ACCIDENTS DU TRAVAIL  
PSYCHIATRIE  
CHIMIE ET BACTÉRIOLOGIE CLINIQUES, ETC.

**Directeurs :**

**E. BRISSAUD, A. PINARD, P. RECLUS**

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : **HENRY MEIGE**

**Collaborateurs :**

ALLARD, BACH, BAUER, BAUMGARTNER, BOIX  
BONNIER, BOUFFE DE S<sup>t</sup>-BLAISE, BOURGES, BRÉCY, CARRION, CHEVASSU  
CHEVRIER, CLERC, COUVELAIRE, GROUZON, DOPTER, DUVAL  
ENRIQUEZ, FAURE, FEINDEL, FIEUX, FORGUE, FRUHINSHOLZ, GOSSET, R. GRÉGOIRE  
GRENET, HALLION, HERBET, JEANBRAU, KENDIRDJY, LABEY, LAPOINTE  
LARDENNOIS, LAUNAY, LECÈNE, LENORMANT, LEPAGE, P. LEREBoulLET, LONDE  
DE MASSARY, H. MEIGE, MORAX, MOUTIER, OUI, PARISSET, PÉCHIN, PIQUAND  
POTOCKI, RATHERY, SAUVEZ, SAVARIAUD, SCHWARTZ, SÉE, SICARD, SOUQUES  
TOLLEMER, TREMOLIÈRES, TRENEL, VEAU, WALLICH, WIART, WURTZ

Six volumes in-8°, formant ensemble 5700 pages, abondamment  
illustrés, reliés amateur, tête dorée

**Prix de l'ouvrage complet. . . . . 110 francs.**

Vient de paraître :

# Abrégé d'Anatomie

PAR

**P. POIRIER**

Professeur 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.

## CONDITIONS DE PUBLICATION

L'*Abrégé d'Anatomie* formera trois volumes qui ne seront point vendus séparément.

Deux volumes sont en vente à la date de ce jour, le tome III paraîtra en mai 1908.

## DÉTAIL DES VOLUMES

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

1 vol. gr. in-8° de 560 pages, avec 402 figures en noir et en couleurs.

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

1 vol. gr. in-8° de 500 pages, avec 248 figures en noir et en couleurs.

*Ces deux volumes pris ensemble, reliés toile anglaise. 35 fr.*

*Reliure spéciale, dos maroquin . . . . . 38 fr.*

Pour paraître en Mai 1908 :

**TOME III. — TUBE DIGESTIF ET ANNEXES. — ORGANES RESPIRATOIRES. — APPAREIL URINAIRE. — ORGANES GÉNITAUX DE L'HOMME ET DE LA FEMME. — ORGANES DES SENS.**

1 vol. grand in-8° d'environ 650 pages et 300 figures.

*Ce volume sera mis en vente au prix de 15 fr. relié toile  
et de 17 fr. relié maroquin.*

A dater de la publication du tome III, les tomes I et II ne seront plus vendus séparément.

MASSON ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS

**CHARCOT — BOUCHARD — BRISSAUD**

BABINSKI, BALLEZ, P. BLOCH, BOIX, BRAULT, CHANTEMESSE, CHARRIN, CHAUFARD, COURTOIS SUFFIT, DUTIL, GILBERT, GUIGNARD, L. GUINON, G. GUINON, HALLION, LAMY, LE GENDRE, MARFAN, MARIE, MATHIEU, NETTER, (ÉTINGER, ANDRÉ PETIT, RICHARDIÈRE, ROGER, RUAULT, SOUQUERS, THIBIERGE, THOINOT, TOLLEMER, FERNAND VIDAL.

# Traité de Médecine

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE MM.

**BOUCHARD**

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

**BRISSAUD**

Professeur à la Faculté de Médecine  
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, **18 fr.**

**TABLE ANALYTIQUE DES 10 VOLUMES**

*Vient de paraître :*

**LA QUINZIÈME ÉDITION**

entièrement refondue et considérablement augmentée

DU

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.

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

**COLLECTION DE PRÉCIS MÉDICAUX**

*Cette nouvelle collection s'adresse aux étudiants, pour la préparation aux examens, et à tous les praticiens qui, à côté des grands traités, ont besoin d'ouvrages concis, mais vraiment scientifiques, qui les tiennent au courant. D'un format maniable et élégamment cartonnés en toile anglaise souple, ces livres sont abondamment illustrés, ainsi qu'il convient à des livres d'enseignement.*

Volumes publiés :

- Physique biologique**, par G. WEISS, agrégé à la Faculté de Paris, avec 543 figures. 7 fr.
- Physiologie**, par Maurice ARTHUS, professeur à l'Université de Lausanne. 2<sup>e</sup> édition, avec 122 figures. 9 fr.
- Chimie physiologique**, par Maurice ARTHUS. 5<sup>e</sup> édition, avec figures et 2 planches en couleurs . . . . . 6 fr.
- Dissection**, par P. POIRIER, professeur, et A. BAUMGARTNER, prosecteur à la Faculté de Médecine de Paris, avec 169 figures . . . . . 6 fr.
- Microbiologie clinique**, par Fernand BEZANÇON, agrégé à la Faculté de Paris, avec 82 figures. . . . . 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 figures . . . . . 9 fr.
- Diagnostic médical et Exploration clinique**, par P. SPILLMANN et P. HAUSHALTER, professeurs, et L. SPILLMANN, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy, avec 153 figures en noir et en couleurs. 7 fr.
- Médecine infantile**, par le Dr P. NOBÉCOURT, professeur agrégé à la Faculté de Paris, avec 77 figures et une planche en couleurs. . . . . 9 fr.
- Chirurgie infantile**, par E. KIRMISSON, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, avec 462 figures. . . . . 12 fr.
- Médecine légale**, par A. LACASSAGNE, professeur à l'Université de Lyon, avec 112 figures et 2 planches en couleurs . . . . . 10 fr.
- Ophtalmologie**, par le Dr V. MORAX, ophtalmologiste de l'hôpital Lariboisière, avec 339 figures et 3 planches en couleurs. . . . . 12 fr.
- Thérapeutique et Pharmacologie**, par A. RICHAUD, agrégé à la Faculté de Médecine, docteur ès sciences. . . 12 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  
de Médecine.

**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.

Vient de paraître :

**TOME II : Intestin, Péritoine, Glandes salivaires,  
Pancréas,** par MM. LŒPER, ESMONET, GOURAUD,  
SIMON, BOIDIN et RATHERY.

1 vol. gr. in-8° de viii-808 pages, avec 116 figures dans le texte. 14 fr.

**Manuel des Maladies de l'Appareil circulatoire et  
du Sang,** par MM. DEBOVE et ACHARD, avec la collaboration  
de CH. AUBERTIN, L. BRODIER, J. CASTAIGNE, M. COURTOIS-SUFFIT, JEAN  
FERRAND, ANDRÉ JOUSSET, MARCEL LABBÉ, CH. LAUBRY, M. LŒPER,  
P. NOBÉCOURT, F. RATHERY, JULES RENAULT, PIERRE TEISSIER, H. VAQUEZ.  
1 vol. grand in-8° de 844 pages avec figures dans le texte. 14 fr.

**Manuel des Maladies des Reins ✦ ✦  
✦ ✦ ✦ ✦ et des Capsules surrénales**

SOUS LA DIRECTION DE

**MM. DEBOVE, ACHARD et CASTAIGNE**

Par J. CASTAIGNE, E. FEUILLÉE, A. LAVENANT,  
M. LŒPER, R. OPPENHEIM, F. RATHERY.

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

# Guide anatomique Vient de paraître : aux Musées de Sculpture

PAR

**A. CHARPY**

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

**L. JAMMES**

Maitre de Conférences à l'Université  
de Toulouse.

1 vol. petit in-8° de VIII-412 pages, avec figures. . . . . **2 fr.**

Ce guide n'a point pour but d'apprendre l'anatomie aux artistes; il se propose simplement de permettre aux visiteurs de musées d'étudier avec fruit et de comprendre les œuvres de sculpture.

**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° . . . . . **10 fr.**
- II. 1897-1898. 1 vol. in-8° . . . . . **10 fr.**
- III. 1898-1899. 1 vol. in-8° . . . . . **10 fr.**
- IV. 1900-1901. 1 vol. in-8° . . . . . **10 fr.**
- V. 1905-1906. 1 vol. in-8° . . . . . **10 fr.**

**Clinique Médicale de l'Hôtel-Dieu** (Prof. G. DIEULAFOY).

**CLINIQUE ET LABORATOIRE.** Conférences du Mercredi, par MM. NATTAN-LARRIER et O. CROUZON, chefs de clinique, V. GRIFFON et M. LÖPPER, chefs de laboratoire. 1 vol. in-8° de 330 pages, avec 37 figures et 2 planches hors texte. . . . . **6 fr.**

**Les Maladies du Cuir chevelu**, par le Dr **R. SABOURAUD**, chef du laboratoire de la Ville de Paris à l'hôpital Saint-Louis.

- I. **Maladies séborrhéiques : Séborrhée, Acnés, Calvitie.**  
1 vol. in-8°, avec 91 fig. dont 40 aquarelles en coul. . **10 fr.**
- II. **Maladies desquamatives : Pytiriasis et Alopécies pelli-  
culaires.** 1 vol. in-8° avec 122 figures dans le texte. **22 fr.**

**Leçons cliniques sur la Diphtérie et quelques maladies  
des premières voies**, par **A.-B. MARFAN**, agrégé à la Faculté  
de Médecine de Paris. 1 vol. in-8°, avec 68 figures . . . . . **10 fr.**

**Les Venins**, *Les Animaux venimeux et la Sérothérapie antiveni-  
meuse*, par **A. CALMETTE**, membre correspondant de l'Institut et  
de l'Académie de Médecine, directeur de l'Institut Pasteur de Lille.  
1 vol. in-8° de XVI-396 pages, avec 125 figures dans le texte. Relié  
toile. . . . . **12 fr.**

# Introduction

*Vient de paraître :*

## à l'Étude de la Médecine

Par G.-H. ROGER

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris,  
Médecin de l'Hôpital de la Charité.

TROISIÈME ÉDITION, REVUE ET CORRIGÉE

1 vol. in-8° de XII-744 pages, avec un lexique des termes techniques.  
Broché. . . . . 9 fr. — Cartonné . . . 10 fr.

L'auteur a revu soigneusement chaque chapitre et a remis le texte au courant de la science. La partie consacrée aux maladies infectieuses a été profondément remaniée. Mais l'ouvrage a conservé son caractère primitif. C'est un traité élémentaire destiné aux débutants. C'est aussi un livre de réflexion et d'étude pour les médecins instruits, aimant les idées générales.

**L'ŒUVRE MÉDICO-CHIRURGICAL** (D<sup>r</sup> CRITZMAN, directeur)

## Suite de Monographies cliniques ♡

### DERNIÈRES MONOGRAPHIES PUBLIÉES

47. Traitement des gastro-entérites des nourrissons et du choléra infantile (2<sup>e</sup> partie), par A. LESAGE.
48. Les Ions et les médications ioniques, par S. LEBUC, professeur à la Faculté de Médecine de Nantes.
49. Physiologie de l'acide urique, par P. FAUVEL, docteur ès sciences, professeur à l'Université catholique d'Angers.

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).

## Bibliothèque d'Hygiène thérapeutique

FONDÉE PAR le Professeur PROUST

*Chaque ouvrage, in-16, cartonné toile, tranches rouges : 4 fr.*

**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 du Diabétique.** — **Hygiène thérapeutique des Maladies des Fosses nasales.** — **Hygiène des Maladies de la Femme.**

Vient de paraître :

**Les Grands Médecins du XIX<sup>e</sup> siècle,**

par Georges DAREMBERG, correspondant de l'Académie de Médecine. 1 vol. in-8° . . . . . 4 fr.

**Tuberculose pulmonaire (Les différentes formes cliniques et sociales de**

**la).** Pronostic, Diagnostic, Traitement, par G. DAREMBERG, correspondant de l'Académie de Médecine. 1 vol. in-8° de 400 pages, broché . . . . . 6 fr.

**Les Maladies Populaires, Maladies vénériennes, Alcoolisme, Tubercu-**

**lose (Etude Médico-Sociale),** par le Dr Louis RÉNON, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, médecin de l'hôpital de la Pitié, membre de la Société de Biologie. *Deuxième édition, revue et augmentée.* 1 vol. in-8° de vii-512 pages . . . . . 5 fr.

**Maladies du Cœur et des Poumons (Confé-**

**rences pratiques sur les),** par L. RÉNON, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, médecin de l'hôpital de la Pitié, membre de la Société de Biologie. 1 vol. in-8° de viii-382 pages . . . . . 5 fr.

**Les Médicaments usuels,** par A. MARTINET, ancien

interne des hôpitaux de Paris. *Deuxième édition, revue.* 1 vol. in-8° de viii-342 pages. 4 fr.

**Les Aliments usuels** Composition, Préparation, Indications dans les régimes, par

Alf. MARTINET, ancien interne des hôpitaux. 1 vol. in-8° de viii-328 pages avec figures. . . . . 4 fr.

**Alimentation et Digestion** *Cours de Pathologie expérimentale et comparée,* par

G.-H. ROGER, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, médecin de l'hôpital de la Charité. 1 vol. in-8° de xii-524 pages, avec 57 figures . . . . . 10 fr.

**L'Alimentation et les Régimes** chez l'homme

**sain et chez les malades,** par ARMAND GAUTIER, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, professeur à la Faculté de Médecine de Paris. *Troisième édition, revue et augmentée.* 1 vol. in-8° avec figures, broché . . . . . 10 fr.

**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, cartonné toile souple . . . . . 4 fr. 50

MASSON ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS

# 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.

# Cours de Chimie organique

Armand GAUTIER

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

PAR

Marcel DELÉPINE

Professeur agrégé  
à l'École supérieure de Pharmacie  
de Paris.

Troisième édition, mise au courant des travaux les plus récents. 1 vol.  
grand in-8°, de vi-800 pages, avec figures dans le texte. . . 18 fr.

# Traité de Chimie appliquée

Par G. CHABRIÉ

Chargé du cours de Chimie appliquée à la Faculté des Sciences  
de l'Université de Paris.

2 volumes grand in-8°, avec nombreuses figures dans le texte,  
reliés toile anglaise.

Vient de paraître : **Tome I.** 1 vol. grand in-8° de xxxviii-876 pages,  
avec 271 figures. Relié toile anglaise. . . . . 22 fr.

Sous presse : **Tome II.**

**Le Constructeur**, par F. REULEAUX. Troisième édition française, par  
A. Debize. 1 volume in-8° avec 184 figures. . . . . 30 fr.

**Traité d'Analyse chimique qualitative**, par R. FRÉSENÍUS.  
Onzième édition française d'après la 16<sup>e</sup> édition allemande, par L. Gautier.  
1 vol. in-8°. . . . . 7 fr.

**Traité d'Analyse chimique quantitative**, par R. FRÉSENÍUS.  
Septième édition française, traduite sur la 6<sup>e</sup> édition allemande, par L. Gau-  
tier. 1 vol. in-8°. . . . . 16 fr.

**Traité d'Analyse chimique quantitative par Electrolyse**,  
par J. RIBAN, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris. 1 vol.  
avec 96 figures. . . . . 9 fr.

**Précis de Chimie analytique**, par J.-A. MULLER, docteur ès  
sciences, professeur à l'École supérieure des Sciences d'Alger. 1 volume  
in-12, broché . . . . . 3 fr.

# Expédition (1903-1905) antarctique française

Commandée par le Docteur JEAN CHARCOT

SCIENCES NATURELLES — DOCUMENTS SCIENTIFIQUES

FASCICULES PUBLIÉS :

<b>Poissons.</b> 1 fascicule de 52 pages. . . . .	5 fr.
<b>Tuniciers.</b> 1 fascicule de 50 pages et 5 planches . . . . .	8 fr.
<b>Mollusques.</b> 1 fascic. de 90 pages et 6 planches hors texte. . . . .	12 fr.
<b>Crustacés.</b> 1 fascicule de 150 pages et 6 planches hors texte. . . . .	20 fr.
<b>Échinodermes.</b> 1 fasc. de 74 pages et 6 planches hors texte. . . . .	12 fr.
<b>Hydroïdes.</b> 1 fascicule de 20 pages . . . . .	2 fr.
<b>Botanique.</b> 1 fascicule de 20 pages . . . . .	2 fr.
<b>Vers.</b> 1 fascicule de 118 pages avec 13 planches hors texte. . . . .	22 fr.
<b>Arthropodes.</b> 1 fasc. de 100 pages avec 3 pl. hors texte. . . . .	10 fr.
<b>Mammifères pinnipèdes. — Oiseaux. — Documents embryogéniques.</b> 1 fasc. de 128 pages avec 49 planches hors texte. . . . .	24 fr.

**Explorations au Maroc, dans le Bled es Siba (MISSION DE SEGONZAC),** par Louis GENTIL, docteur ès sciences, maître de conférences à la Sorbonne, membre de la Mission. *Ouvrage publié sous le patronage du Comité du Maroc.* 1 vol. petit in-4°, tiré sur beau papier couché et richement illustré de 223 figures d'après des photographies originales. . . . . 12 fr.

**L'Hérédité des Stigmates de Dégénérescence et les Familles souveraines,** par le Dr V. GALIPPE, membre de l'Académie de Médecine. — Préface de M. Henri BOUCHOT, membre de l'Institut. — 1 vol. grand in-8°, avec 278 figures et portraits. Broché . . . . . 15 fr.

**Physique du Globe et Météorologie,** par Alphonse BERGET, docteur ès sciences. 1 vol. in-8°, avec 128 figures et 14 cartes . . . . 15 fr.

**Les Insectes. Morphologie, Reproduction, Embryogénie,** par L.-F. HENNEGUY, professeur d'Embryogénie comparée au Collège de France. *Leçons recueillies par A. LECAILLON et J. POIRAULT.* 1 vol. grand in-8°, avec 622 figures, 4 planches en couleurs . . . . . 30 fr.

**Zoologie pratique basée sur la dissection des Animaux les plus répandus,** par L. JAMMES, maître de conférences à l'Université de Toulouse. 1 vol. grand in-8°, avec 317 figures. Relié toile. 18 fr.

**Géographie agricole de la France et du Monde,** par J. DU PLESSIS DE GRENEGAN, professeur à l'École supérieure d'Agriculture d'Angers, avec une préface de M. le Marquis de Vogüé, de l'Académie française. 1 vol. in-8° avec 118 cartes et figures dans le texte . . . . 7 fr.

*Vient de paraître :*

# Cours élémentaire de Zoologie

Par **Rémy PERRIER**

Chargé 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 refondue**

1 vol. in-8°, de 864 pages, 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 vol. gr. in-8° de 412 p. avec 458 fig. . . .	12 fr.
FASC. II : Protozoaires et Phytozoaires. 1 vol. gr. in-8° de 452 p. avec 243 figures . . . . .	10 fr.
FASC. III : Arthropodes. 1 vol. gr. in-8° de 480 p., avec 278 fig. . . .	8 fr.
FASC. IV : Vers et Mollusques. 1 vol. gr. in-8° de 792 p. avec 566 fig.	6 fr.
FASC. V : Amphioxus. Tuniciers. 1 vol. gr. in-8° de 221 p. av. 97 fig.	6 fr.
FASC. VI : Poissons. 1 vol. gr. in-8° de 366 p. avec 190 figures . . . .	10 fr.
FASC. VII et dernier : Vertébrés marcheurs ( <i>En préparation</i> ).	

# Guides du Touriste, du Naturaliste et de l'Archéologue

publiés sous la direction de **M. Marcellin BOULE**

**Le Cantal**, par **M. BOULE**, docteur ès sciences, et **L. FARGES**, archi-  
viste-paléographe.

**La Lozère**, par **E. CORD**, ingénieur-agronome, **G. CORD**, docteur en  
droit, avec la collaboration de **M. A. VIRÉ**, docteur ès sciences.

**Le Puy-de-Dôme et Vichy**, par **M. BOULE**, docteur ès  
sciences, **Ph. GLANGEAUD**, maître de conférences à l'Université de  
Clermont, **G. ROUCHON**, archiviste du Puy-de-Dôme, **A. VERNIÈRE**,  
ancien président de l'Académie de Clermont.

**La Haute-Savoie**, par **M. LE ROUX**, conserv. 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 ès sciences.

Chaque volume in-16, relié toile, avec figures et cartes en coul. : 4 fr. 50

*En préparation* : **Le Velay — Les Alpes du Dauphiné.**

Vient de paraître :

# Comment étudier LES ASTRES

PAR

L. RUDAUX

1 vol. in-8° de xxxii-216 pages, avec 79 figures. . . . . 4 fr.

Cet ouvrage se compose de deux parties : Dans la première sont décrits les instruments d'observation visuelle et photographique, leurs modification et construction, l'installation de petits observatoires. La seconde partie est consacrée à l'usage de ces instruments, aux méthodes d'observation à appliquer dans le cas des principaux phénomènes ou des différents astres. Abondamment illustré de figures explicatives, de modèles d'instruments, de dessins télescopiques et de photographies, cet ensemble possède le double caractère d'un ouvrage scientifique très original et artistique et réellement populaire.

---

## OUVRAGES DE M. A. DE LAPPARENT

Membre de l'Institut, professeur à l'École libre des Hautes-Études.

Vient de paraître :

# TRAITÉ DE GÉOLOGIE

CINQUIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFOUNDUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE  
3 vol. gr. in-8° contenant xvi-2016 pages, avec 883 fig. : 38 fr.

- Abrégé de Géologie.** Sixième édition, augmentée. 1 vol. 163 gravures et une carte géologique de la France cartonné toile. . . . . 4 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
- Cours de Minéralogie.** Quatrième édition, augmentée. 1 vol. grand in-8° de xx-740 pages avec 630 gravures dans le texte et une planche. 15 fr.
- Précis de Minéralogie.** Cinquième édition, augmentée. 1 vol. in-16 de xii-398 pages avec 235 gravures dans le texte et une planche, cartonné toile. . . . . 5 fr.
- Leçons de Géographie physique.** Troisième édition, augmentée. 1 vol. grand in-8° de xvi-728 pages avec 203 figures et une planche en couleurs . . . . . 12 fr.
- Le Siècle du Fer.** 1 vol. in-18 de 360 pages, broché . . . . . 2 fr. 50

MASSON ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS,

✧ ✧ ✧ ✧ **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.

## 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.

### 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. *Sixième 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. LAFFARGUE,  
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 labora-  
toire**, 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.

Paris. — L. MARETHREUX, imprimeur, 1, rue Cassette. — 17884.